

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Валентин ПЕТРЕНКО

" 05 " квітня 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Білик Микола Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000 т. у м. Київ

керівник роботи доцент, к.т.н. Іващенко Наталія Вікторівна,

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 07.06.2024р.

3. Вихідні дані до роботи _____

Холодоагент R507А холодоагент

Тип продукту масло , сир "Моцарела" , "Сулугуні" , "Косичка"

Ізоляційний матеріал ППУ

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

1). Технолог. схема оброблення продукції. _____

2). Розрахунок холодильної частини проекту _____

3). Техніко економічні показники _____

4). Охорона праці _____

5. Перелік графічного матеріалу

1. План та розріз будівлі холодильника _____

2. Схема холодильної установки _____

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 05 квітня 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	14.04-21.04	виконано
2	Виконання холодильної частини ДП	22.04-04.05	виконано
3	Вибір обладнання холодильної(их) установок	18.05-21.05	виконано
4	Оформлення креслень та ПЗ	13.05-20.05	виконано
5	Здача готової роботи	12-20.06.2024р.	виконано

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Микола БЛИК
(прізвище та ініціали)

Наталія ІВАЩЕНКО
(прізвище та ініціали)

Анотації.

В цьому дипломному проєкті було розроблено та спроектовано розподільчий холодильник для зберігання молочної продукції у м.Київ. Проєкт містить холодильну схему та був виконаний підбір необхідного обладнання для умов експлуатації даного розподільчого холодильника.

У проєкті було вибрано холодогент – R507A.

Проєкт містить повний розрахунок , схеми холодильника , опис холодопостачання та підбір обладнання для зберігання продуктів в охолодженому та замороженому стані.

В розрахунковій частині було розраховано площу холодильника , підбір ізоляції та її розрахунок . Розраховано теплонадходження і теплонадходження до камер.

Також в проєкті було обрано стележний сбосіб зберігання в картонних коробках , для більш зручної завантаження і вивантаження.

Диплом містить “Економічний розрахунок” , що показує ціновий сегмент в Україні на 2024 рік. Додано “Охорону праці” - ця система заходів, спрямована на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Графічна частина включає в себе план розріз холодильних камер та схему трубопроводів.

Ключові слова: Розподільчий холодильник , холодоагент R507A , напівгерметичний поршневий компресор.

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			<i>Проєкт розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Івашенко Н.В					4	79
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

Annotations.

In this diploma project, a distribution refrigerator for storing dairy products in Kyiv was developed and designed. The project contains a refrigeration scheme and the selection of the necessary equipment for the operating conditions of this distribution refrigerator was made.

The refrigerant chosen in the project was R507A.

The project contains a complete calculation, refrigerator schemes, a description of the cold supply and the selection of equipment for storing food in a chilled and frozen state.

In the calculation part, the area of the refrigerator was calculated, the selection of insulation and its calculation. The heat input and heat output to the chambers were calculated.

The project also chose a stacked storage method in cardboard boxes for more convenient loading and unloading.

The diploma contains an "Economic calculation" showing the price segment in Ukraine for 2024. We have added "Occupational Health and Safety" - a system of measures aimed at preserving human life, health and working capacity in the course of labor activity.

The graphic part includes a sectional plan of refrigerators and a pipeline diagram.

Keywords: Distribution refrigerator , refrigerant R507A , semi-hermetic reciprocating compressor.

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

Зміст.

Анотації	4
Зміст	6
Вступ	7
1. Технологічна схема холодильного оброблення продукції	9
2. Визначення основних розмірів та планування холодильника	11
3. Теплоізоляційні конструкції холодильника	14
4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень	20
5. Надходження теплоти від продуктів і тари під час холодильного оброблення	23
5.1 Розрахунок теплонадходження для зимового періоду	26
6. Визначення навантаження на компресор і обладнання камер	29
7. Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної машини . Підбір компресорів	32
7.1. Розрахунок температури конденсації:	33
7.2. Вибір схеми та побудова циклу	34
7.3. Тепловий розрахунок холодильної машини	36
8. Вибір компресора для камери зберігання масла	38
8.1 Визначення реальної точки кінця стискання	42
9. Розрахунок то підбір теплообмінних апаратів	44
9.1. Камера для зберігання масла	44
9.2. Камери для зберігання сиру моцарелера , сулугуні та косичка	45
10. Розрахунок та підбір конденсатора	47
11. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання	49
11.1. Підбір ресиверів	49
11.2. Вибір мастиловіддільників	51
12. Розрахунок діаметрів трубопроводів	52
12.1. Розрахунок гідравлічних втрат на хладоновій лінії	53
13. Економічний розрахунок	55
14. Техніко-економічне обґрунтування	60
15. Охорона праці	61
16. Список використаної літератури	70
Додатки	71

Вступ.

Молочна продукція - це не просто їжа, це важливий компонент здорового та збалансованого раціону харчування.

Молочні вироби є одним з найважливіших продуктів харчування для людини. Вона багата на білки, жири, вітаміни та мінеральні речовини, необхідні для підтримки здоров'я та життєдіяльності.

Зберігання молочної продукції має велике значення для збереження її якості та придатності до вживання. Розподільчі холодильні склади відіграють ключову роль в ланцюзі постачання молочної продукції, забезпечуючи її зберігання в оптимальних умовах до моменту реалізації.

Розподільчі холодильні склади (РХС) молочної продукції відіграють ключову роль в ланцюзі постачання цієї групи продуктів харчування.

Вони виконують декілька важливих функцій:

1. Зберігання:

- РХС забезпечують зберігання молочної продукції в оптимальних умовах, що гарантує збереження її якості та придатності до вживання протягом всього терміну зберігання.
- Оптимальні умови зберігання включають контроль температури, вологості, освітлення та вентиляції.

2. Регулювання товарних запасів:

- РХС дозволяють регулювати товарні запаси молочної продукції залежно від попиту.
- Це гарантує, що продукція буде доступна споживачам в будь-який час, знижуючи ризик дефіциту або надлишків.

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Логістика:

- РХС можуть бути розташовані в різних місцях, що дозволяє оптимізувати логістику доставки молочної продукції до магазинів та інших точок продажу.
- Це допомагає знизити витрати на транспортування та зберігання.

4. Контроль якості:

- РХС дозволяють контролювати якість молочної продукції на всіх етапах її зберігання та розподілу.
- Це гарантує, що до споживача досягне тільки якісна та безпечна продукція.

5. Зниження втрат:

- РХС допомагають знизити втрати молочної продукції за рахунок створення сприятливих умов для її зберігання.
- Це призводить до зменшення витрат та підвищення рентабельності бізнесу.

При проектуванні розподільчого холодильника молочної продукції було використані сучасні і найкращі теплоізоляційні метериали , завдяки яким можна забезпечити високі теплоізоляційні властивості . Також була вибрана найактуальніша холодильна техніка , яка забезпечить якість і ефективність зберігання.

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

1. Технологічна схема холодильного оброблення продукції

Молочні продукти прибувають до камер завакуванні та в коробках, а масло цілим куском в плівці також в коробці.

- Масло (температура -12°C до -18°C);
- Сир “Моцарела” (температура -4°C до $+6^{\circ}\text{C}$);
- Сир “Солугуні” (температура 0°C до $+6^{\circ}\text{C}$);
- Сир копчений “Косичка” (температура 0°C до $+6^{\circ}\text{C}$).

При завантаженні і розвантаженні продукт може нагрітися $1-2^{\circ}\text{C}$.

Масло прибує в картонних коробках з розмірами: коробок розміри $385 \times 253 \times 228$ мм. Вага коробки з маслом в середньому 20 кг на піддонах розміром $800 \times 1200 \times 144$ мм, розміщуємо їх 9 по площі піддону та 3 у висоту. Також будуть розміщатись на стелажах.



Рис.1.1 Ящик з маслом та загальний вид піддону з коробками

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Іващенко Н.В					9	79
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

Всі сири будуть завакумованні в плівку та складенні по картонних коробках розмірами 400x280x300мм. Ящики з моцарелою в середньому 18кг, з сиром солугуні і косичкою по 15кг. Розміщенні на піддонах розміром 800x1200x144 мм, розміщаємо 8 ящиків по площі та 3 у висоту. Піддони будуть на стелажах.



Рис.1.3 Коробка для сирів

Деякі з компонентів палетного типу зберігання:

- Піддони: Плоскі платформи, на яких розміщується вантаж.
- Стеллажі: Конструкції з полицями або ярусами, призначені для зберігання піддонів.
- Навантажувачі: Високопідйомні транспортні засоби, які використовуються для підйому, переміщення та укладання піддонів.
- Згідно з нормами пожежної безпеки, мінімальний прохід між рядами стелажів повинен становити 1500 мм. **Відстань між піддонами:** 100 мм. Відступи від стін до стелажів 300мм.

Параметри повітря в камерах зберігання (див.таб.1):

Вид продукту	Температура, °С	Вологість φ , %	Максимальний термін зберігання, міс
Масло	-15	80	12
Моцарела	0	85...90	4
Солугуні	1	80...85	2
Косичка	1	80...85	2

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аржи
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

2.Визначення основних розмірів та планування холодильника.

Будівля розподільчої камери спроектована одноповерховою. Одноповерхові камери, як правило, більш енергоефективні, ніж багатоповерхові, через менші втрати тепла та меншу потребу у штучному освітленні.

Приймаємо сітку колон холодильника за 24х6 м. Висота холодильника – 6,2 м.

Знаходимо розміри камер та зробимо план холодильника з схематичним розміщенням піддонів у камері зберігання масла (Рис.2.2), сиру косичка (Рис.2.3) , сиру солугуні (Рис.2.4) і сиру моцарела (Рис.2.5) . Камери будуть мати розміри : для масла 90х15 м, сиру косичка 18х30 м, сиру солугуні 30х18 м , сиру моцарела 18х30 м.

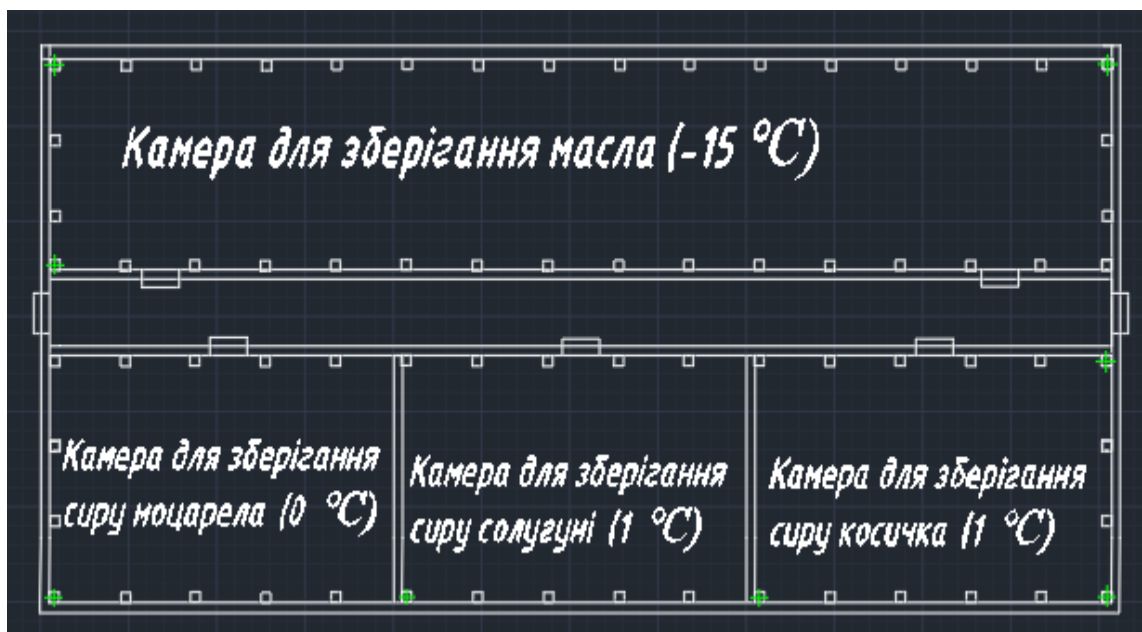


Рис 2.1 План розподільчої камери

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Білик М.М				Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Іващенко Н.В						11	79
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.	Петренко В.П							

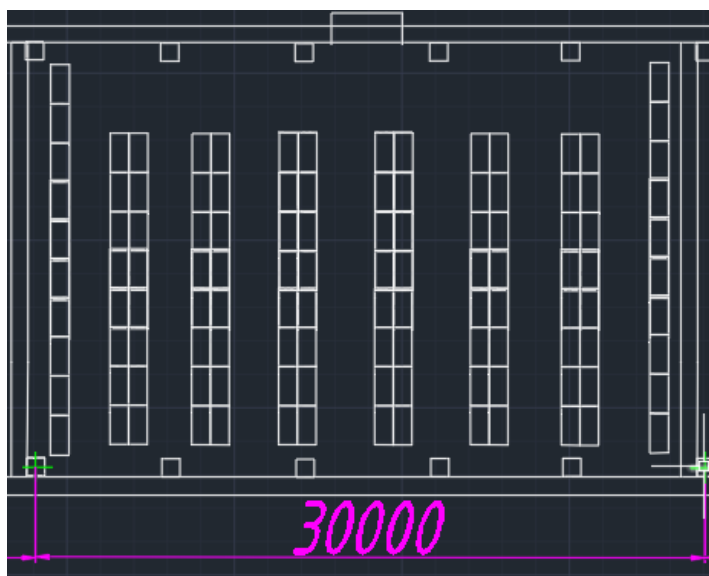


Рис 2.4 Розміщення піддонів в камері для зберігання сиру солугуні

В наведеному розміщенні на (Рис.2.4 в камері помістилось 1389 піддонів, 116 стелажа , які складаються з трьох етажів. Загальна маса продукції в камері 500 т.

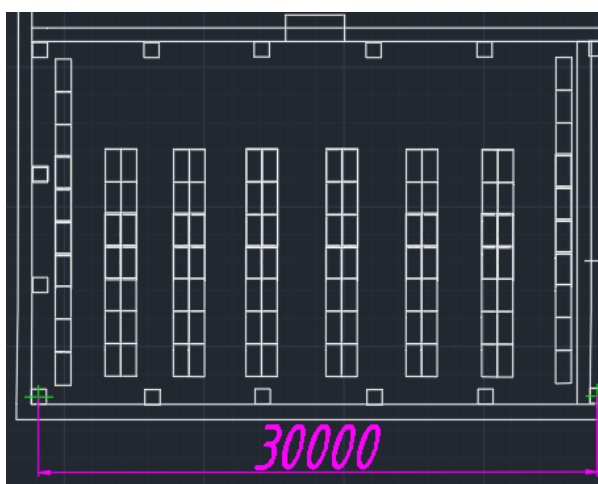


Рис 2.5 Розміщення піддонів в камері для зберігання сиру моцарела

В наведеному розміщенні на (Рис.2.5) в камері помістилось 1158 піддонів, 104 стелажа , які складаються з трьох етажів. Загальна маса продукції в камері 500 т.

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

3. Теплоізоляційні конструкції холодильника

Розрахунок необхідної товщини ізоляції огорожень (зовнішніх стін, перегородок, підлоги та покрівлі) виконується відповідно стандартної методики за рівнянням:

$$\delta_{із} = \lambda_{із} \cdot \left[\frac{1}{k_0} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) \right]$$

де $\delta_{із}$ – товщина ізоляції, м;

k – рекомендований коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/(м²·К) ;

$\lambda_{із}, \lambda_1$ – теплопровідність ізоляційного та будівельних матеріалів, що складають конструкцію огороження, Вт/(м²·К);

$\alpha_3, \alpha_{вн}$ – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішнього та внутрішнього боків огороження, Вт/(м·К) ;

δ_1 – товщина окремих шарів конструкції огороження, м (за винятком шару, що розраховується).

Для ізоляції було обрано сендвіч-панелі типу ППУ(пінополіуретан). Коефіцієнт теплопровідності ізоляції $\lambda_{із}=0,035$ Вт/мК , кофіцієнт теплопередачі зовнішніх стін $k=0,3(0,37)(0,35)$ Вт/(м²·К). Отже :

$$\delta_{із(-15^\circ)} = 0,035 \cdot \left[\frac{1}{0,3} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,112 м;$$

$$\delta_{із(1^\circ)} = 0,035 \cdot \left[\frac{1}{0,37} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,089 м;$$

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000л. у м. Київ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Іващенко Н.В					14	79
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

$$\delta_{із(0^{\circ})} = 0,035 \cdot \left[\frac{1}{0,35} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,094 м;$$

Округлюємо значення товщини теплоізоляції $\delta_{із}$ до дійсного $\delta_{із\delta}$, тобто в бік зростання до стандартних розмірів.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі k_D визначають за формулою:

$$k_D = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_H} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_{із\delta}}{\lambda_{із}}};$$

$$k_{D(-15^{\circ})} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{1}{9} + \frac{0,12}{0,035}} = 0,28 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

$$k_{D(1^{\circ})} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{1}{9} + \frac{0,1}{0,035}} = 0,33 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

$$k_{D(0^{\circ})} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{1}{9} + \frac{0,1}{0,035}} = 0,33 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

Розрахунок товщини ізоляції внутрішніх стін камер. За довідковими даними визначаємо коефіцієнти тепловіддачі та $\alpha_з = 9$ Вт/(м²К) і $\alpha_в = 9$ Вт/(м²К), нормативної теплопередачі для $t_{кам} = -15(1)(0)$ °С, $k = 0,31$ Вт/(м²К). Коефіцієнт теплопровідності ППУ приймаємо $\lambda_{із} = 0,035$ Вт/(м²К).

$$\delta_{із} = \lambda_{із} \cdot \left[\frac{1}{k_0} - \left(\frac{1}{\alpha_з} + \sum \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) \right];$$

$$\delta_{із(-15/0)} = 0,035 \cdot \left[\frac{1}{0,31} - \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,105 м;$$

$$\delta_{із(1/0)} = 0,035 \cdot \left[\frac{1}{0,5} - \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,062 м;$$

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		15

Округлюємо значення товщини теплоізоляції $\delta_{із}$ до дійсного $\delta_{із\partial}$, тобто в бік зростання до стандартних розмірів.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі k_D визначають за формулою:

$$k_D = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_H} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_{із\partial}}{\lambda_{із}}};$$

$$k_{D(-15/0)} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{0,12}{0,035}} = 0,28 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

$$k_{D(1/0)} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{0,08}{0,035}} = 0,4 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

Розрахунок товщини ізоляції покрівлі камер. За довідковими даними визначаємо коефіцієнти тепловіддачі та $\alpha_з = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ і $\alpha_в = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$, нормативної теплопередачі для $t_{кам} = -15 \text{ }^\circ\text{С}$, $k = 0,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Коефіцієнт теплопровідності ППУ приймаємо $\lambda_{із} = 0,035 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$.

$$\delta_{із} = \lambda_{із} \cdot \left[\frac{1}{k_0} - \left(\frac{1}{\alpha_з} + \sum \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) \right];$$

$$\delta_{із(-15)} = 0,035 \cdot \left[\frac{1}{0,3} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,111 м;$$

Округлюємо значення товщини теплоізоляції $\delta_{із}$ до дійсного $\delta_{із\partial}$, тобто в бік зростання до стандартних розмірів.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі k_D визначають за формулою:

$$k_D = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_H} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_{із\partial}}{\lambda_{із}}};$$

									Аркуш
									16
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00. КРБ. 142.002.007.ПЗ				

$$k_{D(-15)} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{1}{9} + \frac{0,12}{0,035}} = 0,28 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

Розрахунок товщини ізоляції підлоги камер . За довідковими даними визначаємо коефіцієнти тепловіддачі та $\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ і $\alpha_в = 6 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$, нормативної теплопередачі для $t_{\text{кам}} = -15 \text{ }^\circ\text{С}$, $k = 0,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Коефіцієнт теплопровідності ПСБ-С приймаємо $\lambda_{\text{із}} = 0,05 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$.

$$\delta_{\text{із}(-15)} = 0,05 \cdot \left[\frac{1}{0,26} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{6} \right) \right] = 0,18 \text{ м};$$

Приймаємо $\delta_{\text{нід}} = 180 \text{ мм}$.

Характеристики сендвіч-панелей типу ППУ :

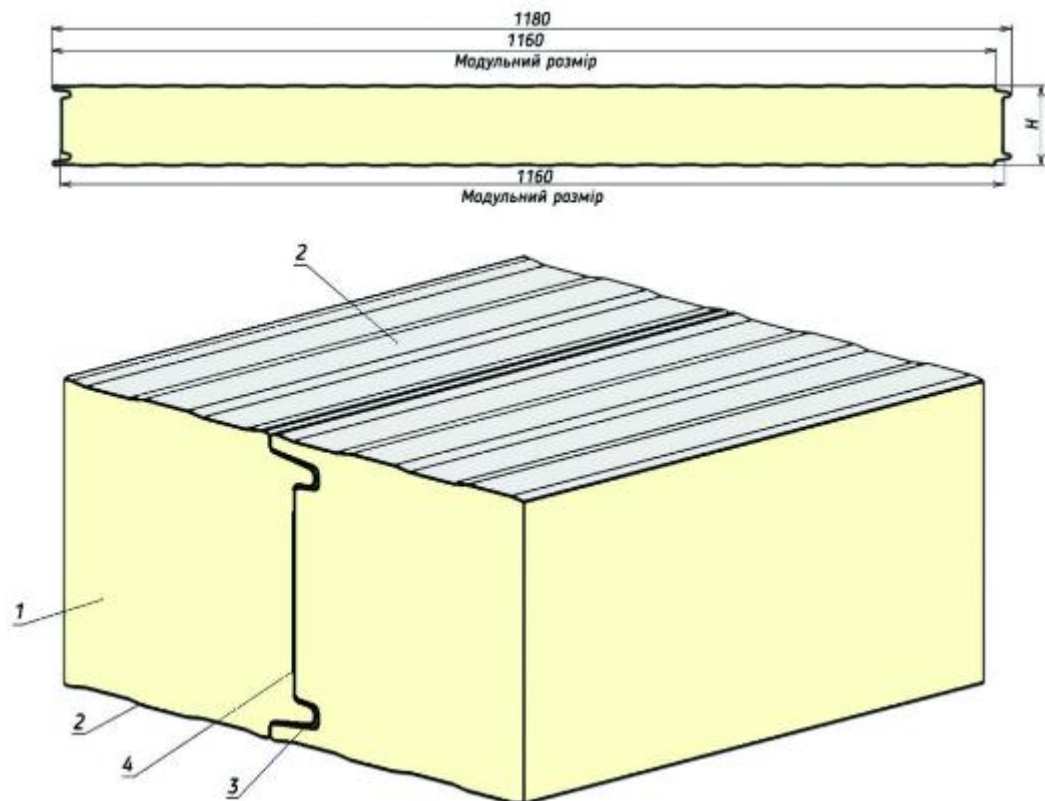


Рис.3.1. Стінова сендвіч-панель типу ППУ

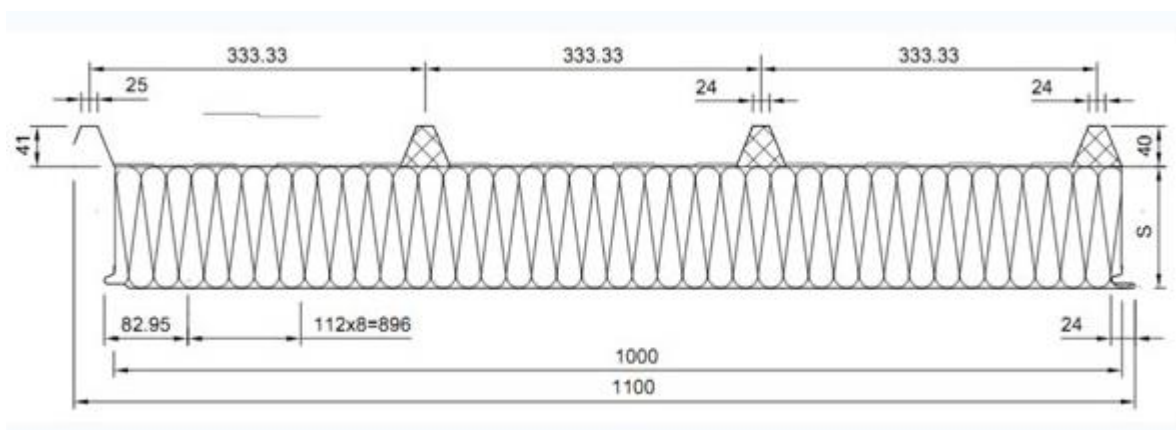
					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

1. Наповнювач (пінополіуретан)
2. Зовнішній шар (оцинкована сталь)
3. Замок
4. Стик двох панелей

табл.2

Технічні характеристики сендвіч-панелей	
Модульна ширина	1160 мм
Максимальна довжина панелей	8400 мм
Товщина утеплювача	60, 80, 100, 120, 150 мм
Тип утеплювача	Жорсткий пінополіуретан PUR
Щільність пінополіуретану	40-42 кг/м ³

Покрівельна сендвіч-панель типу ППУ :



					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		18



Рис.3.2.Покрівельна сендвіч-панель типу ППУ

табл.3

Модульна ширина:	1000 мм
Габаритна ширина:	1100 мм
Довжина:	500 мм (min) - 12000 мм (max)
Тип профілювання:	трапеція
Глибина профілювання:	2 мм
Наповнення	Пінополіуретан (ППУ)
Товщина	120 мм
Вага	13,1 (кг/м ²)

4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.

4.1 Розрахунок теплонадходження від зовнішнього повітря та приміщень з більшою температурою.

1. Надходження теплоти через будівельні конструкції та від зовнішнього повітря:

$$Q_1 = Q_{1т} + Q_{1с}, \text{ Вт},$$

де $Q_{1т}$, $Q_{1с}$ – надходження теплоти відповідно через стіни, простінки і покрівлю; через підлогу та від сонячної радіації.

Величину Q_1 визначають за формулою:

$$Q_{1ст} = k_D F (t_{зов} - t_{кам}), \text{ Вт};$$

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

F – площа поверхні огородження, м² ;

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря або сусідніх приміщень, °С;

$t_{кам}$ – температура повітря всередині охолоджуваного приміщення, °С.

Теплонадходження через обігрівну підлогу $Q_{1під}$, розташовану на ґрунті:

$$Q_{1під} = k_{під} F (t_{ср} - t_{кам}), \text{ Вт};$$

де $k_{під}$ – коефіцієнт теплопередачі підлоги, Вт/(м² · К);

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Івашенко Н.В					20	79
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

t_{cp} – розрахункова температура підлоги над ґрунтом.

Надходження теплоти від сонячного опромінювання Q_{1c} розраховують за формулою:

$$Q_{1c} = k_d F \theta_c, \text{ Вт};$$

де k_d – дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

F – площа поверхні огороження, що опромінюється сонцем, м^2 ;

θ_c – надлишковий температурний напір, що характеризує дію сонячного опромінення для літнього періоду, $^{\circ}\text{C}$.

таб.4

Теплопротік від зовнішнього повітря та приміщень літком.

Камера	Огородження	Розміри	F, м ²	t _з , °C	t _в , °C	Q _{1т} , Вт	Q _{1с} , Вт	Q ₁ , Вт
Масло	Пв(зовн.)	90x6,2	558	32	-15	7343	0	7343
	Зх(зовн.)	15x6,2	93	32	-15	1224	123	1347
	Пд(пер.)	90x6,2	558	1	-15	2946	0	2946
	Сх(зовн.)	15x6,2	93	32	-15	1224	102	1326
	Підлога	90x15	1350	21	-15	15552	0	15552
	Дах	90x15	1350	31	-15	19872	6691	26563
Камера	Огородження	Розміри	F, м ²	t _з , °C	t _в , °C	Q _{1т} , Вт	Q _{1с} , Вт	Q ₁ , Вт
Сир “Моцарела”	Пв(пер.)	30x6,2	186	1	0	75	0	75
	Зх(зовн.)	18x6,2	112	32	0	1183	120	1303
	Пд(зовн.)	30x6,2	186	32	0	1964	245	2209
	Сх(пер.)	18x6,2	112	1	0	45	0	45
	Підлога	30x18	540	21	0	3629	0	3629
	Дах	30x18	540	31	0	4687	2676	7363

Камера	Огородження	Розміри	F, м ²	t _з , °C	t _в , °C	Q _т , Вт	Q _с , Вт	Q ₁ , Вт
Сир “Сулугуні”	Пв(пер.)	30x6,2	186	1	1	0	0	0
	Зх(пер.)	18x6,2	112	1	1	0	0	0
	Пд(зовн.)	30x6,2	186	32	1	1903	245	2148
	Сх(пер.)	18x6,2	112	1	1	0	0	0
	Підлога	30x18	540	21	1	3629	0	3629
	Дах	30x18	540	31	1	4687	2676	7363

Камера	Огородження	Розміри	F, м ²	t _з , °C	t _в , °C	Q _т , Вт	Q _с , Вт	Q ₁ , Вт
Сир “Косичка”	Пв(пер.)	30x6,2	186	1	1	0	0	0
	Зх(пер.)	18x6,2	112	1	1	0	0	0
	Пд(зовн.)	30x6,2	186	32	1	1903	245	2148
	Сх(зовн.)	18x6,2	112	32	1	1146	122	1268
	Підлога	30x18	540	21	1	3629	0	3629
	Дах	30x18	540	31	1	4687	2676	7363

5. Надходження теплоти від продуктів і тари під час холодильного оброблення.

Величину Q_2 визначають як суму двох складових: теплонадходжень від охолоджуваних продуктів та від тари:

$$Q_2 = Q_{2пр} + Q_{2т} + Q_{2ст};$$

Шукаємо теплонадходження при доохолодженні продуктів :

$$Q_{2пр} = \frac{M_{пр} \cdot \Delta i}{24 \cdot 3600};$$

де $M_{пр}$ добове надходження продукту в одну камеру, кг/добу;

Δi - різниця початкової та кінцевої ентальпії продукту, Дж/кг.

Шукаємо теплонадходження від продуктів при холодильній обробці в камерах зберігання і заморозки :

$$Q_{2н} = \frac{1,3 \cdot M_{пр} \cdot \Delta i}{\tau_{обр} \cdot 3600};$$

де $\tau_{обр}$ - термін холодильної обробки.

Шукаємо теплонадходження від тари:

$$Q_{2т} = \frac{M_{т} \cdot c_{т} \cdot (t_1 - t_2)}{24 \cdot 3600};$$

де $t_{т1}$, $t_{т2}$ – початкова та кінцева температура тари, °С (відповідає початковій температурі продукту $t_{поч}$ та температурі в камері $t_{кам}$ відповідно);

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Іващенко Н.В					23	79
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

c_t – теплоємність тари, Дж/(кг·К).

Теплоємність тари c_t приймають для матеріалу, з якого вона зроблена, Дж/(кг·К): картонна – 1460.

таб.5

Теплонадходження від термічної обробки продуктів

Камера	$t_{\text{кам}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{п}}, ^\circ\text{C}$	$M_{\text{д}}$ т/доб	$M_{\text{дт}}$ т/доб	$Q_{2\text{п}}$ Вт	$Q_{2\text{т}}$ Вт	Q_2 Вт
Масло	-15	-13	300	60	27535	2028	29563
Моцарела	0	2	100	20	9329	676	10005
Сулугуні	1	3	100	20	8125	676	8801
Косичка	1	3	100	20	8125	676	8801

Надходження теплоти, пов'язане з експлуатацією камери.

Величину Q_4 визначають як суму теплонадходжень:

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

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

Надходження теплоти від освітлення визначають:

$$q_1 = AF, \text{ Вт};$$

де A – кількість теплоти, що виділяється освітлювальними приладами на 1 м^2 площі камери, Вт/м² (для складських приміщень $A=4$ Вт/м²),

F – площа підлоги камери, м².

Надходження теплоти від перебування людей:

$$q_2 = 350n, \text{ Вт};$$

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

де 350 – кількість теплоти, яку виділяє один працівник, Вт;

n – кількість людей, що працюють у даному приміщенні

Надходження теплоти від працюючих електродвигунів розраховують:

$$q_3 = 1000 \sum N_e \cdot \eta_e, \text{ Вт};$$

де N_e – встановлена потужність електродвигунів, кВт;

η_e – ККД електродвигунів.

Надходження теплоти від відкриття дверей:

$$q_4 = B \cdot F, \text{ Вт};$$

де B – питома надходження теплоти від відкриття дверей, Вт/м² ;

F – площа підлоги, м² .

таб.6

Експлуатаційні теплонадходження.

Камера	F, м ³	A Вт/м ²	q ₁ Вт	n чол.	q ₂ Вт	N кВт	q ₃ Вт	B Вт/м ²	q ₄ Вт	Q ₄ Вт
Масло	1350	4	5400	3	1050	4	4000	7	9450	19900
Моцарела	540	4	2160	3	1050	4	4000	7	3780	10990
Сулугуні	540	4	2160	3	1050	4	4000	7	3780	10990
Косичка	540	4	2160	3	1050	4	4000	7	3780	10990

Визначення навантаження на камерне обладнання та компресор.
Навантаження на камерне обладнання кожної камери визначають як суму всіх теплонадходжень в цю камеру:

$$Q_{\text{обл}} = Q_1 + Q_2 + Q_4 ; \text{ Вт.}$$

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
						25
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

таб.7

Камера	Q _{обл} , Вт
Масло	104540
Моцарела	35619
Сулугуні	32931
Косичка	34199

5.1 Розрахунок теплонадходження для зимового періоду

Розрахунки залишаються такі ж , тому всі розрахунки наведені до таблиць нижче.

Теплопротік від зовнішнього повітря та приміщень в зимку.

таб.8

Камера	Огородження	Розміри	F, м ²	t _з , °C	t _в , °C	Q _т , Вт	Q _с , Вт	Q _л , Вт
Масло	Пв(зовн.)	90x6,2	558	-17	-15	-313	0	-313
	Зх(зовн.)	15x6,2	93	-17	-15	-52	123	71
	Пд(пер.)	90x6,2	558	1	-15	2946	0	2946
	Сх(зовн.)	15x6,2	93	-17	-15	-52	102	50
	Підлога	90x15	1350	-10	-15	0	0	0
	Дах	90x15	1350	-17	-15	-756	6691	5935

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Білик М.М				Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Іващенко Н.В						26	79
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.	Петренко В.П							

Камера	Огородження	Розміри	F, м ²	t _з , °C	t _в , °C	Q _{Іт} , Вт	Q _{Іс} , Вт	Q _І , Вт
Сир “Моцарела”	Пв(пер.)	30x6,2	186	1	0	75	0	75
	Зх(зовн.)	18x6,2	112	-17	0	-628	120	-508
	Пд(зовн.)	30x6,2	186	-17	0	-1044	245	-799
	Сх(пер.)	18x6,2	112	1	0	45	0	45
	Підлога	30x18	540	-10	0	0	0	0
	Дах	30x18	540	-17	0	-2570	2676	106

Камера	Огородження	Розміри	F, м ²	t _з , °C	t _в , °C	Q _{Іт} , Вт	Q _{Іс} , Вт	Q _І , Вт
Сир “Сулугуні”	Пв(пер.)	30x6,2	186	1	1	0	0	0
	Зх(пер.)	18x6,2	112	1	1	0	0	0
	Пд(зовн.)	30x6,2	186	-17	1	-1105	245	-860
	Сх(пер.)	18x6,2	112	1	1	0	0	0
	Підлога	30x18	540	-10	1	0	0	0
	Дах	30x18	540	-17	1	-2721	2676	-45

Камера	Огородження	Розміри	F, м ²	t _з , °C	t _в , °C	Q _{Іт} , Вт	Q _{Іс} , Вт	Q _І , Вт
Сир “Косичка”	Пв(пер.)	30x6,2	186	1	1	0	0	0
	Зх(пер.)	18x6,2	112	1	1	0	0	0
	Пд(зовн.)	30x6,2	186	-17	1	-1105	245	-860
	Сх(зовн.)	18x6,2	112	-17	1	-665	122	-543
	Підлога	30x18	540	-10	1	0	0	0
	Дах	30x18	540	-17	1	-2721	2676	-45

Теплонадходження від термічної обробки продуктів

Камера	$t_{\text{кам}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{п}}, ^\circ\text{C}$	$M_{\text{д}}$ т/доб	$M_{\text{дт}}$ т/доб	$Q_{2\text{п}}$ Вт	$Q_{2\text{т}}$ Вт	Q_2 Вт
Масло	-15	-13	300	60	27535	2028	29563
Моцарела	0	2	100	20	9329	676	10005
Сулугуні	1	3	100	20	8125	676	8801
Косичка	1	3	100	20	8125	676	8801

Експлуатаційні теплонадходження.

Камера	$F,$ м^3	A $\text{Вт}/\text{м}^2$	q_1 Вт	n чол.	q_2 Вт	N кВт	q_3 Вт	B $\text{Вт}/\text{м}^2$	q_4 Вт	Q_4 Вт
Масло	1350	4	5400	3	1050	4	4000	7	9450	19900
Моцарела	540	4	2160	3	1050	4	4000	7	3780	10990
Сулугуні	540	4	2160	3	1050	4	4000	7	3780	10990
Косичка	540	4	2160	3	1050	4	4000	7	3780	10990

У висновку можна сказати , що для зимового періоду не потрібно встановлювати допоміжне обладнання для обігріву . Але можна встановити тенти в повітроохолодники в камерах з сиром для підігрівання повітря.

6. Визначення навантаження на компресор і обладнання камер

При цьому в Q_1 враховуються лише позитивні теплонадходження. Під час визначення навантаження на компресор:

- теплонадходження Q_1 враховують повністю для розподільних холодильників.
- теплонадходження Q_2 приймають рівним розрахунковому значенню;
- теплонадходження Q_4 враховують у розмірі 50 ÷ 75 % від максимального значення;

Відповідно сумарне навантаження на компресор визначають за рівнянням:

$$\sum Q_{км} = Q_1 + Q_2 + 0,6 \cdot Q_4, Вт;$$

Холодопродуктивність компресора визначають за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \cdot \sum Q_{км}}{b}, Вт;$$

де k – коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах та апаратах холодної установки (в системах безпосереднього охолодження $k=1,07$).
 $\sum Q_{км}$ – загальне навантаження на компресор, прийняте з урахуванням вищенаведених міркувань;

b – коефіцієнт робочого часу (на великих холодильниках дорівнює 0,9, що відповідає 22 годинам роботи на добу);

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Іващенко Н.В				29	79	
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

Відповідно сумарне навантаження на компресор (камера з маслом) визначають за рівнянням:

$$\sum Q_{км} = Q_1 + Q_2 + 0,6 \cdot Q_4 = 55077 + 29563 + 0,6 \cdot 19900 = 96580 \text{ Вт} = 96,58 \text{ кВт};$$

Холодопродуктивність компресора визначають за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \cdot \sum Q_{км}}{b} = \frac{1,07 \cdot 96580}{0,9} = 114820 \text{ Вт} = 114,82 \text{ кВт};$$

Відповідно сумарне навантаження на компресор (камера з моцарелой) визначають за рівнянням:

$$\sum Q_{км} = Q_1 + Q_2 + 0,6 \cdot Q_4 = 14624 + 10005 + 0,6 \cdot 10990 = 31220 \text{ Вт} = 31,22 \text{ кВт};$$

Холодопродуктивність компресора визначають за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \cdot \sum Q_{км}}{b} = \frac{1,07 \cdot 31220}{0,9} = 37120 \text{ Вт} = 37,12 \text{ кВт};$$

Відповідно сумарне навантаження на компресор (камера з сулугуні) визначають за рівнянням:

$$\sum Q_{км} = Q_1 + Q_2 + 0,6 \cdot Q_4 = 13140 + 8801 + 0,6 \cdot 10990 = 28530 \text{ Вт} = 28,53 \text{ кВт};$$

Холодопродуктивність компресора визначають за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \cdot \sum Q_{км}}{b} = \frac{1,07 \cdot 28530}{0,9} = 33920 \text{ Вт} = 33,92 \text{ кВт};$$

Відповідно сумарне навантаження на компресор (камера з косичкою) визначають за рівнянням:

$$\sum Q_{км} = Q_1 + Q_2 + 0,6 \cdot Q_4 = 14408 + 8801 + 0,6 \cdot 10990 = 29800 \text{ Вт} = 29,8 \text{ кВт};$$

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		30

Холодопродуктивність компресора визначають за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \cdot \sum Q_{KM}}{b} = \frac{1,07 \cdot 29800}{0,9} = 35430 \text{ Вт} = 35,43 \text{ кВт};$$

Холодопродуктивність компресора.

таб.11

Камера	Q _{км} , Вт	Q ₀ , Вт
Масло	96580	114820
Моцарела	31220	37120
Сулугуні	28530	33920
Косичка	29800	35430

7. Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної машини . Підбір компресорів

Вибір розрахункового робочого режиму

При виборі хладагенту було вибрано – R507.

Температуру кипіння розраховуємо від температури повітря в холодильній камері та способу охолодження.

Температура кипіння холодоагенту визначається :

$$t_0 = t_{\text{кам}} - \Delta t, \text{ } ^\circ\text{C};$$

де $t_{\text{кам}}$ – температура в холодильній камері, $^\circ\text{C}$;

Δt – температурний напір ($\Delta t = 5 \dots 10 \text{ } ^\circ\text{C}$)

Для камери зберігання масла:

Температура повітря в камері ($t_{\text{кам}} = -15^\circ\text{C}$).

Взяли $\Delta t = 5^\circ\text{C}$, тому:

$$t_0 = -15 - 5 = -20 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Для камери зберігання сиру “Моцарела”:

Температура повітря в камері ($t_{\text{кам}} = 0^\circ\text{C}$).

Взяли $\Delta t = 5^\circ\text{C}$, тому:

$$t_0 = 0 - 5 = -5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000л. у м. Київ</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Іващенко Н.В					32	79
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

Для камери зберігання сиру “Сулугуні”:

Температура повітря в камері ($t_{\text{кам}} = 1^{\circ}\text{C}$).

Взяли $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$, тому:

$$t_0 = 1 - 5 = -4^{\circ}\text{C}.$$

Для камери зберігання сиру “Косичка”:

Температура повітря в камері ($t_{\text{кам}} = 1^{\circ}\text{C}$).

Взяли $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$, тому:

$$t_0 = 1 - 5 = -4^{\circ}\text{C}.$$

Тепловий розрахунок розраховуємо для трьох температурних режимів , для температури кипіння $t_0 = -20^{\circ}\text{C}$, $t_0 = -5^{\circ}\text{C}$ та $t_0 = -4^{\circ}\text{C}$.

7.1. Розрахунок температури конденсації:

Якщо умовою виконання проекту задано охолодження конденсатора повітрям то температура конденсації приймається на $10 \dots 20^{\circ}\text{C}$ вищою середньої температури повітря. Тоді:

$$t_{\text{к}} = t_{\text{зов}} + 10^{\circ}\text{C};$$

де $t_{\text{зов}}$ – температура навколишнього середовища, $^{\circ}\text{C}$;

Температура навколишнього середовища в м.Київ була прийнята $t_{\text{зов}} = 32^{\circ}\text{C}$, тому :

$$t_{\text{к}} = 32 + 10 = 42^{\circ}\text{C};$$

-для фреонів та натуральних холодильних агентів – $t_{\text{вс}} = t_0 + (5 \dots 30)$.

$$t_{\text{вс}} = -20 + 20 = 0^{\circ}\text{C};$$

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

Параметри основних точок циклу (сулугуні та косичка)

Точка	T, °C	P, бар	H, кДж/кг	v, м ³ /кг
1	0	5,529	365	0,036
1'	-4	5,529	362	0,035
2	55	19,72	391	0,01
3	42	19,72	255	0,001
4	0	19,72	200	-
5	-4	5,529	200	0,002

7.3. Тепловий розрахунок холодильної машини

Користуючись значеннями параметрів визначають: питому масову холодопродуктивність у холодильних машинах, які працюють на холодоагентах (перегрівання пари на виході з випарника враховують обов'язково), кДж/кг, за рівнянням :

$$q_{0m} = h_1 - h_4 = 370 - 200 = 170 \text{ кДж/кг} (t_0 = -20)$$

$$q_{0m} = h_1 - h_4 = 365 - 200 = 165 \text{ кДж/кг} (t_0 = -5, t_0 = -4)$$

питому об'ємну холодопродуктивність, кДж/м³,

$$w_h = h_2 - h_1 = 411 - 379 = 32 \text{ кДж/кг} (t_0 = -20);$$

$$w_h = h_2 - h_1 = 392 - 365 = 27 \text{ кДж/кг} (t_0 = -5);$$

$$w_h = h_2 - h_1 = 391 - 365 = 26 \text{ кДж/кг} (t_0 = -4);$$

питоме теплове навантаження конденсатора, кДж/кг,

$$q_{k_m} = h_2 - h_3 = 411 - 255 = 156 \text{ кДж/кг} (t_0 = -20);$$

$$q_{k_m} = h_2 - h_3 = 392 - 256 = 136 \text{ кДж/кг} (t_0 = -5);$$

$$q_{k_m} = h_2 - h_3 = 391 - 255 = 136 \text{ кДж/кг} (t_0 = -4);$$

Масова продуктивність компресора, кг/с, визначається за формулою:

$$q_m = Q_0/q_{0_m} = \frac{114,82}{170} = 0,68 \text{ кг/с (камера з маслом);}$$

$$q_m = Q_0/q_{0_m} = \frac{37,12}{165} = 0,23 \text{ кг/с (камера з моцарелой);}$$

$$q_m = Q_0/q_{0_m} = \frac{33,92}{165} = 0,21 \text{ кг/с (камера з сулугуні);}$$

$$q_m = Q_0/q_{0_m} = \frac{35,43}{165} = 0,22 \text{ кг/с (камера з косичкою).}$$

В залежності від перепаду тисків знаходжу коефіцієнт подачі λ .

$$\lambda = 0.75(\text{масло}) , \lambda = 0.8(\text{всі інші продукти})$$

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		37

8. Вибір компресора для камери зберігання масла.

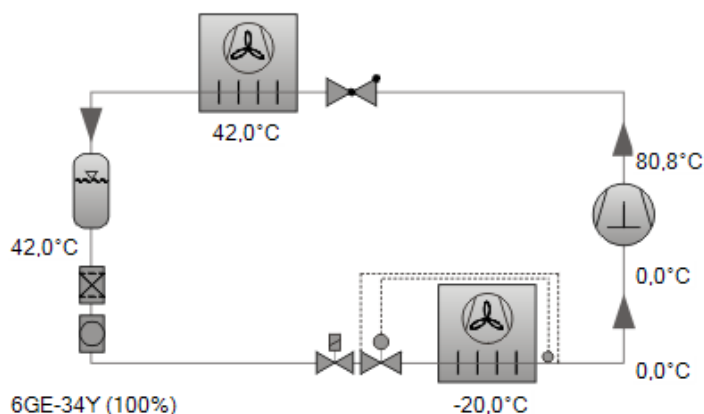
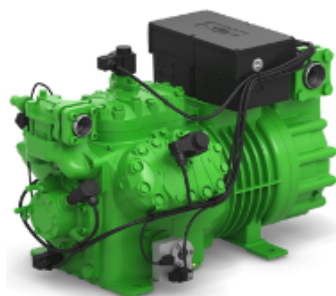
Об'ємну продуктивність компресора (об'ємна подача), м³/с,

$$V_o = q_m \nu_1 = 0,68 \cdot 0,067 = 0,045 \text{ м}^3/\text{с}$$

Для вибору компресора знаходжу дійсну об'ємну витрату компресора, необхідну для забезпечення заданого режиму роботи холодильної машини:

$$V_{н.р.} = V / \lambda = 162 / 0,75 = 216 \text{ м}^3/\text{год}$$

Використавши програмне забезпечення фірми 'Bitzer' 'Bitzer software' та каталог фірми вирішив встановити 2 поршневі компресори серії 6GE-34Y-40P. Об'ємна продуктивність одного компресора 126,8 м³/год.



Дійсна масова продуктивність:

$$M' = \lambda \cdot \frac{V_{сум}}{\nu_1} = 0,75 \cdot \frac{0,07}{0,067} = 0,98 \text{ кг} / \text{с}$$

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ					
Розроб.		Білик.М.М						Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Іващенко Н.В							38	79
Реценз.								ХМ – 4 – 4		
Н. контр.										
Затверд.		Петренко В.П								

Сумарна теоретична потужність:

$$N_{m1} = M' \cdot w_h = 0,98 \cdot 32 = 31,4 \text{ кВт}$$

Дійсна холодопродуктивність:

$$Q_{1Д} = q_{0m} \cdot M' = 170 \cdot 0,98 = 166,6 \text{ кВт}$$

Об'єм, що описується поршнем:

$$V_{h1} = \frac{V_{\text{сум}}}{\lambda} = \frac{0,07}{0,75} = 0,093 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Індикаторний ККД ($b=0,001$):

$$\eta = \lambda + b \cdot t_0 = 0,85 + 0,001 \cdot (-20) = 0,83$$

Індикаторна потужність компресора:

$$N_{i1} = \frac{N_{m1}}{\eta} = \frac{31,4}{0,83} = 37,8 \text{ кВт}$$

Потужність тертя:

$$N_{\text{мер1}} = V_{h1} \cdot P_{\text{мер}} = 0,093 \cdot 60 = 5,6 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність:

$$N_f = N_{i1} + N_{\text{мер1}} = 37,8 + 5,6 = 43,4 \text{ кВт}$$

Електрична потужність:

$$N_{\text{ел}} = \frac{N_f}{\eta_{\text{ел}} \cdot \eta_{\text{еф}}} = \frac{43,4}{0,9 \cdot 0,7} = 68,8 \text{ кВт}$$

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39

Тобто на кожному компресорі стоїть двигун з потужністю 34кВт.

Вибір компресора для камери зберігання сиру сулугуні , косичка та моцарели.

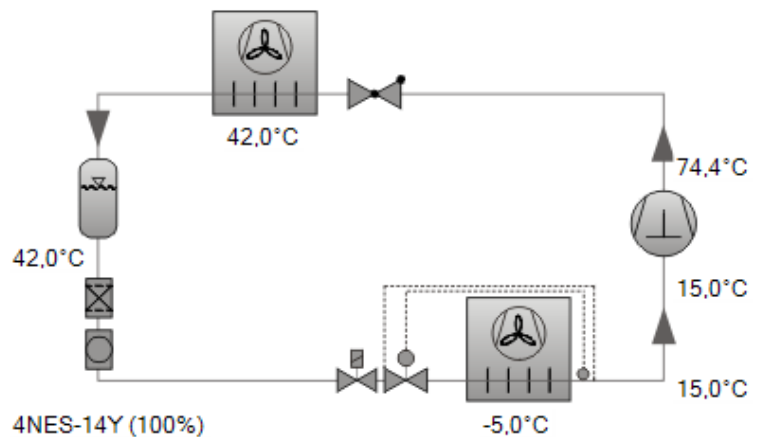
Об'ємну продуктивність компресора (об'ємна подача), м³/с,

$$V_o = q_m v_1 = 0,2 \cdot 0,038 = 0,023 \text{ м}^3/\text{с}$$

Для вибору компресора знаходжу дійсну об'ємну витрату компресора, необхідну для забезпечення заданого режиму роботи холодильної машини:

$$V_{H.P.} = V / \lambda = 83 / 0.8 = 104 \text{ м}^3/\text{год}$$

Використавши програмне забезпечення фірми 'Bitzer' 'Bitzer software' та каталог фірми вирішив встановити 3 поршневі компресори серії 4NES-14Y-40P. Об'ємна продуктивність одного компресора 56,25 м³/год.



Дійсна масова продуктивність:

$$M' = \lambda \cdot \frac{V_{сум}}{v_1} = 0,8 \cdot \frac{0,031}{0,038} = 0,65 \text{ кг} / \text{с}$$

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40

Сумарна теоретична потужність:

$$N_{m1} = M' \cdot w_h = 0,65 \cdot 27 = 17,6 \text{ кВт}$$

Дійсна холодопродуктивність:

$$Q_{1Д} = q_{0m} \cdot M' = 165 \cdot 0,65 = 107,3 \text{ кВт}$$

Об'єм, що описується поршнем:

$$V_{h1} = \frac{V_{сум}}{\lambda} = \frac{0,031}{0,8} = 0,038 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Індикаторний ККД ($b=0,001$):

$$\eta = \lambda + b \cdot t_0 = 0,84 + 0,001 \cdot (-5) = 0,835$$

Індикаторна потужність компресора:

$$N_{i1} = \frac{N_{m1}}{\eta} = \frac{17,6}{0,835} = 21,1 \text{ кВт}$$

Потужність тертя:

$$N_{мер1} = V_{h1} \cdot P_{мер} = 0,038 \cdot 60 = 2,28 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність:

$$N_f = N_{i1} + N_{мер1} = 21,1 + 2,28 = 23,4 \text{ кВт}$$

Електрична потужність:

$$N_{ел} = \frac{N_f}{\eta_{ел} \cdot \eta_{эф}} = \frac{23,4}{0,9 \cdot 0,7} = 37,1 \text{ кВт}$$

Тобто на кожному компресорі стоїть двигун з потужністю 17кВт. Ці компресори підходять до трьох камер зберігання, тому що їх навантаження мінімально відрізняються.

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

8.1 Визначення реальної точки кінця стискання.

З діаграми фірми визначаю ІЕ за заданим перепадом тиску :

$$IE = 0,75$$

Де N_e заміняю суму потужності індикаторної та потужності тертя. Для знаходження потужності тертя використаю формулу:

$$N_{Tp} = p_{Tp} \cdot V;$$

Тиск тертя приймаю 0,07 МПа.

$$\text{Потужність тертя: } N_{Tp} = 0.07 \cdot 10^6 \cdot 0.045 = 3150 = 3.15 \text{ кВт}$$

Адіабатна потужність компресора визначається як:

$$N_{ad} = l_{ad} \cdot M = (h_2 - h_1) \cdot M = (411 - 370) \cdot 0.68 = 27,9 \text{ кВт}$$

Піднесемо рівняння для механічного ККД в степінь -1:

$$\frac{1}{\eta_{Mex}} = \frac{N_{Tp}}{N_i} + 1 = \frac{N_{Tp} \cdot \eta_i}{N_{ad}} + 1;$$

Виражаю з цього рівняння індикаторний ККД:

$$\eta_i = \frac{IE \cdot \left(\frac{N_{Tp} \cdot \eta_i}{N_{ad}} + 1 \right)}{\eta_{el}} = \frac{IE \cdot \frac{N_{Tp} \cdot \eta_i}{N_{ad}}}{\eta_{el}} + \frac{IE}{\eta_{el}};$$
$$\eta_i = \frac{IE}{\eta_{el} \cdot \left(1 - \frac{IE \cdot \frac{N_{Tp}}{N_{ad}}}{\eta_{el}} \right)};$$

Для визначення індикаторного ККД приймаю ККД електродвигуна :

$$\eta_{el} = 0.88;$$

$$\eta_i = \frac{0.75}{0.88 \cdot \left(1 - \frac{0.75 \cdot \frac{3,15}{27,9}}{0.88} \right)} = 0.94 = 94\%$$

Звідси визначаю реальну точку кінця процесу стискання(камера з маслом):

$$h_{2s} = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{\eta_i} = 370 + \frac{411 - 370}{0.94} = 414 \text{кДж} / \text{кгК} \frac{1}{2};$$

Такий ж розрахунок проводимо і для камер з сиром.

Звідси визначаю реальну точку кінця процесу стискання(камери з сиром):

$$h_{2s} = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{\eta_i} = 365 + \frac{392 - 365}{0.92} = 394 \text{кДж} / \text{кгК} \frac{1}{2};$$

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Архи
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

9. Розрахунок то підбір теплообмінних апаратів.

Випарниками в холодильних камерах слугуватимуть повітроохолоджувачі.

Площа теплообмінної поверхні випарників визначається за формулою:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \cdot \Delta t}, \text{ м}^2$$

де $Q_{об}$ – теплове навантаження на камерне обладнання, Вт,

k – коефіцієнт теплопередачі, Вт/м²К.

Δt - різниця між температурами в камері і кипіння хладону, °С.

9.1. Камера для зберігання масла :

$$F = \frac{114800}{40 \cdot 10} = 287 \text{ м}^2$$

Отримавши площу теплообмінної поверхні вибрали два підвісних кубічних повітроохолоджувача Guntner GACC RX 050.2/4SN/HNA7A.UNNN.

За теплообінною площею повітроохолоджувачів отримуємо що :
161,2*2=322,4 м².

таб.13

Розміри: ⁽¹⁰⁾

Длина: 4387 мм

Ширина: 623 мм

Висота: 755 мм ⁽¹⁰⁾

Кол-во підвесок: 10

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Іващенко Н.В					44	79
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

Перевірка , завдяки якій перевіримо чи достатньою є об'ємна подача вентиляторів підібраних повітроохолоджувачів:

$$V_{нов} = \frac{Q_{об}}{\rho_{нов} \cdot (i_1 - i_2)}, \text{ м}^3 / \text{с}$$

де $\rho_{нов}$ – густина повітря, яке виходить з повітроохолоджувача, кг/м³ ;

i_1, i_2 – ентальпії повітря на вході та на виході з повітроохолоджувача, кДж/кг.

$$V_{нов} = \frac{114,8}{1,395 \cdot (10,1 - 2)} = 14,16 \text{ м}^3 / \text{с}, (50976 \text{ м}^3 / \text{год}).$$

Сумарна об'ємна подача вентиляторів повітроохолоджувачів –

53268 м³ /год. > 50976 м³ /год., тому встановлених вентиляторів цілком достатньо.

9.2. Камери для зберігання сиру моцарелера , сулугуні та косичка:

$$F = \frac{37120}{40 \cdot 10} = 92,8 \text{ м}^2$$

Отримавши площу теплообмінної поверхні вибрали два підвісних кубічних повітроохолоджувача Guntner GACC RX 040.1/4WN/FJA7A.UNNN.

За теплообінною площею повітроохолоджувачів отримуємо що :
58,7*2=117,4 м².

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркти
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

Розміри: ⁽¹⁰⁾	
Длина:	3046 мм
Ширина:	560 мм
Висота:	565 мм ⁽¹⁰⁾
Кол-во підвесок:	10

Перевірка , завдяки якій перевіримо чи достатньою є об'ємна подача вентиляторів підібраних повітроохолоджувачів:

$$V_{нов} = \frac{Q_{об}}{\rho_{нов} \cdot (i_1 - i_2)}, \text{ м}^3 / \text{с}$$

де $\rho_{нов}$ – густина повітря, яке виходить з повітроохолоджувача, кг/м³ ;

i_1, i_2 – ентальпії повітря на вході та на виході з повітроохолоджувача, кДж/кг.

$$V_{нов} = \frac{37,12}{1,293 \cdot (19 - 9)} = 2,87 \text{ м}^3 / \text{с}, (10332 \text{ м}^3 / \text{год}).$$

Сумарна об'ємна подача вентиляторів повітроохолоджувачів –

25716 м³ /год. > 20664 м³ /год., тому встановлених вентиляторів цілком достатньо.

Віддайка в кубічних повітроохолоджувачах здійснюється за допомогою Тенів.

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркти
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		46

10. Розрахунок та підбір конденсатора

Знаходжу реальне теплове навантаження на конденсатор:

$$Q_{K(\text{масло})} = Q'_0 + N_i = 114,8 + 37,8 = 152,6 \text{ кВт};$$

$$Q_{K(\text{моцарела})} = Q'_0 + N_i = 37,12 + 21,1 = 58,22 \text{ кВт};$$

$$Q_{K(\text{сулугуні})} = Q'_0 + N_i = 33,92 + 21,1 = 55,02 \text{ кВт};$$

$$Q_{K(\text{косичка})} = Q'_0 + N_i = 35,43 + 21,1 = 56,53 \text{ кВт};$$

Основне рівняння теплопередачі:

$$Q = K \cdot F \cdot \Delta t;$$

$$K = 40 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

$$\text{Звідси: } F_{(\text{масло})} = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} = \frac{152600}{40 \cdot 10} = 381 \text{ м}^2;$$

$$F_{(\text{моцарела})} = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} = \frac{58220}{40 \cdot 10} = 145,6 \text{ м}^2;$$

$$F_{(\text{сулугуні})} = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} = \frac{50002}{40 \cdot 10} = 125 \text{ м}^2;$$

$$F_{(\text{косичка})} = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} = \frac{56530}{40 \cdot 10} = 141,3 \text{ м}^2;$$

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Білик М.М			Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ		Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Іващенко Н.В						47	79
Реценз.							ХМ – 4 – 4		
Н. контр.									
Затверд.		Петренко В.П							

Обираю конденсатор GCHV RD 090.2QF/11A-60-0C4N.293. З площею теплообмінної поверхні 396,1 м². (для масла);

таб.15

Розміри: ⁽⁸⁾	
Длина:	1640 мм
Ширина:	2241 мм
Висота:	1459 мм ⁽⁸⁾
Кол-во ножек:	4

Обираю конденсатор GCHV RD 090.2NF/11A-60-0J7H.293M. З площею теплообмінної поверхні 151,5 м². (для камер зберігання сирів);

таб.16

Розміри: ⁽⁸⁾	
Длина:	2040 мм
Ширина:	1141 мм
Висота:	1459 мм ⁽⁸⁾
Кол-во ножек:	4

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

11. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання.

11.1. Підбір ресиверів.

Підбираємо лінійний ресивер. Потрібний об'єм лінійних ресиверів для систем з нижньою подачею хладону у випарники визначається за формулою:

$$V_{pec} = 0,6 \cdot V_{no};$$

де V_{no} - внутрішній об'єм труб повітроохолодників.

Ємкість повітроохолодників камери зберігання масла:

$$V_{no} = \sum V_i \cdot n = (52,41 \cdot 2) \cdot 10^{-3} = 0,105 \text{ м}^3;$$

$$V_{pec} = 0,6 \cdot 0,105 = 0,063 \text{ м}^3;$$

Обрали ресивер марки Bitzer FS732, об'єм якого становить – 0,073 м³.

таб.17

Технічні характеристики

Бренд	Bitzer
Серія	FS
Об'єм	73 л
Робочий тиск (PS)	33 бар
Робоче середовище	HFC (R22, R134a, R404A, R507 і т.д.)
Робоча температура (TS)	-10...+120°C
З'єднання	вхід: 35 мм (1 3/8"); вихід: 28 мм (1 1/8")
Розміри	340x380x1271 мм (ДхШхВ), Ø298 мм
Вага	50 кг

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Іващенко Н.В					49	79
Реценз.						ХМ – 4 – 4		
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

Ємкість повітроохолодників камер зберігання сирів :

$$V_{no} = \sum V_i \cdot n = (19,51 \cdot 2) \cdot 10^{-3} = 0,039 \text{ м}^3;$$

$$V_{pec} = 0,6 \cdot 0,039 = 0,023 \text{ м}^3;$$

Обрали ресивер марки Bitzer FS252 , об'єм якого становить – 0,025 м³.

таб.18

Технічні характеристики

Бренд	Bitzer
Серія	FS
Об'єм	25 л
Робочий тиск (PS)	33 бар
Робоче середовище	HFC (R22, R134a, R404A, R507 і т.д.)
Робоча температура (TS)	-10...+120°C
З'єднання	вхід: 22 мм (7/8"); вихід: 22 мм (7/8")
Розміри	264x296x870 мм (ДхШхВ), Ø216 мм
Вага	20 кг

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Архиви
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		50

11.2. Вибір мастиловіддільників

Мастиловіддільники встановлюють на лінії нагнітання за компресором , тому вибирають їх по діаметру нагнітання.

Для поршневих компресорів 6GE-34Y-40P , $d_{\text{наг}} = 35\text{мм}$, їх встановлюють біля кожного компресора . Вибираєм мастастиловіддільник Масловідділювач Carly Turbooil 6011 S/MMS .

таб.19

Технічні характеристики

Бренд	Carly
Серія	Turbooil
Об'єм	3,64 л
Робочий тиск (PS)	46 бар
Робоча температура (TS)	-40...+120 °C
З'єднання	1 3/8" (35 мм)
Розміри	549Ø109 мм
Вага	6,25 кг
Країна виробник	Франція

Для поршневих компресорів 4NES-14Y-40P, $d_{\text{наг}} = 28\text{мм}$, їх встановлюють біля кожного компресора . Вибираєм мастастиловіддільник Масловідділювач Carly Turbooil 6009 S .

таб.20

Технічні характеристики

Бренд	Carly
Серія	Turbooil
Об'єм	2,54 л
Робочий тиск (PS)	46 бар
Робоча температура (TS)	-40...+120 °C
З'єднання	1 1/8"
Розміри	390Ø109 мм
Вага	4,25 кг
Країна виробник	Франція

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

12. Розрахунок діаметрів трубопроводів.

Внутрішній діаметр круглої труби знаходимо за формулою (для камери зберігання масла):

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\omega \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.07}{12 \cdot 3.14}} = 0.086 \text{ м}$$

Встановлюю мідну трубу розмірами 108x2.5мм;

Нагнітальний колектор:

Приймаю швидкість руху стиснутих парів холодильного агенту – 14 м/с.

Враховавши зміну питомого об'єму холодильного агенту визначаю діаметр трубопроводу:

$$V' = M' \cdot v_2 = 0.98 \cdot 0.011 = 0.0108 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\omega \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.0108}{14 \cdot 3.14}} = 0.031 \text{ м}$$

Вирішую встановити мідну трубу розміром 35x1.5мм;

Внутрішній діаметр круглої труби знаходимо за формулою (для камери зберігання сиру моцарели, сулугуні та косички):

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\omega \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.031}{12 \cdot 3.14}} = 0.057 \text{ м}$$

Встановлюю мідну трубу розмірами 76x2мм;

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Іващенко Н.В					52	79
Реценз.								
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В.П						
						ХМ – 4 – 4		

Нагнітальний колектор:

Приймаю швидкість руху стиснутих парів холодильного агенту – 14 м/с.

Враховавши зміну питомого об'єму холодильного агенту визначаю діаметр трубопроводу:

$$V' = M' \cdot v_2 = 0,65 \cdot 0,01 = 0,0065 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\omega \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0065}{14 \cdot 3,14}} = 0,024 \text{ м}$$

Вирішую встановити мідну трубу розміром 28x1мм;

12.1. Розрахунок гідравлічних втрат на хладоновій лінії

Знаходимо швидкість руху хладону у всмоктувальному трубопроводі

$$\omega = 12 \text{ м}^2 / \text{с};$$

Визначаємо динамічний тиск:

$$\frac{\rho \omega^2}{2} = \frac{14,9 \cdot 12^2}{2} = 1072,8 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2};$$

Розраховуємо число Рейнольдса :

$$\text{Re} = \frac{\omega \cdot d_{\text{вн}} \cdot \rho}{\mu} = \frac{12 \cdot 0,024 \cdot 14,9}{0,188 \cdot 10^{-3}} = 1,027 \cdot 10^5;$$

Розраховуємо коефіцієнт тертя :

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \left(\frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{\text{Re}} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,001}{0,024} + \frac{64}{1,027 \cdot 10^5} \right) = 6,95 \cdot 10^{-5}$$

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		53

Втрати тиску на ділянці довжиною 81,4м.

$$\sum \Delta p_{mp} = \Delta p_{mp} \cdot 81,4 = 56,17 \text{ Па};$$

Втрати тиску в місцевих опорах:

$$Z = \xi_m \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = (8 + 6 + 3 \cdot 1 + 1 + 10) \cdot 1072,8 = 30038 \text{ Па} = 30,04 \text{ кПа};$$

Загальна витрата тиску:

$$\Delta p = \Delta p_{mp} + Z = 56,17 + 30038 = 30,09 \text{ кПа};$$

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

13.Економічний розрахунок.

Економічний вступ до розрахунку розподільчої холодильної камери.

Холодильні розподільчі камери (ХРК) - це важливий елемент холодозабезпечення для багатьох підприємств, таких як ресторани, супермаркети, готелі та медичні заклади.

Економічний-технічний розрахунок ХРК має на меті визначити ціни на всі матеріали та установки , які були задіяні в будівництві холодильних камер . Також визначення витрат на електроенергію , оплату працівникам та інші .

Основні фактори, які слід врахувати при економічному розрахунку ХРК:

- **Обсяг зберігання:** Кількість продуктів, які потрібно зберігати в камері, є одним з найважливіших факторів, що визначають розмір камери.
- **Тип продуктів:** Тип продуктів, які будуть зберігатися в камері, може впливати на вибір обладнання та конфігурацію камери.
- **Енергоефективність:** Важливо вибрати енергоефективну камеру, щоб мінімізувати витрати на електроенергію.
- **Первинні інвестиції:** Первинні інвестиції в ХРК включають вартість покупки, установки та пусканалагодження камери.
- **Експлуатаційні витрати:** Експлуатаційні витрати включають вартість електроенергії, технічного обслуговування та ремонту.
- **Термін служби:** Термін служби ХРК може впливати на загальні витрати володіння.
- **Покращення якості продукції:** Правильне зберігання продуктів може покращити їх якість та продовжити термін придатності.

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Іващенко Н.В					55	79
Реценз.								
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В.П						
						ХМ – 4 – 4		

Витрати на електроенергію.

Споживання електроенергії за рік визначається за формулою:

$$W = \sum N_{\text{ном}} \cdot n, \text{кВт} \cdot \text{год};$$

де $N_{\text{пот}}$ – номінальна потужність двигуна, кВт;

n – час роботи обладнання при робочих умовах, год.

Всі значення будуть наведені нижче в таб.18.

таб.21

№	Модель обладнання	Номінальна потужність,кВт	Час роботи, год	К-сть,шт	Спожита електроенергія, кВт*год
1	Компресори 6GE-34Y-40P	34	5400	2	367200
2	Компресори 4NES-14Y-40P	17	5400	3	275400
3	Повітроохолоджувачі Guntner GACC RX 050.2/4SN/HNA7A.UNNN	2,49	5400	2	67230
4	Повітроохолоджувачі Guntner GACC RX 040.1/4WN/FJA7A.UNNN	0,81	5400	6	26244
5	Конденсатор GCHV RD 090.2QF/11A-60- 0C4N.293M	3,83	5400	1	20682
6	Конденсатор GCHV RD 090.2NF/11A-60- 0J7H.293M	3,9	5400	3	63180
Разом:					819936

Розрахунок тарифу на період літа 2024 р. в Києві . Ціна за 1 кВт становить 8,25 грн. Отже річна ціна на електроенергію становить :

$$819936 * 8,25 = 6\,764\,472 \text{ грн.}$$

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56

Специфікація та ціна обладнання.

таб.22

Назва обладнання	К-сть	Витрати на обладнання , тис.грн			Загалом (тис.грн)
		Ціна за од-н.(грн)	Монтаж (10%)грн.	Інше (≈5%)грн.	
Компресор 6GE-34Y-40P	2	285 552	57 000	25 000	653,104
Компресор 4NES-14Y-40P	3	151 760	45 500	20 000	520,780
Повітроохолоджувач Guntner GACC RX 050.2/4SN/HNA7A.UNNN	2	391 900	78 000	35 000	896,800
Повітроохолоджувач Guntner GACC RX 040.1/4WN/FJA7A.UNNN	6	195 468	117 000	55 000	1334,808
GCHV RD 090.2QF/11A-60-0C4N.293M	1	350 700	35 000	15 000	535,700
GCHV RD 090.2NF/11A-60-0J7H.293M	3	238 770	71 500	32 000	819,810
Ресивер Bitzer FS732	2	30 000	6 000	3 000	69,000
Ресивер Bitzer FS252	3	16 000	4 800	2 400	55,200
Масловідділювач Carly Turboil 6011 S/MMS	2	9 100	1 800	900	20,900
Масловідділювач Carly Turboil 6009 S	3	6 200	1 800	900	21,300
Сендвіч панель типу ППУ (також покрівельна)	1м ²	≈1 500	880 000	444 000	8880,000
Трубопроводи та арматура		≈20%			730,000
				Разом:	14537,202

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

Розрахунок мастила.

Для компресорів використовується масло BSE32 . Ціна якого – 1600грн. за літр. таб.23

Характеристики та опис

Виробник	Bitzer
Вид масла	Синтетичне
Об'єм	1 л
Тип олії	Компресорне
Упаковка	Каністра

Компресор 6GE-34Y-40P має об'єм 4,75л , також в нашому проєкті їх два , тому мастила для цих компресорів потрібно 9,5 л.

Компресор 4NES-14Y-40P має об'єм 2,6 , цих компресорів три , тому мастила потрібно 7,8л.

Отже , на всі системи потрібно 17,3 л , тобто – 27 680 грн.

Витрати на заробітню плату працівникам.

Якщо подивитися на статистику заробітної плати компанії. Вантажник-водій кару складу в Україні станом на 29 травня 2024 р., то кваліфікований співробітник заробляє 336 000 грн; точніше, ставка заробітної плати становить 28 000 грн на місяць, 7 000 грн на тиждень або 194,44 грн на годину.

Якщо подивитися на статистику заробітної плати компанії Слюсар-ремонтник в Україні станом на 29 травня 2024 р., то співробітник заробляє 420 000 грн; точніше, ставка заробітної плати становить 35 000 грн на місяць, 8 750 грн на тиждень або 243 грн на годину.

Тому , якщо в кожній камері буде працювати по 2 вантажника-водія і по 1 слюсарю ремонтнику , то витрати на рік будуть становити – 4 368 000 грн.

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аржи
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

Розрахунок амортизації обладнання.

Щоб визначити витрати на амортизацію обладнання потрібно від загальної вартості обладнання визначити – 22%.

$$\text{Тобто } 14537,202 * 0,22 = 3\,198,18 \text{ тис.грн.}$$

Інші витрати.

До інших витрат відноситься розрахунок на ремонт обладнання , тобто від амортизації на обладнання 25%.

$$3\,198,18 * 0,25 = 799,545 \text{ тис.грн.}$$

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

14. Техніко-економічне обґрунтування.

Київ - це велике місто з численним населенням, яке потребує якісної та доступної молочної продукції.

Наразі система постачання молочної продукції в місті не є досконалою.

Існують перебої з постачанням, втрати продукції під час зберігання та транспортування, недотримання температурних режимів, що призводить до зниження якості продукції.

Створення розподільчого холодильного складу (РХС) молочної продукції в місті Київ може вирішити ці проблеми та забезпечити споживачів якісною та безпечною продукцією

Тому було вирішено створити такий холодильник . На основі якого будуть поршневі компресори , які будуть працювати на холодоагенті R507A . Та також повітряні повітроохолодники , які навідрізок від батерейного охолодження займають менше місця при тій самій же холодопродуктивності. Повітряні конденсатори не потребують додаткового обладнання та ресурсів.

Теплоізоляція була вибрана з найкращих сендвіч-панелей на ринку, які мають великі експлуатаційні характеристики порівнюючі з іншими матеріалами та заощадить час на будівництво , за те що проста в монтажі.

Попит в місті Київ буде зростати , це зв'язано з збільшенням населення і те що попит на молочну продукцію в населення ніколи не падав. Це означає , що будівництво розподільчого холодильника є найкращим варіантом для міста Києва.

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Іващенко Н.В					60	79
Реценз.								
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В.П						
						ХМ – 4 – 4		

15. Охорона праці

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Роботодавець - власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю.

Працівник - особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом).

15.1. Холодильні установки

15.1.1. Прийняття в експлуатацію вперше змонтованої або реконструйованої холодильної установки повинно проводитись у відповідності з ДБН А 3.1.3-94, СНиП 3.05.05-84 та Правилами будови і безпечної експлуатації аміачних холоди-льних установок, Правилам будови і безпечної експлуатації фреонових холодильних установок.

15.1.2. На кожному підприємстві наказом керівника повинна бути призначена особа, відповідальна за справний стан, правильну і безпечну експлуатацію холодильних машин і установок.

15.1.3. Технічне опосвідчення апаратів (посудин) холодильних установок повинно проводитись у відповідності з вимогами Правил будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском, особою, яка здійснює на підприємстві нагляд за посудинами, у присутності особи, відповідальної за справний стан і без-печну експлуатацію холодильних машин і установок.

					00. КРБ. 142.002.007ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3000т. у м. Київ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Іващенко Н.В					61	79
Реценз.								
Н. контр.								
Затверд.		Петренко В.П				ХМ – 4 – 4		

Зовнішній і внутрішній огляд повинен проводитись не рідше одного разу в 2 роки, гідравлічне (пневматичне) випробування на міцність - не рідше одного разу в 8 років.

15.1.4. На підприємстві повинні бути розроблені і затверджені наказом керівника інструкції з:

- будови і безпечної експлуатації холодильних установок;
- експлуатації холодильної системи (охолодних пристроїв);
- обслуговування контрольно-вимірювальних приладів і автоматики;
- охорони праці (включаючи надання долікарняної допомоги);
- а також:
- річні та місячні графіки проведення планово-попереджувального ремонту;
- схеми аміачних, водяних та інших трубопроводів;
- покажчики розміщення засобів індивідуального захисту;
- номери телефонів швидкої допомоги, пожежної команди, диспетчера електромережі, міліції, начальника компресорного цеху (домашній телефон);
- номери телефонів і адрес організації, яка обслуговує автоматизовану холодильну установку.

Ці документи повинні знаходитися у машинному відділенні холодильної ус-тановки і бути доведені до відома кожного машиніста (під розпис).

15.1.5. У компресорному цеху повинен бути добовий журнал встановленої форми.

Журнал повинен бути пронумерований, прошнурований, стверджений печаткою підприємства, з датою і підписом начальника цеху.

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аржи
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

Начальник компресорного цеху зобов'язаний щоденно контролювати ведення змінного журналу, записувати в нього розпорядження обслуговуючому персоналу та розписуватись.

15.1.6. На щиту регулюючої станції біля кожного регулюючого вентиля повинен бути напис із зазначенням, який апарат або яке охолоджуване приміщення обслуговує регулюючий вентиль.

15.1.7. У місцях, де аміачні арматура і трубопроводи можуть бути пошкоджені транспортними засобами або вантажами, обов'язкове влаштування металевих захисних огорожень.

15.1.8. На компресорах і насосах, що працюють в автоматичному режимі, повинні бути на видному місці вивішені таблички: **ОБЕРЕЖНО. ПУСКАЄТЬСЯ АВТОМАТИЧНО!**

15.1.9. Після ремонту і профілактики холодильного устаткування, а також після вимушеної зупинки компресора чергова зміна може проводити пуск його тільки після письмового дозволу начальника цеху (або особи, яка його заміняє), який повинен особисто пересвідчитися, що пуск компресора можливий та безпечний.

15.1.10. Вхід стороннім особам у приміщення машинного (апаратного) і конденсаторного відділень забороняється. На видних місцях повинні бути вивішені плакати: **ВХІД ЗАБОРОНЕНО!**

15.1.11. Компресорна установка повинна бути виключена у випадках, визначених у п. 10.1.19 цих Правил, а також у разі витікання аміаку із системи і появленні стуку в циліндрі компресора.

15.1.14. Необхідно систематично усувати лід, що створюється взимку на зрошувальних конденсаторах, градирнях, драбинах, площадках для їх обслуговування.

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аржи
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		63

15.1.15. Біля входу в охолоджувані приміщення (коридор) повинна бути вивішена інструкція з охорони праці під час проведення робіт у камерах холодильника.

15.1.16. Камери зберігання з температурою нижче 0°C повинні бути обладнані сигналізацією “людина в камері”. Кнопки керування сигналізацією монтуються в камерах на висоті 0,5 м. Перевірка роботи сигналізації має проводитися щоденно.

15.1.17. Будова, утримання і експлуатація швидкомерозильних установок повинні відповідати вимогам Правил будови і безпечної експлуатації аміачних холодильних установок.

15.1.18. Вхідні двері в камери зберігання заморожених продуктів повинні мати з внутрішньої сторони дублююче керування зовнішнім запірним пристосуванням.

15.1.19. Машиніст холодильних установок і слюсар-ремонтник під час ремонту холодильного устаткування в камерах повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям і протигазом.

15.1.20. Засоби індивідуального захисту і надання долікарняної (першої) допомоги потерпілим повинні розміщатися в доступних і позначених місцях машинних відділень, а їх схоронність і справність повинні регулярно перевірятися відповідальною особою.

1. Двері машинного й апаратного відділень, а також холодильних камер повинні відчинятися в бік виходу. Вони не повинні виходити безпосередньо у виробничі приміщення або зв'язані з ними коридори та сходові клітки.
2. Дозволяється улаштування виходу з машинного й апаратного відділень у приміщення обслуговувальних їх електророзподільних пристроїв, командних пунктів автоматизації, вентиляційних камер (за умови, що ці

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		64

приміщення мають вихід назовні), а також у підсобно-побутові приміщення машинного й апаратного відділень.

3. Розташування холодильного обладнання повинно забезпечувати зручність і безпеку обслуговування. Арматура, що поодинокі розміщена на висоті не більше 3 м і рідко використовується, може обслуговуватися з переносних драбин.
4. Підлога машинних та апаратних відділень повинна бути рівною, з вогнетривкого матеріалу, що не піддається швидкому зносу, маслостійкою і нековзкою.
5. Відмітка підлоги машинного відділення і з'єднаних з ним через коридор підсобних приміщень не повинна бути нижчою від рівня території двору. Якщо ця відмітка перевищує рівень двору, на виході з машинного відділення повинен бути влаштований майданчик зі сходами. Не дозволяється улаштування сходин з підйомом перед виходами з машинного відділення назовні.
6. Поблизу машинних відділень повинні бути передбачені відокремлені вогнетривкою стіною допоміжні та побутові приміщення (для переодягання і зберігання спецодягу, санітарний вузол з душовою і умивальником, кімната для приймання їжі, кімната начальника цеху, ремонтна майстерня, комора запчастин тощо). Ухід у ці приміщення повинен бути через окремий коридор, що має вхід ззовні та зв'язаний дверима з машинним або апаратним відділеннями, при цьому підлога коридору повинна бути на однаковій позначці з підлогою машинного відділення.
7. Припливна та витяжна (вона є також аварійною) вентиляції в машинних відділеннях повинні бути примусовими з кратністю повітрообміну: припливна - не менше 3, витяжна (аварійна) - не менше 4 за годину.
8. У разі постійного обслуговування холодильної установки персоналом наявність природного освітлення в машинному відділенні обов'язкова.

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аржи
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

9. У машинних відділеннях повинно бути передбачено робоче й аварійне (від незалежного джерела) освітлення. Аварійне освітлення повинно автоматично включатися у разі відключення основного джерела освітлення.

10. Не дозволяється експлуатація холодильної установки з несправними приладами захисної автоматики.

11. У машинному відділенні на видному місці потрібно вивісити:

- інструкції з улаштування та безпечної експлуатації холодильної
- установки, обслуговування машин і апаратів, дій персоналу у разі виникнення аварійної ситуації, пожежної небезпеки;
- правила надання першої долікарської допомоги;
- графіки проведення планово-попереджувальних ремонтів (періодичних технічних обслуговувань);
- схеми трубопроводів холодоагенту, холодоносія та води з нумерацією запірної арматури, приладів контролю й автоматики;
- покажчики знаходження засобів індивідуального захисту;
- номери телефонів швидкої допомоги, пожежної команди, диспетчера електромережі;
- номери телефонів і адреси організацій, що обслуговують автоматизовану холодильну установку.

1. Машинне відділення холодильної установки повинно бути забезпечене первинними засобами пожежогасіння.

2. Вхід стороннім особам до машинного відділення не дозволяється, про що повинен бути вивішений попереджувальний напис поблизу вхідних дверей і заборонний знак.

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аржи
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		66

3. Під час обслуговування холодильної установки повинен проводитися візуальний огляд обладнання, перевірка його герметичності, очищення поверхні обладнання від пилу і бруду.
4. Не дозволяється усунення інею з батареї безпосереднього охолодження механічним способом (допускається обмітання інею).
5. Механічне очищення від водяного каменю трубок кожухотрубних апаратів (конденсаторів і випарників з міжтрубним кипінням) повинно проводитися тільки після звільнення їх від холодоагенту під безпосереднім наглядом особи, відповідальної за безпечну експлуатацію установки.
6. У зимовий період під час перерв у роботі холодильної установки і можливості замерзання води необхідно спускати її з охолоджувальних оболонок циліндрів і сальників компресорів, водяних насосів, конденсаторів закритого типу, переохолоджувачів та інших апаратів, а також з водяних трубопроводів, для чого повинні бути передбачені спускні крани в найнижчих точках систем.
7. Необхідно систематично очищати від льоду, що утворюється в зимовий період, зрошувальні конденсатори, сходи і майданчики для їх обслуговування.
8. Виконання робіт (ремонт приміщень, теплоізоляція, пофарбування обладнання і труб тощо) у машинних відділеннях, а також у холодильних камерах працівниками, які не мають відношення до обслуговування й експлуатації холодильної установки і камер, повинно проводитися під наглядом працівника, відповідального за експлуатацію холодильної установки, після відповідного інструктажу.

Працівники, допущені до виконання наведених вище робіт, повинні бути проінструктовані щодо небезпечних наслідків пошкодження елементів холодильних установок, неприпустимості використання обладнання і труб в

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аржи
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		67

якості опор для робочих майданчиків (підмостків), драбин і засобів підйому матеріалів та заборони куріння у приміщеннях.

Фреонові холодильні установки

1. У приміщеннях машинних відділень видалення повітря повинно здійснюватися поблизу холодильних агрегатів, при цьому 2/3 загального об'єму повітря видаляється з нижньої зони і 1/3 - з верхньої зони.
2. У разі розміщення фреонових установок у спільних з іншим обладнанням приміщеннях кратність повітрообміну систем вентиляції повинна вибиратися з огляду на максимально необхідну потребу.
3. У разі розташування фреонових установок не в машинних приміщеннях уміст холодоагенту в повітрі приміщення (у разі повного його витoku із системи) не повинен бути понад 10 % об'єму приміщення.
4. Не дозволяється об'єднувати між собою фреонові трубопроводи агрегованих холодильних установок заводської поставки (за виключенням трубопроводів, що об'єднують машини з дренажним ресивером, і аварійного викиду холодоагенту).
5. Трубопроводи неагрегованих фреонових установок повинні мати пізнавальне пофарбування: усмоктувальні - синє, нагнітальні - червоне, розсільні - сіре, водяні - зелене, інші рідинні - сріблясте.
6. Випробування апаратів (посудин) тиском повинно бути гідравлічним (із заповненням посудини для фреонових холодильних машин маслом) або пневматичним на такий же пробний тиск сухим інертним газом (азотом чи вуглекислою) чи сухим повітрям з точкою роси не більше мінус 40 °С. Випробування водою не дозволяється.
7. Допускається випробування на міцність проводити холодоагентом в апаратах, де можливо створити необхідний тиск холодоагенту шляхом, наприклад, прокачування підігрітої води або іншого теплоносія через випробовуваний апарат.

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		68

8. Балони з холодоагентом повинні зберігатися на спеціальному складі. У машинному відділенні дозволяється зберігати не більше одного балона з фреоном.
9. Первинне заповнення системи фреоном повинно оформлятися актом (з додатком розрахунку кількості холодоагенту, необхідного для зарядки системи).
10. Для холодильних машин повної заводської готовності акт про первинне заповнення системи фреоном не складається (за відсутності витoku холодоагенту з машини під час її транспортування).

					00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		69

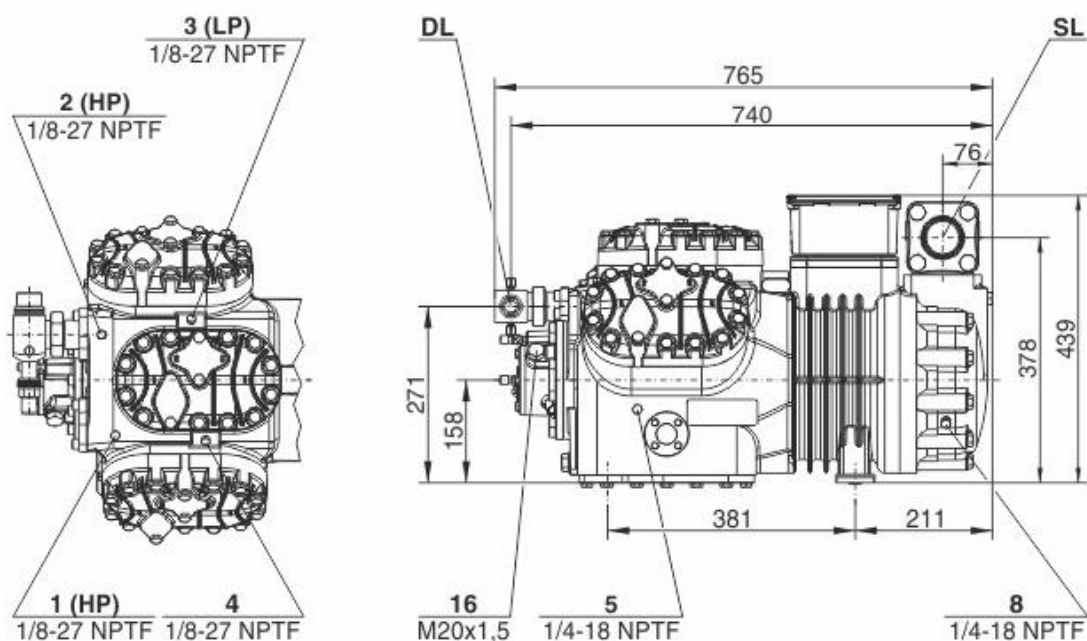
16.Список використаної літератури.

- 1) Явнель Б.К. “Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха”. М.: «Агропромиздат», 1989-223с.
- 2) Гетун Г.В. Основи проектування промислових будівель - К.: Кондор, 2009. - 210 с.
- 3) Метод. рекомендації: до проведення практ. занять для здобувачів освітнього ступ. «Бакалавр» спец. 142 “Енергетичне машинобудування”, освітньо-професійної програми «Холодильні техніка та технології» ден. та заоч. форм навч. / Уклад.: О.Ю. Пилипенко, А.П. Францішко. – К.: НУХТ, 2021. – 58 с.
- 4) А.В. Форсюк. Теоретичні основи холодильної техніки – курс лекцій.
- 5) Холодильні машини [Електронний ресурс]: курс лекцій (частина II. Теплообмінне обладнання холодильних машин) для студ. освітнього ступеня “Бакалавр” спеціальності 142 “Енергетичне машинобудування” ден. та заоч. форм навч. / А.В.Форсюк. – К.: НУХТ, 2016. – Ч І. – К.: НУХТ, 2016.– 98 с.
- 6) ТЕПЛОХОЛОДОТЕХНІКА : навч. посіб. / С.М. Василенко, В.І. Павелко, А.В. Форсюк, М.М. Масліков, Н.В. Іващенко, С.В. Барановська. – К.
- 7) Інтернет джерело(Bitzer) : <https://www.bitzer.de/websoftware/calculate/>
- 8) Інтернет джерело(MyGuntner) : <https://www.myguntner.com/>
- 9) Інтернет джерело : <https://pholod.com.ua/>
- 10) Інтернет джерело : <https://intercool.com.ua/>
- 11) Інтернет джерело : <https://www.tehma.biz/sendvich-paneli/>
- 12) Інтернет джерело (охорона праці) : https://dnaop.com/html/32448_9.html
- 13) Інтернет-файл : [npaop 15.1-1.06-99 pravila ohoroni praci dlya pracivnikiv](#)
- 14) Інтернет джерело : <https://ua.jobble.org/>

						00. КРБ. 142.002.007.ПЗ	Аржи
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			70

Додатки

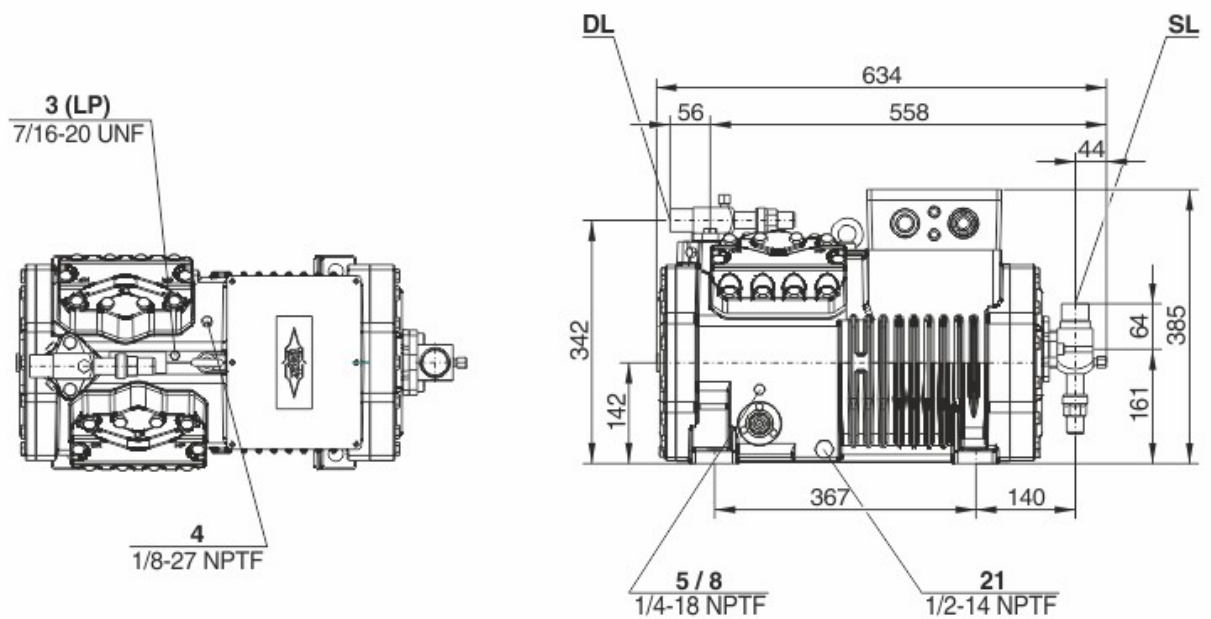
Додаток А



Компресор	6GE-34Y-40P
Ємність ступенів	100%
Потужність охолодження	44,2 кВт
Потужність охолодження *	48,4 кВт
Ємність випарника	44,2 кВт
Споживана потужність	24,0 кВт
Струм (400 В)	41,8 А
Діапазон напруги	380-420В
Ємність конденсатора	68,3 кВт
COP/EER	1,84
COP/EER *	2,01
Масова витрата	1511 кг/год
Режим роботи	Стандартний
Температура газу нагнітання без охолодження	80,8 °С

Технічні Дані

Робочий об'єм (1450 об/хв 50 Гц)	126,8 м³/год
Робочий об'єм (1750 об/хв 60 Гц)	153,0 м³/год
Кількість циліндрів x діаметр x хід	6 x 75 мм x 55 мм
вага	230 кг
Макс. тиск (LP/HP)	19 / 32 бар
Підключення всмоктуючої лінії	54 мм - 2 1/8"
Підключення напірної лінії	35 мм - 1 3/8"
Тип масла R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32 (стандарт) R134a tc>70°C: BSE55 (опція)
Тип масла R22 (R12/R502)	B5.2 (опція)
Тип масла R1234yf	BSE32 (стандарт) R1234yf tc>70°C: BSE55 (опція)
Тип масла R1234ze	BSE55 (стандарт) до>15°C: BSE85K (опція) tc>70°C: BSE8
Тип масла R454C/R455A	BSE32 (стандарт)
Тип масла R515B	BSE55 (стандарт) до>15°C: BSE85K (опція) tc>70°C: BSE8



Компресор	4NES-14Y-40P
Ємність ступенів	100%
Потужність охолодження	37,5 кВт
Потужність охолодження *	38,3 кВт
Ємність випарника	37,5 кВт
Споживана потужність	13,21 кВт
Струм (400 В)	22,2 А
Діапазон напруги	380-420В
Ємність конденсатора	50,8 кВт
COP/EER	2,84
COP/EER *	2,90
Масова витрата	1178 кг/год
Режим роботи	Стандартний
Температура газу нагнітання без охолодження	74,4 °C

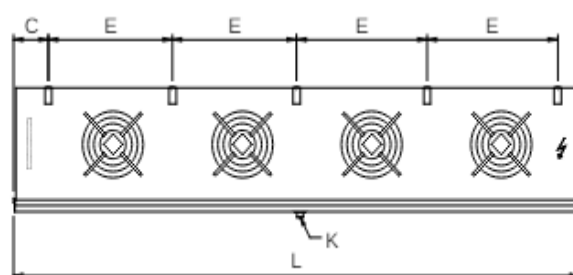
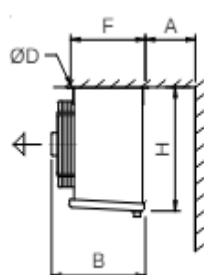
Технічні Дані

Робочий об'єм (1450 об/хв 50 Гц)	56,25 м3/год
Робочий об'єм (1750 об/хв 60 Гц)	67,89 м3/год
Кількість циліндрів x діаметр x хід	4 x 70 мм x 42 мм
вага	146 кг
Макс. тиск (LP/HP)	19 / 32 бар
Підключення всмоктуючої лінії	35 мм - 1 3/8"
Підключення напірної лінії	28 мм - 1 1/8"
Тип масла R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32 (стандарт) R134a tc>70°C: BSE55 (опція)
Тип масла R22 (R12/R502)	B5.2 (опція)
Тип масла R1234yf	BSE32 (стандарт) R1234yf tc>70°C: BSE55 (опція)
Тип масла R1234ze	BSE55 (стандарт) до>15°C: BSE85K (опція) tc>70°C: BSE8
Тип масла R454C/R455A	BSE32 (стандарт)
Тип масла R515B	BSE55 (стандарт) до>15°C: BSE85K (опція) tc>70°C: BSE8

Додаток Б

Повітроохолодник GACC RX 050.2/4SN/HNA7A.UNNN

Ємність:	40,0 кВт ⁽¹⁾⁽²⁾	Холодоагент:	R507A ⁽³⁾
Запас поверхні:	1281,6 %	Температура випаровування:	-20,0 °C
Повітряний потік:	26634 м³/год	Перегрів:	0,0 K
Швидкість повітря:	2,7 м/с	Cond. темп.:	42,0 °C
Вхід повітря:	32,0 °C	Температура переохолодження:	42,0 °C
Вихід повітря:	28,6 °C		
Повітряний тиск:	1013 мбар		
<hr/>			
Вентилятори (AC):	4 шт. 3~400 В 50 Гц Y/(--)	Рівень шумового тиску:	60 дБ(А) на 3,0 м ⁽⁵⁾
Дані на двигун (номінальні дані):		Рівень шуму:	83 дБ(А)
		Викид повітря:	близько 24 м ⁽⁶⁾
<hr/>			
швидкість:	1390 хв-1 / (--)	Мороз:	0,0 мм
Потужність (мех./ел.):	0,56 кВт/0,75 кВт		
поточний:	1,8 А ⁽⁴⁾		
ErP:	Відповідає ⁽⁷⁾		
<hr/>			
Всього ел. споживання енергії:	2,49 кВт	Клас енергоефективності:	Д
<hr/>			
Корпус:	AlMg, Порошкове покриття RAL 9003	Труби:	Медь ⁽⁸⁾
Поверхня:	161,2 м²	Ласті:	Алюміній ⁽⁸⁾
Об'єм труби:	52,4 л	Distr.press.drop:	2,7 бар
		Розетка:	54 * 2,40 мм



Розміри: ⁽¹⁰⁾

Довжина: **4387 мм**

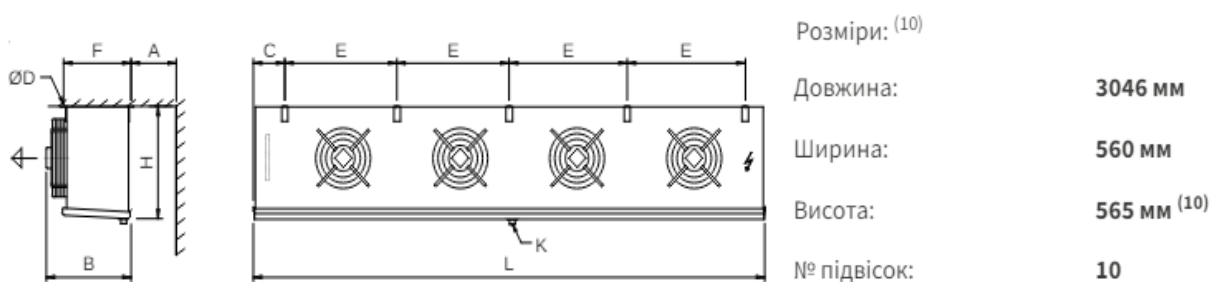
Ширина: **623 мм**

Висота: **755 мм** ⁽¹⁰⁾

№ підвісок: **10**

Повітроохолодник GACC RX 040.1/4WN/FJA7A.UNNN

Ємність:	40,0 кВт ⁽¹⁾⁽²⁾	Холодоагент:	R507A ⁽³⁾
Запас поверхні:	193,3 %	Температура випаровування:	-5,0 °C
Повітряний потік:	12858 м³/год	Перегрів:	15,0 тис
Швидкість повітря:	2,7 м/с	Cond. темп.:	42,0 °C
Вхід повітря:	32,0 °C	Температура переохолодження:	42,0 °C
Вихід повітря:	25,0 °C		
Повітряний тиск:	1013 мбар		
<hr/>			
Вентилятори (AC):	4 шт. 1~230 В 50 Гц	Рівень шумового тиску:	57 дБ(А) на 3,0 м ⁽⁵⁾
Дані на двигун (номінальні дані):		Рівень шуму:	79 дБ(А)
		Викид повітря:	прибл. 16 м ⁽⁶⁾
швидкість:	1310 хв-1	Мороз:	0,0 мм
Потужність (мех./ел.):	0,10 кВт/0,19 кВт		
поточний:	0,85 А ⁽⁴⁾		
ErP:	Відповідає ⁽⁷⁾		
<hr/>			
Всього ел. споживання енергії:	0,81 кВт	Клас енергоефективності:	С
<hr/>			
Корпус:	AlMg, порошкове покриття RAL 9003	Труби:	мідь ⁽⁸⁾
Поверхня:	58,7 м²	Ласті:	Алюміній ⁽⁸⁾
Об'єм труби:	19,5 л	Distr.press.drop:	4 бар
		Розетка:	42 * 1,80 мм

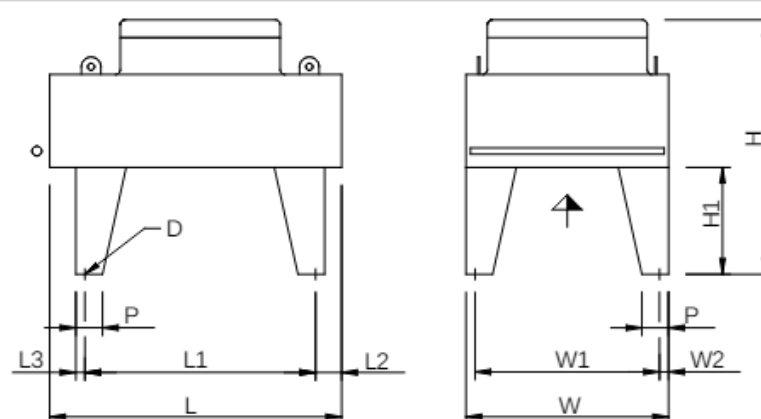


Додаток В

Condenser

GCHV RD 090.2QF/11A-60-0C4N.293M

Capacity:	80,00 kW⁽¹⁾	Refrigerant:	R507A⁽²⁾
Air flow:	30 313,00 m³/h	Hot gas temp.:	71.0 °C
Air inlet:	32,00 °C 80 %	Condensation temp. (dew pt.):	42.3 °C
Altitude:	0,00 m	Condensate outlet:	38.7 °C
Air velocity:	2,70 m/s	Hot gas flow:	17.15 m³/h
Heat transf. coeff.:	26.27 W/(m²·K)	Mass flow:	1790 kg/h
		Pressure drop:	1.27 bar / 2.67 K
Fans (AC):	1 Piece(s) 3~400V 50HzΔ/(Y)	Noise pressure level:	60,00 dB(A) in 10,00 m⁽⁴⁾
Data per motor (nominal data):		Noise power level:	92,00 dB(A)
Speed:	890 min-1 / (700 min-1)	ErP:	Compliant⁽⁵⁾
Capacity(mech./el.):	2.79 kW/3.60 kW		
Current:	7,20 A⁽³⁾		
Total el. power consumption:	3,83 kW	Energy efficiency class:	E
Casing:	Galv. Steel, Powder-coated RAL 7035	Tubes:	Copper⁽⁶⁾
Surface:	396,10 m²	Fins:	Aluminum⁽⁶⁾
Tube volume:	29.8 l	Connections per unit:	
Fin spacing:	2,40 mm	Inlet connection:	28 * 1.50 mm
Passes:	22	Outlet:	35 * 1.50 mm
Dry weight:	400 kg⁽⁸⁾	Distributions:	12
Max. operating pressure:	32,00 bar	PED classification:	Category II, module A2⁽⁷⁾



Dimensions: ⁽⁸⁾

Length:	1640 mm
Width:	2241 mm
Height:	1459 mm⁽⁸⁾
No. legs:	4

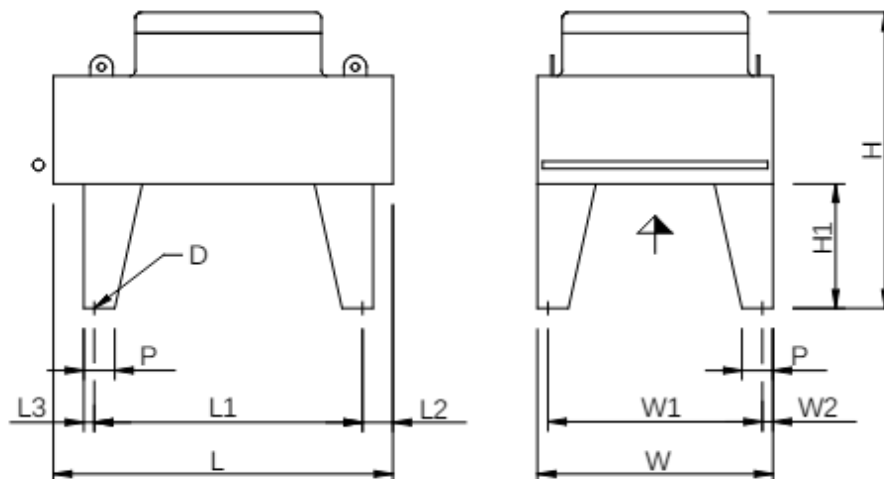
Condenser

GCHV RD 090.2NF/11A-60-0J7H.293M

Capacity:	50,00 kW⁽¹⁾	Refrigerant:	R507A⁽²⁾
Air flow:	28 330,00 m³/h	Hot gas temp.:	71.0 °C
Air inlet:	32,00 °C 80 %	Condensation temp. (dew pt.):	42.9 °C
Altitude:	0,00 m	Condensate outlet:	39.8 °C
Air velocity:	3,90 m/s	Hot gas flow:	10.66 m³/h
Heat transf. coeff.:	32.92 W/(m²·K)	Mass flow:	1137 kg/h
		Pressure drop:	1.02 bar / 2.13 K
Fans (AC):	1 Piece(s) 3~400V 50HzΔ/(Y)	Noise pressure level:	60,00 dB(A) in 10,00 m⁽⁴⁾
Data per motor (nominal data):		Noise power level:	92,00 dB(A)
Speed:	890 min⁻¹ / (700 min⁻¹)	ErP:	Compliant⁽⁵⁾
Capacity(mech./el.):	2.79 kW/3.60 kW		
Current:	7,20 A⁽³⁾		

Total el. power consumption: **3,90 kW** Energy efficiency class: **E**

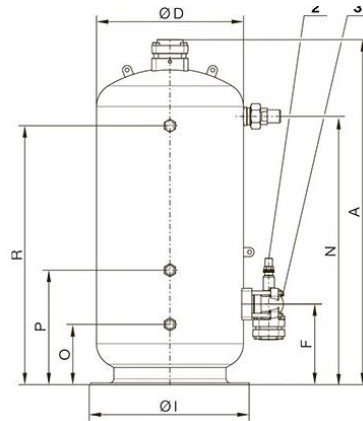
Casing:	Galv. Steel, Powder-coated RAL 7035	Tubes:	Copper⁽⁶⁾
Surface:	151,50 m²	Fins:	Aluminum⁽⁶⁾
Tube volume:	11.8 l	Connections per unit:	
Fin spacing:	2,70 mm	Inlet connection:	22 * 1.35 mm
Passes:	12	Outlet:	28 * 1.50 mm
Dry weight:	278 kg⁽⁸⁾	Distributions:	7
Max. operating pressure:	32,00 bar	PED classification:	Art. 4, par. 3⁽⁷⁾



Dimensions: ⁽⁸⁾

Length:	2040 mm
Width:	1141 mm
Height:	1459 mm⁽⁸⁾
No. legs:	4

Додаток Г



Технічні характеристики

Бренд	Bitzer
Серія	FS
Об'єм	73 л
Робочий тиск (PS)	33 бар
Робоче середовище	HFC (R22, R134a, R404A, R507 і т.д.)
Робоча температура (TS)	-10...+120°C
З'єднання	вхід: 35 мм (1 3/8"); вихід: 28 мм (1 1/8")
Розміри	340x380x1271 мм (ДхШхВ), $\varnothing 298$ мм
Вага	50 кг
Країна виробник	Німеччина

Технічні характеристики

Бренд	Bitzer
Серія	FS
Об'єм	25 л
Робочий тиск (PS)	33 бар
Робоче середовище	HFC (R22, R134a, R404A, R507 і т.д.)
Робоча температура (TS)	-10...+120°C
З'єднання	вхід: 22 мм (7/8"); вихід: 22 мм (7/8")
Розміри	264x296x870 мм (ДхШхВ), $\varnothing 216$ мм
Вага	20 кг
Країна виробник	Німеччина

Додаток Ж



Технічні характеристики

Бренд	Carly
Серія	Turboil
Об'єм	3,64 л
Робочий тиск (PS)	46 бар
Робоча температура (TS)	-40...+120 °C
З'єднання	1 3/8" (35 мм)
Розміри	549Ø109 мм
Вага	6,25 кг
Країна виробник	Франція

Технічні характеристики

Бренд	Carly
Серія	Turboil
Об'єм	2,54 л
Робочий тиск (PS)	46 бар
Робоча температура (TS)	-40...+120 °C
З'єднання	1 1/8"
Розміри	390Ø109 мм
Вага	4,25 кг
Країна виробник	Франція