

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

**Інститут** Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад.  
І.С. Гулого

**Кафедра** теплоенергетики та холодильної техніки

**«До захисту в ЕК»**

Директор інституту

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

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ грудня 2025 р.

**«До захисту допущено»**

Завідувач кафедри

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

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ грудня 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Холодильні техніка та технології

на тему: Порівняльний аналіз ефективності ХУ картоплесховища, місткістю  
3500 тонн, на базі різних схемних рішень.

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

Плакся Олексій Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник – Масліков Михайло Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент –

( ім'я та прізвище )

\_\_\_\_\_ (підпис)

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

\_\_\_\_\_ Олексій ПЛАКСЯ

(підпис та прізвище здобувача)

Київ – 2025 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри ТЕХТ**

проф. Валентин ПЕТРЕНКО

“ ” \_\_\_\_\_ 2025 року

## **З А В Д А Н Н Я**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

**Плакся Олексій Андрійович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Порівняльний аналіз ефективності ХУ картоплесховища, місткістю 3500 тон, на базі різних схемних рішень.

керівник роботи: Масліков Михайло Олександрович, к.т.н., професор

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 17.09.2025 р № 712 кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.12.2025 року

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

матеріали переддипломної практики

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

1. Розробка технологічної схеми холодильного оброблення продукції \_\_\_\_\_

2. Визначення основних розмірів та планування приміщень холодильника \_\_\_\_\_

3. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень \_\_\_\_\_

4. Розрахунок та підбір допоміжного обладнання \_\_\_\_\_

5. Розрахунок економічних показників аналізованих схем ХУ та порівняння \_\_\_\_\_

Висновки

6. Перелік графічного матеріалу \_\_\_\_\_

1. План будівлі \_\_\_\_\_

2. Гідравлічна схема \_\_\_\_\_

3. Розріз будівлі \_\_\_\_\_

## 6. Консультанти розділів роботи

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

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	10.10-13.10.2025	виконав
1	Розробка технологічної схеми холодильного оброблення продукції.	14.10-20.10.2025	виконав
2	Визначення основних розмірів та планування приміщень холодильника	15.10-23.10.2025	виконав
3	Розрахунок теплоізоляційних конструкцій холодильника.	24.10-31.10.2025	виконав
4	Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень. Визначення навантаження на обладнання камер та компресори.	01.11-10.11.2025	виконав
5	Вибір розрахункового робочого режиму. Тепловий розрахунок холодильних машин.	11.11-17.11.2025	виконав
6	Розрахунок і вибір тепломасообмінних апаратів.	18.11-23.11.2025	виконав
7	Розрахунок та підбір допоміжного обладнання.	24.11-26.11.2025	виконав
8	Визначення діаметрів та гідравлічних втрат в трубопроводах	27.11-29.11.2025	виконав
9	Розрахунок економічних показників аналізованих схем ХУ	30.11-05.12.2025	виконав
10	Охорона праці	06.12-07.12.2025	виконав

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Олексій ПЛАКСЯ**

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Михайло МАСЛІКОВ**

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

В магістерській кваліфікаційній роботі розглянуті такі питання: розроблена технологічна схеми холодильного оброблення продукції; визначені основні розміри та планування приміщень **холодильника**; розраховані **теплоізоляційні конструкції** холодильника і теплонадходження до охолоджуваних приміщень; визначені навантаження на **обладнання** камер та **компресори**; вибраний розрахунковий робочий режим; виконано **тепловий розрахунок** холодильних машин; розраховані і вибрані тепломасообмінні апаратів, **допоміжне обладнання**; визначені діаметри та гідравлічні втрати в трубопроводах; розраховані **економічні показники** аналізованих схем ХУ. Розглянуті питання **охорони праці**.

Ключові слова: **Холодильник, теплоізоляційні конструкції, теплонадходження, обладнання, компресори, робочий режим, тепловий розрахунок, допоміжне обладнання, економічні показники, охорона праці.**

					<b>00. КМР 142.003.018.ПЗ</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	<i>Порівняльний аналіз різних схемних рішень картоплесховища на 3500т</i>	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушів</b>
<i>Розроб.</i>		Плакся О.А					2	87
<i>Перевір.</i>		Масліков М.О				<i>ХМ-2-7М</i>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

## Annotation

The Master's qualification thesis addresses the following issues: the technological scheme for the refrigerated processing of products has been developed; the main dimensions and layout of the **cold storage** facility premises have been determined; the **thermal insulation** structures of the cold store and **heat gains** to the refrigerated rooms have been calculated; the loads on the chamber **equipment** and **compressors** have been determined; the calculated **operating regime** has been selected; the **thermal calculation** of the refrigeration machinery has been performed; heat and mass transfer apparatus and **auxiliary equipment** have been calculated and selected; the diameters and hydraulic losses in the pipelines have been determined; the **economic indicators** of the analyzed refrigeration system schemes have been calculated. **Occupational safety** issues have been considered.

**Keywords:** Cold storage, thermal insulation structures, heat gains, equipment, compressors, operating regime, thermal calculation, auxiliary equipment, economic indicators, occupational safety.

					00. KMP 142.003.018.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

## ЗМІСТ

Анотація.....	2
Зміст.....	4
Вступ.....	5
1. Розробка технологічної схеми холодильного оброблення продукції.....	7
2. Визначення основних розмірів та планування приміщень холодильника.....	8
3. Розрахунок теплоізоляційних конструкцій холодильника.....	10
4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.....	12
5. Визначення навантаження на обладнання камер та компресори.....	15
6. Вибір розрахункового робочого режиму. Тепловий розрахунок холодильних машин.....	26
7. Розрахунок і вибір тепломасообмінних апаратів.....	34
8. Розрахунок та підбір допоміжного обладнання.....	40
9. Визначення діаметрів та гідравлічних втрат в трубопроводах.....	48
10. Розрахунок економічних показників аналізованих схем ХУ.....	52
11. Порівняння економічних розрахунків.....	60
12. Охорона праці.....	61
Висновки.....	67
Література.....	69
Додатки.....	71

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Розвиток сучасних логістичних комплексів та систем зберігання харчової продукції висуває високі вимоги до **енергоефективності, екологічної безпеки та економічної обґрунтованості** холодильного обладнання. В умовах посилення міжнародних вимог до екологічно чистих рішень особливої актуальності набуває впровадження систем, які використовують **природні робочі речовини** з низьким потенціалом глобального потепління (GWP).

Актуальність цієї роботи полягає у необхідності визначення оптимального техніко-економічного рішення для холодильного сховища значної потужності. Комплексний порівняльний аналіз схем дозволить мінімізувати довгострокові витрати власника та обрати найбільш надійну та безпечну технологію.

Головною метою магістерської кваліфікаційної роботи є **техніко-економічне обґрунтування та вибір оптимальної схеми холодопостачання** для холодильного складу на базі всебічного порівняльного аналізу **технічних рішень**

### Задачі роботи:

#### Визначення Теплових Навантажень та Розрахунок Теплоізоляції.

- Провести розрахунок всіх джерел **теплонадходжень** до охолоджуванних приміщень (через огорожувальні конструкції, вентиляцію, продукцію, обладнання та освітлення).
- Визначити необхідну **товщину та тип теплоізоляційних конструкцій** (стіни, підлога, стеля) для забезпечення заданого температурного режиму з мінімальними тепловими втратами.

#### Тепловий Розрахунок Холодильних Машин та Підбір Обладнання.

- Визначити необхідну **холодопродуктивність** обладнання на основі розрахункових теплових навантажень.
- Виконати **термодинамічний розрахунок циклів** для двох аналізованих технічних рішень.
- Підібрати та обґрунтувати вибір основного обладнання: **компресорів, конденсаторів та випарників**, виходячи з розрахункового режиму роботи.

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Гідравлічний Розрахунок Трубопроводів та Моделювання Систем.

- Розрахувати необхідні діаметри трубопроводів та визначити гідравлічні втрати для мінімізації втрат тиску та забезпечення ефективного повернення мастила.
- Розробити схеми керування рідким агентом (для заливної схеми) та системи повернення мастила для кожного з технічних рішень.
- Підібрати допоміжне обладнання, специфічне для кожного типу системи (насоси, ресивери, масловіддільники, автоматика).

## Економічний Аналіз та Обґрунтування Вибору Схеми.

- Розрахувати капітальні витрати (вартість обладнання, монтажу, матеріалів) для обох аналізованих схем.
- Розрахувати експлуатаційні витрати та собівартість виробництва холоду для об'єктивного порівняння енергоефективності.
- Виконати техніко-економічне обґрунтування та сформулювати рекомендації щодо вибору фінального інвестиційного рішення.

## Розгляд Питань Безпеки та Охорони Праці.

- Проаналізувати ризики, пов'язані з експлуатацією обраних холодильних агентів (токсичність проти вибухонебезпечності).
- Розробити комплекс заходів охорони праці, пожежної та промислової безпеки для холодильного сховища, включаючи вимоги до вентиляції, контролю загазованості та засобів індивідуального захисту.

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБРОБЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

Картоплесховище розраховане на зберігання 3500т товару.

Картопля надходить до сховища починаючи з середини серпня і в продовж наступних 50-60 днів.

Надходження картоплі буде відбуватись кожні 2 дні з перервою у 10 днів (час першого технологічного процесу) по 360т на добу.

Після того, як перша партія картоплі надійшла до сховища її очищають від надлишкового ґрунту у приміщенні для очистки і поміщають у камеру, де проходить процес загоювання перші 10 днів, після цього її переміщують у іншу камеру де вона буде охолоджуватись ще 10 діб, після чого вона попаде до камери зберігання.

Після заповнення 3 з 5 камер камери де картопля загоювалась та охолоджувалась, будуть змінювати свій температурний режим паралельно з заповненням цих камер для зберігання картоплі.

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ РОЗМІРІВ ТА ПЛАНУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ ХОЛОДИЛЬНИКА

Для зберігання продукції 3500 т мною була розроблена дана схема холодильного оброблення продукції.

Товар привозять на машинах, після чого він потрапляє до рампи звідки він переноситься до камери очищення, де його позбавляють від зайвої землі. Після чого картопля потрапляє до камер зберігання.

Була обрана сітка колон 6х12. Підбиралась сітка відштовхуючись від потреб місця для камер зберігання. Також були передбачені кімнати персоналу, машинне відділення та камера відходів.

Зберігання картоплі на стелажах є чудовим рішенням, бо таке зберігання зменшує ризики гниття картоплі та зменшує пошкодження від тиску, що створюється від верхніх шарів при насипному зберіганні.

Якщо серед картоплі є плоди з захворюванням, то ураженим буде лише один контейнер, а не весь товар на який ця хвороба може перейти.

Зберігання в контейнерах дуже спрощує транспортування картоплі, що зменшує час підготовки та перенесення її від камери до камери.

Всередині камери продукція буде зберігатись на гравітаційних стелажах для палет висота яких буде складати 5 м, а вага яку вони можуть зберігати доходить до 1 т на палету, що ідеально підходить для цього проєкту.

На ці стелажі товар буде виставлятись за допомогою електроштабелеру типу ETV 110. Який здатний підіймати вантаж на висоту до 5.3 м. Висота камери була підібрана таким чином, щоб була можливість дістатись до верхніх полок стелажів електроштабелером і була додаткове місце для циркулювання повітря.

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

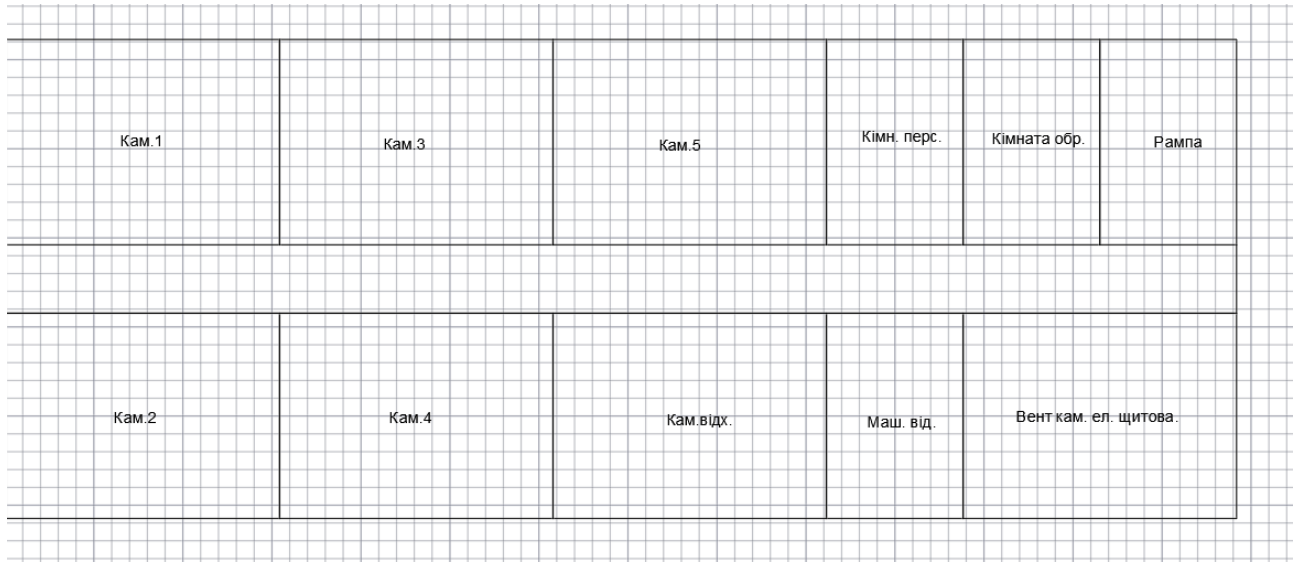


Рис. 2.1 – Схематичний вигляд приміщення

### 3. РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ХОЛОДИЛЬНИКА

За теплоізоляцію я приймаю сендвіч-панель типу – мікрохвиля

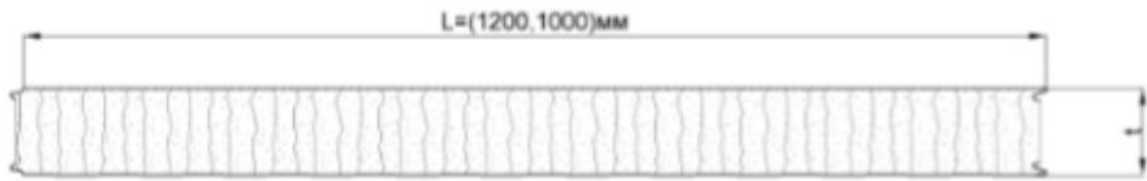


Рис 3.1.– сендвіч-панель типу - мікрохвиля

Розрахунок шарів ізоляції та їх дійсний коефіцієнт теплопередачі:

$$\delta_{із} = \lambda_{із} \left( \frac{1}{k_0} - \left( \frac{1}{a_{вн}} + \sum \frac{\delta_{із}}{\lambda_{із}} + \frac{1}{a_{зов}} \right) \right) \quad (3.1)$$

$$k_D = \frac{1}{\frac{1}{a_{вн}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{a_{зов}} + \frac{\delta_{із^A}}{\lambda_{із}}} \quad (3.2)$$

Таблиця 3.1.

Перерахунок  $k_0$  (Вт/м<sup>2</sup>\*К) для стін камер від температур

Середня температура камер для визначення $k_0$	-20 °С	0 °С	4 °С
Зовнішня стінка	0,23	0,4	0,44
Внутрішня стінка	0,28	0,41	0,41
Покрівля	0,22	0,37	0,42
Перегородка	0,21	0,41	0,41

$$\delta_{із(зов)} = 0,041 \left( \frac{1}{0,44} - \left( \frac{1}{9} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{0,12}{0,09} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{1}{23,3} \right) \right) = 0,03\text{м}$$

(приймаю стандартний шар 50мм)

Тоді дійсний коефіцієнт теплопередачі:

$$k_D = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{0,12}{0,09} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{1}{23,3} + \frac{0,05}{0,041}} = 0,36 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$\delta_{із(вн)} = 0,041 \left( \frac{1}{0,41} - \left( \frac{1}{9} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{0,12}{0,09} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{1}{9} \right) \right) = 0,03\text{м}$$

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк. 10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(приймаю стандартний шар 50мм)

Тоді дійсний коефіцієнт теплопередачі:

$$k_D = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{0,12}{0,09} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{1}{9} + \frac{0,05}{0,041}} = 0,36 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$\delta_{\text{із(покр)}} = 0,041 \left( \frac{1}{0,42} - \left( \frac{1}{9} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{0,12}{0,09} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{1}{23,3} \right) \right) = 0,036 \text{ м}$$

(приймаю стандартний шар 50мм)

Тоді дійсний коефіцієнт теплопередачі:

$$k_D = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{0,12}{0,09} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{1}{23,3} + \frac{0,05}{0,041}} = 0,36 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$\delta_{\text{із(підл)}} = 0,041 \left( \frac{1}{0,41} - \left( \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{0,12}{0,09} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{1}{23,3} \right) \right) = 0,038 \text{ м}$$

(приймаю стандартний шар 50мм)

Тоді дійсний коефіцієнт теплопередачі:

$$k_D = \frac{1}{\frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{0,12}{0,09} + \frac{5 \cdot 10^{-5}}{16} + \frac{1}{23,3} + \frac{0,05}{0,041}} = 0,38 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Розрахунки для камери №2

$$Q_{1(\text{північна стіна})} = 0,36 \cdot 144 \cdot (31-4) = 1399,68 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{південна стіна})} = 0,36 \cdot 144 \cdot (12-4) = 414,72 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{західна стіна})} = 0,36 \cdot 108 \cdot (4-4) = 0 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{східна стіна})} = 0,36 \cdot 108 \cdot (4-4) = 0 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{покрівля})} = 0,36 \cdot 432 \cdot (31-4) \cdot 0,26 = 1091,75 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{підлога})} = 0,38 \cdot 432 \cdot (14-4) \cdot 0,27 = 443,232 \text{ Вт};$$

Таблиця 4.2.

Теплонадходження до камери №2

Огородження	$K_d$ Вт/(м <sup>2</sup> К)	$F_{ог}$ , м <sup>2</sup>	$t_{зов}$ , °С	$t_{вн}$ , °С	$\Delta t$ , °С	$Q_1$ , Вт	$Q_{1с}$ , Вт	$Q_1$ , Вт
Стінка зовнішня північна	0,36	144	+31	4	27	1399,68	-	3475,66
Стінка внутрішня південна	0,36	144	+12	4	8	414,72	-	
Стінка зовнішня західна	0,36	108	+24	4	20	0	-	
Стінка внутрішня східна	0,36	108	+4	4	0	0	-	
Покрівля	0,36	432	+31	4	27	1091,75	-	
Підлога	0,38	432	+14	4	10	443,23	-	
Всього по камері								

### Розрахунки для камери №3

$$Q_{1(\text{північна стіна})} = 0,36 \cdot 144 \cdot (31-4) = 894,24 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{південна стіна})} = 0,36 \cdot 144 \cdot (12-4) = 264,96 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{західна стіна})} = 0,36 \cdot 108 \cdot (4-4) = 0 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{східна стіна})} = 0,36 \cdot 108 \cdot (24-4) = 777,6 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{покрівля})} = 0,36 \cdot 432 \cdot (31-4) \cdot 0,26 = 636,85 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{підлога})} = 0,38 \cdot 432 \cdot (14-4) \cdot 0,27 = 198,29 \text{ Вт};$$

Таблиця 4.3.

### Теплонадходження до камери №3

Огородження	$K_d$ Вт/(м <sup>2</sup> К)	$F_{ог}$ , м <sup>2</sup>	$t_{зов}$ , °С	$t_{вн}$ , °С	$\Delta t$ , °С	$Q_1$ , Вт	$Q_{1с}$ , Вт	$Q_1$ , Вт
Стінка зовнішня північна	0,36	144	+31	4	27	1399,68	-	4 438,02
Стінка внутрішня південна	0,36	144	+12	4	8	414,72	-	
Стінка зовнішня західна	0,36	108	+4	4	0	0	-	
Стінка внутрішня східна	0,36	108	+24	4	20	777,6	-	
Покрівля	0,36	432	+31	4	27	1091,75	-	
Підлога	0,38	432	+14	4	10	443,23	-	
Всього по камері								

Розрахунки для камери №4

$$Q_{1(\text{північна стіна})} = 0,36 \cdot 144 \cdot (12-4) = 414,72 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{південна стіна})} = 0,36 \cdot 144 \cdot (31-4) = 1399,68 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{західна стіна})} = 0,36 \cdot 108 \cdot (31-4) = 699,84 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{східна стіна})} = 0,36 \cdot 108 \cdot (4-4) = 0 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{покрівля})} = 0,36 \cdot 432 \cdot (31-4) \cdot 0,26 = 1091,75 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{підлога})} = 0,38 \cdot 432 \cdot (14-4) \cdot 0,27 = 443,232 \text{ Вт};$$

$$Q_{5c(\text{західна стіна})} = 0,23 \cdot 144 \cdot 6 = 198,72 \text{ Вт};$$

$$Q_{5c(\text{південна стіна})} = 0,23 \cdot 144 \cdot 4,9 = 126,28 \text{ Вт};$$

Таблиця 4.4.

Теплонадходження до камери №4

Огородження	$K_d$ Вт/(м <sup>2</sup> К)	$F_{ог}$ , м <sup>2</sup>	$t_{зов}$ , °С	$t_{вн}$ , °С	$\Delta t$ , °С	$Q_1$ , Вт	$Q_{1c}$ , Вт	$Q_1$ , Вт
Стінка зовнішня північна	0,36	144	+12	4	8	414,72	-	4 364,2
Стінка внутрішня південна	0,36	144	+31	4	27	1399,68	126,28	
Стінка зовнішня західна	0,36	108	+31	4	27	699,84	-	
Стінка внутрішня східна	0,36	108	+14	4	0	0	198,72	
Покрівля	0,36	432	+31	4	27	1091,75	-	
Підлога	0,38	432	+14	4	10	443,23	-	
Всього по камері								

Розрахунки для камери №5

$$Q_{1(\text{північна стіна})} = 0,36 \cdot 144 \cdot (12-4) = 414,72 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{південна стіна})} = 0,36 \cdot 144 \cdot (31-4) = 1399,68 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{західна стіна})} = 0,36 \cdot 108 \cdot (4-4) = 0 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{східна стіна})} = 0,36 \cdot 108 \cdot (4-4) = 0 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{покрівля})} = 0,36 \cdot 432 \cdot (31-4) \cdot 0,34 = 2808,08 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{підлога})} = 0,38 \cdot 432 \cdot (14-4) \cdot 0,36 = 1162,38 \text{ Вт};$$

$$Q_{5c(\text{південь})} = 0,23 \cdot 144 \cdot 4,9 = 126,28 \text{ Вт};$$

Таблиця 4.5.

Теплонадходження до камери №5

Огородження	$K_d$ Вт/(м <sup>2</sup> К)	$F_{ог}$ , м <sup>2</sup>	$t_{зов}$ , °С	$t_{вн}$ , °С	$\Delta t$ , °С	$Q_1$ , Вт	$Q_{1c}$ , Вт	$Q_1$ , Вт
Стінка зовнішня північна	0,36	144	12	4	8	414,72	-	5911,14
Стінка внутрішня південна	0,36	144	31	4	27	1399,68	126,28	
Стінка внутрішня західна	0,36	108	4	4	0	0	-	
Стінка зовнішня східна	0,36	108	4	4	0	0	-	
Покрівля	0,36	432	31	4	27	2808,08	-	
Підлога	0,38	432	14	4	10	1162,38	-	
Всього по камері								

Розрахунки для камери відходів

$$Q_{1(\text{північна стіна})} = 0,36 \cdot 144 \cdot (12-4) = 414,72 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{південна стіна})} = 0,36 \cdot 144 \cdot (31-4) = 1399,68 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{західна стіна})} = 0,36 \cdot 108 \cdot (4-4) = 0 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{східна стіна})} = 0,36 \cdot 108 \cdot (24-4) = 0 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{покрівля})} = 0,36 \cdot 432 \cdot (31-4) \cdot 0,34 = 1\,427,67 \text{ Вт};$$

$$Q_{1(\text{підлога})} = 0,38 \cdot 432 \cdot (14-4) \cdot 0,36 = 590,97 \text{ Вт};$$

$$Q_{5c(\text{південь})} = 0,23 \cdot 144 \cdot 4,9 = 126,28 \text{ Вт};$$

Таблиця 4.6.

Теплонадходження до камери відходів

Огородження	$K_d$ Вт/(м <sup>2</sup> К)	$F_{ог}$ , м <sup>2</sup>	$t_{зов}$ , °С	$t_{вн}$ , °С	$\Delta t$ , °С	$Q_1$ , Вт	$Q_{1с}$ , Вт	$Q_1$ , Вт
Стінка зовнішня північна	0,36	144	12	4	8	414,72	-	3959,12
Стінка внутрішня південна	0,36	144	31	4	27	1399,68	126,28	
Стінка внутрішня західна	0,36	144	4	4	0	0	-	
Стінка зовнішня східна	0,36	144	24	4	20	0	-	
Покрівля	0,36	576	31	4	27	1 427,67	-	
Підлога	0,38	576	14	4	10	590,97	-	
Всього по камері								

#### 4.2. Теплонадходження від тари і вантажу.

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

$$Q_{2\text{пр}} = \frac{M_k \cdot \Delta i \cdot 1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ Вт} \quad (4.4)$$

де  $M_k$  - добове надходження продукту до камери, т/добу;

$\Delta i$  - різниця ентальпій, що відповідають початковій та кінцевій температурі продукту, Дж/кг;

$\tau$  - тривалість холодильної обробки продукту, годин;

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

$$Q_{2\text{т}} = M_{\text{т}} \cdot c_{\text{т}}(t_1 - t_2) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ Вт} \quad (4.5)$$

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

$t_1, t_2$  – початкова і кінцева температура продукту, °С

$\tau$  - тривалість холодильної обробки продукту, годин;

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

$M_k = 8\%$ (від маси всього продукту)

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

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

Визначаємо кількість тепла, що відводиться від продукту камери №1  $Q_{2\text{пр}}$ , Вт;

$$Q_{2\text{пр}} = \frac{360 \cdot 19 \cdot 1000}{240 \cdot 3600} = 7,91 \text{ кВт}$$

Визначаємо теплонадходження від тари  $Q_{2\text{т}}$ , кВт;

$$Q_{2\text{т}} = 360 \cdot 1700 \cdot (12 - 4) \frac{1000}{240 \cdot 3600} = 5,67 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = 7,91 + 4,67 = 12,58 \text{ кВт для кожної камери.}$$

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 4.3. Теплонадходження від вентиляції камер

$$Q_3 = M_B(h_{30B} - h_k), \text{ Вт} \quad (4.6)$$

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

$h_{30B}$  - початкова ентальпія зовнішнього повітря, Дж/кг;

$h_k$  - ентальпія повітря в камері, Дж/кг.

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

$$M_B = \frac{\rho \cdot a \cdot V}{24 \cdot 3600}, \text{ кг/с} \quad (4.7)$$

де  $V$  - об'єм камери, що вентилюється, м<sup>3</sup>;

$a$  - кратність повітрообміну

$\rho$  - густина повітря при температурі і відносній вологості повітря в камері, кг/м<sup>3</sup>

Густина повітря при відносній вологості 85% дорівнює:

- при температурі повітря 4 °С 1,27кг/м<sup>3</sup>

- при температурі повітря 0 °С 1,29 кг/м<sup>3</sup>

$$M_{B(\text{камери зберігання})} = \frac{1,27 \cdot 4 \cdot 2592}{24 \cdot 3600} = 0.15 \text{ кг/с}$$

$$Q_{3(\text{камери зберігання})} = 0.15(92000 - 9000) = 12450 \text{ Вт}$$

$$M_{B(\text{камера відходів})} = \frac{1,27 \cdot 10 \cdot 3456}{24 \cdot 3600} = 0.51 \text{ кг/с}$$

$$Q_{3(\text{камера відходів})} = 0.51(92000 - 9000) = 17430 \text{ Вт}$$

Таблиця 4.7.

### Теплонадходження від вентиляції камер

Камера №	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$V$ , м <sup>3</sup>	$a$	$M_B$ , кг/с	$h_{30B}$ , Дж/кг	$h_k$ , Дж/кг	$Q_3$ , Вт
Камери(1-5)	1,27	2592	4	0,15	92000	9000	26560
Камера відходів	1,29	3456	10	0,51	92000	9000	14630

#### 4.4. Експлуатаційні теплонадходження

##### Теплонадходження від освітлення

Розрахунок теплонадходження  $q_1$ , (Вт) ведеться по формулі:

$$q_1 = A \cdot S, \text{ Вт} \quad (4.8)$$

де,  $A$  – кількість тепла, виділене освітленням в одиницю часу на  $1 \text{ м}^2$  площі підлоги, Вт/м<sup>2</sup>

$S$  – площа камери, м<sup>2</sup>

Кількість тепла виділеного на  $1 \text{ м}^2$  площі підлоги, з урахуванням коефіцієнта одночасного включення, можна приймати для складських приміщень (1,2) Вт/м<sup>2</sup>, а для виробництв (4,5) Вт/м<sup>2</sup>.

$$q_{1(\text{кам}\text{№}1)} = 1,2 \cdot 432 = 518,4, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}2)} = 1,2 \cdot 432 = 518,4, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}3)} = 1,2 \cdot 432 = 518,4, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}4)} = 1,2 \cdot 432 = 518,4, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам}\text{№}5)} = 1,2 \cdot 432 = 518,4, \text{ Вт}$$

$$q_{1(\text{кам від})} = 1,2 \cdot 576 = 691,2, \text{ Вт}$$

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.5. Теплонадходження від людей

Розрахунок теплонадходження  $q_2$ , (Вт) ведеться по формулі:

$$q_2 = 350 \cdot n, \text{ Вт} \quad (4.9)$$

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

$n$  – кількість людей працюючих в одному приміщені.

Кількість людей працюючих в приміщені, приймають в залежності від площі камер: при площі камер до 200 м<sup>2</sup> - 2 – 3 людини, при площі камери більше 200 м<sup>2</sup> - 3 – 4 людини.

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

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

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

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

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

$$q_2 = 350 \cdot 3 = 1050, \text{ Вт}$$

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.6. Теплонадходження від працюючих двигунів

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

$$q_3 = 1000 \cdot N_9, \text{ Вт} \quad (4.10)$$

де,  $N_9$  – потужність електродвигуна, кВт

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

Камери:

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

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

$$q_{3(\text{кам}\text{№}2)} = 1000 \cdot 4 = 4000, \text{ Вт}$$

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

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

$$q_{3(\text{кам}\text{№}5)} = 1000 \cdot 4 = 4000, \text{ Вт}$$

$$q_{3(\text{кам від})} = 1000 \cdot 6 = 6000, \text{ Вт}$$

					<i>00. КМР 142.003.018.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

#### 4.7. Теплонадходження при відкриванні дверей

Для розрахунку теплонадходження  $q_4$ , (Вт) використовують формулу:

$$q_4 = B \cdot S, \text{ Вт, де} \quad (4.11)$$

$B$  – питомий приток тепла при відкриванні дверей, Вт/м<sup>2</sup>

$S$  – площа камери, м<sup>2</sup>

Питоме надходження тепла при відкриванні дверей приймаємо по [табл. 3.3 ст 66]

$$q_{4(\text{кам}\text{№}1)} = 12 \cdot 432 = 5184 \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}2)} = 12 \cdot 432 = 5184 \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}3)} = 12 \cdot 432 = 5184 \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}4)} = 12 \cdot 432 = 5184 \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам}\text{№}5)} = 12 \cdot 432 = 5184 \text{ Вт}$$

$$q_{4(\text{кам.в\iдх.})} = 12 \cdot 576 = 6912 \text{ Вт}$$

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

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4, \text{ Вт} \quad (4.12)$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}1)} = 518.4 + 1400 + 4000 + 5184 = 11102,4 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}2)} = 518.4 + 1400 + 4000 + 5184 = 11102,4 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}3)} = 518.4 + 1400 + 4000 + 5184 = 11102,4 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}4)} = 518.4 + 1400 + 4000 + 5184 = 11102,4 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам}\text{№}5)} = 518.4 + 1400 + 4000 + 5184 = 11102,4 \text{ Вт}$$

$$Q_{4(\text{кам.в\iд})} = 691,2 + 1050 + 6000 + 6912 = 14653,2 \text{ Вт}$$

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.8.

## Теплонадходження при відкриванні дверей

Камера №	S, м <sup>2</sup>	A, Вт/м <sup>2</sup>	q <sub>1</sub> , Вт	n	q <sub>2</sub> , Вт	N <sub>ел</sub> , кВт	q <sub>3</sub> , Вт	B, Вт/м <sup>2</sup>	q <sub>4</sub> , Вт	Q <sub>4</sub> , Вт
Камера(1-5)	432	1,2	518,4	4	1400	4	4000	12	5184	11102,4
Камера відходів	576	1,2	691,2	3	1050	6	6000	12	6912	14653,2

**4.8. Теплонадходження від фруктів і овочів при «Диханні»**

Ці теплонадходження розраховують лише для камер зберігання фруктів та овочів.

Теплонадходження Q<sub>5</sub>, Вт можна визначити по формулі:

$$Q_5 = E_k(0,1 \cdot q_{п} + 0,9 \cdot q_{зб}), \text{ Вт} \quad (4.13)$$

де, E<sub>к</sub>- ємність камери, т;

q<sub>п</sub> і q<sub>зб</sub> – теплові виділення плодів при температурах поступлення в камеру, визначають по [таблиці 3.4(1. Ст 68)], Вт/т

Для картоплі

$$q_{п} = 23,3 \text{ Вт/т}$$

$$q_{зб} = 37,6 \text{ Вт/т}$$

$$Q_5 = 850(0,1 \cdot 23,3 + 0,9 \cdot 37,6) = 30744,5 \text{ Вт для камер 1-5}$$

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

## 5. ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА ОБЛАДНАННЯ ТА КОМПРЕСОР

Таблиця 5.1.

Навантаження на обладнання та компресор

Приміщення	Q1		Q2		Q3	Q4		Q5	ΣQ	
	Камерне обладнання	Компресор	Камерне обладнання	Компресор		Камерне обладнання	Компресор		Камерне обладнання	Компресор
	100%	90%	100%	100%	100%	100%	75%	100%	100%	100%
Камера №1	4247,94	3823,14	12580	12580	12450	11102,4	8326,8	30744,5	71124,84	24729,94
Камера №2	3475,66	3128,094	12580	12580	12450	11102,4	8326,8	30744,5	73480,65	24034,89
Камера №3	4438,02	3994,21	12580	12580	12450	11102,4	8326,8	30744,5	71314,92	24901,01
Камера №4	4364,2	3927,78	12580	12580	12450	11102,4	8326,8	30744,5	71241,1	24834,58
Камера №5	5911,14	5320,026	12580	12580	12450	11102,4	8326,8	30744,5	72788,04	26226,82
Камера відходів	4632,2	4168,98	12580	12580	17430	10496,4	7872,3	30744,5	75883,1	23948,2
Всього									435832,65	149348,52

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

## 6. ВИБІР РОБОЧОГО РЕЖИМУ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ НА АМІЯКУ (R717)

Режим роботи холодної установки визначаємо температурами кипіння  $t_0$ , конденсації  $t_k$ , всмоктування  $t_1$  та охолодження перед регулюючим вентилем  $t_3$ .

$$t_0 = t_{\text{кам}} - (8 \dots 13), \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_0 = 4 - 10 = -6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

При повітряному охолодженні конденсатора оптимальна температура конденсації вище температури на  $8 \dots 10 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Температура повітря, що проходить через конденсатор, дорівнює розрахунковій температурі зовнішнього повітря. Після проходження через конденсатор вона підвищується на  $5 \dots 6 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$t_{\text{по}} = t_{\text{пов1}} + (5 \dots 6) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{по}} = 31 + 5 = 36 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{пов}} = (t_{\text{зов1}} + t_{\text{зов2}}) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{пов}} = (31 + 36) / 2 = 34 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_k = t_{\text{пов}} + (8 \dots 10) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_k = 34 + 8 = 42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура всмоктування для холодильних установок вище температури кипіння  $15 \dots 30 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$t_{\text{всм}} = t_0 + (5 \dots 10) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{всм}} = -6 + 8 = 2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Ammonia

Point	T	P	v	h	s
	[°C]	[bar]	[m <sup>3</sup> /kg]	[kJ/kg]	[kJ/(kg K)]
1	-4,000	3,412	0,362698	1459,163	5,7149
2	111,234	16,429	0,106658	1692,412	5,7149
3	111,234	16,429	0,106658	1692,412	5,7149
4	6,000	16,429	N/A	227,475	N/A
5	-6,000	3,412	N/A	227,475	N/A
6	-4,000	3,412	0,362690	1459,163	5,7149
15	N/A	16,429	N/A	227,475	N/A

Рис. 6.1 – Значення точок схеми

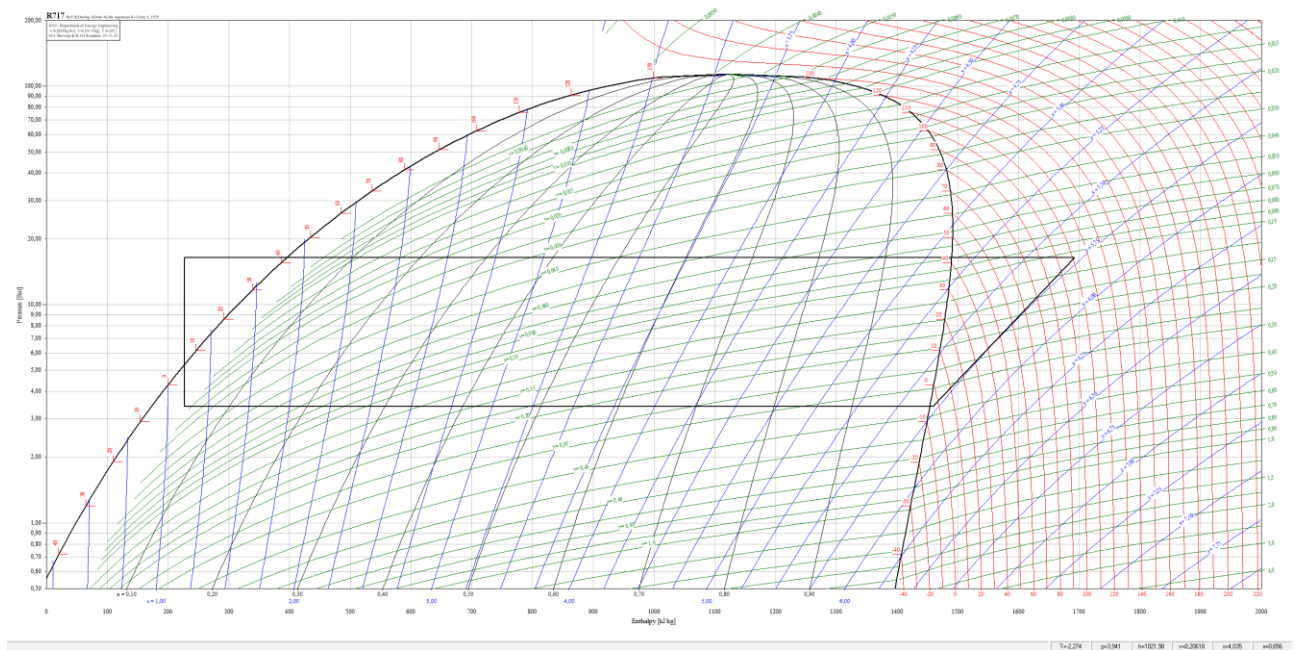


Рис. 6.2 – Схема холодильної установки на аміяку

Таблица 6.1

					00. KMP 142.003.018.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

## Розрахунок компресора

	Камера №1	Камера №2	Камера №3
Холодопродуктивність компресора $Q_{\text{опот}}$ , кВт $Q_0 = \Sigma Q \cdot k/b$	$24729,94 \cdot 1,05/0,7 = 37,09$	$24034,89 \cdot 1,05/0,7 = 36,05$	$24901,01 \cdot 1,05/0,7 = 37,03$
Холодопродуктивність 1кг агенту $q_0$ , кДж/кг $q_0 = h_1' - h_4$	1452-395=1057		
Масова витрата пари, кг/с $M = Q_{\text{опот}} / q_0$	37,09/1218=0,03	36,05/1218=0,02	37,35/1218=0,03
Об'ємна витрата пари, м <sup>3</sup> /кг $V_d = M \cdot V_1$	0,03·0,37 = 0,011	0,02·0,37 = 0,0074	0,03·0,37 = 0,011
Величина, що визначається, розмірність; розрахункова формула;	Камера №1	Камера №2	Камера №3
Степінь стискування $P_k/P_0$ , коефіцієнт подачі $\lambda$ визначається за графіком (1 с 97 рис.5.5)	0,8		
Теоретичний об'єм, що описують поршні компресора; $V_t$ , м <sup>3</sup> /с; $V_t = V_d / \lambda$	0,012/0,8=0,016	0,012/0,8=0,016	0,012/0,8=0,016
Підбираємо компресор	<b>Bitzer W2NA</b>		
Дійсна масова витрата холодагенту в компресорі; $M_{\text{км}}$ , кг/с; $M_{\text{км}} = \lambda \cdot V_{\text{км}} / V_1$	0,8·73,6/0,12 = 0,49		
Дійсна холодопродуктивність компресорів; $Q_0$ , кВт; $Q_0 = M_{\text{км}} \cdot q_0$	0,49 · 1057= 517,93		
Теоретична (адіабатна) потужність стискування $N_t$ ,кВт; $N_t = M_{\text{км}}(h_2-h_1)$	0,49 * 233 = 114,17		
Дійсна (індикаторна) потужність $N_i$ , кВт; $N_i = N_t / \eta_i$	114,17/0,82 = 139		
Ефективна потужність на валу компресора $N_e$ , кВт; $N_e = N_i / \eta_m$	139/0,9 = 154		
Потрібна потужність електродвигуна $P_{\text{дв}}$ ,кВт; $P_{\text{дв}} = N_e / \eta_{\text{ел}}$	154/0,93 = 166		
Теплове навантаження на конденсатор $Q_k$ ,кВт; $Q_k = Q_0 + N_i$	517,93+139 = 656,93		

					<b>00. KMP 142.003.018.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

## Продовження таблиці 6.1

	Камера №4	Камера №5	Камера відх.
Холодопродуктивність компресора $Q_{0пот}$ , кВт $Q_0 = \Sigma Q \cdot k/b$	$24834,58 \cdot 1,05/0,7 = 37,5$	$26226,82 \cdot 1,05/0,7 = 39,3$	$24621,28 \cdot 1,05/0,7 = 36,9$
Холодопродуктивність 1 кг агенту $q_0$ , кДж/кг $q_0 = h_1' - h_4$	1452-395=1057		
Масова витрата пари, кг/с $M = Q_{0пот} / q_0$	$37,09/1057 = 0,035$	$37,09/1057 = 0,035$	$37,09/1057 = 0,035$
Об'ємна витрата пари, м <sup>3</sup> /кг $V_d = M \cdot V_1$	$0,035 \cdot 0,37 = 0,012$	$0,035 \cdot 0,37 = 0,012$	$0,035 \cdot 0,37 = 0,012$
Величина, що визначається, розмірність; розрахункова формула;	Камера №1	Камера №1	Камера №1
Степінь стискування $P_k/P_0$ , коефіцієнт подачі $\lambda$ визначається за графіком (1 с 97 рис.5.5)	0,8		
Теоретичний об'єм, що описують поршні компресора; $V_T$ , м <sup>3</sup> /с; $V_T = V_d / \lambda$	$0,012/0,8 = 0,016$	$0,012/0,8 = 0,016$	$0,012/0,8 = 0,016$
Підбираємо компресор	Bitzer <b>W2NA</b>		
Дійсна масова витрата холодоагенту в компресорі; $M_{км}$ , кг/с; $M_{км} = \lambda \cdot V_{км} / V_1$	$0,8 \cdot 73,6/0,12 = 0,49$		
Дійсна холодопродуктивність компресорів; $Q_0$ , кВт; $Q_0 = M_{км} \cdot q_0$	$0,49 \cdot 1057 = 517,93$		
Теоретична (адіабатна) потужність стискування $N_T$ , кВт; $N_T = M_{км} \cdot (h_2 - h_1)$	$0,49 \cdot 233 = 114,17$		
Дійсна (індикаторна) потужність $N_i$ , кВт; $N_i = N_T / \eta_i$	$114,17/0,82 = 139$		
Ефективна потужність на валу компресора $N_e$ , кВт; $N_e = N_i / \eta_m$	$139/0,9 = 154$		
Потрібна потужність електродвигуна $P_{дв}$ , кВт; $P_{дв} = N_e / \eta_{ел}$	$154/0,93 = 166$		
Теплове навантаження на конденсатор $Q_k$ , кВт; $Q_k = Q_0 + N_i$	$517,93 + 139 = 656,93$		

## Вибір робочого режиму холодильної установки на пропані (R290)

Режим роботи холодної установки визначаємо температурами кипіння  $t_0$ , конденсації  $t_k$ , всмоктування  $t_1$  та охолодження перед регулюючим вентилем  $t_3$ .

$$t_0 = t_{\text{кам}} - (8 \dots 13), \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_0 = 4 - 8 = -4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

При повітряному охолодженні конденсатора оптимальна температура конденсації вище температури на  $8 \dots 10 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Температура повітря, що проходить через конденсатор, дорівнює розрахунковій температурі зовнішнього повітря. Після проходження через конденсатор вона підвищується на  $5 \dots 6 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$t_{\text{по}} = t_{\text{пов1}} + (5 \dots 6) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{по}} = 31 + 5 = 36 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{пов}} = (t_{\text{зов1}} + t_{\text{зов2}}) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{пов}} = (31 + 36) / 2 = 34 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_k = t_{\text{пов}} + (8 \dots 10) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_k = 34 + 8 = 42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура всмоктування для холодильних установок вище температури кипіння  $15 \dots 30 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$t_{\text{всм}} = t_0 + (5 \dots 10) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{всм}} = -4 + 8 = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Propane

Point	T	P	v	h	s
	[°C]	[bar]	[m <sup>3</sup> /kg]	[kJ/kg]	[kJ/(kg K)]
1	-0,001	4,159	0,111343	576,067	2,3977
2	51,173	14,305	0,033633	634,976	2,3977
3	51,173	14,305	0,033633	634,976	2,3977
4	6,000	14,305	N/A	214,824	N/A
5	-4,000	4,159	N/A	214,824	N/A
6	0,000	4,159	0,111336	576,067	2,3977
15	N/A	14,305	N/A	214,824	N/A

Рис. 6.3 – Значення точок схеми

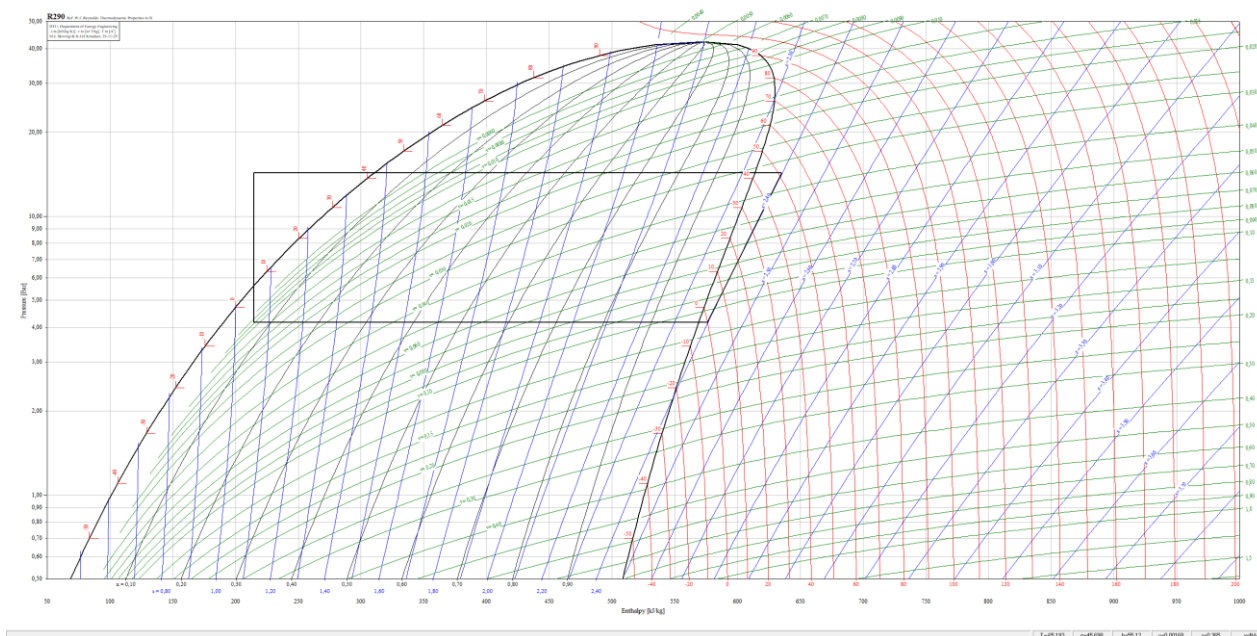


Рис. 6.4 – Схема холодильної установки на пропані

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00. КМР 142.003.018.ПЗ

Арк.

31

Таблиця 6.2

## Розрахунок компресора

	Камера №1	Камера №2	Камера №3
Холодопродуктивність компресора $Q_{опот}$ , кВт $Q_0 = \Sigma Q \cdot k/b$	24729,94 · 1,05/0,7=37094 ,91	24034,89·1,05/0,7=3605 2,33	24901,01·1,05/0,7=3735 1,51
Холодопродуктивність 1кг агенту $q_0$ , кДж/кг $q_0=h_1'-h_4$	569-214=355		
Масова витрата пари, кг/с $M = Q_{опот} / q_0$	37,09/355=0,104	36,05/355=0,101	37,35/355=0,105
Об'ємна витрата пари, м <sup>3</sup> /кг $V_d = M \cdot V_1$	0,104·0,11 = 0,011	0,101·0,11 = 0,011	0,105·0,11 = 0,011
Величина, що визначається, розмірність; розрахункова формула;	Камера №1	Камера №2	Камера №3
Степінь стискування $P_k/P_0$ , коефіцієнт подачі $\lambda$ визначається за графіком (1 с 97 рис.5.5)	0,6		
Теоретичний об'єм, що описують поршні компресора; $V_T$ , м <sup>3</sup> /с; $V_i = V_T / \lambda$	0,011/0,6=0,018	0,011/0,6=0,018	0,011/0,6=0,018
Підбираємо компресор	Bitzer <b>4CESP-6Z-40S</b>		
Дійсна масова витрата холодоагенту в компресорі; $M_{км}$ , кг/с; $M_{км} = \lambda \cdot V_{км} / V_1$	0,6 · 32,48 / 0,36 = 0,54		
Дійсна холодопродуктивність компресорів; $Q_0$ , кВт; $Q_0 = M_{км} \cdot q_0$	0,54 · 355 = 191,7		
Теоретична (адиабатна) потужність стискування $N_T$ , кВт; $N_T = M_{км} (h_2 - h_1)$	0,54 * 59 = 31,86		
Дійсна (індикаторна) потужність $N_i$ , кВт; $N_i = N_T / \eta_i$	31,86/0,8 = 39,82		
Ефективна потужність на валу компресора $N_e$ , кВт; $N_e = N_i / \eta_m$	39,82/0,92 = 43,28		
Потрібна потужність електродвигуна $P_{дв}$ , кВт; $P_{дв} = N_e / \eta_{ел}$	43,28/0,93 = 46,54		
Теплове навантаження на конденсатор $Q_k$ , кВт; $Q_k = Q_0 + N_i$	39,82+191,7= 231,52		

Таблиця 6.2.1

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 6.2

	Камера №4	Камера №5	Камера відх.
Холодопродуктивність компресора $Q_{0\text{пот}}, \text{кВт}$ $Q_0 = \Sigma Q \cdot k/b$	$24834,58 \cdot 1,05/0,7 = 37251,87$	$26226,82 \cdot 1,05/0,7 = 39340,23$	$24621,28 \cdot 1,05/0,7 = 36931,92$
Холодопродуктивність 1кг агенту $q_0$ , кДж/кг $q_0 = h_1' - h_4$	569-214=355		
Масова витрата пари, кг/с $M = Q_{0\text{пот}}/q_0$	$37,25/355 = 0,104$	$39,34/355 = 0,11$	$36,93/355 = 0,104$
Об'ємна витрата пари, м <sup>3</sup> /кг $V_d = M \cdot V_1$	$0,104 \cdot 0,11 = 0,011$	$0,11 \cdot 0,11 = 0,012$	$0,104 \cdot 0,11 = 0,011$
Величина, що визначається, розмірність; розрахункова формула;	Камера №4	Камера №5	Камера відх.
Степінь стискування $P_k/P_0$ , коефіцієнт подачі $\lambda$ визначається за графіком (1 с 97 рис.5.5)	0,6		
Теоретичний об'єм, що описують поршні компресора; $V_d, \text{м}^3/\text{с}$ ; $V_d = V_d/\lambda$	$0,011/0,6 = 0,018$	$0,012/0,6 = 0,02$	$0,011/0,6 = 0,018$
Підбираємо компресор	Bitzer <b>4CESP-6Z-40S</b>		
Дійсна масова витрата холодоагенту в компресорі; $M_{\text{км}}, \text{кг/с}$ ; $M_{\text{км}} = \lambda \cdot V_{\text{км}}/V_1$	$0,6 \cdot 32,48 / 0,36 = 0,54$		
Дійсна холодопродуктивність компресорів; $Q_0, \text{кВт}$ ; $Q_0 = M_{\text{км}} \cdot q_0$	$0,54 \cdot 355 = 191,7$		
Теоретична (адіабатна) потужність стискування $N_i, \text{кВт}$ ; $N_i = M_{\text{км}}(h_2 - h_1)$	$0,54 \cdot 59 = 31,86$		
Дійсна (індикаторна) потужність $N_i, \text{кВт}$ ; $N_i = N_i/\eta_i$	$31,86/0,8 = 39,82$		
Ефективна потужність на валу компресора $N_e, \text{кВт}$ ; $N_e = N_i/\eta_m$	$39,82/0,92 = 43,28$		
Потрібна потужність електродвигуна $P_{\text{дв}}, \text{кВт}$ ; $P_{\text{дв}} = N_e/\eta_{\text{ел}}$	$43,28/0,93 = 46,54$		
Теплове навантаження на конденсатор $Q_k, \text{кВт}$ ; $Q_k = Q_0 + N_i$	$39,82 + 191,7 = 231,52$		

## 7. РОЗРАХУНОК І ВИБІР ТЕПЛОМАСООБМІННИХ АПАРАТІВ

### 7.1. Підбір для аміачної централізованої установки

На основі теоретичної об'ємної подачі та значення температури кипіння, мною були підібрані дані елементи X/У

#### Компресор

Після розрахунку мною був обраний поршневий компресор відкритого типу Bitzer W4HA-K.

Technical Data	
Displacement (1450rpm 50Hz)	28,0 m <sup>3</sup> /h
Displacement (1750rpm 60Hz)	33,84 m <sup>3</sup> /h
No. of cylinder x bore x stroke	2 x 60 mm x 57 mm
Allowed speed range	750 .. 1750 1/min
Weight	52 kg
Max. pressure (LP/HP)	19 / 25 bar
Connection suction line	NW 25
Connection discharge line	NW 20
Oil type NH <sub>3</sub>	Reniso KC68 (Standard)

Рис. 7.1. - Технічна характеристика компресору Bitzer W4HA-K

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Конденсатор

### Конденсатори для камер: GCVV AD 080.3NF/12A-51-263G.34QM


Capacity:	80.8 kW <sup>(1)</sup>	Refrigerant:	Аммиак/диметиловый эфир (R723) <sup>(2)</sup> 
Air flow:	37763 m <sup>3</sup> /h	Hot gas temp.:	72.0 °C
Air inlet:	31.0 °C 50 %	Condensation temp. (dew pt.):	42.0 °C
Altitude:	0.0 m	Condensate outlet:	40.8 °C
Air velocity:	2.6 m/s	Hot gas flow:	21.01 m <sup>3</sup> /h
Heat transf. coeff.:	31.24 W/(m <sup>2</sup> ·K)	Mass flow:	337 kg/h
		Pressure drop:	0.095 bar / 0.20 K
Fans (AC):	2 шт. 3~400V 50HzΔ/(Y)	Noise pressure level:	51 dB(A) in 10.0 m <sup>(4)(5)</sup>
Data per motor (nominal data):		Noise power level:	83 dB(A)
Speed:	850 min <sup>-1</sup> / (650 min <sup>-1</sup> )	ErP:	Соответствующий <sup>(6)</sup>
Capacity(mech./el.):	1.15 kW/1.55 kW		
Current:	3.30 A <sup>(3)</sup>		
Total el. power consumption:	3.37 kW	energy efficiency class:	--

Рис. 7.2. - Технічна характеристика конденсатора GCVV AD 080.3NF/12A-51-263G.34QM

					00. KMP 142.003.018.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

## Випарник

### Випарники для камер: GACV AP 050.1DN/2A-40.A-15UN.01DM


Capacity:	<b>40.0 kW<sup>(1)(2)</sup></b>	Refrigerant:	<b>NH3 / ammonia (R717)<sup>(3)</sup></b> 
Surface reserve:	<b>10.5 %</b>	Evaporation temp.:	<b>-6.0 °C</b>
Air flow:	<b>13308 m<sup>3</sup>/h</b>	Feed rate (pump):	<b>3.5</b>
Air velocity:	<b>2.7 m/s</b>		
Air inlet:	<b>9.0 °C</b>		
Air outlet:	<b>3.0 °C</b>		
Air pressure:	<b>1013 mbar</b>		
<hr/>			
Fans (AC):	<b>2 Piece(s) 3~400V 50HzΔ/(Y)</b>	Noise pressure level:	<b>60 dB(A) in 3.0 m<sup>(5)(6)</sup></b>
Data per motor (nominal data):		Noise power level:	<b>82 dB(A)</b>
Speed:	<b>1340 min<sup>-1</sup> / (990 min<sup>-1</sup>)</b>	Air throw:	<b>approx. 21 m<sup>(7)</sup></b>
Capacity(mech./el.):	<b>0.50 kW/0.62 kW</b>	Frost:	<b>0.0 mm</b>
Current:	<b>1.1 A<sup>(4)</sup></b>		
ErP:	<b>Compliant<sup>(8)</sup></b>		
<hr/>			
Total el. power consumption:	<b>1.13 kW</b>	energy efficiency class:	<b>--</b>

Рис. 7.3. - Технічна характеристика випарника GACV AP 050.1DN/2A-40.A-15UN.01DM

					<b>00. КМР 142.003.018.ПЗ</b>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7.2. Підбір для пропанової автономної установки

На основі теоретичної об'ємної подачі та значення температури кипіння, мною були підбрані дані елементи X/У

### Компресор

Після розрахунку мною був обраний поршневий компресор відкритого типу Bitzer 4CESP-6Z-40S. Компресор був підбраний за допомогою ПО Bitzer Software за даними розрахунку потрібних для визначення потрібного апарату.

Technical Data	
Displacement (1450rpm 50Hz)	32,48 m <sup>3</sup> /h
Displacement (1750rpm 60Hz)	39,20 m <sup>3</sup> /h
No. of cylinder x bore x stroke	4 x 55 mm x 39,3 mm
Weight	99 kg
Max. pressure (LP/HP)	19 / 32bar
Connection suction line	28 mm - 1 1/8"
Connection discharge line	22 mm - 7/8"
Oil type R290/R1270	BSG68K (Standard)   SHC226E (Option): ΔtoH ≥ 20K

Рис. 7.4. - Технічна характеристика компресору Bitzer 4CESP-6Z-40S

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

## Конденсатор

Підбір конденсатора був виконаний за допомогою інтернет ресурсу <https://myguntner.com/> за даними розрахунку.

### Конденсатори для камер: GCHC PD 050.2/12-48-4239787M

Air flow:	15064 m <sup>3</sup> /h	Hot gas temp.:	73.0 °C
Air inlet:	31.0 °C 40 %	Condensation temp. (dew pt.):	42.0 °C
Altitude:	0.0 m	Condensate outlet:	40.1 °C
Air velocity:	2.9 m/s	Hot gas flow:	12.76 m <sup>3</sup> /h
Heat transf. coeff.:	38.95 W/(m <sup>2</sup> ·K)	Mass flow:	368 kg/h
		Pressure drop:	0.37 bar / 0.91 K
<hr/>			
Fans (AC):	2 Piece(s) 3~400V 50HzΔ/(Y)	Noise pressure level:	48 dB(A) in 10.0 m <sup>(5)(6)</sup>
Data per motor (nominal data):		Noise power level:	80 dB(A)
Speed:	1390 min <sup>-1</sup> / (1180 min <sup>-1</sup> )	ErP:	Compliant <sup>(7)</sup>
Capacity(el.):	0.72 kW		
Current:	1.41 A <sup>(4)</sup>		
<hr/>			
Total el. power consumption:	1.38 kW	energy efficiency class:	D


Рис. 7.5. - Технічна характеристика конденсатора GCHC PD 050.2/12-48-4239787M

					00. KMP 142.003.018.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Випарник

Підбір випарника був виконаний за допомогою інтернет ресурсу <https://myguntner.com/> за даними розрахунку.

### Випарники для камер: GACV PX 031.1DF/2A-70.A-18U9.0CHM

Capacity:	21.0 kW <sup>(1)(2)</sup>	Refrigerant:	Propane (R290) <sup>(3)(4)</sup> 
Surface reserve:	0.0 %	Evaporation temp.:	-4.0 °C
Air flow:	3375 m <sup>3</sup> /h	Superheating:	4.0 K
Air velocity:	2.6 m/s	Cond. temp.:	42.0 °C
Air inlet:	31.0 °C	Subcooled temp.:	6.0 °C
Air outlet:	17.4 °C		
Air pressure:	1013 mbar		

Fans (AC):	2 Piece(s) 1~230V 50Hz	Noise pressure level:	47 dB(A) in 3.0 m <sup>(6)(7)</sup>
Data per motor (nominal data):		Noise power level:	69 dB(A)
Speed:	1350 min <sup>-1</sup>	Air throw:	approx. 9 m <sup>(8)</sup>
Capacity(mech./el.):	0.08 kW/0.09 kW	Frost:	0.0 mm
Current:	0.41 A <sup>(5)</sup>		
ErP:	Not relevant <sup>(9)</sup>		

Total el. power consumption: 0.19 kW energy efficiency class: D

Рис. 7.6. - Технічна характеристика випарника GACV AP 050.1DN/2A-40.A-15UN.01DM

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8. РОЗРАХУНОК ДОДАТКОВОГО ОБЛАДНАННЯ.

### 8.1. Підбір для аміачної централізованої установки

Ресивер для аміачної установки РЦЗ - 3,0

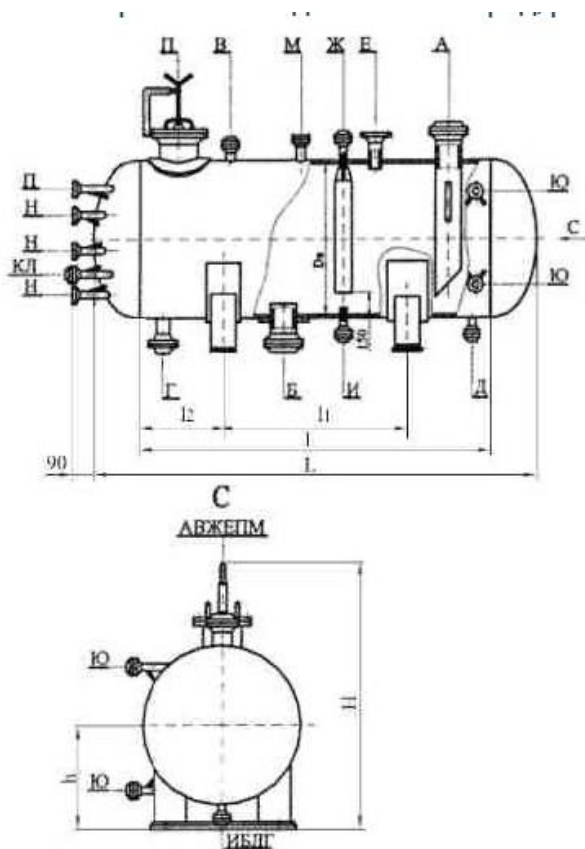


Рис. 8.1. - Креслення ресиверу РЦЗ-3,0

Масловіддільник Bitzer OA4188



Рис. 8.2. - Маслиловіддільник Bitzer OA4188

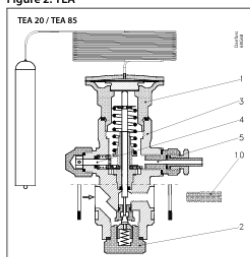
					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



# Терморегулюючий вентиль – Danfoss TEA

## Material specification

Figure 2: TEA



1 Thermostatic element (diaphragm)	4 Superheat setting spindle (see „Instructions“)
2 Orifice assembly	5 Ext. pressure equalizing connection
3 Valve body	10 Separate outlet orifice (for TEA 20-1 only)

## Dimensions and weights

Figure 3: Dimensions and weights

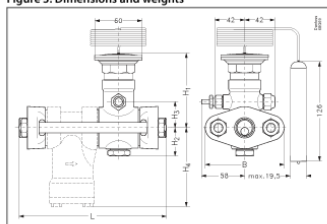


Table 2: Dimensions and weights

Type	H <sub>1</sub> [mm]	H <sub>2</sub> [mm]	H <sub>3</sub> [mm]	H <sub>4</sub> [mm]	L		B [mm]	Weight	
					Excl. strainer [mm]	Incl. strainer [mm]		Excl. strainer [kg]	Incl. strainer [kg]
TEA 20	94	38	25	96	110	164	80	2.1	3
TEA 85	104	37	35	106	125	199	95	3	4.5

Рис. 8.5. - Соленоїдний вентиль – Danfoss EVRS 3

## Зворотній клапан CHV SS angle

### Material specification

SCA-X SS 15 - 40 and CHV-X SS 15 - 40

Figure 5: SCA-X SS 15 - 40 and CHV-X SS 15 - 40

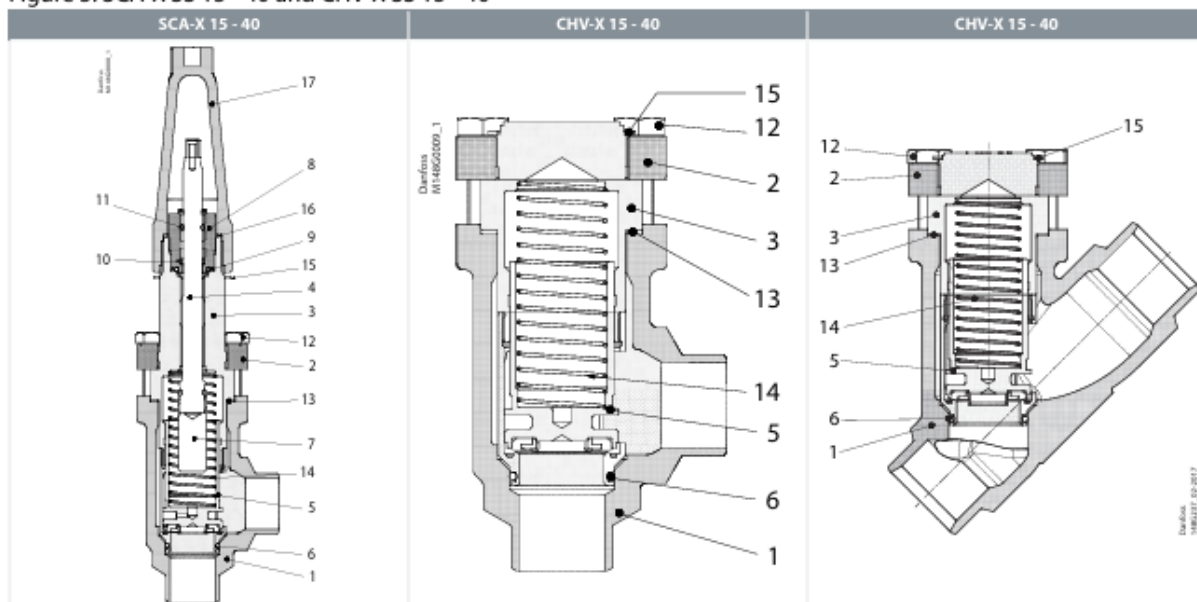


Table 4: Parts list and materials

No.	Part	Material	DIN/EN	ISO	ASTM
1	Housing	Stainless steel	GX5CrNi19-10 EN10213-4		AISI 304
2	Bonnet, Flange	Stainless steel	X5CrNi18-10 EN10088		AISI 304
3	Bonnet, Insert	Stainless steel	X8CrNiS18-9 DIN 17440		
4	Spindle	Stainless steel	X8CrNiS18-9 DIN 17440	Type 17, 17440	AISI 303
5	Cone	Steel Teflon (PTFE)			
6	O-ring	Cloroprene (Neoprene)			
7	Spindle extension	Steel			
8	Packing gland O-rings	Cloroprene (Neoprene)			
9	Packing washer	Aluminium			
10	Spring loaded seal	Teflon (PTFE)			
11	O-ring	Cloroprene (Neoprene)			
12	Bolts	Stainless steel	A2-70	A2-70	Type 308
13	Gasket	Fiber, non-asbestos			
14	Spring	Steel			
15	Identification ring	Stainless steel			
16	Seal cap gasket	Nylon			
17	Spindle seal cap	Aluminium			

Рис. 8.6. - Креслення та характеристики соленоїдного вентиля – Danfoss EVRS 3

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

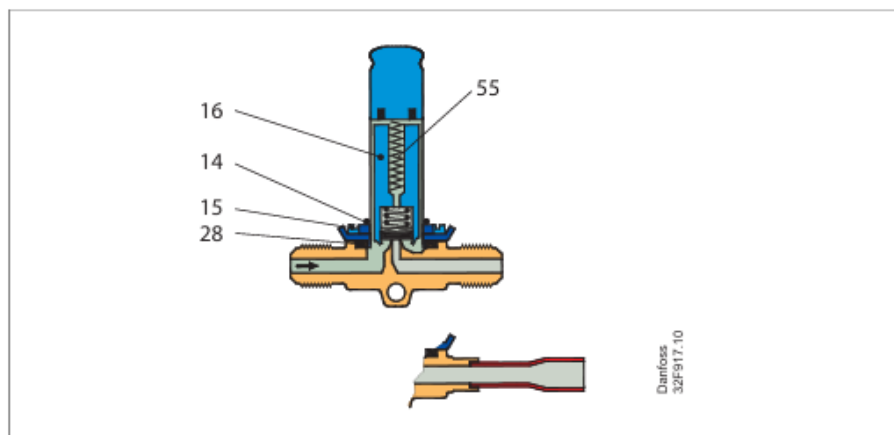
00. KMP 142.003.018.ПЗ

Арк.

43



## Соленоїдний вентель Danfoss EVR



Type	Description	Pos. #	Qty.	Code no.
<b>Service kit (AC)</b>				
<b>EVR 2 and 3 (NC)</b>	O-ring	14	1	<b>032F0181</b>
	Screw	15	4	
	Armature assembly	16	1	
	Rubber gasket	28	1	
	Compress spring	55	1	

Рис. 8.9. - Соленоїдний вентель Danfoss EVR

## Термо-регулюючий вентель Danfoss TGE

Figure 1: Balanced port design TGE 10

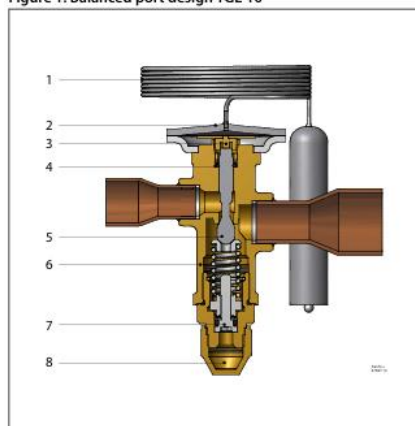
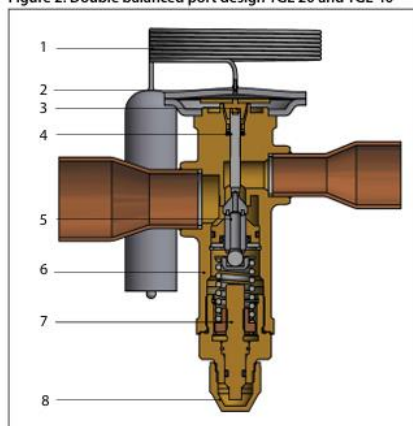


Figure 2: Double balanced port design TGE 20 and TGE 40



- 1 Bulb with capillary tube
- 2 Thermostatic element
- 3 Thrust pad
- 4 Push pin seal

- 5 Cone
- 6 Valve body
- 7 Static SH adjustment spindle
- 8 Protective cap

Рис. 8.10. - Термо-регулюючий вентель Danfoss TGE

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

00. KMP 142.003.018.ПЗ

Арк.

45

# Оглядове скло Danfoss SGP

## Конструкція і матеріали

Рисунок 2 – Модель з'єднання під пайку

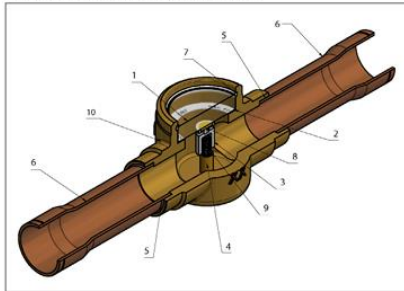
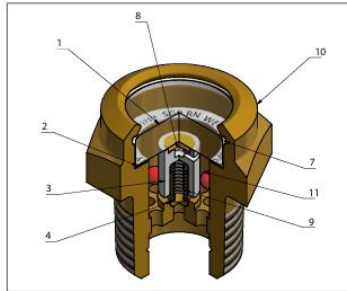


Рисунок 3 – Модель сідлового типу



Таблиця 5 – Конструкція і матеріали для SG/SGP

Позиція	Опис	Матеріал
1	Скло	Скло
2	Ярлик	Папір
3	Пристрій кріплення індикатора	Пластмаса
4	Пружинний напрямний пристрій	Латунь
5	Кільце для припаювання	Сплав срібла
6	З'єднувальна трубка	Мідь
7	Тєфлонове кільце	PTFE
8	Індикаторний папір	Папір
9	Пружина	Нержавіюча сталь
10	Корпус клапана	Латунь
11	Поправок	Пластмаса

Таблиця 6 – Конструкція і матеріали для типів індикатора

Тип індикатора	Ярлик	Пристрій кріплення індикатора
Тип I		Пристрій кріплення зеленого кольору 
Тип N		Пристрій кріплення білого кольору 

Рис. 8.11. - Оглядове скло Danfoss SGP

					00. KMP 142.003.018.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



## 9. ВИЗНАЧЕННЯ ДІАМЕТРІВ ТА ГІДРАВЛІЧНИХ ВТРАТ В ТРУБОПРОВОДАХ

### 9.1 Розрахунок для аміачної установки

$$d_{\text{вн}} = 1,13 \cdot V_{\text{ж}}^{0,25}, \text{ мм}, \quad (9.1)$$

де  $V_{\text{ж}}$  - об'єм рідини (або пари), що протікає по трубі,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

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

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

$$V_{\text{ж}} = M_{\text{км}} \cdot V_{\text{п}}, \quad (9.2)$$

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

$V_{\text{п}}$  - питомий об'єм рідини на даній ділянці,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

$V_{\text{п}}$  дорівнює :

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

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

Розрахунок всмоктувального трубопроводу

$$V_{\text{ж}} = 0,49 \cdot 0,29 = 0,14 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d_{\text{вн}} = 1,13 \cdot 0,14^{0,25} = 0,06 \text{ м}$$

Розрахунок нагнітального трубопроводу:

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{ж} = 0,49 \cdot 0,04 = 0,019 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\square_{вн} = 1,13 \cdot 0,01915 = 0,04 \text{ м}$$

Розрахунок рідинного трубопроводу перед регулюючим вентилем:

$$V_{ж} = 0,49 \cdot 0,04 = 0,019 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\square_{вн} = 1,13 \cdot 0,0191 = 0,15 \text{ м}$$

## 9.2. Розрахунок для пропанової установки

$$\square_{вн} = 1,13 \cdot V_{ж} \square_{ж}, \text{ мм,}$$

де  $V_{ж}$  — об'єм рідини (або пари), що протікає по трубі,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$V_{ж} = M_{км} \cdot V_n,$$

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

$V_n$  - питомий об'єм рідини на даній ділянці, м<sup>3</sup>/с.

$V_n$  дорівнює:

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

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

Розрахунок всмоктувального трубопроводу

$$V_{ж} = 0,54 \cdot 0,29 = 0,156 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\square v_{н} = 1,13 \cdot 0,156 \cdot 10 = 0,14 \text{ м}$$

Розрахунок нагнітального трубопроводу:

$$V_{ж} = 0,54 \cdot 0,04 = 0,021 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\square v_{н} = 1,13 \cdot 0,02115 = 0,042 \text{ м}$$

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок рідинного трубопроводу перед регулюючим вентиляем:

$$V_{\text{ж}} = 0,54 \cdot 0,04 = 0,021 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\square \text{BH} = 1,13 \cdot 0,0211 = 0,16 \text{ м}$$

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЧАСТИНИ

### 10.1. Розрахунок для аміачної установки

#### 10.1.1 Розрахунок споживання електроенергії

Розрахунок споживання електроенергії від холодильного обладнання, розраховується:

$$N = P_{el} \cdot r \quad (10.1)$$

$P_{el}$  - потужність холодильного обладнання

$r$  – час роботи холодильного обладнання, 7300 год.

Таблиця 10.1.

#### Споживання електроенергії обладнанням

Обладнання	Кількість	Електрична потужність (P), кВт	$\Sigma(P)$ Електрична потужність, кВт	Рік, тис. кВт · год
Компресор Bitzer <b>W2NA.</b>	12	7,5	90	657
Конденсатор GCVV AD 080.3NF/12A-51-263G.34QM	6	3,37	20,22	147,6
Випарник GACV AP 050.1DN/2A-40.A-15UN.01DM	12	1,13	13,56	98,9
Всього				903,5

### 10.1.2. Розрахунок витрат на обладнання та монтажу

Табл. 17 – витрати на холодильне обладнання

Таблиця 6.2.

#### Витрати на обладнання

Обладнання	Кількість	Витрата на обладнання грн,
Компресор Bitzer W4HA-K	12	1 560 000
Конденсатор GCVV AD 080.3NF/12A-51- 263G.34QM	6	3 411 945
Випарник GACV AP 050.1DN/2A-40.A- 15UN.01DM	12	4 568 784
Всього	9 540 729 грн	

Витрати на монтаж  $9\,540\,729 \cdot 10\% = 954\,072,9$  грн

### 10.1.3 Розрахунок витрати електроенергії

Розрахунок річної витрати електричної енергії на споживання.

$$S = E_p \cdot C_{ек} \quad (10.2)$$

$E_p$  – річне споживання електроенергії усіх обладнань

$C_{ек}$  – ціна за 1 кВт = 8,8

$$S = 903,5 \cdot 8,8 = 7\,950,8 \text{ тис, грн}$$

					<i>00. KMP 142.003.018.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

#### 10.1.4. Витратні матеріали

Холодоагент R717 (аміак) коштує за 1 кг 75 грн

Масило для компресора Bitzer W4HA-K коштує за 1 л 300 грн

#### 10.1.5 Розрахунок амортизаційних відрахувань в обладнаннях

Для основного обладнання норма – 20% від вартості обладнання

$$A = V_{\text{обладнання}} \cdot 20\% = 9\,540\,729 \cdot 20\% = 1\,908\,145,8 \text{ грн} \quad (10.3)$$

Розрахунок інших витрат для основного обладнання

Нормою інших витрат є 3% від амортизаційних витрат

$$V_{\text{ін}} = A \cdot 3\% = 1\,908\,145,8 \cdot 3\% = 57\,244,4 \text{ грн} \quad (10.4)$$

Розрахунок витрат на ремонт і пускові витрати

Витрати на ремонт обладнання приймаю 20% від амортизаційних відрахувань в обладнаннях, грн:

$$V_{\text{ремонт}} = A \cdot 20\% = 1\,908\,145,8 \cdot 20\% = 381\,629,16 \text{ грн} \quad (10.5)$$

Пускові витрати приймаю 2% від вартості обладнання, грн:

$$V_{\text{пускові}} = V_{\text{обладнання}} \cdot 2\% = 9\,540\,729 \cdot 2\% = 190\,814,58 \text{ грн} \quad (10.6)$$

Сума витрат загальна складає:

$$СВ = V_{\text{ремонт}} + V_{\text{пускові}} = 381\,629,16 + 190\,814,58 = 572\,443,74 \text{ грн} \quad (10.7)$$

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За попередніми розрахунками заводимо данні у таблицю

Таблиця 6.3.

Визначення витрат для розрахунку собівартості холоду

Найменування витрат	Кількість коштів, тис. грн.
Електроенергія	7 950,8
Холодоагент R717	123,75
Масило	16
Монтаж	954,07
Амортизація	1908,1
Інші витрати	572,4
Всього	11 525,12

10.1.6 Розрахунок виробленого холоду за рік

$$7300 * 149348,52 = 1090,5 \text{ мВт*год} \quad (10.8)$$

Розрахунок EER(показник енергоефективності холодильної машини)

$$EER = Q_{\text{холоду}} / P_{\text{двиг}} \quad (10.9)$$

$$EER = 37.5 \text{ кВт} / 15 \text{ кВт} = 2,5$$

Собівартість холоду

$$8,8 \text{ грн} / 2,5 \text{ кВт} = 3,52 \text{ грн/кВт}_{\text{холоду}} \quad (10.10)$$

10.2. Розрахунок для пропанової установки

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10.2.1 Розрахунок споживання електроенергії від холодильного обладнання, розраховується:

$$N = P_{el} \cdot r$$

$P_{el}$  - потужність холодильного обладнання

$r$  – час роботи холодильного обладнання, 7300 год.

Таблиця 10.4.

Споживання електроенергії обладнанням

Обладнання	Кількість	Електрична потужність (P), кВт	$\Sigma(P)$ Електрична потужність, кВт	Рік, тис. кВт · год
Компресор Bitzer 4CESP-6Z-40S.	12	9,7	116,4	849,7
Конденсатор GCHC PD 050.2/12-48-4239787M	6	1,38	8,28	60,4
Випарник GACV PX 031.1DF/2A-70.A-18U9.0CHM	12	0,19	2,28	16,6
Всього				926,7

## 10.2.2 Розрахунок витрат на обладнання та монтажу

Таблиця 10.5.

### Витрати на холодильне обладнання

Обладнання	Кількість	Витрата на обладнання грн,
Компресор Bitzer <b>4CESP-6Z-40S</b>	12	2 400 000
Конденсатор GCHC PD 050.2/12-48-4239787M	6	1 040 083
Випарник GACV PX 031.1DF/2A-70.A-18U9.0CHM	12	1 191 321
Всього	4 631 404 грн	

Витрати на монтаж 4 631 404 \*10% = 463140,4 грн

## 10.2.3 Розрахунок витрати електроенергії

Розрахунок річної витрати електричної енергії на споживання.

$$S = E_p \cdot C_{ек}$$

$E_p$  – річне споживання електроенергії усіх обладнань

$C_{ек}$  – ціна за 1 кВт = 8,8

$$S = 926,7 \cdot 8,8 = 8154,96 \text{ тис, грн}$$

### Витратні матеріали

Холодоагент R290(пропан) коштує за 1 кг 150 грн

Масило для компресора Bitzer **4CESP-6Z-40S** коштує за 1 л 550 грн

### Розрахунок амортизаційних відрахувань в обладнаннях

					<i>00. КМР 142.003.018.ПЗ</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для основного обладнання норма – 20% від вартості обладнання

$$A = V_{\text{обладнання}} \cdot 20\% = 4\,631\,404 \cdot 20\% = 926\,280.8 \text{ грн}$$

Розрахунок інших витрат для основного обладнання

Нормою інших витрат є 3% від амортизаційних витрат

$$V_{\text{ін}} = A \cdot 3\% = 926\,280.8 \cdot 3\% = 27\,788.4 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на ремонт і пускові витрати

Витрати на ремонт обладнання приймаю 20% від амортизаційних відрахувань в обладнаннях, грн:

$$V_{\text{ремонт}} = A \cdot 20\% = 926\,280.8 \cdot 20\% = 185\,256.2 \text{ грн}$$

Пускові витрати приймаю 2% від вартості обладнання, грн:

$$V_{\text{пускові}} = V_{\text{обладнання}} \cdot 2\% = 4\,631\,404 \cdot 2\% = 92\,628.1 \text{ грн}$$

Сума витрат загальна складає:

$$\Sigma V = V_{\text{ремонт}} + V_{\text{пускові}} = 185\,256.2 + 92\,628.1 = 277\,884.28 \text{ грн}$$

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За попередніми розрахунками заводимо данні у таблицю

Таблиця 10.6.

Визначення витрат для розрахунку собівартості холоду

Найменування витрат	Кількість коштів, тис. грн.
Електроенергія	8154,96
Холодоагент R290	7,6
Масило	18,8
Монтаж	463.1
Амортизація	926.3
Інші витрати	277.9
Всього	9848,66

10.2.4 Розрахунок виробленого холоду за рік

$$7300 * 149348,52 = 1090,5 \text{ мВт*год}$$

Розрахунок EER(показник енергоефективності холодильної машини)

$$EER = \frac{Q_{\text{холоду}}}{P_{\text{двиг}}}$$

$$EER = \frac{37,5 \text{ кВт}}{18,4 \text{ кВт}} = 2,03$$

Собівартість холоду

$$\frac{8,8 \text{ грн}}{2,03 \text{ кВт}} = 4,33 \text{ грн/кВт}_{\text{холоду}}$$

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

## 11. ПОРІВНЯННЯ ЕКОНОМІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ

Під час виконання дипломної роботи були виконані розрахунки різних рішень для холодильного складу зберігання картоплі об'ємом 3500т.

Для зберігання були обрані два рішення, а саме централізоване та децентралізоване холодопостачання.

Таблиця 11.1.

Результат розрахунків економічної частини(Частина 10)

	Аміак(R717)	Пропан(R290)
Електроспоживання, тис. КВт/рік	903,5	926,7
Витрати на обладнання, грн.	9 540 729	4 631 140,4
Витрати на монтаж, грн.	954 072,9	463 114
Витрати на електроенергію, тис. грн.	7950,8	8154,96
Амортизаційні витрати, грн.	1 908 146	926 280,8
Інші витрати, грн.	572 443,74	277 844,28
Собівартість виробленого холоду, грн/КВт <sub>холоду</sub>	3,52	4,33

Після проведення розрахунків можна прийти до висновків:

Для закупівлі обладнання, монтажу, заправки і пуску в експлуатацію аміачної холодильної установки потрібно 2182,9 тис. гривень.

А для пропанової холодильної установки потрібно 1530 тис. гривень.

З порівняння тих двох проєктів можемо сказати, що робити автономне охолодження 42,67% економічно вигідніше за централізоване.

Але собівартість холоду в аміачної холодильної установки буде на 18,71% менше, ніж у пропанової.

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 12. ОХОРОНА ПРАЦІ

### Охорона праці

Основні принципи охорони праці:

1. **Пріоритет життя і здоров'я працівників:** Життя і здоров'я працівників мають найвищу цінність. Усі заходи щодо забезпечення безпеки на робочому місці повинні враховувати цей принцип.
2. **Відповідальність роботодавця:** Роботодавець несе відповідальність за створення безпечних умов праці, забезпечення необхідного обладнання та проведення навчання працівників з охорони праці.
3. **Комплексність підходу:** Охорона праці повинна охоплювати всі аспекти виробничої діяльності, включаючи проектування, експлуатацію та утримання обладнання, а також організацію праці та відпочинку.
4. **Превентивні заходи:** Пріоритетом є запобігання виникненню небезпечних ситуацій шляхом регулярних перевірок, технічного обслуговування обладнання та навчання працівників.
5. **Право працівників на безпечні умови праці:** Працівники мають право на роботу в безпечних умовах та на отримання достовірної інформації про існуючі ризики та заходи з їх усунення.

Основні завдання охорони праці:

1. **Розробка і впровадження нормативних актів:** Створення законодавчої бази, яка регулює питання охорони праці, і контроль за її дотриманням.
2. **Організація навчання та інструктажу працівників:** Проведення навчання з питань безпеки праці, інструктажу щодо правил користування обладнанням та поведінки в небезпечних ситуаціях.
3. **Контроль за дотриманням вимог безпеки:** Регулярний контроль умов праці, проведення аудитів і перевірок, а також аналіз причин нещасних випадків.
4. **Забезпечення засобами індивідуального захисту:** Надання працівникам необхідних засобів захисту (шоломи, рукавички, захисні окуляри тощо).
5. **Розслідування нещасних випадків:** Розслідування кожного нещасного випадку з метою виявлення причин та розробки заходів щодо їх запобігання в майбутньому.

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Безпека при роботі з холодильним агентом (R717)

Аміак (R717) є **токсичним, вибухонебезпечним та їдким** газом. Безпека базується на запобіганні витокам та швидкій локалізації аварій.

**1. Вимоги до Приміщення (Машинне відділення):**

- Машинне відділення повинно мати **примусову припливно-втяжну вентиляцію** з кратністю повітрообміну, що забезпечує усунення аміаку у разі витоку.
- Повинні бути встановлені **системи автоматичного контролю концентрації аміаку** з подвійним порогом спрацювання (сигналізація та автоматичне включення аварійної вентиляції).
- Встановлення **аварійної душової та фонтанчика для промивання очей** для негайної дезактивації уражених ділянок.

**2. Засоби Захисту:** На видному місці повинні зберігатися комплекти ЗІЗ, включаючи **фільтруючі промислові протигази** (з коробкою КД) або ізолюючі дихальні апарати (для рятувальних робіт).

**3. Заходи у Випадку Аварії:** У разі витоку аміаку необхідно:

- Негайно **вимкнути компресорне обладнання**.
- Увімкнути **аварійну вентиляцію** та подати звуковий/світловий сигнал тривоги.
- Використовувати **розпилену воду** для осадження аміачної пари, оскільки (R717) добре розчиняється у воді.

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

## Безпека при роботі з холодильним агентом (R290)

### Робота з холодагентом

Робота з холодагентом R290 (пропан) має свої особливості та ризики, які обов'язково повинні враховуватися для забезпечення безпеки працівників та збереження обладнання. Пропан є природним хладагентом, який має ряд переваг, таких як висока ефективність і низький вплив на навколишнє середовище, проте його використання пов'язане з певними небезпеками.

### Основні ризики роботи з хладагентом R290

#### 1. Вибухонебезпечність і легкозаймистість:

- Пропан є дуже легкозаймистим газом. Він може вибухнути при контакті з відкритим полум'ям або іскрою. Це створює високий ризик пожеж і вибухів на робочому місці.
- Навіть невеликі концентрації пропану у повітрі (2,1-9,5% за об'ємом) можуть призвести до вибуху при контакті з джерелом займання.

#### 2. Токсичність:

- Пропан сам по собі не є токсичним газом, але при високих концентраціях він може витіснити кисень у повітрі, що призводить до гіпоксії (кисневого голодування). Це може викликати запаморочення, втрату свідомості та навіть задушення.

#### 3. Можливість витоків:

- Через низьку молекулярну масу пропан легко проходить через ущільнення і з'єднання, що підвищує ризик витоків. Витоки можуть призвести до накопичення вибухонебезпечних концентрацій газу.

#### 4. Корозійна дія:

- Хоча пропан не є агресивним до більшості металів, він може викликати корозію при змішуванні з вологою або іншими хімічними речовинами.

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Запобіжні заходи

Для мінімізації ризиків при роботі з хладагентом R290 слід дотримуватися таких заходів безпеки:

### 1. Вентиляція:

- Забезпечення адекватної вентиляції в приміщеннях, де використовується або зберігається пропан. Це допоможе уникнути накопичення вибухонебезпечних концентрацій газу.

### 2. Устаткування і інструменти:

- Використання інструментів і обладнання, сертифікованих для роботи з легкозаймистими газами. Забезпечення наявності вибухозахищених електричних пристроїв та освітлення.

### 3. Детектори газу:

- Встановлення детекторів пропану для виявлення витоків на ранніх стадіях. Це дозволить вчасно вжити заходів для запобігання небезпеці.

### 4. Навчання персоналу:

- Проведення регулярних навчань і інструктажів для працівників щодо безпечного поводження з пропаном, дій у випадку аварії та правильного використання засобів індивідуального захисту.

### 5. Засоби індивідуального захисту:

- Використання захисного одягу, рукавичок, захисних окулярів та масок для захисту від потенційних небезпек.

### 6. План дій у випадку аварії:

- Розробка та впровадження плану дій у випадку аварійної ситуації, включаючи евакуацію, перекриття джерел витоку та інші заходи реагування.

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні ризики роботи на складі:

**1. Фізичні травми:**

- **Падіння з висоти:** Робота на підвищених платформах, сходах чи стелажах підвищує ризик падінь.
- **Травми від важких предметів:** Підняття, переміщення та складування важких предметів можуть призвести до травм спини, м'язів та суглобів.
- **Травми від вантажно-розвантажувальних робіт:** Використання підйомного обладнання, такого як навантажувачі, підйомники та транспортери, несе ризик наїзду на працівників або падіння вантажу.

**2. Технічні ризики:**

- **Неякісне обладнання:** Використання старого або неякісного обладнання може спричинити нещасні випадки та поломки.
- **Електричні небезпеки:** Робота з електричним обладнанням може призвести до ураження електричним струмом при неправильному використанні або недотриманні безпечних процедур.

**3. Організаційні ризики:**

- **Недостатня підготовка персоналу:** Відсутність належного навчання та інструктажу з техніки безпеки може збільшити ризик нещасних випадків.
- **Перевантаженість та стрес:** Високий темп роботи, недостатній відпочинок та перевантаженість можуть призвести до стресу та зниження уваги, що підвищує ймовірність помилок і травм.

**4. Пожежна безпека:**

- **Вогнебезпечні матеріали:** Наявність легкозаймистих матеріалів або речовин підвищує ризик пожежі.
- **Неправильне зберігання:** Недотримання правил зберігання вогнебезпечних матеріалів може спричинити пожежу.

**5. Ергономічні ризики:**

- **Неправильні робочі пози та рухи:** Підняття важких предметів або тривала робота в неправильних позах може призвести до м'язово-скелетних розладів.

**6. Психологічні ризики:**

- **Монотонність і відсутність мотивації:** Рутинна та монотонна робота може призвести до зниження мотивації та загальної продуктивності, а також до появи психічного стресу.

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Запобіжні заходи

Для мінімізації ризиків на складі слід дотримуватися таких заходів безпеки:

### 1. Навчання і інструктаж:

- Регулярне проведення навчання та інструктажів з техніки безпеки для всіх працівників, включаючи нових співробітників.

### 2. Правильне обладнання:

- Використання якісного та справного обладнання, регулярне технічне обслуговування та перевірка його стану.
- Встановлення захисних бар'єрів і поручнів на висотах.

### 3. Правильне зберігання вантажів:

- Дотримання правил складування та зберігання вантажів, уникнення перевантаження стелажів.
- Розміщення важких предметів на нижніх полицях для зменшення ризику падінь.

### 4. Засоби індивідуального захисту:

- Забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального захисту, такими як каски, рукавички, захисне взуття та жилети.

### 5. Організація робочого процесу:

- Розподіл робочих навантажень для запобігання перевантаженню працівників.
- Впровадження системи ротації завдань для зменшення монотонності роботи.

### 6. Пожежна безпека:

- Регулярні перевірки пожежного обладнання, проведення навчань з евакуації та використання вогнегасників.
- Дотримання правил зберігання вогнонебезпечних матеріалів.

### 7. Ергономіка робочого місця:

- Впровадження ергономічних рішень для робочих місць, таких як регульовані столи та підйомні платформи.
- Навчання працівників правильним методам підняття та переміщення вантажів.

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

В рамках магістерської кваліфікаційної роботи було виконано комплексний аналіз та порівняння двох альтернативних технічних рішень для забезпечення холодильного оброблення та зберігання продукції: централізованої аміачної установки (R717) та автономної (децентралізованої) пропанової установки (R290). Порівняння базувалося на технічних, економічних та експлуатаційних показниках.

### 1. Економічне Обґрунтування (Кількісні Результати)

Аналіз економічних показників виявив чіткий компроміс між капітальними та експлуатаційними витратами:

- **Капітальні Витрати:** Встановлено, що загальні інвестиції у пропанову автономну установку (R290) є значно нижчими, ніж для централізованої аміачної системи. Система на R290 виявилася дешевшою на 42.67% за початковими капітальними витратами, що робить її привабливою для проєктів з обмеженим інвестиційним бюджетом.
- **Собівартість Холоду:** Незважаючи на нижчу початкову вартість, собівартість виробництва 1кВт/год холоду для R290 виявилася гіршою на 18.71% порівняно з R717. Це є прямим наслідком вищого споживання електроенергії (нижчий COP) автономними компресорними блоками.

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. Технологічні та Якісні Висновки

Таблиця Висновки. 1

### Результат роботи

	Централізована R717	Автономна R290
Енергоефективність	Висока (COP) за рахунок насосної (заливної) схеми циркуляції.	Середня (стандартна схема прямого розширення).
Управління Мастилом	Складне, вимагає високопродуктивних маслорозподільників.	Просте (мастило повертається з холодоагентом).
Безпека	Токсичність, вимагає складних систем нейтралізації та захисту.	Вибухонебезпека, вимагає вибухозахищеного обладнання.
Надійність	Висока, забезпечується централізованим резервуванням насосів та компресорів.	Середня, відмова одного блоку впливає лише на одну камеру.

### 3. Рекомендації

Вибір оптимальної схеми залежить від стратегії інвестора та горизонту планування:

1. Система на R717 рекомендована для інвестицій з довгим терміном окупності та високим навантаженням. Її вища капітальна вартість повністю компенсується протягом експлуатації завдяки найнижчій собівартості холоду та високій енергоефективності.
2. Система на R290 рекомендована для проектів, де пріоритетом є швидкий запуск та мінімізація початкових капітальних витрат, незважаючи на дещо вищі експлуатаційні витрати в майбутньому.

Таким чином, у ході роботи було підтверджено, що у промисловому холодильному секторі зберігається принцип компромісу: ефективність обернено пропорційна початковим інвестиціям.

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

## ЛІТЕРАТУРА

**1.Б.К. Явнель.** Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.

<https://ua.libcats.org/g/%D0%AF%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8C%20%D0%91.%20%D0%9A>.

**2. Потапов С.Г., Задорожний С.А.** – Посібник Проектування холодильників підприємств торгівлі та громадського харчування

**3. В.П. Петренко.** Теплотехнологічні процеси та установки – курс лекцій.

[https://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDescription?doc\\_id=255578](https://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=255578)

**4.А.В. Форсюк.** Теоретичні основи холодильної техніки

[https://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDescription?doc\\_id=167886](https://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=167886)

**5.А.В. Форсюк.** Холодильні машини

[https://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDescription?doc\\_id=382218](https://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDescription?doc_id=382218)

**6. Bitzer** – підбір обладнання: <https://www.bitzer.de>

**7. Guntner** - підбір обладнання: <https://www.myguntner.com>

**8. Danfoss** – підбір допоміжного обладнання: <https://www.danfoss.com>

**9. Семенюк Д. П., Петренко О. В.** Технологічне холодильне обладнання: навчальний посібник

<https://repo.btu.kharkiv.ua/items/46e70eff-b830-44a5-a85b-9177c778eff0>

**10. С.В. Гулієнко, О.В. Гусарова** Холодильна техніка конспект лекцій

**12. О. С. Тітлов, С.Ф. Горикін** Холодильне обладнання підприємств харчової промисловості

[https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2020/Titlov\\_2012\\_286.pdf](https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2020/Titlov_2012_286.pdf)

**13. ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель"**

[https://e-construction.gov.ua/laws\\_detail/3075196638495507996](https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3075196638495507996)

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. ДСТУ EN 378 (частини 1–4). Холодильні системи та теплові насоси.  
Вимоги щодо безпеки та екології.

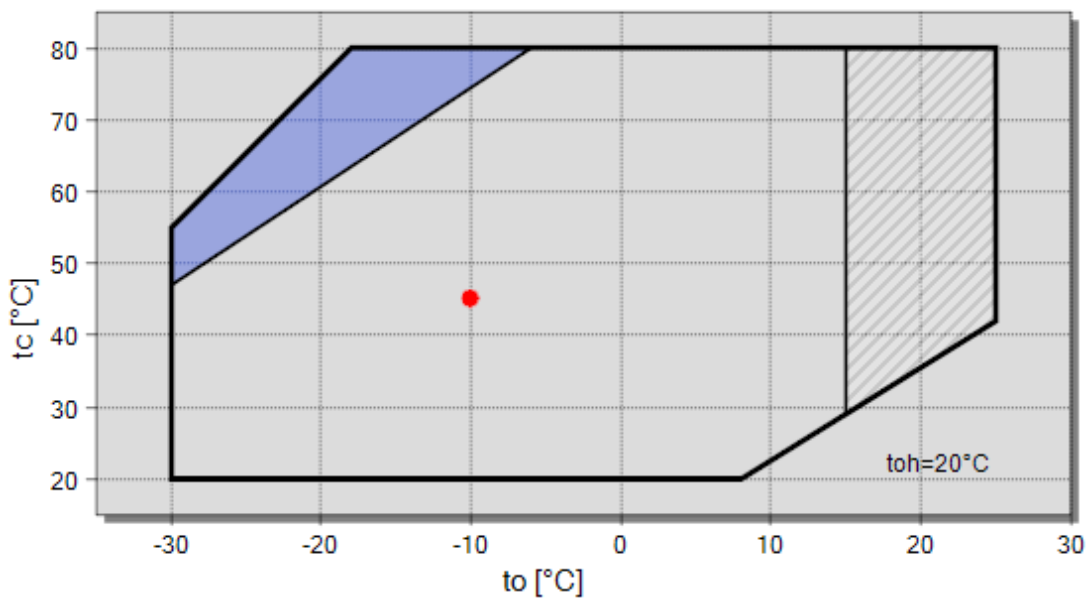
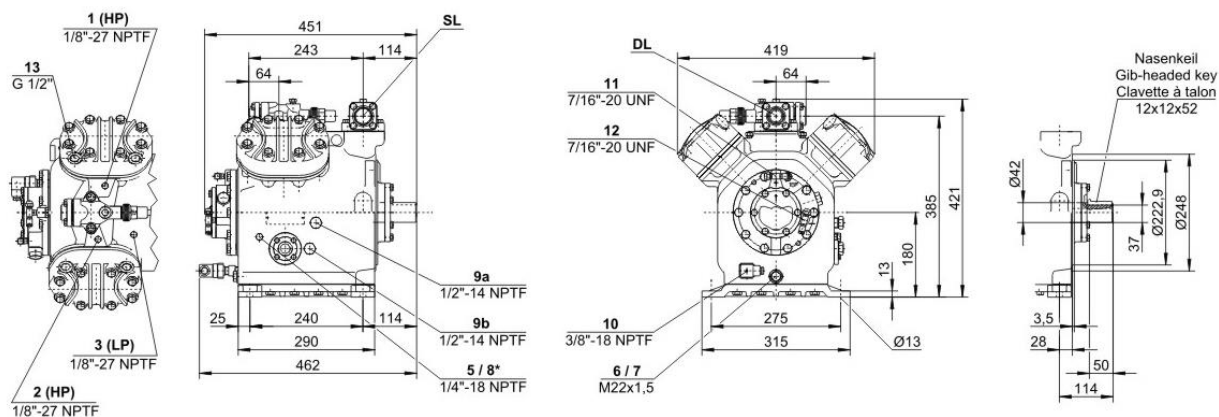
[https://ref.org.ua/upload/iblock/e15/II\\_-Metodychni-rekomendatsiyi-shchodo-bezpeky-ta-standarty-RACHP.pdf](https://ref.org.ua/upload/iblock/e15/II_-Metodychni-rekomendatsiyi-shchodo-bezpeky-ta-standarty-RACHP.pdf)

15. **Виробничі каталоги та технічні посібники виробників обладнання**

					00. КМР 142.003.018.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ДОДАТКИ

## Компрессор Bitzer W4NA



### Legend

- additional cooling
- suction gas superheat > 10K
- A

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00. KMP 142.003.018.ПЗ

Арк.

71

**Technical Data**

Displacement (1450rpm 50Hz)	56,1 m3/h
Displacement (1750rpm 60Hz)	67,7 m3/h
No. of cylinder x bore x stroke	4 x 60 mm x 57 mm
Allowed speed range	750 .. 1750 1/min
Weight	77 kg
Max. pressure (LP/HP)	19 / 25 bar
Connection suction line	NW 32
Connection discharge line	NW 25
Oil type NH3	Reniso KC68 (Standard)

**Extent Of Delivery (Standard)**

Oil charge	4,0 dm3
Protective charge	Standard
Suction shut-off valve	Standard
Discharge shut-off valve	Standard
Water-cooled cylinder heads	Standard

**Available Options**

Coupling (...K) w. A/C + medium	KK411 [<11kW] / KK420 [<22kW] (Option)
Coupling (...K) w. low temp.	KK415 [<7.5kW] / KK425 [<22kW] (Option)
Coupling housing	Option
Motor pulley (...S)	190, 210, 230 mm (Option)
V-belts	3 x SPA (Option)
Discharge gas temperature sensor	Option (incl. INT69VS)
Start unloading	Option
Connection cooling water	R 1/2"
Capacity control	100-50% (Option)
Oil service valve	Option
Oil heater	100 W (Option)
Oil pressure monitoring	MP55A (Option)

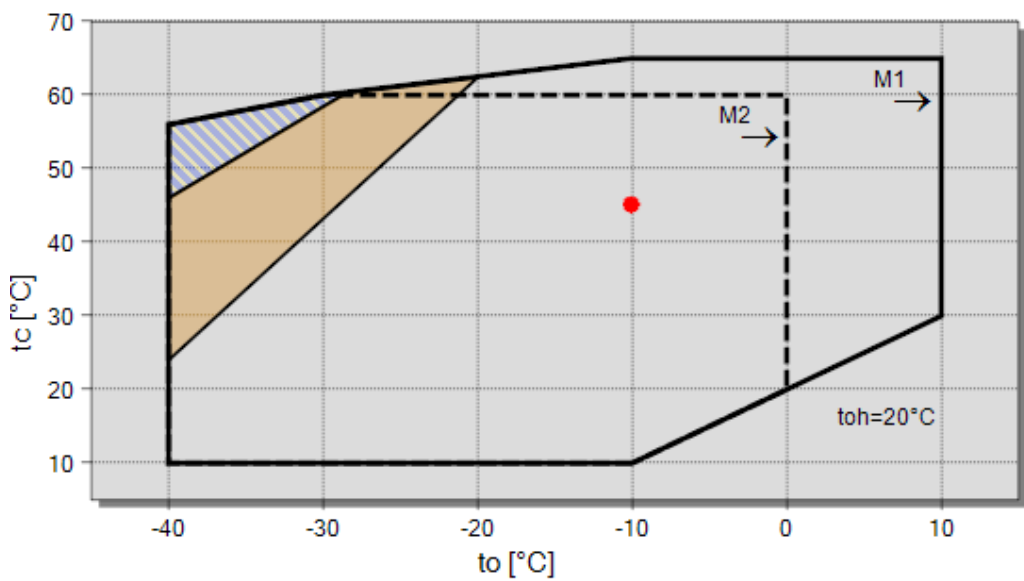
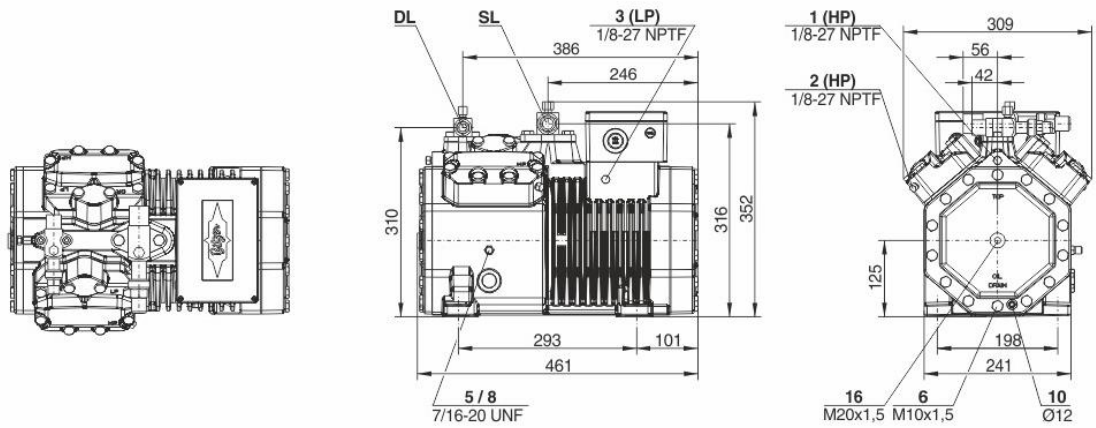
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00. KMP 142.003.018.ПЗ

Арк.

72

# Компрессор Bitzer 4CESP-6Z-40S



## Legend

- additional cooling & suction gas superheat  $\le 20K$
- additional cooling or suction gas superheat  $\le 20K$
- M1: motor 1
- M2: motor 2
- A

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

00. KMP 142.003.018.ПЗ

Арк.

73

**Technical Data**

Displacement (1450rpm 50Hz)	32,48 m3/h
Displacement (1750rpm 60Hz)	39,20 m3/h
No. of cylinder x bore x stroke	4 x 55 mm x 39,3 mm
Weight	99 kg
Max. pressure (LP/HP)	19 / 32bar
Connection suction line	28 mm - 1 1/8"
Connection discharge line	22 mm - 7/8"
Oil type R290/R1270	BSG68K (Standard)   SHC226E (Option): $\Delta t_{oh} \geq 20K$

**Motor Data**

Motor version	2
Motor voltage (more on request)	380-420V Y-3-50Hz
Max. operating current	17.7 A
Starting current (Rotor locked)	82.4 A
Max. power input	9,7 kW

**Extent Of Delivery (Standard)**

Motor protection	SE-B3(Standard), SE-B2(Option)
Enclosure class	IP66
Vibration dampers	Standard
Oil charge	2,00 dm <sup>3</sup>
Discharge shut-off valve	Standard
Suction shut-off valve	Standard

**Available Options**

Discharge gas temperature sensor	Option
Capacity control	100-50% (Option)
Additional fan	Option
Oil heater	0..120 W PTC (Option)

**Sound Measurement**

Sound power level (-10°C / 45°C)	74,1dB(A) @ 50Hz
Sound power level (-35°C / 40°C)	76,5 dB(A) @ 50Hz
Sound pressure level @ 1m (-10°C / 45°C)	66,11dB(A) @ 50Hz
Sound pressure level @ 1m (-35°C / 40°C)	68,5 dB(A) @ 50Hz

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00. KMP 142.003.018.ПЗ

Арк.

74

## Ресивер Bitzer 4CESP-6Z

Liquid receiver

Add to system configuration

### Configuration

Design

Mode

Operating point

Common



### Product selection

Compressor

4CESP-6Z  F252HP

[Result](#) [Technical Data](#) [Dimensions](#) [Documentation](#)

**Compressor:** 4CESP-6Z

Recommendation: F252HP

**Selection** F252HP

Recommended operating point: A

Selected operating point: A

Receiver volume 25,0 dm<sup>3</sup>

Max. refrigerant charge 11,30 kg

Receiver load 80,8 %

Receiver unit indivi. components

lower fixing rails 327301-05

upper fixing rails --

upper fixing plate 320366-02

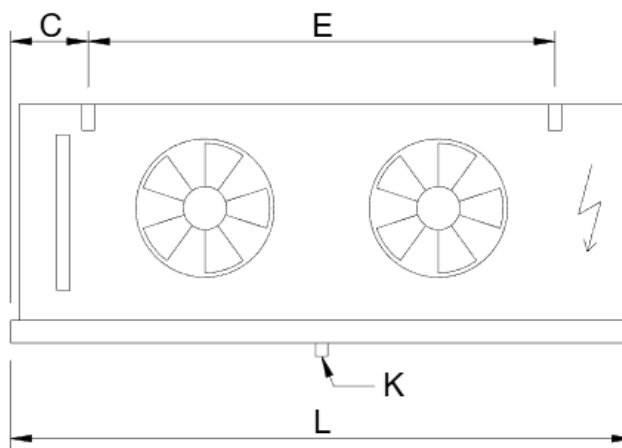
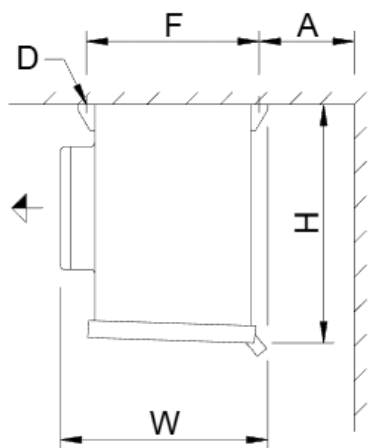
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00. KMP 142.003.018.ПЗ

Арк.

74

# Випарник GACV PX 031.1DF/2A-70.A-18U9.0CHM



L : **1431 mm**

W : **582 mm**

H : **457 mm**

E : **920 mm**

F : **464 mm**

C : **269 mm**

A : **300 mm**

D : **11 mm**

K : **G1¼"**

Capacity: **21.0 kW<sup>(1)(2)</sup>**  
 Surface reserve: **0.0 %**  
 Air flow: **3375 m<sup>3</sup>/h**  
 Air velocity: **2.6 m/s**  
 Air inlet: **31.0 °C**  
 Air outlet: **17.4 °C**  
 Air pressure: **1013 mbar**

Refrigerant: **Propane (R290) <sup>(3)(4)</sup>**  
 Evaporation temp.: **-4.0 °C**  
 Superheating: **4.0 K**  
 Cond. temp.: **42.0 °C**  
 Subcooled temp.: **6.0 °C**

Fans (AC): **2 Piece(s) 1~230V 50Hz**  
 Data per motor (nominal data):  
 Speed: **1350 min<sup>-1</sup>**  
 Capacity(mech./el.): **0.08 kW/0.09 kW**  
 Current: **0.41 A<sup>(5)</sup>**  
 ErP: **Not relevant<sup>(9)</sup>**

Noise pressure level: **47 dB(A) in 3.0 m <sup>(6)(7)</sup>**  
 Noise power level: **69 dB(A)**  
 Air throw: **approx. 9 m<sup>(8)</sup>**  
 Frost: **0.0 mm**

Total el. power consumption: **0.19 kW**

energy efficiency class: **D**

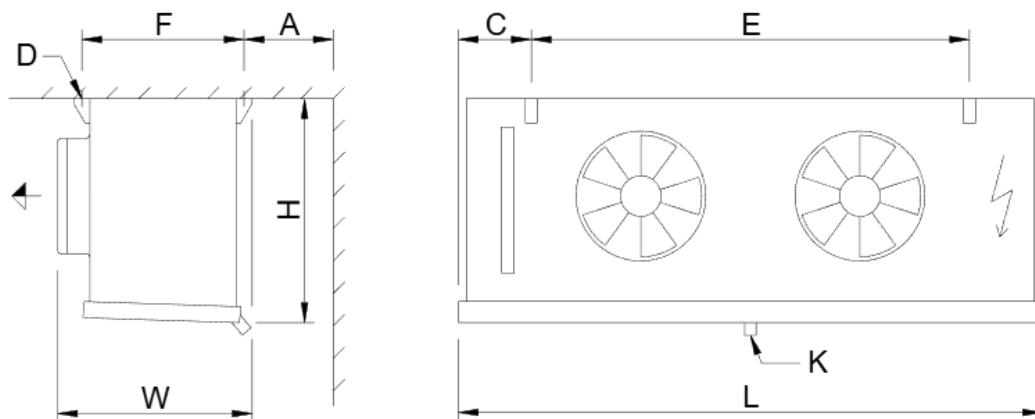
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00. KMP 142.003.018.ПЗ

Арк.

75

# Випарник GACV AP 050.1DN/2A-40.A-15UN.01DM



L : **1431 mm**

W : **582 mm**

H : **457 mm**

E : **920 mm**


F : **464 mm**

C : **269 mm**

A : **300 mm**

D : **11 mm**

K : **G1¼"**

Capacity:	<b>40.0 kW<sup>(1)(2)</sup></b>	Refrigerant:	<b>NH3 / ammonia (R717)<sup>(3)</sup></b> 
Surface reserve:	<b>10.5 %</b>	Evaporation temp.:	<b>-6.0 °C</b>
Air flow:	<b>13308 m³/h</b>	Feed rate (pump):	<b>3.5</b>
Air velocity:	<b>2.7 m/s</b>		
Air inlet:	<b>9.0 °C</b>		
Air outlet:	<b>3.0 °C</b>		
Air pressure:	<b>1013 mbar</b>		

Fans (AC):	<b>2 Piece(s) 3~400V 50HzΔ/(Y)</b>	Noise pressure level:	<b>60 dB(A) in 3.0 m<sup>(5)(6)</sup></b>
Data per motor (nominal data):		Noise power level:	<b>82 dB(A)</b>
Speed:	<b>1340 min<sup>-1</sup> / (990 min<sup>-1</sup>)</b>	Air throw:	<b>approx. 21 m<sup>(7)</sup></b>
Capacity(mech./el.):	<b>0.50 kW/0.62 kW</b>	Frost:	<b>0.0 mm</b>
Current:	<b>1.1 A<sup>(4)</sup></b>		
ErP:	<b>Compliant<sup>(8)</sup></b>		

Total el. power consumption: **1.13 kW** energy efficiency class: **--**

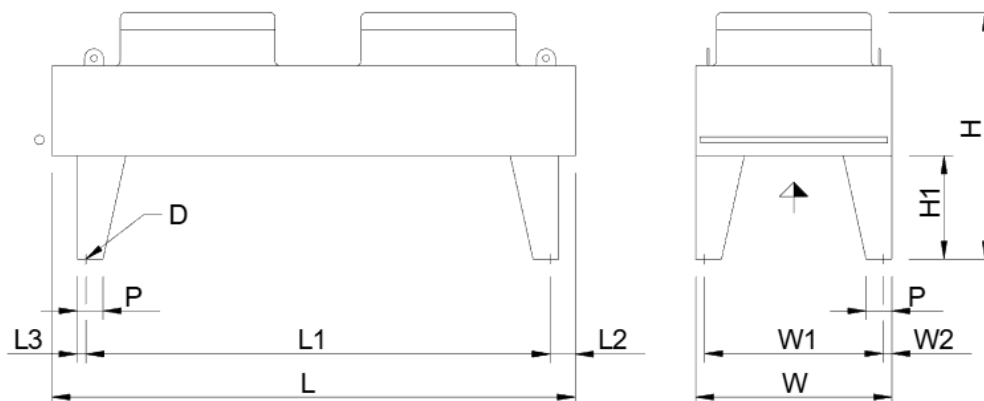
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00. KMP 142.003.018.ПЗ

Арк.

76

# Конденсатор GCVV AD 080.3NF/12A-51-263G.34QM



L :	<b>4740 mm</b>	W :	<b>1141 mm</b>	H :	<b>1459 mm</b>
H1 :	<b>600 mm</b>	L1 :	<b>4400 mm</b>	L2 :	<b>197 mm</b>
L3 :	<b>52 mm</b>	P :	<b>150 mm</b>	W1 :	<b>1037 mm</b>
W2 :	<b>52 mm</b>	D :	<b>17 mm</b>		

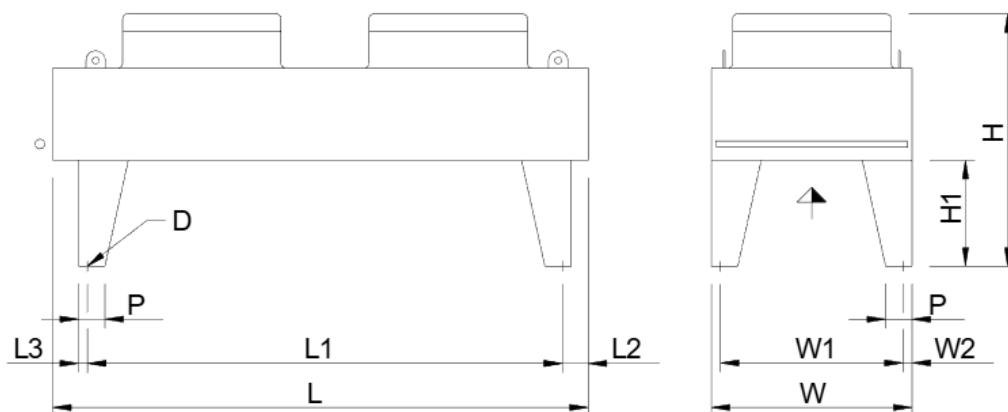
Capacity:	<b>80.8 kW<sup>(1)</sup></b>	Refrigerant:	<b>Аммиак/диметиловый эфир (R723)<sup>(2)</sup></b>
Air flow:	<b>37763 m<sup>3</sup>/h</b>	Hot gas temp.:	<b>72.0 °C</b>
Air inlet:	<b>31.0 °C 50 %</b>	Condensation temp. (dew pt.):	<b>42.0 °C</b>
Altitude:	<b>0.0 m</b>	Condensate outlet:	<b>40.8 °C</b>
Air velocity:	<b>2.6 m/s</b>	Hot gas flow:	<b>21.01 m<sup>3</sup>/h</b>
Heat transf. coeff.:	<b>31.24 W/(m<sup>2</sup>·K)</b>	Mass flow:	<b>337 kg/h</b>
		Pressure drop:	<b>0.095 bar / 0.20 K</b>

Fans (AC):	<b>2 шт. 3~400V 50HzΔ/(Y)</b>	Noise pressure level:	<b>51 dB(A) in 10.0 m<sup>(4)(5)</sup></b>
Data per motor (nominal data):		Noise power level:	<b>83 dB(A)</b>
Speed:	<b>850 min<sup>-1</sup> / (650 min<sup>-1</sup>)</b>	ErP:	<b>Соответствующий<sup>(6)</sup></b>
Capacity(mech./el.):	<b>1.15 kW/1.55 kW</b>		
Current:	<b>3.30 A<sup>(3)</sup></b>		

Total el. power consumption: **3.37 kW**      energy efficiency class: **--**

					<b>00. KMP 142.003.018.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

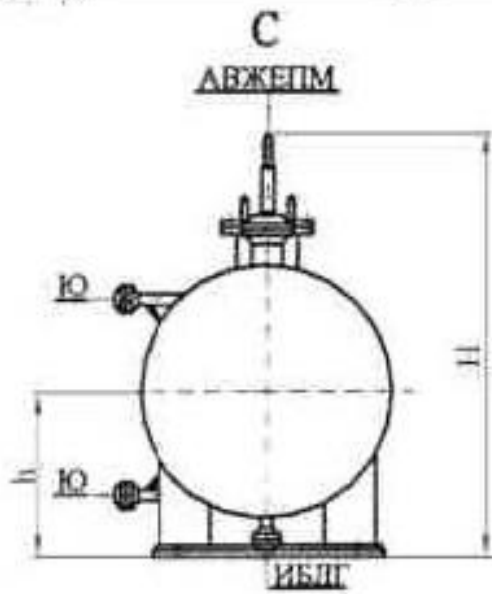
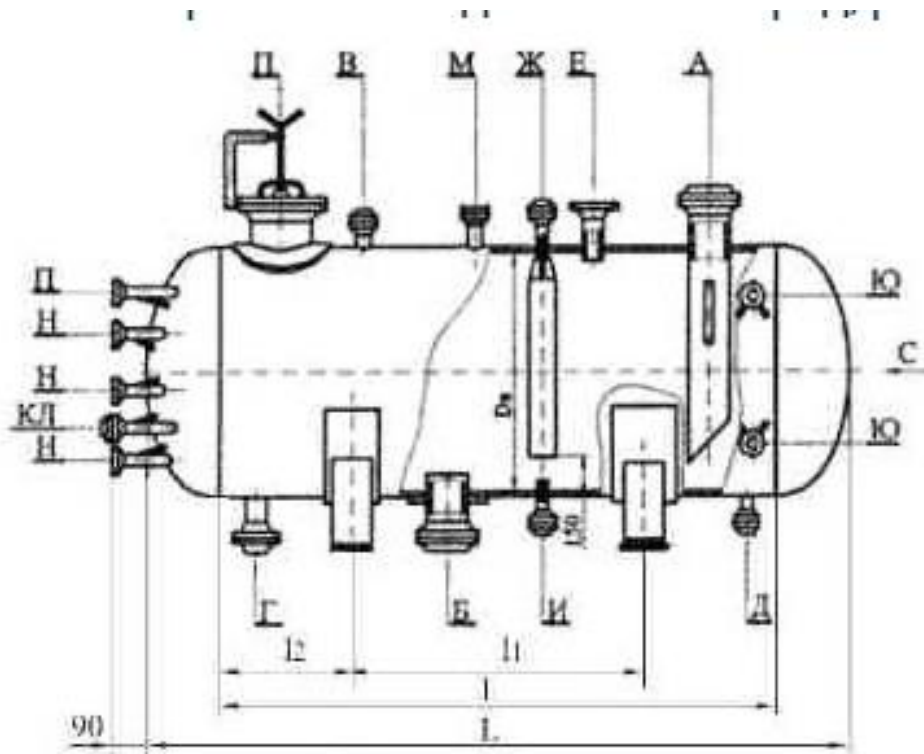
# Конденсатор GCHC PD 050.2/12-48-4239787M



L :	<b>3040 mm</b>	W :	<b>1641 mm</b>	H :	<b>1429 mm</b>
H1 :	<b>600 mm</b>	L1 :	<b>2700 mm</b>	L2 :	<b>197 mm</b>
L3 :	<b>52 mm</b>	P :	<b>150 mm</b>	W1 :	<b>1537 mm</b>
W2 :	<b>52 mm</b>	D :	<b>17 mm</b>		

Air flow:	<b>15064 m<sup>3</sup>/h</b>	Hot gas temp.:	<b>73.0 °C</b>
Air inlet:	<b>31.0 °C    40 %</b>	Condensation temp. (dew pt.):	<b>42.0 °C</b>
Altitude:	<b>0.0 m</b>	Condensate outlet:	<b>40.1 °C</b>
Air velocity:	<b>2.9 m/s</b>	Hot gas flow:	<b>12.76 m<sup>3</sup>/h</b>
Heat transf. coeff.:	<b>38.95 W/(m<sup>2</sup>·K)</b>	Mass flow:	<b>368 kg/h</b>
		Pressure drop:	<b>0.37 bar / 0.91 K</b>
Fans (AC):	<b>2 Piece(s) 3~400V 50HzΔ/(Y)</b>	Noise pressure level:	<b>48 dB(A) in 10.0 m <sup>(5)(6)</sup></b>
Data per motor (nominal data):		Noise power level:	<b>80 dB(A)</b>
Speed:	<b>1390 min<sup>-1</sup> / (1180 min<sup>-1</sup>)</b>	ErP:	<b>Compliant<sup>(7)</sup></b>
Capacity(el.):	<b>0.72 kW</b>		
Current:	<b>1.41 A<sup>(4)</sup></b>		
Total el. power consumption:	<b>1.38 kW</b>	energy efficiency class:	<b>D</b>

Ресивер для аміачної установки РЦЗ - 3,0



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00. КМР 142.003.018.ПЗ

Арк.

79

## Масловідділювач Bitzer OA4188



Макс. надлишковий тиск	28 bar
Вага	95 kg
Загальна ширина	465 mm
Загальна глибина	550 mm
Загальна висота	1060 mm
Заправка олії	40 l
Корисний обсяг холодоагенту	88 l
Мак. у компресорів	5
Підведення холодоагенту	76 mm - 3 1/8"
Вихід холодоагенту	76 mm - 3 1/8"
Вихід олії	35 mm - 1 3/8"
Макс. надлишковий тиск	28 bar
Мак. робоча температура	120°C
Підігрівач олії в картері	2x100 W
Датчик рівня олії	Standard
Приєднання для запобіжного клапана тиску	1 1/4" - 12 UNF
Сертифікація відповідно до PED 2014/68/EU	Standard

					00. KMP 142.003.018.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Function

Figure 1: EVRS 3, pipe thread

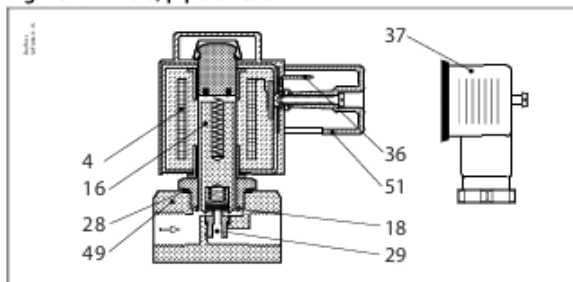


Figure 2: EVRS 3, weld

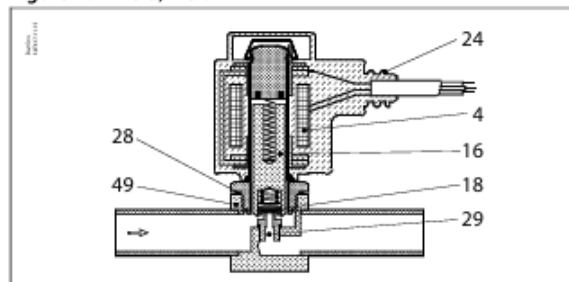


Figure 3: EVRS / EVRST 10 and 15

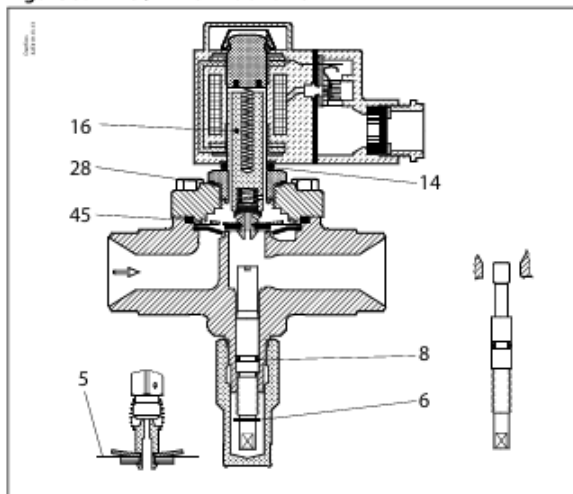
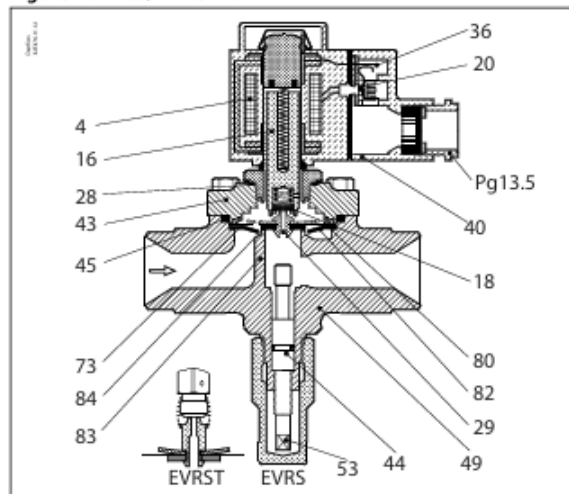


Figure 4: EVRS / EVRST 20

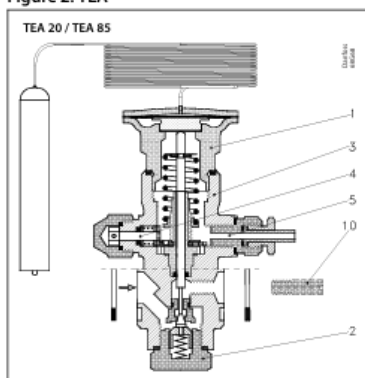


4. Coil	29. Pilot orifice	51. Cover
16. Armature	36. DIN plug	53. Manual operating spindle
18. Pilot valve plate	40. Terminal box	73. Equalization hole
20. Earth terminal	43. Valve cover	80. Diaphragm
24. Connection for flexible steel hose	44. O-ring	82. Support washer
28. Gasket	45. Valve cover gasket	83. Valve seat
	49. Valve body	84. Main valve plate

# Терморегулюючий вентиль – Danfoss TEA

## Material specification

Figure 2: TEA



1	Thermostatic element (diaphragm)	4	Superheat setting spindle (see „Instructions“)
2	Orifice assembly	5	Ext. pressure equalizing connection
3	Valve body	10	Separate outlet orifice (for TEA 20-1 only)

## Dimensions and weights

Figure 3: Dimensions and weights

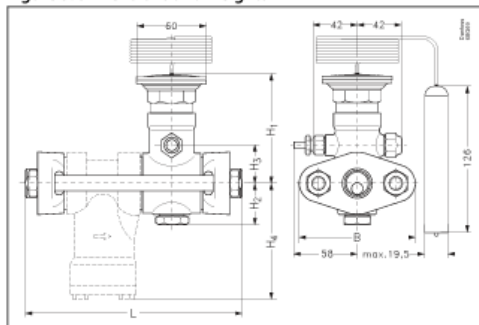


Table 2: Dimensions and weights

Type	H <sub>1</sub> [mm]	H <sub>2</sub> [mm]	H <sub>3</sub> [mm]	H <sub>4</sub> [mm]	L		B [mm]	Weight	
					Excl. strainer [mm]	Incl. strainer [mm]		Excl. strainer [kg]	Incl. strainer [kg]
TEA 20	94	38	25	96	110	164	80	2.1	3
TEA 85	104	37	35	106	125	199	95	3	4.5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00. KMP 142.003.018.ПЗ

Арк.

82

# Зворотній клапан CHV SS angle

## Material specification

SCA-X SS 15 - 40 and CHV-X SS 15 - 40

Figure 5: SCA-X SS 15 - 40 and CHV-X SS 15 - 40

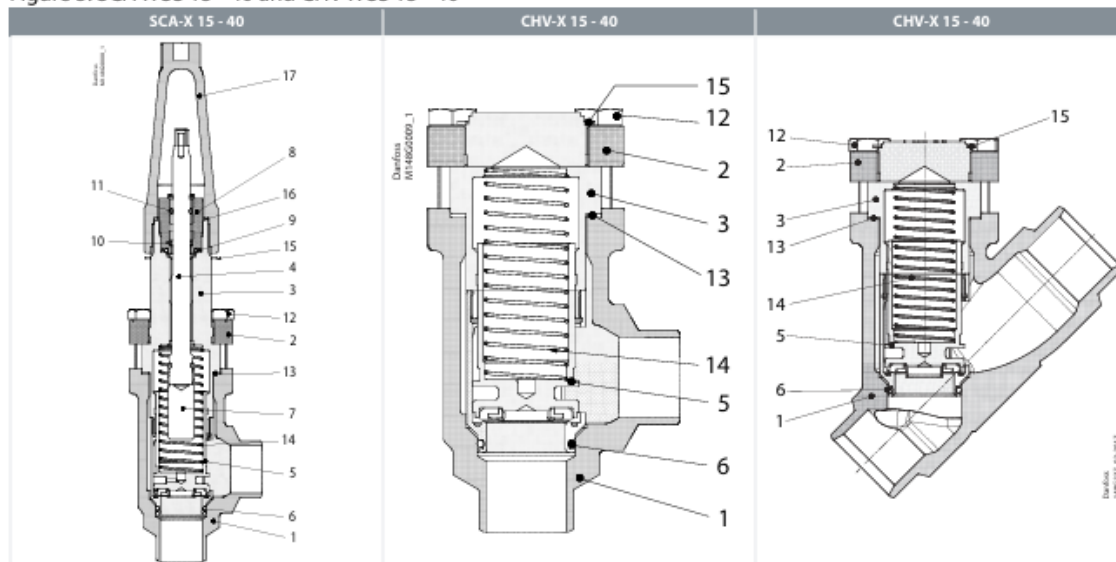


Table 4: Parts list and materials

No.	Part	Material	DIN/EN	ISO	ASTM
1	Housing	Stainless steel	GX5CrNi19-10 EN10213-4		AISI 304
2	Bonnet, Flange	Stainless steel	X5CrNi18-10 EN10088		AISI 304
3	Bonnet, Insert	Stainless steel	X8CrNiS18-9 DIN 17440		
4	Spindle	Stainless steel	X8CrNiS18-9 DIN 17440	Type 17, 17440	AISI 303
5	Cone	Steel Teflon (PTFE)			
6	O-ring	Cloroprene (Neoprene)			
7	Spindle extension	Steel			
8	Packing gland O-rings	Cloroprene (Neoprene)			
9	Packing washer	Aluminium			
10	Spring loaded seal	Teflon (PTFE)			
11	O-ring	Cloroprene (Neoprene)			
12	Bolts	Stainless steel	A2-70	A2-70	Type 308
13	Gasket	Fiber, non-asbestos			
14	Spring	Steel			
15	Identification ring	Stainless steel			
16	Seal cap gasket	Nylon			
17	Spindle seal cap	Aluminium			

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

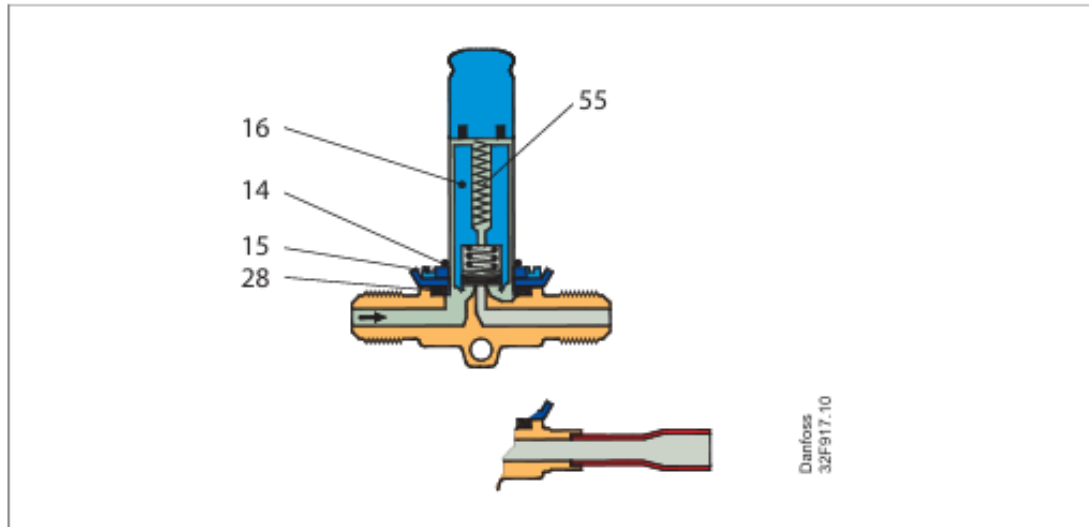
00. KMP 142.003.018.ПЗ

Арк.

83



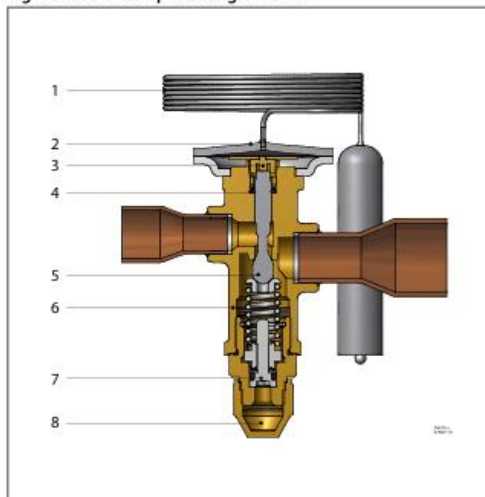
## Соленоїдний вентель Danfoss EVR



Type	Description	Pos. #	Qty.	Code no.
<b>Service kit (AC)</b>				
<b>EVR 2 and 3 (NC)</b>	O-ring	14	1	<b>032F0181</b>
	Screw	15	4	
	Armature assembly	16	1	
	Rubber gasket	28	1	
	Compress spring	55	1	

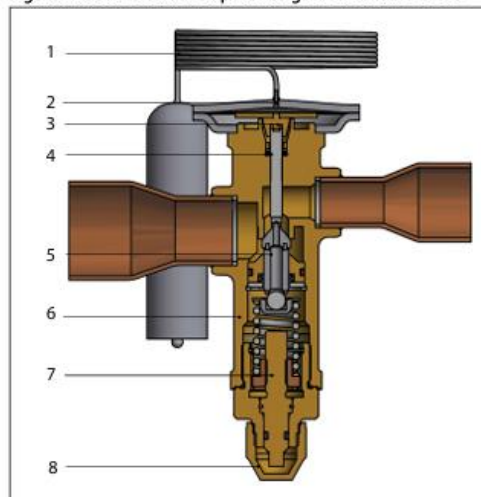
## Термо-регулюючий вентель Danfoss TGE

Figure 1: Balanced port design TGE 10



- 1 Bulb with capillary tube
- 2 Thermostatic element
- 3 Thrust pad
- 4 Push pin seal

Figure 2: Double balanced port design TGE 20 and TGE 40



- 5 Cone
- 6 Valve body
- 7 Static SH adjustment spindle
- 8 Protective cap

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00. KMP 142.003.018.ПЗ

Арк.

85

## Оглядове скло Danfoss SGP

### Конструкція і матеріали

Рисунок 2 – Модель з'єднання під пайку

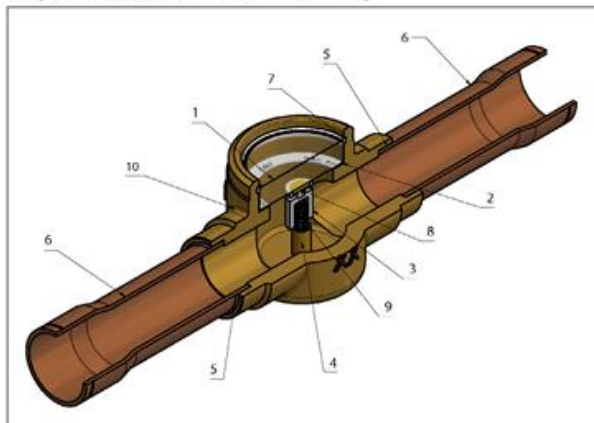
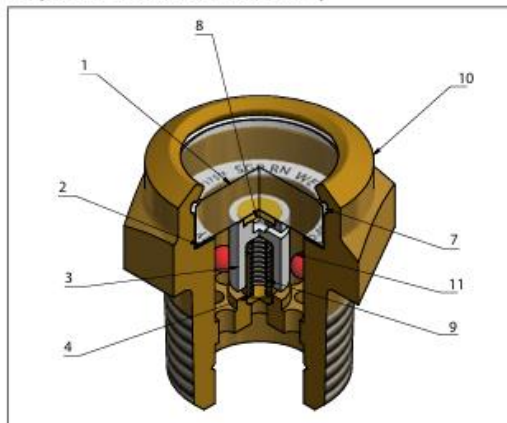


Рисунок 3 – Модель сідлового типу



Таблиця 5 – Конструкція і матеріали для SG/SGP

Позиція	Опис	Матеріал
1	Скло	Скло
2	Ярлик	Папір
3	Пристрій кріплення індикатора	Пластмаса
4	Пружинний напрямний пристрій	Латунь
5	Кільце для припаювання	Сплав срібла
6	З'єднувальна трубка	Мідь
7	Тефлонове кільце	PTFE
8	Індикаторний папір	Папір
9	Пружина	Нержавіюча сталь
10	Корпус клапана	Латунь
11	Поплавок	Пластмаса

Таблиця 6 – Конструкція і матеріали для типів індикатора

Тип індикатора	Ярлик	Пристрій кріплення індикатора
Тип I		Пристрій кріплення зеленого кольору 
Тип N		Пристрій кріплення білого кольору 

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

# Зворотній клапан CHV SS angle

## Material specification

SCA-X SS 15 - 40 and CHV-X SS 15 - 40

Figure 5: SCA-X SS 15 - 40 and CHV-X SS 15 - 40

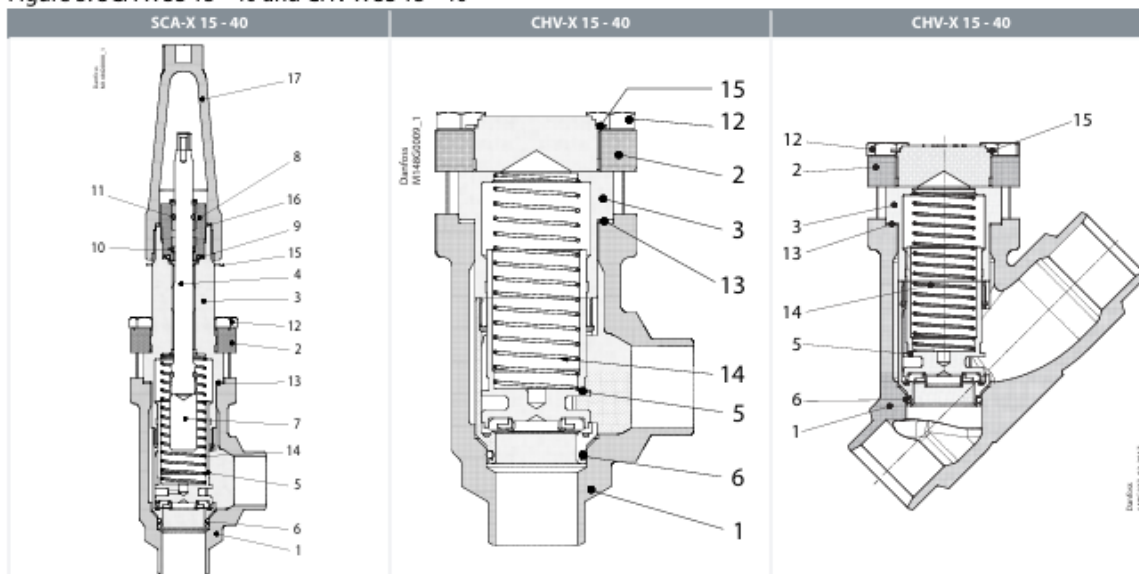


Table 4: Parts list and materials

No.	Part	Material	DIN/EN	ISO	ASTM
1	Housing	Stainless steel	GX5CrNi19-10 EN10213-4		AISI 304
2	Bonnet, Flange	Stainless steel	X5CrNi18-10 EN10088		AISI 304
3	Bonnet, Insert	Stainless steel	X8CrNiS18-9 DIN 17440		
4	Spindle	Stainless steel	X8CrNiS18-9 DIN 17440	Type 17, 17440	AISI 303
5	Cone	Steel Teflon (PTFE)			
6	O-ring	Chloroprene (Neoprene)			
7	Spindle extension	Steel			
8	Packing gland O-rings	Chloroprene (Neoprene)			
9	Packing washer	Aluminium			
10	Spring loaded seal	Teflon (PTFE)			
11	O-ring	Chloroprene (Neoprene)			
12	Bolts	Stainless steel	A2-70	A2-70	Type 308
13	Gasket	Fiber, non-asbestos			
14	Spring	Steel			
15	Identification ring	Stainless steel			
16	Seal cap gasket	Nylon			
17	Spindle seal cap	Aluminium			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00. KMP 142.003.018.ПЗ

Арк.

87