

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

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

**Кафедра** теплоенергетики та холодильної техніки

**«До захисту в ЕК»**

Директор інституту

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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**«До захисту допущено»**

Завідувач кафедри

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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійно програми \_\_\_\_\_  
Холодильні техніка та технологія

на тему: Проект холодильного логістичного складу молочної продукції  
місткістю 3500 т. у м.Вишневе з вибором оптимального холодильного агента

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

\_\_\_\_\_ Білик Микола Михайлович  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Пилипенко Олексій Юрійович  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Консультант \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело .

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

Київ – 2025 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад.  
І.С.Гулого  
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки  
Освітній ступінь \_\_\_\_\_ магістр \_\_\_\_\_  
Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування  
(код і назва)  
Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри ТЕХТ**

\_\_\_\_\_ проф. Петренко В.П.

“17” вересня 2025 року

## **ЗАВДАННЯ**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

**Білика Миколи Михайловича**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодильного логістичного складу молочної продукції місткістю 3500 т. у м.Вишневе з вибором оптимального холодильного агенту

Керівник роботи \_\_\_\_\_ доцент, к.т.н. Пилипенко Олексій Юрійович \_\_\_\_\_

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

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

2.Строк подання здобувачем роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи холодильний агент – аміак(R717), місткість холодильника 3500 тон, розташування м.Вишневе, молочні продукти(масло, сир Моцарела , сир Сулугуні , сир Косичка, компресори – гвинтові , випарники – повітроохолоджувачі , конденсатори – повітряні , вартість електроенергії , матеріал стін – сендвіч панелі, охорона праці по холодоагенту R717.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):  
Анотації, Вступ, Розділ1.Технологічна схема оброблення продукції, Розділ 2.Визначення основних розмірів та планування холодильника, Розділ 3.Теплоізоляційні конструкції холодильника, Розділ 4. Розрахунок теплонадходжень ,Розділ 5.Надходження теплоти від продуктів і тари, Розділ 6. Визначення навантаження на компресор, Розділ 7. Вибір розрахункового робочого режиму , Розділ 8. Вибір компресора, Розділ 9. Підбір теплообмінних апаратів, Розділ 10.Підбір конденсаторів для камер, Розділ 11.Вибір допоміжного обладнання, Розділ.12.Розрахунок трубопроводів, Розділ.13.Економічний розрахунок, Розділ.14.Техніко-економічне обґрунтування, Розділ.15.Охорона праці,Розділ.16.Список використаних джерел .



## Анотації.

У цьому дипломному проєкті було розроблено та всебічно спроектовано Розподільчий Холодильний Склад (РХС), призначений для зберігання молочної продукції, розташований у місті Вишневе (як ключовому логістичному хабі Київської агломерації). Холодоагент: У проєкті обрано природний та високоефективний холодоагент – Аміак (R717). Це стратегічне рішення забезпечує максимальну енергоефективність, екологічну стійкість (ODP=0, GWP=0) та мінімізацію довгострокових експлуатаційних витрат.

Система Холодопостачання: Проєкт містить повну холодильну схему та детальний опис системи холодопостачання, забезпечуючи підбір необхідного обладнання для надійних умов експлуатації.

Функціональність: Система розрахована на зберігання продукції як в охолодженому, так і в замороженому стані.

Тепловий Розрахунок: Виконано повний розрахунок, що включає визначення загальної площі холодильника, підбір оптимальної теплоізоляції (на основі сендвіч-панелей) та детальний розрахунок теплопритоків і теплонадходжень до камер .

Організація Зберігання: Обрано стелажний спосіб зберігання продукції в картонних коробках, що забезпечує максимальну зручність та швидкість при завантаженні й вивантаженні товарів.

Економічний Розрахунок: Документація містить "Економічний розрахунок" проєкту, що демонструє рентабельність будівництва РХС та відображає ціновий сегмент обладнання та матеріалів станом на 2025 рік.

Охорона Праці: Включено розділ "Охорона праці", який описує комплекс заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності персоналу в процесі трудової діяльності, з особливою увагою до вимог безпеки при експлуатації аміачних установок.

					00. КМР.142.003.021.ПЗ			
Зм.	Лист	№докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			<i>Проєкт розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Пилипенко.О.Ю					4	100
Реценз.						ХМ – 2-7М		
Н.контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

Графічна частина проєкту включає план-розріз холодильних камер та деталізовану схему трубопроводів холодильної установки.

**Ключові слова:** Розподільчий холодильник , холодоагент R717(аміак) , відритий тип гвинтового компресора.

### **Annotations.**

This thesis project involved the development and comprehensive design of a Distribution Cold Storage Facility (DCF) for the storage of dairy products, located in Vyshneve (a key logistics hub in the Kyiv agglomeration). Refrigerant: The project selected a natural and highly efficient refrigerant – Ammonia (R717). This strategic decision ensures maximum energy efficiency, environmental sustainability (ODP=0, GWP=0), and minimization of long-term operating costs.

Refrigeration system: The project includes a complete refrigeration diagram and a detailed description of the refrigeration system, ensuring the selection of the necessary equipment for reliable operating conditions.

Functionality: The system is designed for storing products in both chilled and frozen conditions.

Thermal Calculation: A complete calculation has been performed, including the determination of the total area of the refrigerator, the selection of optimal thermal insulation (based on sandwich panels), and a detailed calculation of heat flows and heat gains to the chambers.

Storage Organization: Shelving has been chosen as the method of storing products in cardboard boxes, which ensures maximum convenience and speed when loading and unloading goods.

Economic Calculation: The documentation contains an “Economic Calculation” for the project, demonstrating the profitability of the RHS construction and reflecting the price segment of equipment and materials as of 2025.

Occupational Safety: A section on “Occupational Safety” is included, describing a set of measures aimed at preserving the life, health, and working

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

capacity of personnel in the course of their work, with particular attention to safety requirements for the operation of ammonia plants.

The graphic part of the project includes a cross-section plan of the cold rooms and a detailed diagram of the refrigeration system piping.

**Keywords: Distribution refrigerator, refrigerant R717 (ammonia), open screw compressor type.**

					00. KMP. 142.003.021.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

## Зміст.

Анотації.....	4
Зміст.....	7
Вступ .....	8
1.Технологічна схема холодильного оброблення продукції.....	9
2.Визначення основних розмірів та планування холодильника.....	13
3.Теплоізоляційна конструкція холодильника.....	15
4.Розрахунок теплонадходжень до охолоджуючих приміщень.....	21
4.1Розрахунок теплопритоків від зовнішнього повітря та приміщень з більшою температурою. .....	22
5.1 Розрахунок теплопритоків для зимового періоду.....	28
6. Визначення навантаження на компресор і обладнання камер .....	30
7.1R-507 .....	33
7.1.1.Розрахунок температури конденсації:.....	34
7.1.2. Побудова циклу.....	34
7.1.3.Тепловий розрахунок холодильної машини.....	36
7.2.R-717.....	37
7.2.2. Побудова циклу.....	37
7.2.3.Тепловий розрахунок холодильної машини(R717).....	40
7.3.1.R-290.....	40
7.3.2. Побудова циклу.....	41
7.3.3.Тепловий розрахунок холодильної машини(R290).....	43
7.4.1.R-744.....	44
7.5.Підсумок у виборі холодоагента.....	44
• Ефективність R717 (Аміак).....	45
• Порівняння з R507A та R290.....	46
8.Вибір та підбір компресора.....	47
9.Розрахунок та підбір теплообмінних апаратів.....	52
9.2.Розрахунок для камер зберігання сиру моцарелера , сулугуні та косичка.....	53
10.Підбір конденсаторів.....	54
11.Розрахунок та вибір допоміжного обладнання.....	57
12.Розрахунок діаметрів трубопроводів.....	62
12.1.Розрахунок гідравлічних втрат на хладоновій лінії.....	63
13.Економічний розрахунок.....	66
14.Техніко-економічне обґрунтування.....	71
15.Охорона праці.....	73
16.Список використаної літератури.....	81
Додатки .....	82

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Архиви
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

## Вступ.

Молочна продукція є не просто елементом щоденного раціону, а фундаментальним компонентом здорового та збалансованого харчування.

Ці продукти є незамінним джерелом високоякісних білків, необхідних жирів, вітамінів (зокрема А, D, В- групи) та мінеральних речовин (особливо кальцію), фундаментальними для забезпечення здоров'я кісток та загальної життєдіяльності організму.

З огляду на схильність молочних виробів до швидкого псування, оптимальні умови зберігання мають вирішальне значення для збереження їхньої якості, поживних властивостей та терміну придатності. У цьому контексті Розподільчі Холодильні Склади (РХС) молочної продукції виконують ключову функцію. Вони є невід'ємною ланкою в холодильному ланцюзі постачання (Cold Chain), забезпечуючи зберігання цієї чутливої групи продуктів у строго контрольованих температурних умовах від моменту виробництва до моменту надходження на реалізацію.

Таким чином, РХС відіграють критичну роль у забезпеченні споживачів свіжою, якісною та безпечною молочною продукцією.

При проектуванні Розподільчого Холодильного Складу для молочної продукції особлива увага була приділена застосуванню найсучасніших та найбільш ефективних теплоізоляційних матеріалів. Це забезпечує відмінні теплозахисні властивості зовнішніх стін, знижуючи втрати та знижуючи енергоспоживання системи.

Крім того, для холодопостачання була обрана найактуальніша холодильна техніка, яка гарантує стабільну якість зберігання продукції, високу енергоефективність та надійність експлуатації протягом усього терміну служби.

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аржун
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

## Технологічна схема холодильного оброблення продукції

Надходження молочної продукції до камер зберігання відбувається у стандартизованому пакуванні із дотриманням необхідного температурного режиму.

### I. Пакування продукції

Молочна продукція (сири) постачається вакуумно завакованою та розміщеною у картонних коробках. Масло надходить цілісним блоком у полімерній плівці, упакованим у зовнішню картонну тару.

### II. Вимоги до температурного режиму

Під час зберігання необхідно дотримуватись наступних температурних умов:

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

Примітка: Під час проведення завантажувально-розвантажувальних робіт допускається тимчасове підвищення температури продукції на  $1-2^{\circ}\text{C}$ .

					00. КМР.142.003.021.ПЗ			
Зм.	Лист	№докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Пилипенко.О.Ю					9	100
Реценз.						ХМ – 2-7М		
Н.контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

## Логістичні параметри (Масло)

Масло постачається у картонних коробках розміром 385 x 253 x 228 мм. Середня вага бруто однієї коробки становить 20 кг.

Палетування продукції здійснюється на піддонах розміром 800 x 1200 x 144 мм. Схема розміщення на піддоні: 9 коробок на один шар у 3 яруси висоту. Зберігання передбачається як на піддонах, так і на складських стелажах.



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

Наші сирні продукти відвантажуються в стандартних картонних ящиках (400x280x300 мм). Середня вага ящика становить 18 кг для Моцарели та 15 кг для Сулугуні/Косички. Для транспортування ящики формуються у палетизовані одиниці: на одному європіддоні (800x1200 мм) розміщується 8 ящиків по площині та 3 шари у висоту (24 ящики), які потім зберігаються на стелажах.



*Рис.1.2. Коробка для сирів*

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш 10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Система палетного зберігання складається з трьох основних елементів:

- Піддони (Палети): Плоскі платформи (вантажні одиниці), які слугують основою для розміщення та переміщення вантажу.
- Стелажі: Багатоярусні конструкції з полицями або балками, спеціально розроблені для зберігання піддонів на різних рівнях.(рис.1.5)та таб.4
- Навантажувачі: Спеціалізована підйомно-транспортна техніка, що використовується для ефективного переміщення, завантаження та розвантаження піддонів у стелажних системах.(рис.1.4)та характеристики таб.3.
- При розміщенні стелажів необхідно дотримуватись наступних мінімальних відстаней(див.табл.1):

Табл.1.Мінімальні відстані між стелажими

	Мінімальна Відстань	Призначення
<b>Прохід між рядами стелажів</b>	<b>1500 мм</b>	Забезпечення пожежної безпеки та вільного руху навантажувачів.
<b>Відстань між піддонами (на стелажі)</b>	<b>100 мм</b>	Забезпечення стійкості та зручності маніпуляцій при завантаженні/розвантаженні.
<b>Відступи від стін до стелажів</b>	<b>300 мм</b>	Забезпечення доступу для обслуговування, вентиляції та безпеки.

Параметри повітря в камерах зберігання слід розглядати відповідно до Таблиці 2.

Табл.2.Параметри повітря в камерах зберігання.




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

## Електричний навантажувач EP CPD18



Рис.1.4.Електрокара

Табл.3.Характеристики електрокара

 Вантажопідйомність 1800 кг	 Висота підйому 4800 мм	 Тип приводу Електро
---	---	--

### Характеристики

Вид палива	Електро
Коробка передач	Реверсор
Об'єм двигуна	0.0
Вантажопідйомність (кг)	1800
Висота підйому (мм)	4800
Рік виробництва	0
Тип щогли	Трирамна
Напрацювання годин	0
Довжина(мм)	0
Ширина(мм)	0
Передні шини	пневматика
Задні шини	пневматика

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00. КМР. 142.003.021.ПЗ

Аркуш

12

## Стелажі Double Deep



Рис.1.5.Стелажі в камерах

Ця система являє собою фронтальні стелажі, призначені для зберігання піддонів, які скомпоновані у два паралельні ряди. Таким чином, одинарний ряд фактично перетворюється на подвійний. А типовий подвійний ряд, який зазвичай обслуговується з обох боків, при впровадженні стелажів типу Double Deep включає вже чотири ряди глибиною.

Табл.4.Технічні характеристики стелажів.

Висота рами цільної/збірної, мм	15 000/30 000
Ширина профілю стійок, мм	70, 85, 90, 100, 110, 120, 140
Висота профілю траверс, мм	від 60 до 160
Навантаження на ярус/секцію, кг	до 5 000/25 000
Довжина траверс, мм	1 800, 2 200, 2 700, 3 300, 3 600
Крок перестановки ярусів за висотою, мм	50
Використання корисного об'єму складу,%	60-70

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00. КМР. 142.003.021.ПЗ

Аркуш

13

## 2.Визначення основних розмірів та планування холодильника.

Розподільча камера спроектована як одноповерхова будівля. Таке рішення підвищує її енергоефективність, оскільки сприяє меншим втратам тепла та знижує необхідність у додатковому штучному освітленні.

- Приймаємо сітку колон холодильника за 24х6 м.
- Висоту будівлі обираємо – 6,2 м.

Визначаємо розміри для камер зберігання продуктів та будуємо план холодильника з схематичним розміщенням піддонів в камерах(рис.2.1) .

Розміри камер : Масло – 51х19м , сир Солугуні – 30х13м , сир Косичка – 30х13м , сир Моцарела – 30х13м.

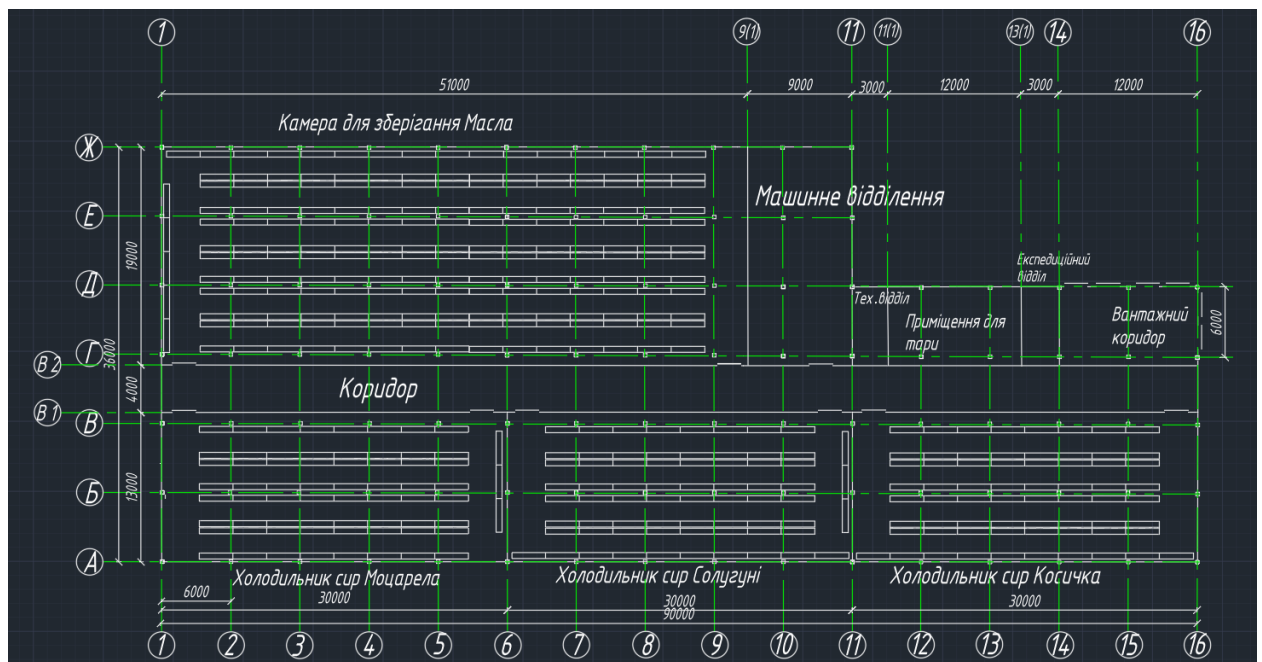


Рис.2.1.План та схематичне розміщення стелажів.

					00. КМР.142.003.021.ПЗ			
Зм.	Лист	№докум.	Підпис	Дата	Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Білик М.М					14	100
Перевір.		Пилипенко.О.Ю				ХМ – 2-7М		
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

- В камері з маслом знаходиться 3704 піддонів та 186 стелажів які розміщені в 4 поверхи. Маса продукції складає 2000т.
- В камері з сиром Солугуні та Косичка знаходиться по 1389 піддонів та 70 стелажів в 4 поверхи . Маса продукції складає 500т в кожній.
- В камері з сиром Моцарела знаходиться 1158 піддонів та 58 стелажів в 4 поверхи. Маса продукції складає 500т.

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш
						15
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

### 3. Теплоізоляційні конструкції холодильника.

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

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

де  $\delta_{із}$  -Шукана товщина ізоляції (м).

$k$  – Рекомендований коефіцієнт теплопередачі огороження (Вт/(м<sup>2</sup>·К)).

$\lambda_{із}$ ,  $\lambda_i$  – Коефіцієнти теплопровідності ізоляційного та інших будівельних матеріалів (Вт/(м·К)).

$\alpha_3$  ,  $\alpha_{вн}$  – Коефіцієнти тепловіддачі відповідно із зовнішнього та внутрішнього боків огороження (Вт/(м<sup>2</sup>·К)).

$\delta_i$  – Товщина окремих шарів конструкції, що вже існують (крім шару, що розраховується) (м).

Для ізоляції було обрано сендвіч-панелі типу ППУ(пінополіуретан). Коефіцієнт теплопровідності ізоляції  $\lambda_{із}=0,022$  Вт/мК , кофіцієнт теплопередачі зовнішніх стін  $k=0,3(0,37)(0,35)$  Вт/(м<sup>2</sup>·К). Тоді маємо рівняння:

$$\delta_{із(-15^\circ)} = 0,022 \cdot \left[ \frac{1}{0,3} - \left( \frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,105 м;$$

$$\delta_{із(1^\circ)} = 0,022 \cdot \left[ \frac{1}{0,37} - \left( \frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,068 м;$$

$$\delta_{із(0^\circ)} = 0,022 \cdot \left[ \frac{1}{0,35} - \left( \frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,071 м .$$

					00. КМР.142.003.021.ПЗ			
Зм.	Лист	Нодокум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Білик М.М				Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Пилипенко.О.Ю						16	100
Реценз.						ХМ – 2-7М		
Н.контр.								
Затверд.	Петренко В.П							

Округлюємо значення товщини теплоізоляції  $\delta_{i3}$  до дійсного  $\delta_{i30}$ , тобто в бік зростання до стандартних розмірів.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі  $k_D$  визначають за формулою:

$$k_D = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_H} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_{i30}}{\lambda_{i3}}};$$

$$k_{D(-15^\circ)} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{1}{9} + \frac{0,12}{0,022}} = 0,18 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

$$k_{D(1^\circ)} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{1}{9} + \frac{0,1}{0,022}} = 0,26 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

$$k_{D(0^\circ)} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{1}{9} + \frac{0,1}{0,022}} = 0,26 \frac{Вт}{м^2 \cdot К};$$

Розрахунок товщини ізоляції внутрішніх стін камер. За довідковими даними визначаємо коефіцієнти тепловіддачі та  $\alpha_3 = 9$  Вт/(м<sup>2</sup>К) і  $\alpha_B = 9$  Вт/(м<sup>2</sup>К), нормативної теплопередачі для  $t_{кам} = -15(1)(0)$  °С,  $k = 0,31$  Вт/(м<sup>2</sup>К). Коефіцієнт теплопровідності ППУ приймаємо  $\lambda_{i3} = 0,022$  Вт/(м<sup>2</sup>К).

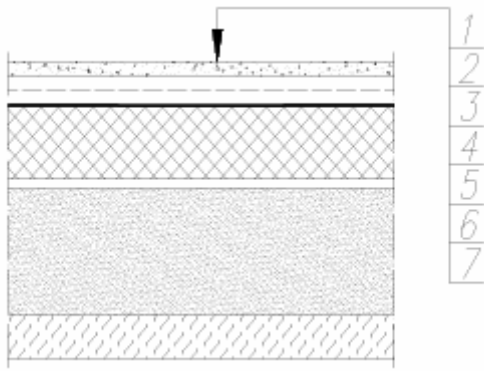
$$\delta_{i3} = \lambda_{i3} \cdot \left[ \frac{1}{k_0} - \left( \frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right) \right];$$

$$\delta_{i3(-15/0)} = 0,022 \cdot \left[ \frac{1}{0,31} - \left( \frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,066 м;$$

$$\delta_{i3(1/0)} = 0,022 \cdot \left[ \frac{1}{0,5} - \left( \frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,039 м;$$

Округлюємо значення товщини теплоізоляції  $\delta_{i3}$  до дійсного  $\delta_{i30}$ , тобто в бік зростання до стандартних розмірів.





1. Чистова підлога.
2. Армована бетонна стяжка.
3. Теплоізоляція ПСБ-С.
4. Бетон з електронагрівачами.
5. Гідроізоляція.
6. Бетонна підготовка.
7. Ущільнений щебіть та пісок.

Рис.3.1.Підлога камери

Тоді отримуємо :

$$\delta_{mid(-15)} = 0,208m \quad k_D = 0,178Wm / m^2K$$

$$\delta_{mid(0)} = 0,104m \quad ; \quad k_D = 0,311Wm / m^2K ;$$

Характеристики сендвіч-панелей типу ППУ :

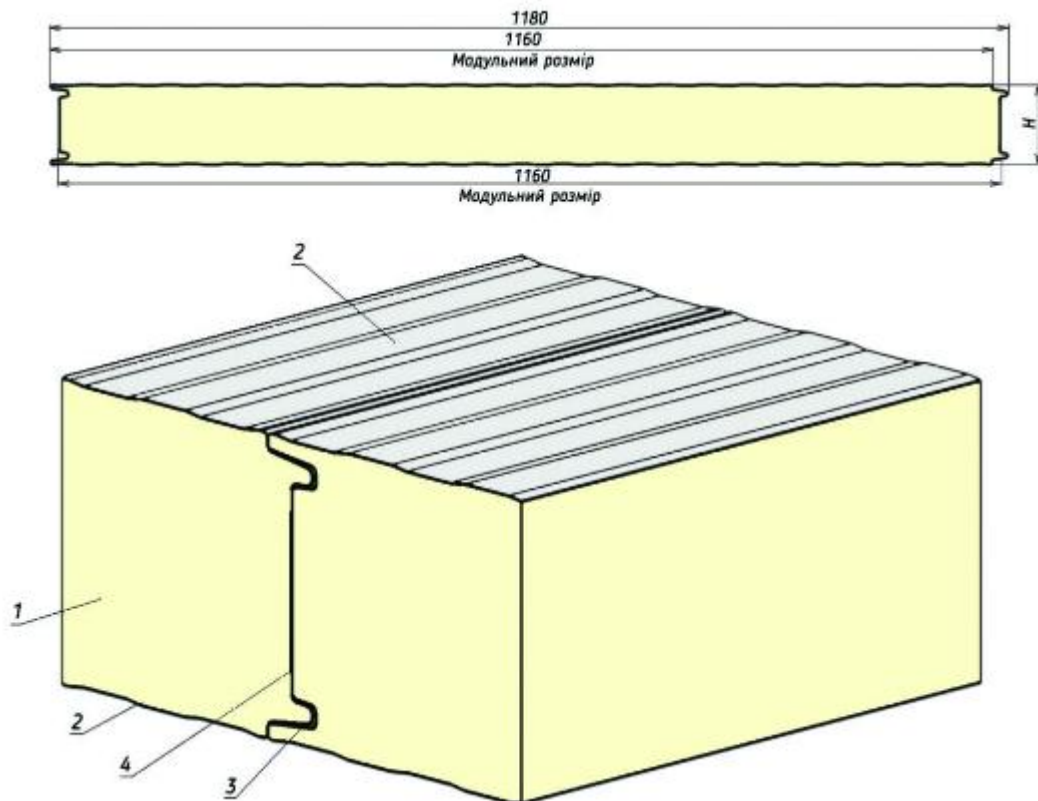


Рис.3.2.Стінова сендвіч-панель типу ППУ

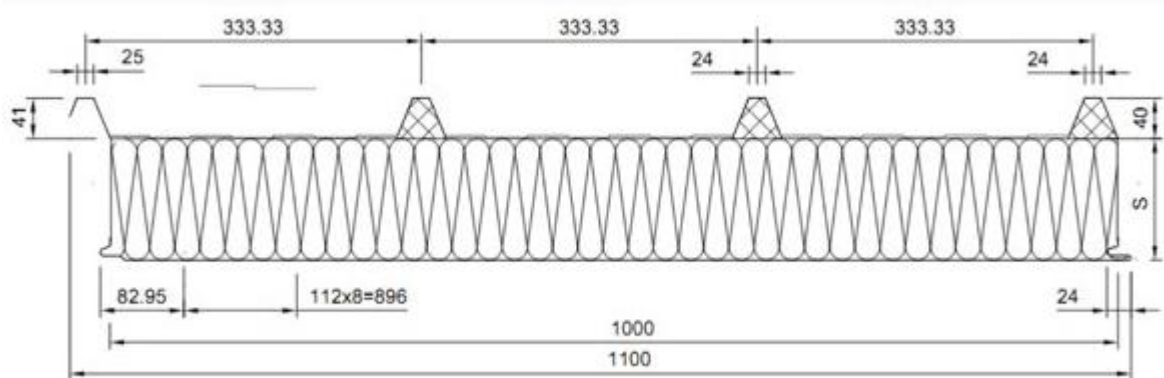
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

- Наповнювач (пінополіуретан)
- Зовнішній шар (оцинкована сталь)
- Замок
- Стик двох панелей

табл.5

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

Покрівельна сендвіч-панель типу ППУ :



Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

00. КМР. 142.003.021.ПЗ

Аркуш

20



*Рис.3.3.Покрівельна сендвіч-панель типу ППУ*

табл.6. Технічні характеристики покрівельних сендвіч панелей.

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

#### 4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.

##### 4.1 Необхідно провести обчислення надходження тепла від зовнішнього середовища (атмосферного повітря) та від суміжних приміщень з вищою температурною.

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

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

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

Величину  $Q_1$  визначають за формулою:

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

де  $k_{д}$  – дійсний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup> · К);

$F$  – площа поверхні огородження, м<sup>2</sup> ;

$t_{з}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря або сусідніх приміщень, °С;

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

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

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

де  $k_{під}$  – коефіцієнт теплопередачі підлоги, Вт/(м<sup>2</sup> · К);

$t_{ср}$  – розрахункова температура підлоги над ґрунтом.

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

$$Q_{1с} = k_{д} F \theta_c, \text{ Вт;}$$

де  $k_{д}$  – дійсний коефіцієнт теплопередачі огородження, Вт/(м<sup>2</sup> · К);

$F$  – площа поверхні огородження, що опромінюється сонцем, м<sup>2</sup> ;

					00. КМР.142.003.021.ПЗ			
Зм.	Лист	Нодокум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Пилипенко.О.Ю					22	100
Реценз.						ХМ – 2-7М		
Н.контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

$\theta_c$  – надлишковий температурний напір, що характеризує дію сонячного опромінення для літнього періоду, °С.

табл.7

Теплопротік від зовнішнього повітря та приміщень літком.

Камера	Огородження	Розміри	F, м <sup>2</sup>	t <sub>з</sub> , °С	t <sub>в</sub> , °С	k, Вт /м <sup>2</sup> К	Δt, °С	Q <sub>1т</sub> , Вт	Q <sub>1с</sub> , Вт	Q <sub>1</sub> , Вт
Масло	Пв(зовн.)	51x6,2	316,2	32	-15	0,18		5675	0	5675
	Зх(пер.)	19x6,2	117,8	5	-15	0,26		613	0	613
	Пд(пер.)	51x6,2	316,2	1	-15	0,26		1315	0	1315
	Сх(зовн.)	19x6,2	117,8	32	-15	0,18	7,2	1997	178	2175
	Підлога	51x19	969	1	-15	0,18		2791	0	2791
	Дах	51x19	969	31	-15	0,21	17,2	9361	3500	12861
Камера	Огородження	Розміри	F, м <sup>2</sup>	t <sub>з</sub> , °С	t <sub>в</sub> , °С	k, Вт /м <sup>2</sup> К	Δt, °С	Q <sub>1т</sub> , Вт	Q <sub>1с</sub> , Вт	Q <sub>1</sub> , Вт
Сир “Моцарела”	Пв(пер.)	30x6,2	186	1	0	0,49		91	0	91
	Зх(зовн.)	13x6,2	80,6	32	0	0,26	7,2	671	151	822
	Пд(зовн.)	30x6,2	186	32	0	0,26		1548	0	1548
	Сх(пер.)	13x6,2	80,6	1	0	0,49		40	0	40
	Підлога	30x13	390	1	0	0,31		1556	0	1556
	Дах	30x13	390	31	0	0,21	17,2	2297	1409	3706

Камера	Огородження	Розміри	F, м <sup>2</sup>	t <sub>з</sub> , °С	t <sub>в</sub> , °С	k, Вт /м <sup>2</sup> К	Δt, °С	Q <sub>1т</sub> , Вт	Q <sub>1с</sub> , Вт	Q <sub>1</sub> , Вт
Сир “Сулугуні”	Пв(пер.)	30x6,2	186	1	1	0,49		0	0	0
	Зх(пер.)	13x6,2	80,6	1	1	0,49		0	0	0
	Пд(зовн.)	30x6,2	186	32	1	0,26		1499	0	1499
	Сх(пер.)	13x6,2	80,6	1	1	0,49		0	0	0
	Підлога	30x13	390	1	1	0,31		1482	0	1482
	Дах	30x13	390	31	1	0,21	17,2	2223	1409	3632

Камера	Огородження	Розміри	F, м <sup>2</sup>	t <sub>з</sub> , °С	t <sub>в</sub> , °С	k, Вт/м <sup>2</sup> К	Δt, °С	Q <sub>1г</sub> , Вт	Q <sub>1с</sub> , Вт	Q <sub>1</sub> , Вт
Сир “Косичка”	Пв(пер.)	30x6,2	186	1	1	0,49		0	0	0
	Зх(пер.)	13x6,2	80,6	1	1	0,49		0	0	0
	Пд(зовн.)	30x6,2	186	32	1	0,26		1499	0	1714
	Сх(зовн.)	13x6,2	80,6	32	1	0,26	7,2	650	151	801
	Підлога	30x13	390	21	1	0,31		1482	0	1482
	Дах	30x13	390	31	1	0,21	17,2	2223	1409	3632

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

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

$$Q_2 = Q_{2PP} + Q_{2П} + Q_{2СТ};$$

Шукаємо теплопритік при доохолодженні продуктів :

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

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

$\Delta i$  - різниця початкової та кінцевої ентальпії продукту, Дж/кг.

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

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

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

Шукаємо теплопритік від тари:

$$Q_{2T} = \frac{M_T \cdot c_T \cdot (t_1 - t_2)}{24 \cdot 3600};$$

де  $t_{T1}$ ,  $t_{T2}$  – початкова та кінцева температура тари, °С (відповідає початковій температурі продукту  $t_{поч}$  та температурі в камері  $t_{кам}$  відповідно);

					00. КМР.142.003.021.ПЗ			
Зм.	Лист	№докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Білик М.М				<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Пилипенко.О.Ю						25	100
Реценз.						ХМ – 2-7М		
Н.контр.								
Затверд.	Петренко В.П							

$c_T$  – теплоємність тари, Дж/(кг·К).

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

табл.8

### Теплопритік від термічної обробки продуктів

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

Теплонадходження  $Q_4$  відображає тепло, що генерується безпосередньо внаслідок функціонування холодильної камери.

Величина  $Q_4$  розраховується як сума таких складових теплопритоків:

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

де  $q_1, q_2, q_3, q_4$  – Надходження теплоти від освітлювальних приладів  $Q_{\text{осв}}$  розраховується на основі потужності встановленого освітлення, коефіцієнта використання цієї потужності та часу роботи світильників протягом доби.

$$q_1 = AF, \text{ Вт};$$

$A$  — Питома кількість теплоти, яка виділяється освітлювальними приладами на одиницю площі підлоги камери (Вт/м<sup>2</sup>). (Для складських приміщень  $A$  зазвичай приймається 4 Вт/м<sup>2</sup>).

$F$  — Площа підлоги охолоджуваної камери м<sup>2</sup>.

Надходження теплоти від перебування людей:

$$q_2 = 350n, \text{ Вт};$$

350 — Кількість теплоти, що генерується одним працівником (Вт).

$n$  — Загальна кількість осіб (людей), які одночасно працюють у зазначеному приміщенні.

Розрахунок теплонадходжень від працюючих електродвигунів :

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

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

де  $N_e$  – встановлена потужність електродвигунів, кВт;

$\eta_e$  – ККД електродвигунів.

Надходження теплоти від відкривання дверей:

$$q_4 = B \cdot F, \text{ Вт};$$

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

$F$  – площа підлоги, м<sup>2</sup> .

табл.9

Експлуатаційні теплопритоки.

Камера	F, м <sup>3</sup>	A Вт/м <sup>2</sup>	q <sub>1</sub> Вт	n чол.	q <sub>2</sub> Вт	N кВт	q <sub>3</sub> Вт	B Вт/м <sup>2</sup>	q <sub>4</sub> Вт	Q <sub>4</sub> Вт
Масло	969	4	3876	3	1050	14	14000	7	6783	25709
Моцарела	390	4	1560	3	1050	8	8000	7	2730	13340
Сулугуні	390	4	1560	3	1050	8	8000	7	2730	13340
Косичка	390	4	1560	3	1050	8	8000	7	2730	13340

Навантаження на обладнання (теплова потужність, яку має відводити охолоджувальне обладнання) кожної окремої камери встановлюється як сумарна величина всіх теплопритоків, що надходять усередину цієї камери:

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

табл.10. Навантаження на камерне обладнання.

Камера	Q <sub>обл</sub> , Вт
Масло	96702
Моцарела	31108
Сулугуні	28754
Косичка	29770

## 5.1 Розрахунок теплопритоків для зимового періоду

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

Теплопротік від зовнішнього повітря та приміщень в зимку.

табл.11

Камера	Огородження	Розмір	F,м <sup>2</sup>	t <sub>з</sub> , °C	t <sub>в</sub> , °C	k,Вт /м <sup>2</sup> К	Δt, °C	Q <sub>т</sub> ,Вт	Q <sub>с</sub> ,Вт	Q <sub>і</sub> ,Вт
Масло	Пв(зовн.)	51x6,2	316,2	-21	-15	0,18		-341	0	-341
	Зх(пер.)	19x6,2	117,8	5	-15	0,26		613	0	613
	Пд(пер.)	51x6,2	316,2	1	-15	0,26		1315	0	1315
	Сх(зовн.)	19x6,2	117,8	-21	-15	0,18	7,2	-127	178	51
	Підлога	51x19	969	1	-15	0,18		2791	0	2791
	Дах	51x19	969	-21	-15	0,21	17,2	-1220	3500	2280
Камера	Огородження	Розмір	F,м <sup>2</sup>	t <sub>з</sub> , °C	t <sub>в</sub> , °C	k,Вт /м <sup>2</sup> К	Δt, °C	Q <sub>т</sub> ,Вт	Q <sub>с</sub> ,Вт	Q <sub>і</sub> ,Вт
Сир “Моцарела”	Пв(пер.)	30x6,2	186	1	0	0,49		91	0	91
	Зх(зовн.)	13x6,2	80,6	-21	0	0,26	7,2	-441	151	-290
	Пд(зовн.)	30x6,2	186	-21	0	0,26		-1016	0	-1016
	Сх(пер.)	13x6,2	80,6	1	0	0,49		40	0	40
	Підлога	30x13	390	1	0	0,31		1556	0	1556
	Дах	30x13	390	-21	0	0,21	17,2	-1520	1409	-111

Камера	Огородження	Розмір	F,м <sup>2</sup>	t <sub>з</sub> , °C	t <sub>в</sub> , °C	k,Вт /м <sup>2</sup> К	Δt, °C	Q <sub>т</sub> ,Вт	Q <sub>с</sub> ,Вт	Q <sub>і</sub> ,Вт
Сир “Сулугуні”	Пв(пер.)	30x6,2	186	1	1	0,49		0	0	0
	Зх(пер.)	13x6,2	80,6	1	1	0,49		0	0	0
	Пд(зовн.)	30x6,2	186	-21	1	0,26		-1064	0	-1064
	Сх(пер.)	13x6,2	80,6	1	1	0,49		0	0	0
	Підлога	30x13	390	1	1	0,31		1482	0	1482
	Дах	30x13	390	-21	1	0,21	17,2	-1541	1409	-132

Камера	Огородження	Розміри	F, м <sup>2</sup>	t <sub>з</sub> , °C	t <sub>в</sub> , °C	k, Вт/м <sup>2</sup> К	Δt, °C	Q <sub>т</sub> , Вт	Q <sub>с</sub> , Вт	Q <sub>і</sub> , Вт
Сир "Косичка"	Пв(пер.)	30x6,2	186	1	1	0,49		0	0	0
	Зх(пер.)	13x6,2	80,6	1	1	0,49		0	0	0
	Пд(зовн.)	30x6,2	186	-21	1	0,26		-1064	0	-1064
	Сх(зовн.)	13x6,2	80,6	-21	1	0,26	7,2	-461	151	-310
	Підлога	30x13	390	1	1	0,31		1482	0	1482
	Дах	30x13	390	-21	1	0,21	17,2	-1541	1409	-132

табл.12

## Теплопритік від термічної обробки продуктів

Камера	t <sub>кам</sub> , °C	t <sub>п</sub> , °C	M <sub>д</sub> т/доб	M <sub>дт</sub> т/доб	Q <sub>2п</sub> Вт	Q <sub>2т</sub> Вт	Q <sub>2</sub> Вт
Масло	-15	-13	300	60	27535	2028	29563
Моцарела	0	2	100	20	9329	676	10005
Сулугуні	1	3	100	20	8125	676	8801
Косичка	1	3	100	20	8125	676	8801

табл.13

## Експлуатаційні теплопритоки.

Камера	F, м <sup>3</sup>	A Вт/м <sup>2</sup>	q <sub>1</sub> Вт	n чол.	q <sub>2</sub> Вт	N кВт	q <sub>3</sub> Вт	B Вт/м <sup>2</sup>	q <sub>4</sub> Вт	Q <sub>4</sub> Вт
Масло	969	4	3876	3	1050	14	14000	7	6783	25709
Моцарела	390	4	1560	3	1050	8	8000	7	2730	13340
Сулугуні	390	4	1560	3	1050	8	8000	7	2730	13340
Косичка	390	4	1560	3	1050	8	8000	7	2730	13340

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

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ					Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						29

## 6. Визначення навантаження на компресор і обладнання камер

Під час визначення навантаження на компресор (загального теплового навантаження установки) слід враховувати наступне:

- Теплонадходження  $Q_1$  (через стіни/огорожі) враховуються у повному обсязі (100%) для розподільчих холодильних об'єктів.
- Теплонадходження  $Q_2$  (від вантажу/продукції) приймаються рівними розрахунковому значенню.
- Теплонадходження  $Q_4$  (експлуатаційні) беруться у розмірі від 50 до 75% від їхнього максимального розрахункового значення.

Відповідно сумарне навантаження на компресор визначають за рівнянням:

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

Холодопродуктивність компресора визначають за формулою:

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

$k$  — Поправочний коефіцієнт, який покриває втрати енергії у магістралях і компонентах холодильної установки. (У системах, що використовують пряме охолодження, це значення становить 1.07).

$Q_{км}$  — Загальна теплова потужність, що припадає на компресорний агрегат, визначена з урахуванням вищезазначених обмежень (щодо часткового врахування експлуатаційних притоків та повного обліку інших).

$b$  — Коефіцієнт експлуатаційного часу (коефіцієнт робочого використання).

					<b>00. КМР.142.003.021.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	Нодокум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Білик М.М				<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Пилипенко.О.Ю						30	100
Реценз.						<b>ХМ – 2-7М</b>		
Н.контр.								
Затверд.	Петренко В.П							

(На великих сховищах холоду він дорівнює 0,9, що відповідає 22 годинам роботи протягом доби).

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

$$\sum Q_{км} = Q_1 + Q_2 + 0,6 \cdot Q_4 = 35561 + 29563 + 0,6 \cdot 25709 = 80550 \text{ Вт} = 80,55 \text{ кВт};$$

Холодопродуктивність компресора визначають за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \cdot \sum Q_{км}}{b} = \frac{1,07 \cdot 80550}{0,9} = 95765 \text{ Вт} = 95,77 \text{ кВт};$$

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

$$\sum Q_{км} = Q_1 + Q_2 + 0,6 \cdot Q_4 = 7763 + 10005 + 0,6 \cdot 13340 = 25776 \text{ Вт} = 25,78 \text{ кВт};$$

Холодопродуктивність компресора визначають за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \cdot \sum Q_{км}}{b} = \frac{1,07 \cdot 25766}{0,9} = 30633 \text{ Вт} = 30,63 \text{ кВт};$$

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

$$\sum Q_{км} = Q_1 + Q_2 + 0,6 \cdot Q_4 = 7763 + 8801 + 0,6 \cdot 13340 = 24568 \text{ Вт} = 24,57 \text{ кВт};$$

Холодопродуктивність компресора визначають за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \cdot \sum Q_{км}}{b} = \frac{1,07 \cdot 24568}{0,9} = 29208 \text{ Вт} = 29,21 \text{ кВт};$$

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

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31

$$\sum Q_{км} = Q_1 + Q_2 + 0,6 \cdot Q_4 = 7629 + 8801 + 0,6 \cdot 13340 = 24434 \text{ Вт} = 24,43 \text{ кВт};$$

Холодопродуктивність компресора визначають за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \cdot \sum Q_{км}}{b} = \frac{1,07 \cdot 24434}{0,9} = 29049 \text{ Вт} = 29,05 \text{ кВт};$$

Холодопродуктивність компресора.

табл.14

Камера	Q <sub>км</sub> , Вт	Q <sub>0</sub> , Вт
Масло	80550	95765
Моцарела	25776	30663
Сулугуні	24568	29208
Косичка	24434	29049

## 7. Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної машини .Підбір оптимального холодильного агенту.

### 7.1R-507

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

Температура кипіння холодоагенту визначається :

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

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

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

Для камери зберігання масла:

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

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

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

Для камери зберігання сиру “Моцарела”:

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

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

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

Для камери зберігання сиру “Сулугуні”:

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

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

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

Для камери зберігання сиру “Косичка”:

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

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

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

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

					00. КМР.142.003.021.ПЗ			
Зм.	Лист	№докум.	Підпис	Дата	<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Білик М.М						
Перевір.		Пилипенко.О.Ю					33	100
Реценз.						ХМ – 2-7М		
Н.контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

### 7.1.1. Розрахунок температури конденсації:

Якщо умовою виконання проекту задано охолодження конденсатора повітрям то температура конденсації приймається на 10...20°C вищою середньої температури повітря. Тоді:

$$t_k = t_{зоб} + 10^\circ\text{C};$$

де  $t_{зоб}$  – температура навколишнього середовища, °C;

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

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

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

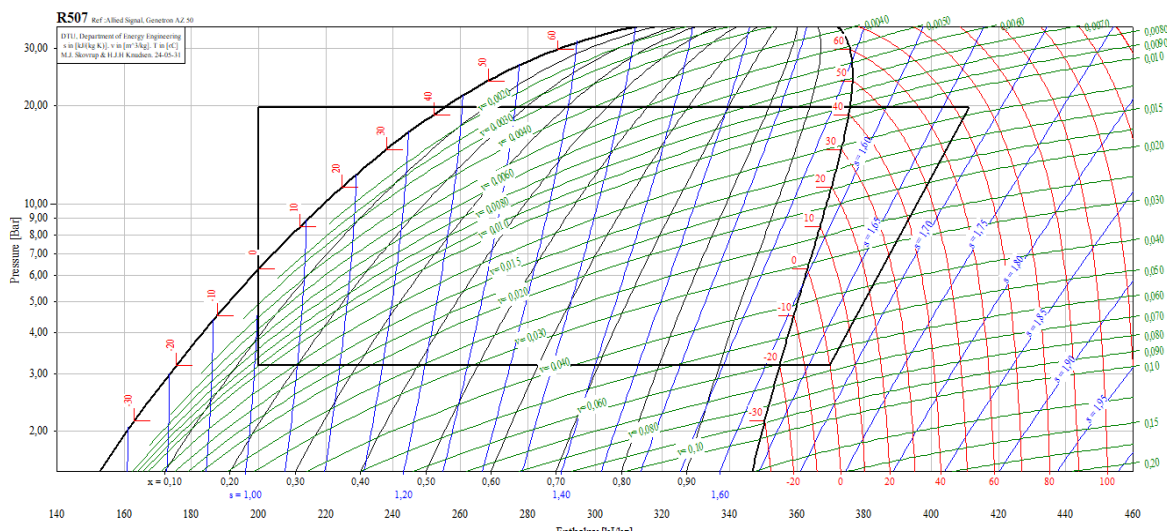
$$t_{вс} = -20 + 20 = 0^\circ\text{C};$$

### 7.1.2. Побудова циклу.

Схема одноступенової установки з одною температурою кипіння (див.рис.7.1).

Цикл будуємо в програмі Coolpack на діаграмі – log(p)-h для R507. Всі отримані значення точок циклу занесені до таб.15.

Цикл холодильної установки (масло)R507



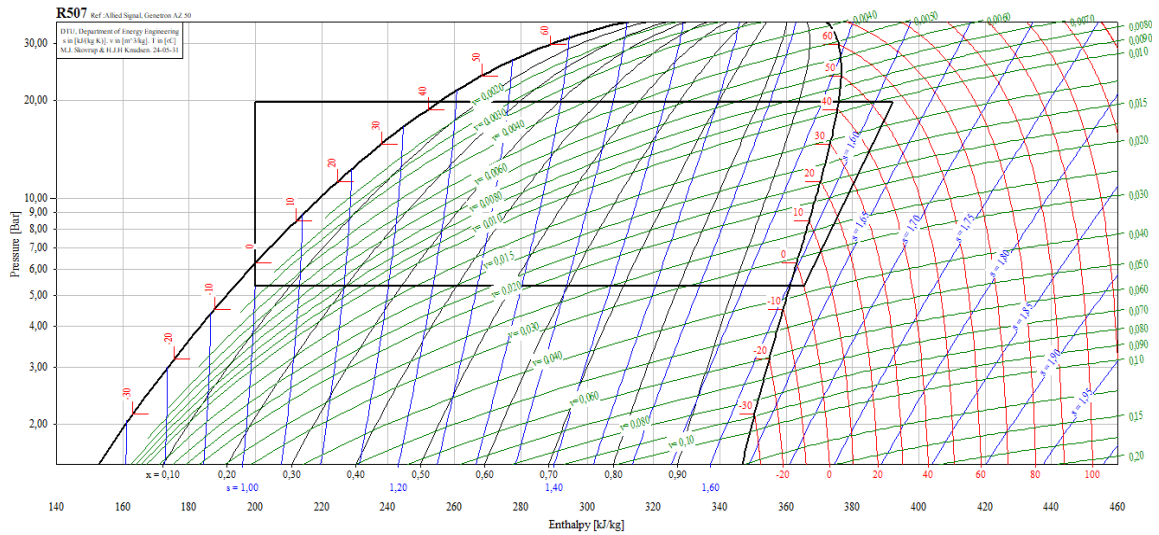
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00. КМР. 142.003.021.ПЗ

Аркуш

34

## Цикл холодильної установки (моцарела)R507



## Цикл холодильної установки (сулугуні , косичка)R507

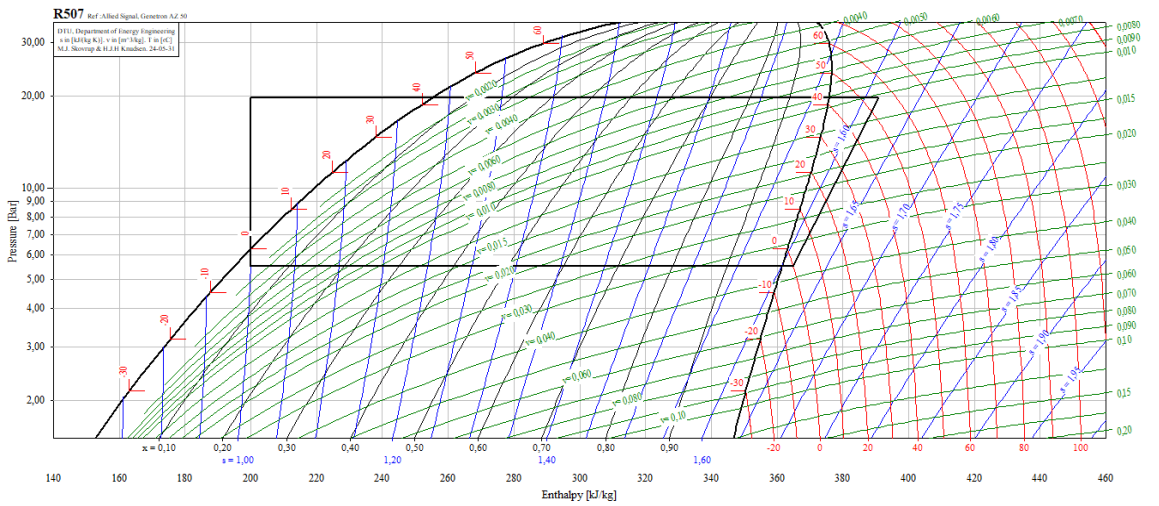


Рис.7.1.Діаграми холодильних установок

табл.15

### Параметри основних точок циклу (масло)R507

Точка	T, °C	P, бар	h, кДж/кг	v, м3/кг
1	0	3,170	370	0,067
1'	-20	3,170	355	0,06
2	74	19,72	411	0,011
3	42	19,72	255	0,001
4	0	19,72	200	-
5	-20	3,170	200	0,009

### Параметри основних точок циклу (моцарела)R507

Точка	T, °C	P, бар	h, кДж/кг	v, м3/кг
1	0	5,352	365	0,038
1'	-5	5,352	360	0,037
2	56	19,72	392	0,01
3	42	19,72	255	0,001
4	0	19,72	200	-
5	-5	5,352	200	0,002

### Параметри основних точок циклу (сулугуні та косичка)R507

Точка	T, °C	P, бар	h, кДж/кг	v, м3/кг
1	0	5,529	365	0,036
1'	-4	5,529	362	0,035
2	55	19,72	391	0,01
3	42	19,72	255	0,001
4	0	19,72	200	-
5	-4	5,529	200	0,002

#### 7.1.3. Тепловий розрахунок холодильної машини

На основі визначених значень параметрів необхідно обчислити питому масову холодопродуктивність ( $q_0$ ) для холодильних машин, які функціонують на фреонових холодоагентах.

При цьому обов'язково слід враховувати ступінь перегрівання пари холодоагенту на виході з випарника.

Результат обчислюється в одиницях кДж/кг за наступним рівнянням:

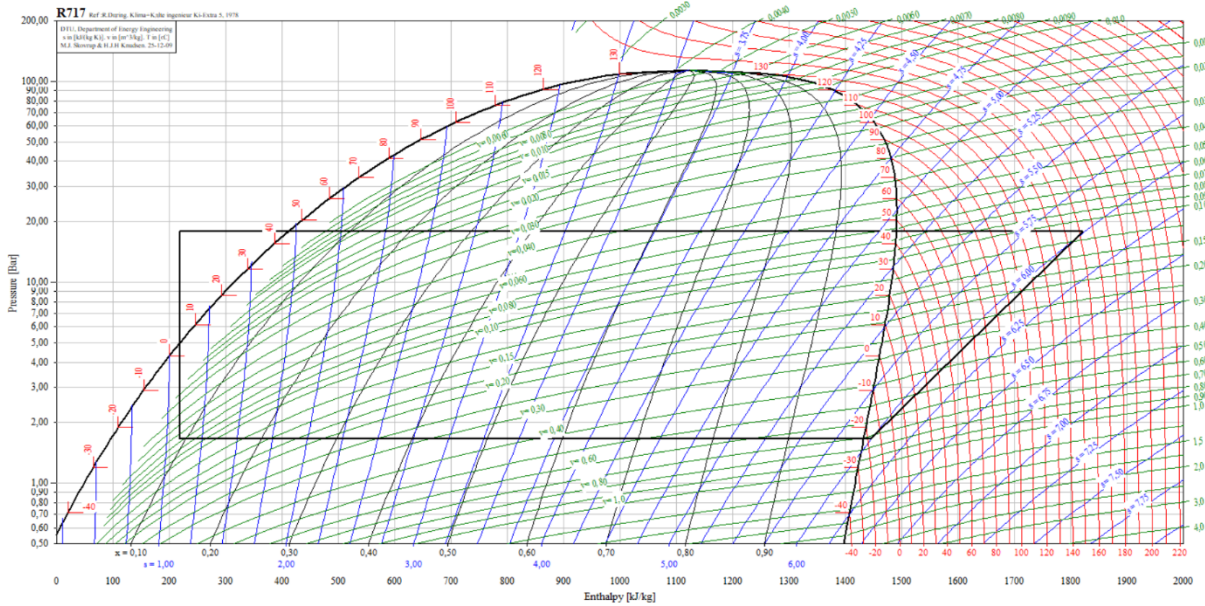
$$q_{0m} = h_1 - h_4 = 370 - 200 = 170 \text{ кДж/кг} (t_0 = -20)$$

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

питому об'ємну холодопродуктивність, кДж/м<sup>3</sup>,



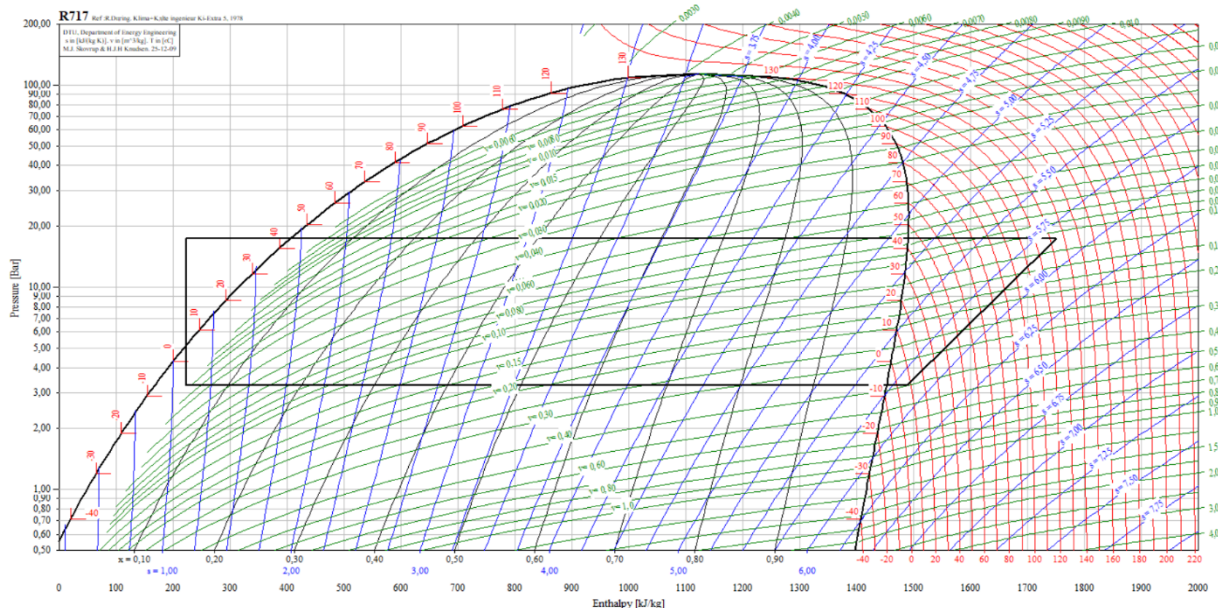
## Цикл холодильної установки (масло)R717



**Параметри основних точок циклу (масло)R717      таблиця.16**

Точка	T, °C	P, бар	H, кДж/кг	v, м3/кг
1	-18	1,661	1444	0,723
1'	-23	1,661	1433	0,708
2	162	17,82	1822	0,114
3	45	17,82	1490	0,073
4	4	17,82	218	-
5	-23	1,661	218	0,065

## Цикл холодильної установки (Моцарела)R717



Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

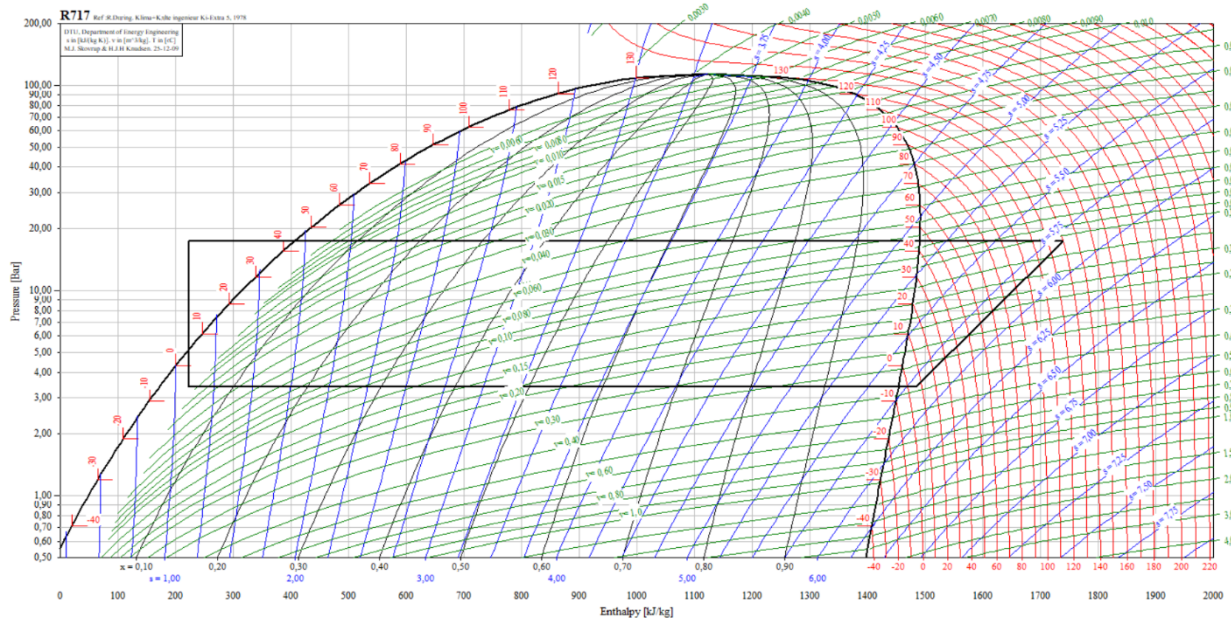
00. КМР. 142.003.021.ПЗ

Архив

**Параметри основних точок циклу (Моцарела)R717      таблиця.17**

Точка	T, °C	P, бар	H, кДж/кг	v, м3/кг
1	7	3,820	1488	0,397
1'	-7	3,820	1450	0,370
2	134	17,35	1751	0,108
3	44	17,35	1491	0,074
4	5	17,35	221	-
5	-7	3,820	222	0,017

**Цикл холодильної установки (Сулугуні і Косичка)R717**



**Параметри основних точок циклу (Сулугуні та Косичка)R717**

**таблиця.18**

Точка	T, °C	P, бар	H, кДж/кг	v, м3/кг
1	6	3,412	1484	0,38
1'	-6	3,412	1456	0,356
2	130	17,35	1738	0,107
3	44	17,35	1490	0,074
4	5	17,35	223	-
5	-6	3,412	222	0,015

### 7.2.3. Тепловий розрахунок холодильної машини (R717)

На основі визначених значень параметрів необхідно обчислити питому масову холодопродуктивність ( $q_0$ ) для холодильних машин, які функціонують на фреонових холодоагентах.

При цьому обов'язково слід враховувати ступінь перегрівання пари холодоагенту на виході з випарника.

Результат обчислюється в одиницях кДж/кг за наступним рівнянням:

$$q_{0m} = h_1 - h_4 = 1444 - 218 = 1232 \text{ кДж/кг} (t_0 = -23)$$

$$q_{0m} = h_1 - h_4 = 1488 - 221 = 1267 \text{ кДж/кг} (t_0 = -7)$$

$$q_{0m} = h_1 - h_4 = 1484 - 223 = 1261 \text{ кДж/кг} (t_0 = -6)$$

питому об'ємну холодопродуктивність, кДж/м<sup>3</sup>,

$$w_h = h_2 - h_1 = 1822 - 1444 = 378 \text{ кДж/кг} (t_0 = -23);$$

$$w_h = h_2 - h_1 = 1751 - 1488 = 263 \text{ кДж/кг} (t_0 = -7);$$

$$w_h = h_2 - h_1 = 1738 - 1484 = 254 \text{ кДж/кг} (t_0 = -6);$$

питоме теплове навантаження конденсатора, кДж/кг,

$$q_{k_m} = h_2 - h_3 = 1822 - 1490 = 332 \text{ кДж/кг} (t_0 = -23);$$

$$q_{k_m} = h_2 - h_3 = 1751 - 1491 = 260 \text{ кДж/кг} (t_0 = -7);$$

$$q_{k_m} = h_2 - h_3 = 1738 - 1490 = 248 \text{ кДж/кг} (t_0 = -6);$$

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

$$q_m = Q_0 / q_{0m} = \frac{95,77}{1226} = 0,078 \text{ кг/с (камера з маслом);}$$

$$q_m = Q_0 / q_{0m} = \frac{30,63}{1267} = 0,024 \text{ кг/с (камера з моцарелой);}$$

$$q_m = Q_0 / q_{0m} = \frac{29,21}{1261} = 0,023 \text{ кг/с (камера з сулугуні);}$$

$$q_m = Q_0 / q_{0m} = \frac{29,05}{1261} = 0,023 \text{ кг/с (камера з косичкою).}$$

В залежності від перепаду тисків знаходжу коефіцієнт подачі  $\lambda$ .

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

### 7.3.1.R-290.

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

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Архиви
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40

Для камери з маслом приймаєм температуру кипіння – (-23 °С) , а конденсації – 45 °С.

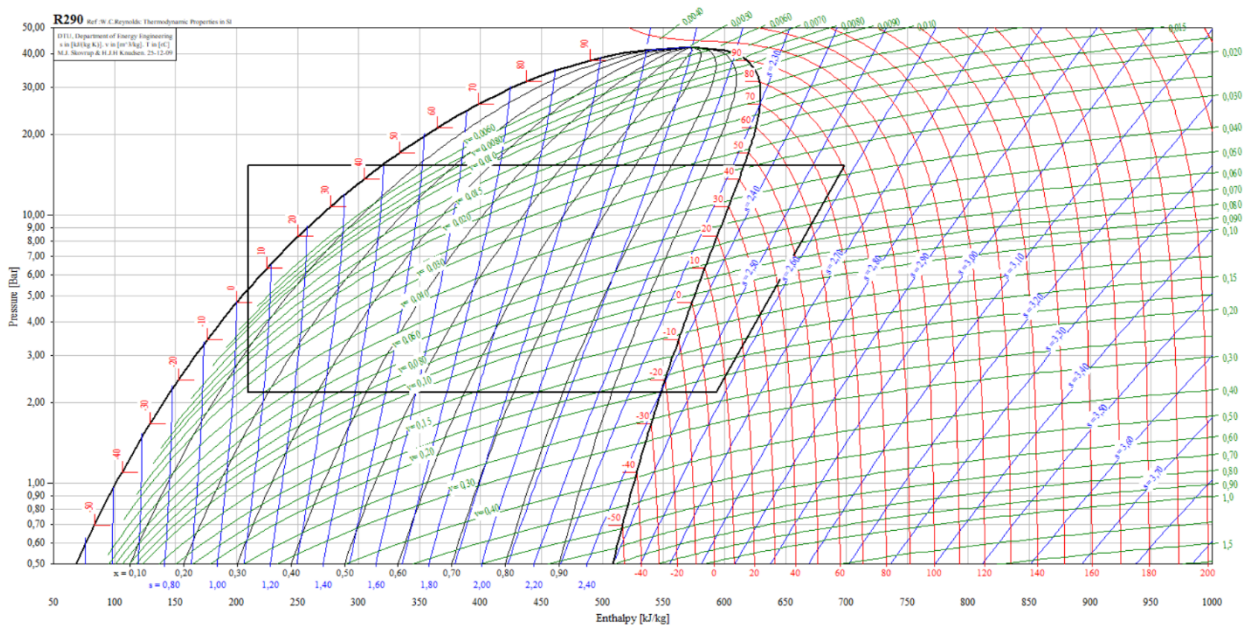
Для камери з сиром Моцарела приймаєм температуру кипіння - (-7 °С) , а конденсації – 44 °С.

Для камери з сиром Солугуні та Косичка приймаєм температуру кипіння - (-6 °С) , а конденсації – 44 °С.

### 7.3.2. Побудова циклу.

Цикл будуємо в програмі Coolpack на діаграмі – log(p)-h для R507 . Всі отримані значення точок циклу занесені до таблиці 19-21.

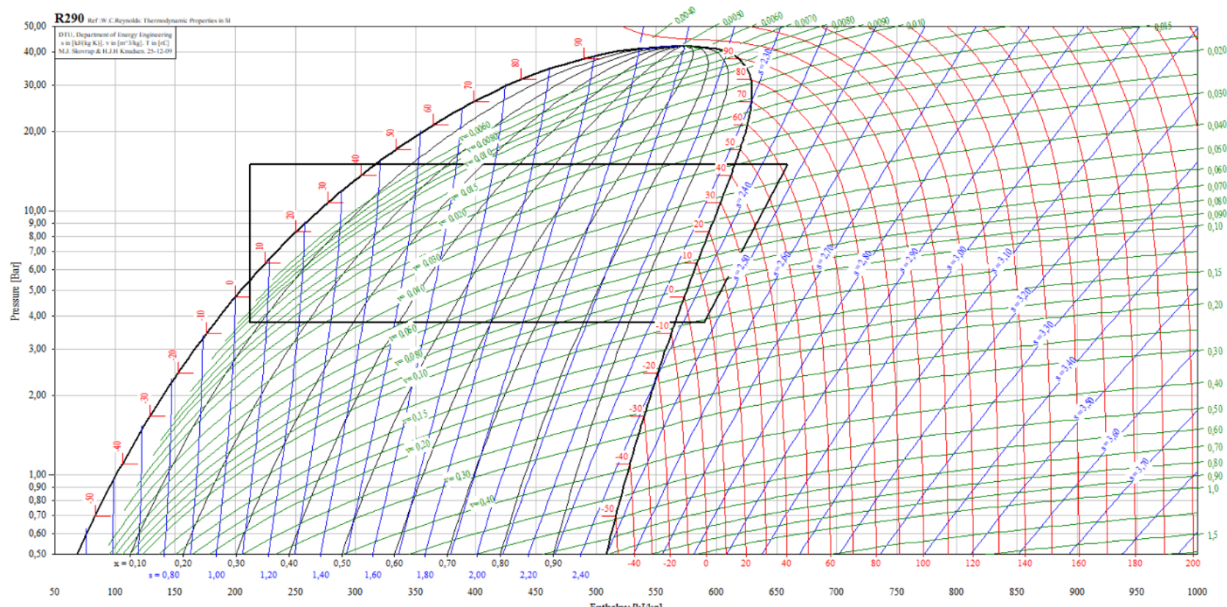
### Цикл холодильної установки (масло)R290



**Параметри основних точок циклу (масло)R290** **таблиця.19**

Точка	T, °C	P, бар	H, кДж/кг	v, м3/кг
1	5	2,173	593	0,23
1'	-23	2,173	547	0,201
2	80	15,315	698	0,037
3	45	15,315	617	0,029
4	4	15,315	210	0,002
5	-23	2,173	210	0,035

## Цикл холодильної установки (Моцарела)R290



**Параметри основних точок циклу (Моцарела)R290**

**таблиця.20**

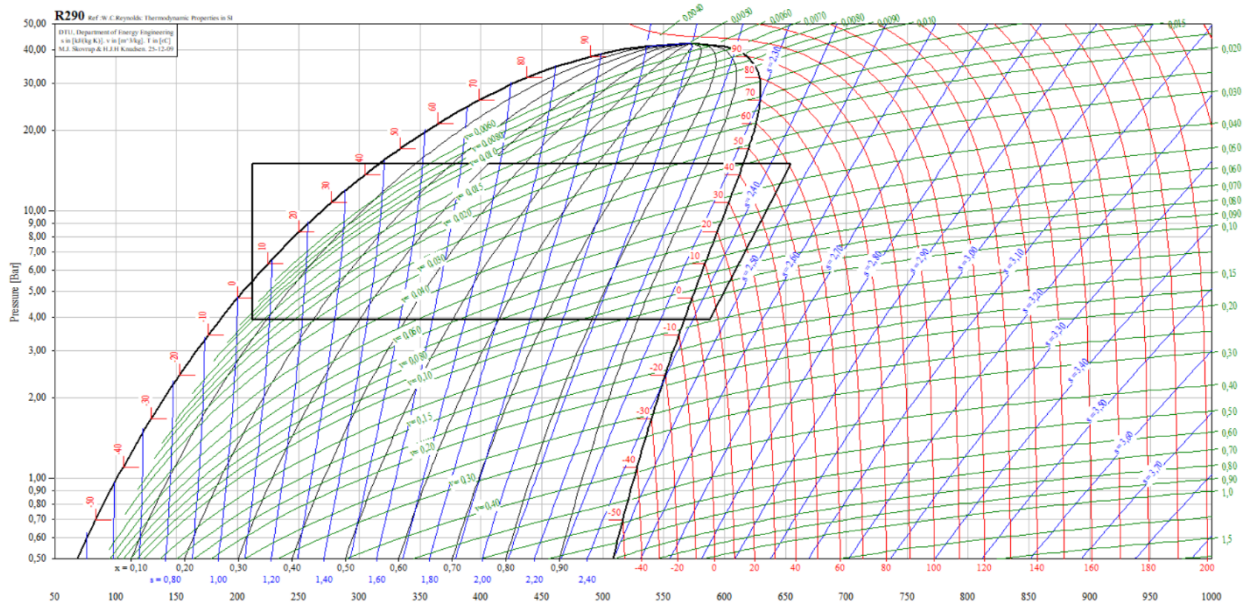
Точка	Т, °С	Р, бар	Н, кДж/кг	v, мЗ/кг
1	7	3,779	590	0,128
1'	-7	3,779	566	0,119
2	63	14,973	659	0,034
3	44	14,973	616	0,029
4	5	14,973	212	-
5	-7	3,779	213	0,01

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00. КМР. 142.003.021.ПЗ

Архив

## Цикл холодильної установки (Сулуґуні і Косичка)R290



### Параметри основних точок циклу (Сулуґуні та Косичка)R717

**таблиця.21**

Точка	T, °C	P, бар	h, кДж/кг	v, м3/кг
1	6	3,902	588	0,123
1'	-6	3,902	566	0,117
2	61	14,973	655	0,033
3	44	14,973	615	0,029
4	5	14,973	212	-
5	-6	3,902	212	0,01

### 7.3.3. Тепловий розрахунок холодильної машини(R290)

На основі визначених значень параметрів необхідно обчислити питому масову холодопродуктивність ( $q_0$ ) для холодильних машин, які функціонують на фреонових холодоагентах.

При цьому обов'язково слід враховувати ступінь перегрівання пари холодоагенту на виході з випарника.

Результат обчислюється в одиницях кДж/кг за наступним рівнянням:

$$q_{0m} = h_1 - h_4 = 593 - 210 = 383 \text{ кДж/кг} (t_0 = -23)$$

$$q_{0m} = h_1 - h_4 = 590 - 212 = 378 \text{ кДж/кг} (t_0 = -7)$$

$$q_{0m} = h_1 - h_4 = 588 - 212 = 376 \text{ кДж/кг} (t_0 = -6)$$

питому об'ємну холодопродуктивність, кДж/м<sup>3</sup>,

$$w_h = h_2 - h_1 = 698 - 593 = 105 \text{ кДж/кг } (t_0 = -23);$$

$$w_h = h_2 - h_1 = 659 - 590 = 69 \text{ кДж/кг } (t_0 = -7);$$

$$w_h = h_2 - h_1 = 655 - 588 = 67 \text{ кДж/кг } (t_0 = -6);$$

питоме теплове навантаження конденсатора, кДж/кг,

$$q_{k_m} = h_2 - h_3 = 698 - 617 = 81 \text{кДж / кг } (t_0 = -23);$$

$$q_{k_m} = h_2 - h_3 = 659 - 616 = 43 \text{кДж / кг } (t_0 = -7);$$

$$q_{k_m} = h_2 - h_3 = 655 - 615 = 40 \text{кДж / кг } (t_0 = -6);$$

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

$$q_m = Q_0 / q_{0_m} = \frac{95,77}{383} = 0,25 \text{ кг/с (камера з маслом);}$$

$$q_m = Q_0 / q_{0_m} = \frac{30,63}{378} = 0,081 \text{ кг/с (камера з моцарелой);}$$

$$q_m = Q_0 / q_{0_m} = \frac{29,21}{376} = 0,078 \text{ кг/с (камера з сулугуні);}$$

$$q_m = Q_0 / q_{0_m} = \frac{29,05}{376} = 0,077 \text{ кг/с (камера з косичкою).}$$

В залежності від перепаду тисків знаходжу коефіцієнт подачі  $\lambda$ .

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

#### 7.4.1.R-744.

На рахунок використання тільки CO<sub>2</sub> як холодильний агент не є ефективним варіантом для камер в проекті . Також це дуже дорогий варіант.

#### 7.5. Підсумок у виборі холодоагента.

З огляду на ваші розрахунки для різних холодоагентів (R507, R717, R290, R744), які охоплюють як морозильні (низькотемпературні), так і холодильні (середньотемпературні) камери, найкращими варіантами є **R717 (Аміак)** .

Для великого промислового об'єкта з масою продукції 3500т , де потрібна значна сумарна холодопродуктивність, натуральні холодоагенти значно перевершують синтетичні (R507A та R290).

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44



Табл.7.4.2.Ефективність R717(аміак)

Камера	Холодопродуктивність (Q), кВт	qm (R717),кг/с	Питома qo (R717),кДж/кг
Камера з маслом	95.77	0.078	1226
Камера з моцарелою	30.63	0.024	1267

- Порівняння з R507A та R290**

R507A та R290 (навіть якщо R290 ефективний, його використання обмежено):

Табл.7.4.1.Порівняння холодоагентів.

Холодоагент	qm для камери з маслом,кг/с	Коментар
R717 (Аміак)	0.078	Найменша витрата холодоагенту.
R290 (Пропан)	0.25	Витрата у 3.2 рази більша за R717.
R507A	0.56	Витрата у 7.2 рази більша за R717.

Для проекту такого масштабу (3500 т продукції) найкращим і найвигіднішим у довгостроковій перспективі вибором буде:

Використання R717 (Аміак) як основного холодоагенту у централізованій системі.

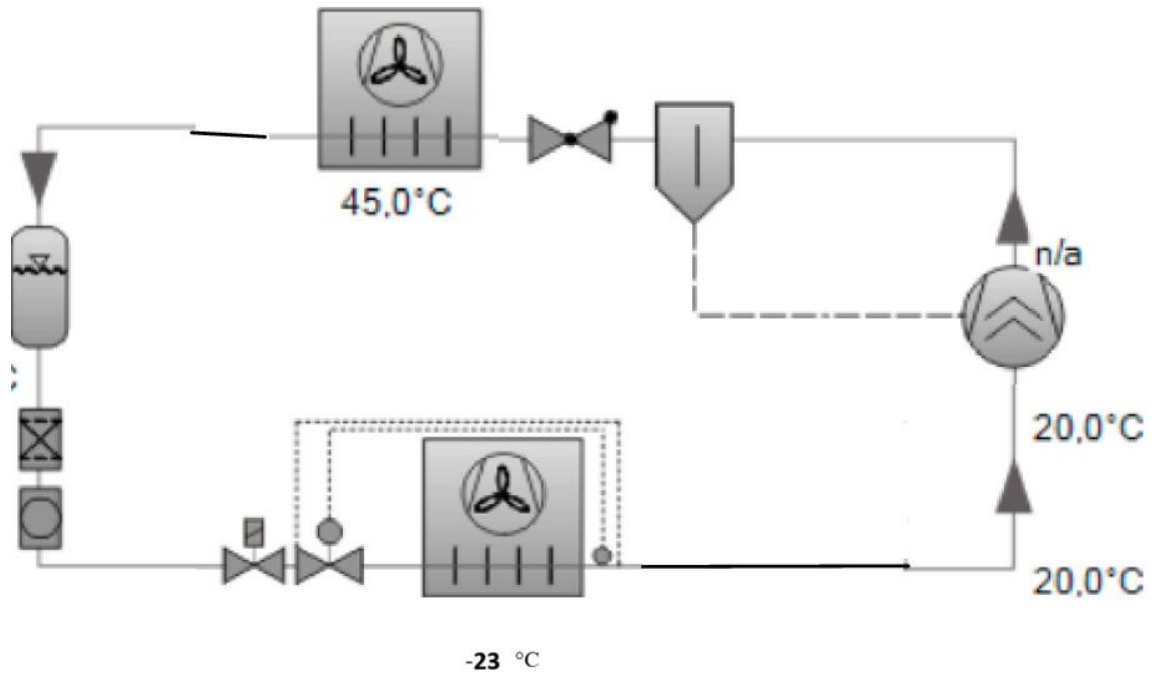


Рис.7.4.1.Холодильний цикл R717.

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

## 8. Вибір компресора для камери зберігання масла.

Об'ємну продуктивність компресора (об'ємна подача), м<sup>3</sup>/с,

$$V_{\partial} = q_m v_1 = 0,078 \cdot 0,723 = 0,056 \text{ м}^3/\text{с}$$

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

$$V_{н.р.} = V / \lambda = 201,6 / 0,75 = 268,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

Використавши програмне забезпечення фірми 'Bitzer' 'Bitzer software' та каталог фірми вирішив встановити 1 гвинтовий компресор серії OSNA8551-K. Об'ємна продуктивність одного компресора 315 м<sup>3</sup>/год.



Рис.8.1. Компресор для камери з маслом.

Дійсна масова продуктивність:

$$M' = \lambda \cdot \frac{V_{сум}}{v_1} = 0,75 \cdot \frac{0,0875}{0,723} = 0,091 \text{ кг} / \text{с}$$

Сумарна теоретична потужність:

$$N_{m1} = M' \cdot w_h = 0,091 \cdot 378 = 34,4 \text{ кВт}$$

					00. КМР.142.003.021.ПЗ			
Зм.	Лист	№докум.	Підпис	Дата	<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Білик М.М					48	100
Перевір.		Пилипенко.О.Ю				ХМ – 2-7М		
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

Дійсна холодопродуктивність:

$$Q_{1Д} = q_{0m} \cdot M' = 1232 \cdot 0,091 = 112,2 \text{ кВт}$$

Об'єм , що описується поршнем:

$$V_{h1} = \frac{V_{\text{сум}}}{\lambda} = \frac{0,0875}{0,75} = 0,116 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Індикаторний ККД (b=0,001):

$$\eta = \lambda + b \cdot t_0 = 0,75 + 0,001 \cdot (-23) = 0,727$$

Індикаторна потужність компресора:

$$N_{i1} = \frac{N_{m1}}{\eta} = \frac{34,4}{0,727} = 47,32 \text{ кВт}$$

Потужність тертя:

$$N_{\text{тер1}} = V_{h1} \cdot P_{\text{тер}} = 0,116 \cdot 60 = 6,96 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність:

$$N_f = N_{i1} + N_{\text{тер1}} = 47,32 + 6,96 = 54,28 \text{ кВт}$$

Електрична потужність:

$$N_{\text{ел}} = \frac{N_f}{\eta_{\text{ел}} \cdot \eta_{\text{еф}}} = \frac{54,28}{0,9 \cdot 0,7} = 86,2 \text{ кВт}$$

Це означає , що компресор комплектується двигуном 90кВт.

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49

## 8.1. Підбір компресорів для камер зберігання сиру сулугуні , косичка та моцарели.

Об'ємну продуктивність компресора (об'ємна подача), м<sup>3</sup>/с,

$$V_o = q_m \nu_1 = 0,024 \cdot 0,397 = 0,0095 \text{ м}^3/\text{с}$$

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

$$V_{н.р.} = V / \lambda = 34,2 / 0,8 = 42,75 \text{ м}^3/\text{год}$$

Використавши програмне забезпечення фірми 'Bitzer' 'Bitzer software' та каталог фірми , вирішив встановити 3 гвинтових компресори серії OSKA5341-K .Об'ємна продуктивність одного компресора 64 м<sup>3</sup>/год.



Рис.8.2.Компресор для кожної камери з сиром.

Дійсна масова продуктивність:

$$M' = \lambda \cdot \frac{V_{сум}}{\nu_1} = 0,8 \cdot \frac{0,018}{0,397} = 0,036 \text{ кг / с}$$

Сумарна теоретична потужність:

$$N_{m1} = M' \cdot w_h = 0,036 \cdot 263 = 9,47 \text{ кВт}$$

Дійсна холодопродуктивність:

$$Q_{1д} = q_{0m} \cdot M' = 1267 \cdot 0,036 = 45,6 \text{ кВт}$$

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		50

Об'єм , що описується поршнем:

$$V_{h1} = \frac{V_{\text{сум}}}{\lambda} = \frac{0,018}{0,75} = 0,024 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Індикаторний ККД ( $b=0,001$ ):

$$\eta = \lambda + b \cdot t_0 = 0,75 + 0,001 \cdot (-7) = 0,743$$

Індикаторна потужність компресора:

$$N_{i1} = \frac{N_{m1}}{\eta} = \frac{9,47}{0,743} = 14,74 \text{ кВт}$$

Потужність тертя:

$$N_{\text{тер}1} = V_{h1} \cdot P_{\text{тер}} = 0,024 \cdot 60 = 1,44 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність:

$$N_f = N_{i1} + N_{\text{тер}1} = 14,74 + 1,44 = 16,18 \text{ кВт}$$

Електрична потужність:

$$N_{\text{ел}} = \frac{N_f}{\eta_{\text{ел}} \cdot \eta_{\text{еф}}} = \frac{16,18}{0,9 \cdot 0,7} = 25,68 \text{ кВт}$$

Це означає , що компресор комплектується двигуном 30кВт.

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

## 9. Розрахунок та підбір теплообмінних апаратів.

Випарниками в камерах будуть використовуватися повітроохолоджувачі.

Площа теплообмінної поверхні випарників визначається за формулою:

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

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

$k$  – коефіцієнт теплопередачі, Вт/м<sup>2</sup>К.

$\Delta t$  - різниця між температурами в камері і кипіння хладону, °С.

### 9.1. Розрахунок для камери зберігання масла.

$$F = \frac{95765}{12 \cdot 8} = 997 \text{ м}^2;$$

За отриманим результатом розрахунку площі на сайті myGunter підбираємо 8 повітроохолодників GACV AP 040.1EN/3A-40.A-14NT.1H0M. Підбір зображений на Рис.9.1.

Рис.9.1. Підбір повітроохолодника для камери масла.

					00. КМР.142.003.021.ПЗ			
Зм.	Лист	№докум.	Підпис	Дата	<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Білик М.М					52	100
Перевір.		Пилипенко.О.Ю				<b>ХМ – 2-7М</b>		
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

Табл.9.1.Повітроохолодники для камери з маслом

Місткість:	<b>45,0 кВт<sup>(1)(2)</sup></b>	Холодоагент:	<b>НН3 / аміак (R717)</b>
Резерв поверхні:	<b>190,5%</b>	Температура випаровування:	<b>-23,0 °С</b>
Потік повітря:	<b>9032 м<sup>3</sup>/год</b>	Швидкість подачі (насос):	<b>3.5</b>
Швидкість повітря:	<b>2,5 м/с</b>		
Впуск повітря:	<b>45,0 °С</b>		
Вихід повітря:	<b>34,0 °С</b>		
Тиск повітря:	<b>1013 мбар</b>		

За теплообінною площею повітроохолоджувачів отримуємо що :  
 $126,3 \cdot 8 = 1010,4 \text{ м}^2$ .

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

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

де  $\rho_{нов}$  – густина повітря, яке виходить з повітроохолоджувача, кг/м<sup>3</sup> ;

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

$$V_{нов} = \frac{95,76}{1,365 \cdot (12 - 8)} = 17,54 \text{ м}^3 / \text{с}, (63144 \text{ м}^3 / \text{год}).$$

Сумарна об'ємна подача вентиляторів повітроохолоджувачів –  
 $72256 \text{ м}^3 / \text{год.} > 63144 \text{ м}^3 / \text{год.}$ , тому встановлених вентиляторів цілком достатньо.

9.2.Розрахунок для камер зберігання сиру моцарелера , сулугуні та косичка:

$$F = \frac{30663}{12 \cdot 7} = 395 \text{ м}^2$$

За отриманим результатом розрахунку площі на сайті myGunter підбираємо 4 повітроохолодників GACV AP 040.1FN/2A-40.A-14JN.2B8M.

1 Категорія → 2 Термодинаміка → 3 Вибір Одиниці → 4 Результати → 5 Технічний Паспорт

← НАЗАД СКИНУТИ ШАБЛОНІ 2.0 ДАЛІ →

Режим розрахунку: Зафіксована пропускна здатність штату (скоригувати резерв поверхні) Місткість: 25 кВт

мін. запас поверхні: -10 % Товщина ілею: 0 мм

макс. запас поверхні: 50 %

СЕРЕДНІЙ ПОВІТРЯ

Середній: NH3 / аміак (R717) (ПГП 0 | B2L) Температура на вході: 0 °C

Температура випаровування: -7 °C Тиск повітря: 1013 мбар ОПЦІ

Рис.9.2.Підбір повітроохолодника для камер сирами.

Табл.9.2.Повітроохолодники для камер з сирами.

Місткість:	<b>25,0 кВт<sup>(1)(2)</sup></b>	Холодоагент:	<b>NH3 / аміак (R717)<sup>1</sup></b>
Резерв поверхні:	<b>190,7 %</b>	Температура випаровування:	<b>-7,0 °C</b>
Потік повітря:	<b>6305 м<sup>3</sup>/год</b>	Швидкість подачі (насос):	<b>3.5</b>
Швидкість повітря:	<b>2,6 м/с</b>		
Впуск повітря:	<b>44,0 °C</b>		
Вихід повітря:	<b>35,2 °C</b>		
Тиск повітря:	<b>1013 мбар</b>		

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

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

де  $\rho_{нов}$  – густина повітря, яке виходить з повітроохолоджувача, кг/м<sup>3</sup> ;

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

$$V_{нов} = \frac{30,66}{1,149 \cdot (12 - 8)} = 6,67 \text{ м}^3 / \text{с}, (24012 \text{ м}^3 / \text{год}).$$

Сумарна об'ємна подача вентиляторів повітроохолоджувачів – 25220 м<sup>3</sup> /год. > 24012 м<sup>3</sup> /год., тому встановлених вентиляторів цілком достатньо.

Віддайка в кубічних повітроохолоджувачах здійснюється за допомогою Тенів.

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		55

## 10. Розрахунок та підбір конденсаторів для камер.

Знаходжу реальне теплове навантаження на конденсатор:

$$Q_{K(\text{масло})} = Q'_0 + N_i = 95,76 + 47,32 = 143,08 \text{ кВт};$$

$$Q_{K(\text{моцарела})} = Q'_0 + N_i = 30,66 + 14,74 = 45,4 \text{ кВт};$$

$$Q_{K(\text{сулугуні})} = Q'_0 + N_i = 29,21 + 14,74 = 43,95 \text{ кВт};$$

$$Q_{K(\text{косичка})} = Q'_0 + N_i = 29,05 + 14,74 = 43,79 \text{ кВт};$$

Основне рівняння теплопередачі:

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

$$\text{Звідси: } F(\text{масло}) = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} = \frac{95765}{12 \cdot 8} = 997 \text{ м}^2;$$

$$F(\text{моцарела}) = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} = \frac{30663}{12 \cdot 7} = 395 \text{ м}^2;$$

$$F(\text{сулугуні}) = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} = \frac{50002}{12 \cdot 7} = 367 \text{ м}^2;$$

$$F(\text{косичка}) = \frac{Q}{K \cdot \Delta t} = \frac{29049}{12 \cdot 7} = 365,8 \text{ м}^2;$$

					00. КМР.142.003.021.ПЗ						
Зм.	Лист	№докум.	Підпис	Дата	Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе			Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.	Білик М.М									56	100
Перевір.	Пилипенко.О.Ю										
Реценз.											
Н.контр.											
Затверд.	Петренко В.П				ХМ – 2-7М						

## 10.1. Підбір конденсатора для камери з маслом.

Рис.10.1.Значення підбіру конденсатора для камери з маслом.

1 Категорія
2 **Термодинаміка**
3 Вибір Одиниці
4 Результати
5 Технічний Паспорт

← НАЗАД
СКИНУТИ
ШАБЛОНИ

1.3
ДАЛІ →

Режим розрахунку:

Місткість:  кВт

мін. запас поверхні:  %

макс. запас поверхні:  %

**СЕРЕДНІЙ**

Кілька схем

Середній

Температура гарячого газу:  °C

АВТО

Температура кондиціонування:  °C

**ПОВІТРЯ**

Температура повітря:  °C

Відносна вологість:  %

Висота:  м

[ОПЦІЇ](#)

Табл.10.1.Конденсатори для камери з маслом.

Місткість:	100,0 кВт <sup>(1)</sup>	Холодоагент:	NH3 / аміак (R717) <sup>(2)</sup>
Потік повітря:	36256 м <sup>3</sup> /год	Температура гарячого газу:	90,0 °C
Впуск повітря:	32,0 °C      80%	Температура конденсації	46,2 °C
Висота:	0,0 м	(точка роси):	
Швидкість повітря:	2 м/с	Вихід конденсату:	44,8 °C
Коефіцієнт теплопередачі:	25,88 Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	Потік гарячого газу:	23,28 м <sup>3</sup> /год
		Масова витрата:	290 кг/год
		Падіння тиску:	0,20 бар / 0,41 К

Для камери з маслом було підібрано 3 конденсатора GCHV AD 080.2OF/12A-57-0DK5.16BM .

## 10.2. Підбір конденсатора для камер з сиром.

Рис.10.2. Значення підбіру конденсатора для камер з сиром.

1 Категорія
2 **Термодинаміка**
3 Вибір Одиниці
4 Результати
5 Технічний Паспорт

← НАЗАД
СКИНУТИ
ШАБЛОНИ

1.3
ДАЛІ →

Режим розрахунку

Місткість

 кВт

мін. запас поверхні

 %

макс. запас поверхні

 %

**СЕРЕДНІЙ**

Кілька схем

Середній

Температура гарячого газу:

 °C

**ПОВІТРЯ**

Температура повітря:

 °C

Відносна вологість

 %

Висота

 м

АВТО

Температура кондиціонування

 °C

ОПЦІЇ

Табл.10.2.Конденсатори для камер з сиром.

Місткість:	<b>55,0 кВт<sup>(1)</sup></b>	Холодоагент:	<b>NH3 / аміак (R717)</b>
Потік повітря:	<b>20173 м<sup>3</sup>/год</b>	Температура гарячого газу:	<b>89,0 °C</b>
Впуск повітря:	<b>32,0 °C      85%</b>	Температура конденсації	<b>44,6 °C</b>
Висота:	<b>0,0 м</b>	(точка роси):	
Швидкість повітря:	<b>2,2 м/с</b>	Вихід конденсату:	<b>42,9 °C</b>
Коефіцієнт теплопередачі:	<b>28,91 Вт/(м<sup>2</sup>·К)</b>	Потік гарячого газу:	<b>13,28 м<sup>3</sup>/год</b>
		Масова витрата:	<b>158 кг/год</b>
		Падіння тиску:	<b>0,36 бар / 0,76 К</b>

Для камер з сиром було підбрано по 2 конденсатора GCHV AD 080.3OF/11A-48-28UK.34QM.

## 11. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання.

### 11.1. Розрахунок і вибір лінійних ресиверів.

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

$$V_{pec} = \frac{0,6 \cdot V_{no}}{0,6} \cdot 1,2;$$

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

0.6- коефіцієнт, що враховує заповнення системи з нижньою подачею;

1.2- коефіцієнт запасу лінійного ресивера;

Ємкість повітроохолодників камери зберігання масла:

$$V_{no} = \sum V_i \cdot n = (18 \cdot 8) \cdot 10^{-3} = 0,144 \text{ м}^3;$$

$$V_{pec} = \frac{0,6 \cdot 0,144}{0,6} \cdot 1,2 = 0,173 \text{ м}^3;$$

Обираємо вертикальний рідинний ресивер V10A.150.A5.A5.F4.H5.F5 з 2 оглядовим склом об'ємом 150 л. Діаметр – 406 мм, висота – 1340 мм. (для камери з маслом)

Таким же чином підбираємо ресивери для камер з сиром.

Ємкість повітроохолодників камер зберігання сиру:

$$V_{no} = \sum V_i \cdot n = (14,3 \cdot 4) \cdot 10^{-3} = 0,057 \text{ м}^3;$$

$$V_{pec} = \frac{0,6 \cdot 0,057}{0,6} \cdot 1,2 = 0,068 \text{ м}^3;$$

Підбираємо 3 вертикальних рідинних ресивера V9A.70.A4.A4.F4.H21 з 2 оглядовим склом об'ємом 70 л. Діаметр – 324 мм, висота – 970 мм для кожної камери з сиром.

					00. КМР.142.003.021.ПЗ			
Зм.	Лист	№докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			<i>Проект розподільчого холоди- льника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Пилипенко.О.Ю					59	100
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.		Петренко В.П						
						ХМ – 2-7М		

## 11.2. Розрахунок та підбір масловіддільників.

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

Для гвинтових компресорів обираю фірму Bitzer для мастиловіддільників, Діаметр виходу нагнітання на компресорі в камері масла  $d_{\text{наг}} = 76\text{мм}$  або  $3\ 1/8''$ .

Табл.11.1.Мастиловіддільник для камери масла.

Макс. надлишковий тиск	28 bar
вага	565 кг
Загальна ширина	860 mm
Загальна глибина	957 mm
Загальна висота	1894 mm
Заправка олії	250 l
Корисний обсяг холодоагенту	655 l
Мах. кількість компресорів	6
Підведення холодоагенту	DN 125
Вихід холодоагенту	DN 125
Вихід олії	76 mm - 3"
Макс. надлишковий тиск	28 bar
Мах. робоча температура	120°C
Підігрівач олії в картері	3x200 W
Датчик рівня олії	Standard
Приєднання для запобіжного клапана тиску	1 1/4" - 12 UNF
Сертифікація відповідно до PED 2014/68/EU	Standard

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00. КМР. 142.003.021.ПЗ

Аркуш

60

Таким же чином підбираю мастиловіддільники для камер з сиром. Для гвинтових компресорів обираю фірму Bitzer для мастиловіддільників, діаметр виходу нагнітання на компресорі в камері масла  $d_{\text{наг}} = 42\text{мм}$  або 1 5/8”.

Табл.11.2.Мастиловіддільник для камер з сирами.

Макс. надлишковий тиск	28 bar
Вага	180 кг
Загальна ширина	594 мм
Загальна глибина	672 mm
Загальна висота	1453 мм
Заправка олії	90 l
Корисний обсяг холодоагенту	228 l
Мах. у компресорів	6
Підведення холодоагенту	DN 100
Вихід холодоагенту	DN 100
Вихід олії	42 мм - 1 5/8"
Макс. надлишковий тиск	28 bar
Мах. робоча температура	120°C
Підігрівач олії в картері	3x140 W
Датчик рівня олії	Standard
Приєднання для запобіжного клапана тиску	1 1/4" - 12 UNF
Сертифікація відповідно до PED 2014/68/EU	Standard

## 12.Розрахунок діаметрів трубопроводів.

$\omega_{вс} = 15 \text{ м\csc}$  - швидкість парів аміаку на стороні всмоктування;

$\omega_{н} = 20 \text{ м\csc}$  - швидкість парів аміаку на стороні нагнітання.

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

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\omega \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.25}{15 \cdot 3.14}} = 0.146 \text{ м}$$

Встановлюю мідну трубу розмірами 159x3мм;

Нагнітальний колектор:

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

$$V' = M' \cdot v_2 = 0,091 \cdot 0.114 = 0.0104 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\omega \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.0104}{20 \cdot 3.14}} = 0.069 \text{ м}$$

Вирішую встановити мідну трубу розміром 76x2мм;

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

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\omega \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.081}{15 \cdot 3.14}} = 0.083 \text{ м}$$

Встановлюю мідну трубу розмірами 89x2мм;

Нагнітальний колектор:

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

$$V' = M' \cdot v_2 = 0,036 \cdot 0.108 = 0.0039 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\omega \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.0039}{20 \cdot 3.14}} = 0.038 \text{ м}$$

					00. КМР.142.003.021.ПЗ			
Зм.	Лист	№докум.	Підпис	Дата	<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Білик М.М					62	100
Перевір.		Пилипенко.О.Ю				ХМ – 2-7М		
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

Встановлюю мідну трубу розмірами 46x1.5мм;

### 12.1.Розрахунок гідравлічних втрат на хладоновій лінії.

Знаходимо швидкість руху хладону у всмоктувальному трубопроводі

$$\omega = 15 \text{ м}^2 / \text{с};$$

Визначаємо динамічний тиск:

$$\frac{\rho \omega^2}{2} = \frac{1.11 \cdot 15^2}{2} = 124,9 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2};$$

Розраховуємо число Рейнольдса :

$$\text{Re} = \frac{\omega \cdot d_{\text{вн}} \cdot \rho}{\mu} = \frac{15 \cdot 0,153 \cdot 1.11}{0,3 \cdot 10^{-3}} = 8491,5;$$

Розраховуємо коефіцієнт тертя :

$$\lambda_{\text{мп}} = 0,11 \left( \frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{\text{Re}} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left( \frac{0,0015}{153} + \frac{64}{8491,5} \right)^{0,25} = 0,032$$

Втрати тиску на ділянці довжиною 41,4м.

$$\sum \Delta p_{\text{мп}} = \Delta p_{\text{мп}} \cdot 41,4 = 0,26 \cdot 41,4 = 10,764 \text{ Па};$$

Втрати тиску в місцевих опорах:

$$Z = \xi_m \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = (8 + 6 + 3 \cdot 1 + 1 + 10) \cdot 124,9 = 3497,2 \text{ Па} = 3,497 \text{ кПа};$$

Загальна витрата тиску:

$$\Delta p = \Delta p_{\text{мп}} + Z = 10,764 + 3497,2 = 14,261 \text{ кПа};$$

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Архиви
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		63

## 12.2.Підбір мастилоохолодників.

### Мастилоохолодник для камери з маслом.

На рис.12.2. зображено як було підібрано мастилоохолодник GOHC OD 050.2/23-51-5314377M.

1 Категорія
2 Термодинаміка
3 Вибір Одяниці
4 Результати
5 Технічний Паспорт

← НАЗАД
СКИНУТИ
ШАБЛОНИ

0.0
🌿🌿🌿🌿
ДАЛІ →

Режим розрахунку: Зафіксована пропускна здатність штату (скоригувати резерв поверхні) Місткість: 70 кВт

мін. запас поверхні: -10 %

макс. запас поверхні: 50 %

**СЕРЕДНІЙ**

Середній: Бітцер BSE 170

Режим параметрів: Температура на вході/виході

Температура на вході: 75 °C

Температура на виході: 50 °C

**ПОВІТРЯ**

Температура повітря: 32 °C

Відносна вологість: 80 %

Висота: 0 м

ОПЦІЇ

Рис.12.2.Мастилоохолодник для камери масла.

Табл.12.2.Характеристики мастилоохолодника для камери масла.

Місткість:	<b>70,0 кВт<sup>(1)</sup></b>	Середній:	<b>Бітцер BSE 170<sup>(2)</sup></b>
Резерв поверхні:	<b>-1,0 %</b>	Температура на вході:	<b>75,0 °C</b>
Потік повітря:	<b>43644 м³/год</b>	Температура на виході:	<b>50,0 °C</b>
Швидкість повітря:	<b>1,7 м/с</b>	Падіння тиску:	<b>0,57 бар</b>
Впуск повітря:	<b>32,0 °C</b> <b>80%</b>	Об'ємний потік:	<b>5,44 м³/год</b>
Висота:	<b>0,0 м</b>	Масова витрата:	<b>5130 кг/год</b>
Вихід повітря:	<b>36,8 °C</b> <b>61%</b>		
Коефіцієнт теплопередачі:	<b>2,45 Вт/(м²·К)</b>		

## Мастилоохолодник для камер з сиром.

На рис.12.3. зображено як було підібрано мастилоохолодник GOHC OD 050.2/22-50-5363122M.

1 Категорія → 2 **Термодинаміка** → 3 Вибір Одиниці → 4 Результати → 5 Технічний Паспорт

← НАЗАД СКИНУТИ ШАБЛОНИ 0.0 ДАЛІ →

Режим розрахунку: Зафіксована пропусна здатність штату (скоригувати резерв поверхні) Місткість: 45 кВт

мін. запас поверхні: -10 %

макс. запас поверхні: 50 %

---

**СЕРЕДНІЙ** **ПОВІТРЯ**

Середній: Бітцер BSE 170 Температура повітря: 32 °C

Режим параметрів: Температура на вході/виході Відносна вологість: 80 %

Температура на вході: 75 °C Висота: 0 м

Температура на виході: 55 °C

опції

Рис.12.3.Мастилоохолодник для камери з сиром.

Табл.12.3.Характеристики для мастилоохолодника камери з сиром.

Місткість:	<b>45,0 кВт<sup>(1)</sup></b>	Середній:	<b>Бітцер BSE 170<sup>(2)</sup></b>
Резерв поверхні:	<b>-2,4%</b>	Температура на вході:	<b>75,0 °C</b>
Потік повітря:	<b>30640 м<sup>3</sup>/год</b>	Температура на виході:	<b>55,0 °C</b>
Швидкість повітря:	<b>1,8 м/с</b>	Падіння тиску:	<b>0,75 бар</b>
Впуск повітря:	<b>32,0 °C</b> <b>80%</b>	Об'ємний потік:	<b>4,37 м<sup>3</sup>/год</b>
Висота:	<b>0,0 м</b>	Масова витрата:	<b>4112 кг/год</b>
Вихід повітря:	<b>36,4 °C</b> <b>63%</b>		
Коефіцієнт теплопередачі:	<b>3,54 Вт/(м<sup>2</sup>·К)</b>		

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00. КМР. 142.003.021.ПЗ

Аркуш

65

### 13.Економічний розрахунок.

Холодильні розподільчі камери є критично важливим елементом холодозабезпечення для широкого спектру комерційних і медичних підприємств, включаючи ресторани, супермаркети, готелі та медичні заклади.

#### Мета Економічного Розрахунку

Економіко-технічний розрахунок має на меті не лише визначення необхідної потужності обладнання, але й встановлення загальної вартості володіння об'єктом. Це включає:

- Визначення цін на всі матеріали та обладнання, задіяні в будівництві та установці камер.
- Визначення експлуатаційних витрат, таких як витрати на електроенергію, оплату праці обслуговуючого персоналу, податки та інші операційні витрати.

#### Основні Економічні Фактори

При економічному розрахунку необхідно враховувати такі ключові фактори:

- **Обсяг Зберігання:** Кількість продуктів, що підлягають зберіганню, є основним параметром, який безпосередньо визначає необхідний розмір і, відповідно, капітальні витрати на будівництво камери.
- **Тип Продуктів:** Характеристики продуктів (наприклад, чутливість до температури, необхідність швидкого заморожування) впливають на вибір типу холодоагенту, потужності компресора та конфігурацію повітроохолоджувачів.
- **Енергоефективність:** Вибір високоенергоефективного обладнання та ізоляційних матеріалів є критичним для мінімізації постійних витрат на електроенергію протягом усього терміну служби.
- **Первинні Інвестиції (CAPEX):** Включають вартість придбання, встановлення та пусканалагодження всього холодильного обладнання.
- **Експлуатаційні Витрати (OPEX):** Включають регулярні витрати на електроенергію, а також технічне обслуговування, ремонт та планову

					00. КМР.142.003.021.ПЗ			
Зм.	Лист	№докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Пилипенко.О.Ю					66	100
Реценз.						ХМ – 2-7М		
Н.контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

заміну компонентів.

- Термін Служби: Прогнозований термін служби впливає на розрахунок амортизації та загальні довгострокові витрати володіння.
- Покращення Якості Продукції (Економічний Ефект): Правильно спроектовані та налаштовані умови зберігання безпосередньо зберігають якість продукції, мінімізують втрати від псування та продовжують термін придатності, що призводить до збільшення прибутків і зменшення списання товарів.

### Витрати на електроенергію.

Споживання електроенергії за рік визначається за формулою:

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

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

$n$  – час роботи обладнання при робочих умовах, год.

Всі значення будуть наведені нижче в таб.13.1.

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш
						67
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Табл.13.1.Споживання електроенергії за рік.

№	Модель обладнання	Номінальна потужність,кВт	Час роботи, год	К-сть,шт	Спожита електроенергія, кВт*год
1	Компресор OSNA8551-K	90	5400	1	486000
2	Компресори OSKA5341-K	30	5400	3	486000
3	Повітроохолоджувачі Guntner GACV AP 040.1EN/3A-40.A- 14NT.1H0M.	0,62	5400	8	26784
4	Повітроохолоджувачі Guntner GACV AP 040.1FN/2A-40.A- 14JN.2B8M	0,57	5400	12	36936
5	Конденсатор GCHV AD 080.2OF/12A-57- 0DK5.16BM	2,24	5400	3	36288
6	Конденсатор GCHV AD 080.3OF/11A-48- 28UK.34QM	1,66	5400	6	53784
7	Масилоохолодник GOHC OD 050.2/23-51-5314377M	3,9	5400	1	21060
8	Масилоохолодник GOHC OD 050.2/22-50-5363122M	2,6	5400	3	14040
7	Разом:				1160892

Розрахунок тарифу на період літа 2025 р. в м.Вишневе . Ціна на ринку “на добу наперед” – 11000 грн за МВт\*год. Отже річна ціна на електроенергію становить :

$$1160892 * 11 = 12769,812 \text{ тис.грн}$$

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		68

Табл.13.2. Специфікація та ціна обладнання.

Назва обладнання	К-сть	Витрати на обладнання , тис.грн			Загалом (тис.грн)
		Ціна за од-н.(грн)	Монтаж (10%)грн.	Інше (≈5%)грн.	
Компресор <b>OSNA8551-K</b>	1	852 000	85 200	42 600	979,800
Компресор <b>OSKA5341-K</b>	3	319 250	31 925	15 962	1101,411
Повітроохолоджувач <b>Guntner GACV AP 040.1EN/3A-40.A-14NT.1H0M.</b>	8	379 350	37 935	18 967	3490,016
Повітроохолоджувач <b>Guntner Guntner GACV AP 040.1FN/2A-40.A-14JN.2B8M</b>	12	299 300	29 930	14 965	4130,340
Конденсатор <b>GCHV AD 080.2OF/12A-57-0DK5.16BM</b>	3	584 850	58 485	29 242	2017,731
Конденсатор <b>GCHV AD 080.3OF/11A-48-28UK.34QM</b>	6	425 000	42 500	21 250	2932,500
Електродвигун 90 кВт <b>Weg 280S/M-02</b>	1	400 214	40 021	20 010	460,245
Електродвигун 30 кВт <b>Aerzen WEG 200L-02</b>	3	147 219	14 722	7 361	507,906
Ресивер <b>GVN V10A.150.A5.A5.F4.H5.F5</b>	1	59 175	5 917	2 959	68,051
Ресивер <b>GVN V9A.70.A4.A4.F4.H21</b>	3	24 480	2 448	1 224	84,456
Масловідділювач <b>Bitzer OA 25112</b>	1	95 400	9 540	4 770	109,710
Масловідділювач <b>Bitzer OA9111</b>	3	72 300	7 230	3 615	249,435
Сендвіч панель типу ППУ (також покрівельна)	1м <sup>2</sup>	≈1 500	880 000	444 000	8880,000
Трубопроводи та арматура		≈20%			3030,690
				Разом:	28042,291

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00. КМР. 142.003.021.ПЗ

Архив

69

### Розрахунок мастила.

Для компресорів використовується олива синтетична FUCHS RENISO TRITON KC68.Ціна якого—1600грн. за літр.

Табл.13.3.Олива для компресорів.

В'язкість за 100 °С мм2/с	7,2 DIN 51 562-1
В'язкість, за 40 °С мм2/с	68 DIN 51 562-1
Індекс в'язкості	45 DIN ISO 2909
Кислотне число мг КОН/г	0,01 DIN 51 558-3
Клас в'язкості (ISO VG)	68
Щільність за 15 °С г/мл	900 DIN 51 757
Температура спалаху °С	200 DIN ISO 2592
Температура застигання °С	-39 DIN ISO 3016
Колір	1,0 ISO 2049

Компресор OSNA8551-К має об'єм 9 л , тому мастила для цих компресора потрібно 9 л.

Компресор OSKA5341-К має об'єм 5,5 , цих компресорів три , тому мастила потрібно 16.5 л.

Отже , на всі системи потрібно 25.5 л , тобто – 9 000 грн.

### Витрати на заробітню плату працівникам.

Табл.13.4.

№	Професія	Чисельність,чол	Місячний фонд, грн.	Річний фонд, грн.
1	Начальник ХУ	1	30 000	360 000
2	Слюсарь	4	17 088	205 056
3	Водій-грузчик	8	15 937	191 244

Тому , якщо в кожній камері буде працювати по 2 вантажника-водія і по 1 слюсарю ремонтнику та буде 1 начальник ХУ , то витрати на рік будуть становити – 2 710 176 грн.

### Розрахунок амортизації обладнання.

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

Тобто  $16\,131\,601 \cdot 0,22 = 3\,548\,952$  тис.грн.

### Інші витрати.

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

$3\,548\,952 \cdot 0,25 = 887\,238$  тис.грн.

### Розрахунок Споживання Енергії на 1 кВт·год Холоду

Одиниця спожитої електроенергії, необхідна для виробництва 1 кВт\год холоду, є оберненою величиною COP:

$$E_{\text{спож}} = \frac{1}{\text{COP}} = 0,49 \text{ кВт} / \text{год} (\text{для камери з маслом});$$

$$E_{\text{спож}} = \frac{1}{\text{COP}} = 0,46 \text{ кВт} / \text{год} (\text{для камери з сиром}).$$

Для виробництва 1 кВт/год холоду потрібно 0.49 кВт/год електроенергії для камери з маслом та 0.46 кВт/год.

### Розрахунок вартості 1 кВт/год холоду

$$C_{\text{холод}} = E_{\text{спож}} \cdot \text{Тариф(елек.)} = 0,49 \cdot 11 = 5,39 (\text{грн}) (\text{для камери з маслом});$$

$$C_{\text{холод}} = E_{\text{спож}} \cdot \text{Тариф(елек.)} = 0,46 \cdot 11 = 5,06 (\text{грн}) (\text{для камери з сиром}).$$

### Розрахунок Загального Холоду за Рік ( $Q_{\text{рік}}$ )

$$Q_{\text{рік}} = Q_0 \cdot N_{\text{рік}}$$

Табл.13.5.Виробіток холоду за рік

Камера	$Q_{\text{год}}$ (кВт)	$Q_{\text{рік}}$ (кВт)
Масло	95.765	838 901.4
Моцарела	30.663	268 607.9
Сулуґуні	29.208	255 862.1
Косичка	29.049	254 469.2

Загалом : 1 617 840,6 кВт

## 14. Техніко-економічне обґрунтування.

Місто Вишневе (Бучанський район Київської області) є ключовим логістичним та транспортним вузлом у безпосередній близькості до Києва. Таке розташування робить його ідеальною локацією для створення Розподільчого Холодильного Складу молочної продукції.

Наразі система постачання молочної продукції у Київську агломерацію стикається із суттєвими проблемами:

- Нерегулярні перебої з постачанням.
- Значні втрати продукції, спричинені недотриманням температурних режимів під час зберігання та транспортування, що неминуче призводить до зниження якості та безпечності товарів.

Аміак є найкращим холодоагентом для великих промислових систем завдяки:

1. Екологічність: є природним холодоагентом, який має нульовий потенціал руйнування озонового шару та нульовий потенціал глобального потепління .
2. Висока Ефективність: Теплофізичні властивості забезпечують найвищу холодопродуктивність на одиницю об'єму серед усіх холодоагентів, що призводить до менших експлуатаційних витрат на електроенергію.

### Технічні Особливості Системи

- Холодильне Обладнання: Використання промислових поршневих компресорів, які ідеально адаптовані для роботи з аміаком та забезпечують високу надійність.
  - Система Охолодження: Застосування повітряних повітроохолоджувачів (чи повітряних охолоджувачів рідини) забезпечить ефективне охолодження складського об'єму, займаючи менше місця порівняно з традиційним батарейним охолодженням.

					00. КМР.142.003.021.ПЗ			
Зм.	Лист	№докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Білик М.М			Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Пилипенко.О.Ю					72	100
Реценз.						ХМ – 2-7М		
Н.контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

- Конденсація: Хоча для аміаку часто використовуються випарні конденсатори, проєкт передбачає застосування повітряних конденсаторів. Це спрощує експлуатацію, оскільки вони не потребують додаткового обладнання для водопостачання та хімічної водопідготовки, незважаючи на потенційно більшу площу теплообміну.
- Теплоізоляція: Використання високоякісних сендвіч-панелей забезпечить мінімальні тепловтрати та швидкий монтаж, що є критично важливим для енергоефективності аміачної системи.

#### Економічний Висновок

Незважаючи на вищі початкові інвестиції, пов'язані з підвищеними вимогами до безпеки аміачних систем, перехід на забезпечує найнижчі операційні витрати, завдяки високій енергоефективності та низькій вартості холодоагенту в довгостроковій перспективі.

Враховуючи стабільний попит на молочну продукцію в Київській агломерації, будівництво аміачного Розподільчого Холодильного Складу у Вишневому є найбільш перспективним, економічно обґрунтованим та екологічно відповідальним рішенням.

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		73

## 15. Охорона праці.

У межах цього проекту робочою областю визначено машинне відділення (компресорний цех). Ключова небезпека, пов'язана з експлуатацією холодильного обладнання, полягає у вірогідності аварійного розгерметизації або миттєвого руйнування елементів системи (таких як теплообмінні апарати, конденсаційні установки, агрегати стиснення та мережа трубопроводів). Така подія може супроводжуватися неконтрольованим вивільненням в навколишнє середовище токсичних випарів холодоагенту аміаку, що, своєю чергою, створює ризик вибухового займання газоповітряної суміші.

Поряд із цим, існує ціла низка інших шкідливих та небезпечних чинників, які можуть впливати на здоров'я людини. Завдяки інтеграції новітнього обладнання, що характеризується високим ступенем автоматизації виробничих процесів, вдасться істотно знизити рівень негативного впливу цих чинників на персонал. Це забезпечить підвищення загального рівня безпеки як при експлуатації, так і під час технічного обслуговування системи, і, як наслідок, поліпшить умови праці для співробітників.

Згідно з ДНАОП 0.00-1.32-01 («Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»), компресорне відділення за класифікацією електробезпеки належить до приміщень підвищеної небезпеки.

Усі діючі електроустановки повністю відповідають вимогам, викладеним у таких нормативних актах: ДНАОП 0.00-1.32-01, ДНАОП 0.00-1.21-98 («Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»), а також чинним стандартам безпеки праці та іншим регламентуючим документам.

Відповідно до класифікації ПУЕ (Правила улаштування електроустановок), низка об'єктів у машинному відділенні належить до зон підвищеної небезпеки через ризик одночасного контакту з заземленими елементами та струмопровідними частинами (наприклад, у разі пошкодження ізоляції чи помилки персоналу).

					00. КМР.142.003.021.ПЗ			
Зм.	Лист	Недокум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Білик М.М				<i>Проект розподільчого холодильника молочної продукції місткістю 3500т. у м.Вишневе</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Пилипенко.О.Ю						74	100
Реценз.						ХМ – 2-7М		
Н.контр.								
Затверд.	Петренко В.П							

Згідно з вимогами ДНАОП 00.0-1.32-01, у машинному відділенні (компресорному цеху) електрична проводка та кабельні траси, а також корпуси всього електрообладнання, повинні мати захист оболонки зі ступенем IP 44. Регламентація заходів щодо надійної та безпечної експлуатації цього електричного устаткування здійснюється відповідно до будівельного нормативу ДБН В.2.5-27-2006.

Вживаються такі захисні рішення для забезпечення електробезпеки:

1. Заземлення за ізолюваною нейтраллю усіх металевих неструмопровідних частин обладнання. Опір контуру заземлення підтримується на рівні, не вищому за 4 Ом.
2. Живлення систем автоматичного контролю, а також підсвічування шкал приладів управління та контролю компресорів, здійснюється наднизькою напругою (до 12 В).
3. Кожен агрегат, що живиться змінною напругою 220/380 , обов'язково оснащується заземлювальним контуром та аварійним вимикачем.
4. Загальне електричне освітлення використовує струм 220 В, при цьому освітлювальні прилади загального призначення монтуються на висоті не менше 5 м.
5. Усі розподільчі електрощити повинні бути ізолювані захисними боксами. Під ними обов'язково розміщуються діелектричні мати (або спеціальні ізолюючі підставки).
6. Приміщення цеху облаштовується необхідними попереджувальними знаками безпеки.
7. Ремонтні роботи та планове обслуговування машин виконуються виключно після знеструмлення обладнання. Для захисту конструкцій градирні від прямих ударів блискавки використовуються стрижневі блискавкоприймачі, встановлені на покрівлі машинного відділення та майданчику з охолоджувальною вежею, згідно з РД 34.21.122-87 («Інструкція із захисту від блискавки будівель та споруд»).

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		75

Аміак (R717) — це речовина, здатна утворювати вибухонебезпечну газоповітряну суміш. Згідно з класифікацією, ця суміш віднесена до категорії вибухонебезпечності ПА та температурної групи Т1.

Відповідно до будівельних норм СНиП 2.11.02-87 («Холодильники»), машинне відділення за класифікацією вибухо- та пожежонебезпеки належить до категорії «Б» згідно з галузевим нормативом ОНТП 24–86.

Згідно з класифікацією ПУЕ, ці приміщення належать до пожежонебезпечної категорії «Д».

Під час експлуатації холодильних систем персонал дотримується вимог «Типових правил пожежної безпеки для промислових підприємств», ГОСТ 12.1.004–85 «Пожежна безпека. Загальні вимоги» та ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні».

- Камери охолодження, де температура не перевищує 2 С, класифікуються як категорія «Д».
- Приміщення, де розташоване устаткування цеху цільномолочної продукції, сховища для молока, кефіру та йогурту, а також експедиції, з температурою вище 5 С, відносяться до категорії «В».

Протипожежна безпека на об'єкті охоплює комплекс заходів із запобігання вибухам та займанням і окрему систему пожежного захисту.

Система запобігання пожежі включає:

- Наявність огорожувальних конструкцій будівлі машинного цеху з легкоскридними елементами (вікна, двері).
- Моніторинг рівня концентрації аміаку всередині компресорного приміщення.
- Аварійна примусова витяжна вентиляція.
- Світлозвукова сигналізація та попереджувальне табло над входом до машинного відділення.
  - Надійне приєднання провідників від устаткування до контуру заземлення без іскроутворення.
  - Застосування засобів захисту від атмосферної електрики.
  - Використання аварійного та витяжного вентиляторів цеху у іскрозахищеному виконанні, а їхні електричні двигуни — у

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		76

вибухозахищеному. Припливний вентилятор використовується у звичайному виконанні, а його двигун

- Електродвигуна припливного вентилятора — у закритому виконанні.
- Забезпечення об'єкта протипожежними інструкціями та проведення атестації обслуговуючого персоналу.
- Необхідно забезпечити функціонування електроустаткування в номінальному режимі, унеможливаючи його перевантаження.

Суворе дотримання норм пожежної безпеки під час виконання робіт, що вимагають використання відкритого полум'я.

- Категорична заборона на куріння в межах робочих зон.

Система пожежного захисту охоплює:

- Облаштування машинного відділення двома евакуаційними виходами, при цьому дверні полотна мають відчинятися у напрямку виходу.
- Використання в конструкції цеху будівельних матеріалів, стійкість яких до вогню відповідає не нижче II ступеня (СНиП 2.11.02-87, СНиП 2.01.02-85«Протипожежні норми»).
- Наявність системи сповіщення про виникнення загорання.
- Функціонування аварійного відключення всього обладнання.
- Забезпечення первинними засобами гасіння пожежі (дві лопати, сокири, металевий багор; протипожежний щит з азбестовим полотном, ємність з піском; по 1 шт. повітряно-пінного (ОВП-5) та порошкового (ОПС-10) вогнегасників).
- Наявність затвердженого плану евакуації.

На об'єкті, де чисельність персоналу складає 12 осіб, а в роботі використовуються аміак — вибухонебезпечна та сильнодіюча отруйна речовина, діють особливі норми безпеки.

До обов'язків інженера з охорони праці належить планування та реалізація заходів, спрямованих на забезпечення безпечності праці, модернізацію методів захисту для запобігання виробничим травмам та професійним недугам. Крім того, він контролює дотримання чинного

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		77

законодавства, внутрішніх наказів, інструкцій, правил і норм безпеки праці та виробничої санітарії.

Вимоги до техніки безпеки регулюються галузевим нормативним документом [1] та ГОСТ 12.2.003-91 («Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки»).

#### Допуск та Навчання Персоналу

До обслуговування холодильних систем допускаються особи, яким виповнилося 18 років, які успішно пройшли медичний огляд і мають відповідний документ про завершення спеціалізованого навчального закладу або курсів:

- За профілем «експлуатація холодильних установок» — для машиністів.
- За профілем «автоматизація холодильних установок» — для слюсарів з контрольно-вимірювальних приладів (КВП) та автоматики.

Машиністи допускаються до самостійної роботи лише після проходження стажування тривалістю не менше одного місяця. Під час стажування вони повинні опанувати обслуговування конкретної установки, навчитися підтримувати нормативні режими її функціонування та пройти відповідну перевірку знань. Стажування організовується під керівництвом досвідчених наставників. Допуск до стажування та подальшої самостійної діяльності оформлюється розпорядчим документом підприємства.

Холодильну установку обслуговує два машиністи за зміну.

Інструктаж з охорони праці є обов'язковим для всіх співробітників — як новоприйнятих, так і тих, що вже працюють, незалежно від їхнього стажу чи кваліфікації.

Персонал, задіяний у виробничих зонах з технологічним обладнанням, де використовується аміак для безпосереднього кипіння, додатково проходить цільовий інструктаж, пов'язаний із специфікою аміачної системи охолодження. Цей інструктаж проводить керівник цеху, де розміщене таке обладнання.

Періодична перевірка знань персоналу (щодо інструкцій з обслуговування установки, техніки безпеки, експлуатації та надання

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		
						78



додатково захищений огорожею з металевої сітки висотою 2 м та сонцезахисним навісом.

Аварійна вентиляційна система спроможна видаляти  $60 \text{ м}^3/\text{год}$  повітря на  $1 \text{ м}^2$  площі підлоги приміщення та робочих зон, що забезпечує 10-12 кратностей повітрообміну.

У машинному відділенні встановлений газоаналізатор ДОЗОР-6-АМІАК-Т. Він має шість точок контролю концентрації аміаку (біля кожного компресора, дренажного ресивера та регулюючої станції).

Цей сигналізатор активує аварійну витяжку, коли концентрація досягає  $1500 \text{ мг}/\text{м}^3$  (0.21%), а також вмикає світлозвуковий оповіщувач і сирену (ПВ-СС), попереджаючи про загазованість.

Для екстреного знеструмлення всього обладнання та робочого освітлення холодильної установки, зовнішньо на стіні цеху змонтовано дві кнопки загального аварійного вимкнення: одна розташована біля основного входу, інша — поруч із запасним виходом. Одночасно з відключенням електроживлення, ці кнопки запускають аварійну вентиляцію, сирену та аварійне освітлення.

Для надання першої медичної допомоги у машинному відділенні є аптечка, яка містить: 1-2% розчин лимонної кислоти, 2-4% розчин борної кислоти, 1% розчин новокаїну, кодеїн, марлеві серветки, етиловий спирт, бинти, вату, мазь Вишневського та йод.

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		80

## 16.Список використаної літератури.

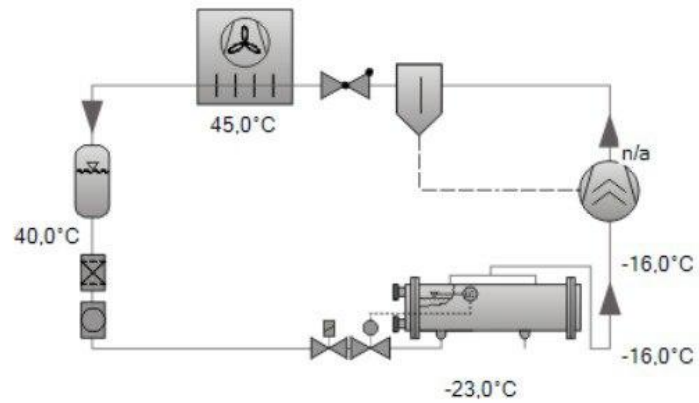
- 1) Холодильні установки. Проектування: Учебный пособие / Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Лар'яновський С.Ю., та ін.; Під ред. докт. тех. н. проф. І.Г. Чумака.-4-е вид. Переробл. І. доп.-Одеса: Друк, 2008.-том1, 145с.
- 2) Гетун Г.В. Основи проектування промислових будівель - К.: Кондор, 2009. - 210 с.
- 3) Метод. рекомендації: до проведення практ. занять для здобувачів освітнього ступ. «Бакалавр» спец. 142 «Енергетичне машинобудування», освітньо-професійної програми «Холодильні техніка та технології» ден. та заоч. форм навч. / Уклад.: О.Ю. Пилипенко, А.П. Францішко. – К.: НУХТ, 2021. – 58 с.
- 4) А.В. Форсюк. Теоретичні основи холодильної техніки – курс лекцій.
- 5) А.В. Форсюк. Холодильні машини
- 6) Методичні рекомендації до викон. випускової магістерської роботи на здобуття освітнього ступеня “Магістр” спец. 142 «Енергетичне машинобудування», освітньо-професійної програми «Холодильні техніка та технології» ден. та заоч. форм навчання [Електронний ресурс]: уклад. А.В.Форсюк, О.Ю. Пилипенко, М.М.Масліков, Грищенко Р.В. – К.: НУХТ, 2021.– 26 с.
- 7) . Методичні вказівки до виконання дипломних проектів (робіт) студентами спец. 7.090520 “Холодильні машини і установки” денної та заочної форм навчання. /Укл.; М.О.Прядко, А.В.Форсюк, М.М.Масліков.- К.; НУХТ, 2002.
- 8) Інтернет джерело(Bitzer) : <https://www.bitzer.de/websoftware/calculate/>
- 9) Інтернет джерело(MyGuntner) : <https://www.myguntner.com/>
- 10) Інтернет джерело : <https://pholod.com.ua/>
- 11) Інтернет джерело : <https://intercool.com.ua/>
- 12) Інтернет джерело : <https://www.tehma.biz/sendvich-paneli/>
- 13) Інтернет джерело: <https://mincold.com.ua/os33b542/>
- 14) Інтернет-файл : [праор 15.1-1.06-99 pravila ohoroni praci dlya pracivnikiv](#)
- 15) Інтернет джерело:<https://nasos-ukraina.com.ua/ua/p82893543-nasos-tsg6320k.html>
- 16) Інтернет джерело : [dspace.nuft.edu.ua](https://dspace.nuft.edu.ua)

					00. КМР. 142.003.021.ПЗ	Архив
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		81

# Додатки Додаток А

## Technical Data

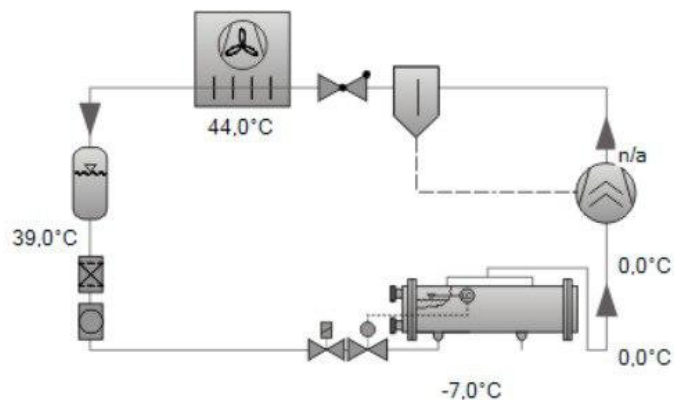
Displacement (2900rpm 50 Hz)	315 m <sup>3</sup> /h
Displacement (3500rpm 60 Hz)	380 m <sup>3</sup> /h
Allowed speed range	1450 .. 4000 min-1
Sense of rotation (compressor)	rechts / clockwise
Weight	330 kg
Max. pressure (LP/HP)	19 / 28 bar
Connection suction line	DN 100
Connection suction line (NH3)	DN 100
Connection discharge line	76 mm - 3 1/8"
Connection discharge line (NH3)	DN 80
Adapter for ECO (NH3)	DN 30 (Option)
Oil type NH3	Reniso KC68 , SHC 226E



Холодопродуктивність	100%
Холодопродуктивність	139,0 кВт
Холодопродуктивність *	136,4 кВт
Місткість випарника	139,0 кВт
Потужність на валу	79,5 кВт
Місткість конденсатора	158,7 кВт
COP/EER	1,75
KC/EER *	1,71
Масова витрата LP	472 кг/год
Масова витрата високого тиску	472 кг/год
Режим роботи	Стандартний
Температура рідини.	40,0 °C
Об'ємний потік оливи	3,14 м³/год
Спосіб охолодження	Зовнішній
Температура впорскування оливи.	40,3 °C
Навантаження масляного радіатора	59,8 кВт
Рекомендований приводний двигун	110,0 кВт
Температура газу на виході з охолодженням	80,0 °C
Температура газу на виході без охолодження	--

## Технічні Дані

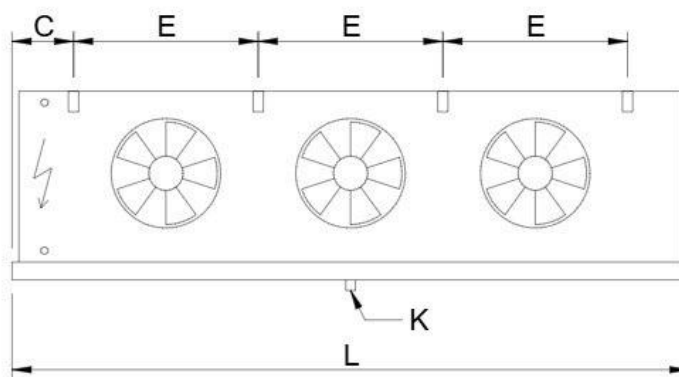
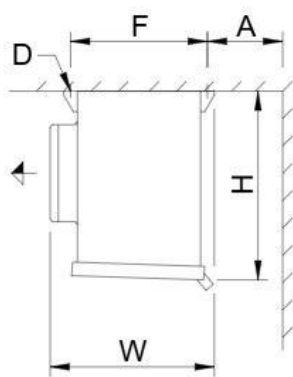
Робочий об'єм (2900 об/хв 50 Гц)	84 м³/год
Робочий об'єм (3500 об/хв 60 Гц)	101 м³/год
Дозволений діапазон швидкостей	1450 .. 4500 хв-1
Напрямок обертання (компресор)	за годинниковою стрілкою / за годинниковою стрілкою
Вага	65 кг
Макс. тиск (НП/ВТ)	19/28 бар
Підключення всмоктувальної лінії	54 мм - 2 1/8 дюйма
Підключення всмоктувальної лінії (NH3)	Ду 50
З'єднання напірної лінії	42 мм - 1 5/8 дюйма
З'єднання напірної лінії (NH3)	Ду 40
Адаптер для ECO (NH3)	DN 20 (опція)
Тип оливи NH3	Ренісо KC68, SHC 226E



**Компресор****OSKA5341-K**

Холодопродуктивність	100%
Холодопродуктивність	55,7 кВт
Холодопродуктивність *	54,7 кВт
Місткість випарника	55,7 кВт
Потужність на валу	18,82 кВт
Місткість конденсатора	62,4 кВт
COP/EER	2,96
KC/EER *	2,91
Масова витрата LP	184,4 кг/год
Масова витрата високого тиску	184,4 кг/год
Режим роботи	Стандартний
Температура рідини.	39,0 °C
Об'ємний потік оливи	0,95 м <sup>3</sup> /год
Спосіб охолодження	Зовнішній
Температура впорскування оливи.	53,5 °C
Навантаження масляного радіатора	12,13 кВт
Рекомендований приводний двигун	22,0 кВт
Температура газу на виході з охолодженням	80,0 °C
Температура газу на виході без охолодження	--

## Додаток Б



L : **2661 mm**

W : **666 mm**

H : **564 mm**

E : **680 mm**

F : **573 mm**

C : **324 mm**

A : **400 mm**

D : **14 mm**

K : **G1¼"**

Вентилятори (кондиціонер): **3 шт. 1~230 В 50 Гц**

Рівень шумового тиску: **56 дБ(А) на відстані 3,0 м<sup>(5)</sup>**  
(6)

Дані на двигун (номінальні дані):

Рівень шумової потужності: **78 дБ(А)**

Швидкість: **1310 хв<sup>-1</sup>**

Повітряний кидок: **приблизно 14 м<sup>(7)</sup>**

Потужність (мех./ел.): **0,10 кВт/0,19 кВт**

Мороз: **0,0 мм**

Поточний: **0,85 А<sup>(4)</sup>**

ErP: **Відповідає вимогам<sup>(8)</sup>**

Загальне споживання електричної енергії: **0,62 кВт**

клас енергоефективності: **--**

Корпус: **AlMg, порошкове покриття RAL 9003**

Трубки: **Нержавіюча сталь 1.4307<sup>(9)</sup>**

Поверхня: **126,3 м<sup>2</sup>**

Плавці: **Алюміній**

Об'єм трубки: **18,0 л**

Вхідне підключення: **26,9 \* 2,60 мм**

Відстань між плавниками: **4,00 мм**

Підключення розетки: **48,3 \* 2,60 мм**

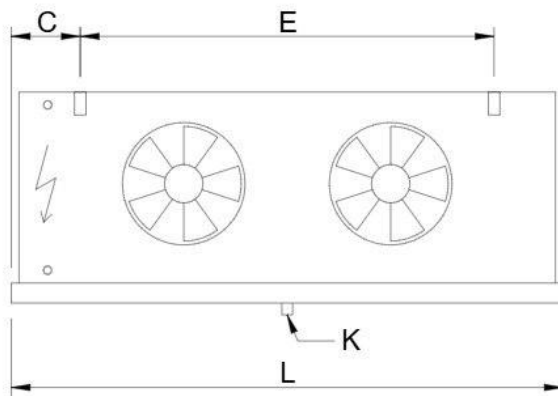
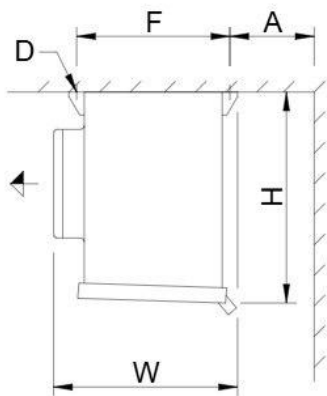
Суха вага: **135 кг<sup>(11)</sup>**

Пропуски: **6**

Макс. робочий тиск: **32,0 бар**

Класифікація PED: **Категорія II, модуль A2<sup>(10)</sup>**

З'єднання у напрямку повітря: **правий бік**



Л: **1871 мм**

Е: **1360 мм**

В: **400 мм**

В: **704 мм**

Ф: **573 мм**

Д: **14 мм**

Г: **564 мм**

С: **269 мм**

К: **G1¼ дюйма**

Місткість: **25,0 кВт<sup>(1)(2)</sup>**

Резерв поверхні: **190,7 %**

Потік повітря: **6305 м³/год**

Швидкість повітря: **2,6 м/с**

Впуск повітря: **44,0 °С**

Вихід повітря: **35,2 °С**

Тиск повітря: **1013 мбар**

Холодоагент: **NH3 / аміак (R717)<sup>(3)</sup>**

Температура: **-7,0 °С**

випаровування:

Швидкість подачі (насос): **3.5**



Вентилятори (кондиціонер): **2 шт. 3~400 В 50 ГцΔ/(Δ/Υ)**

Дані на двигун (номінальні дані):

Швидкість: **1370 хв<sup>-1</sup> / (1370 хв<sup>-1</sup>, 1070 хв<sup>-1</sup>)**

Потужність (ел.): **0,23 кВт**

Поточний: **0,46 А<sup>(4)</sup>**

ErP: **Відповідає вимогам<sup>(8)</sup>**

Рівень шумового тиску: **54 дБ(А) на відстані 3,0 м<sup>(5)</sup>**  
(6)

Рівень шумової потужності: **76 дБ(А)**

Повітряний кидок: **приблизно 13 м<sup>(7)</sup>**

Мороз: **0,0 мм**

Загальне споживання електричної енергії: **0,57 кВт**

клас енергоефективності: **--**

Корпус: **AlMg, порошкове покриття RAL 9003**

Трубки: **Нержавіюча сталь 1.4307<sup>(9)</sup>**

Поверхня: **101 м²**

Плавці: **Алюміній**

Об'єм трубки: **14,3 л**

Вхідне підключення: **21,3 \* 2,00 мм**

Відстань між плавниками: **4,00 мм**

Підключення розетки: **33,7 \* 2,60 мм**

Суха вага: **102 кг<sup>(11)</sup>**

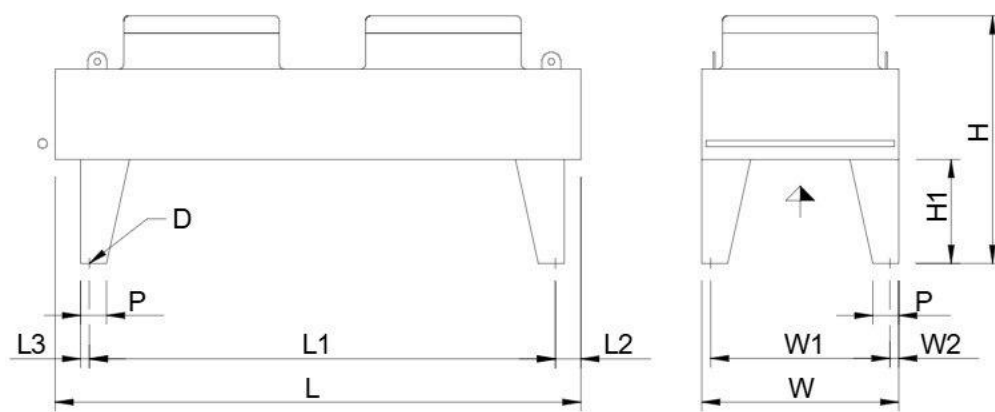
Пропуски: **20**

Макс. робочий тиск: **32,0 бар**

Класифікація PED: **Категорія I, модуль A<sup>(10)</sup>**

З'єднання у напрямку повітря: **правий бік**

## Додаток В



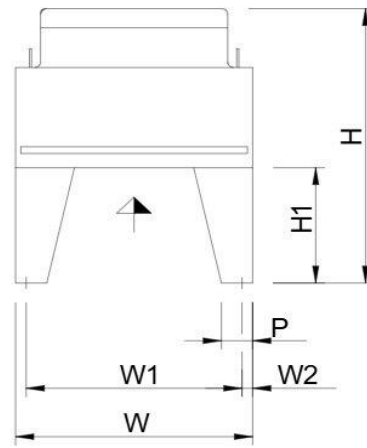
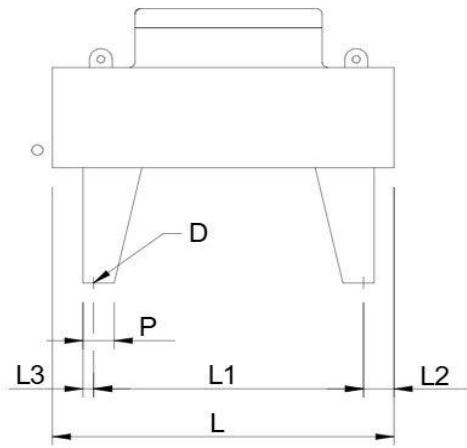
Л:	<b>4740 мм</b>	В:	<b>1141 мм</b>	Г:	<b>1429 мм</b>
Н1:	<b>600 мм</b>	Л1:	<b>4400 мм</b>	Л2:	<b>197 мм</b>
Л3:	<b>52 мм</b>	П:	<b>150 мм</b>	В1:	<b>1037 мм</b>
W2:	<b>52 мм</b>	Д:	<b>17 мм</b>		

Корпус:	<b>Оцинкована сталь, порошкове покриття RAL 7035</b>	Трубки:	<b>Нержавіюча сталь 1.4307 (7)</b>
Поверхня:	<b>342,7 м<sup>2</sup></b>	Плавці:	<b>Алюміній</b>
Об'єм трубки:	<b>32,9 л</b>	Кількість підключень на одиницю:	
Відстань між плавниками:	<b>2,10 мм</b>	Вхідне підключення:	<b>42,4 * 2,60 мм</b>
Пропуски:	<b>8</b>	Розетка:	<b>26,9 * 2,60 мм</b>
Суха вага:	<b>501 кг<sup>(9)</sup></b>	Розподіл:	<b>8</b>
Макс. робочий тиск:	<b>32,0 бар</b>	Класифікація PED:	<b>Категорія II, модуль A2<sup>(8)</sup></b>

Вентилятори (кондиціонер):	<b>2 шт. 3~400 В 50 Гц, V/--)</b>	Рівень шумового тиску:	<b>57 дБ(А) на відстані 10,0 м (4)(5)</b>
Дані на двигун (номінальні дані):		Рівень шумової потужності:	<b>89 дБ(А)</b>
Швидкість:	<b>920 хв<sup>-1</sup> / (--)</b>	ErP:	<b>Відповідає вимогам<sup>(6)</sup></b>
Потужність (мех./ел.):	<b>0,93 кВт/1,10 кВт</b>		
Поточний:	<b>2,90 А<sup>(3)</sup></b>		

Загальне споживання електричної енергії:	<b>2,24 кВт</b>	клас енергоефективності:	<b>--</b>
---	-----------------	--------------------------	-----------

Корпус:	<b>Оцинкована сталь, порошкове покриття RAL 7035</b>	Трубки:	<b>Нержавіюча сталь 1.4307 (7)</b>
		Плавці:	<b>Алюміній</b>



Л: **2490 мм**

Н1: **600 мм**

Л3: **52 мм**

W2: **52 мм**

В: **1141 мм**

Л1: **2150 мм**

П: **150 мм**

Д: **17 мм**

Г: **1399 мм**

Л2: **197 мм**

В1: **1037 мм**

Місткість: **55,0 кВт<sup>(1)</sup>**

Потік повітря: **20173 м<sup>3</sup>/год**

Впуск повітря: **32,0 °C** **85%**

Висота: **0,0 м**

Швидкість повітря: **2,2 м/с**

Коефіцієнт теплопередачі: **28,91 Вт/(м<sup>2</sup>·К)**

Холодоагент: **NH3 / аміак (R717)<sup>(2)</sup>**

Температура гарячого газу: **89,0 °C**

Температура конденсації **44,6 °C**

(точка роси):

Вихід конденсату: **42,9 °C**

Потік гарячого газу: **13,28 м<sup>3</sup>/год**

Масова витрата: **158 кг/год**

Падіння тиску: **0,36 бар / 0,76 К**

Вентилятори (кондиціонер): **1 шт. 3~400 В 50 Гц Δ/(Y)**

Дані на двигун (номінальні

дані):

Швидкість: **850 хв<sup>-1</sup> / (650 хв<sup>-1</sup>)**

Рівень шумового тиску: **48 дБ(А) на відстані 10,0 м**  
(4)(5)

Рівень шумової потужності: **80 дБ(А)**

ErP: **Відповідає вимогам<sup>(6)</sup>**

Швидкість:	<b>850 хв<sup>-1</sup> / (650 хв<sup>-1</sup>)</b>	ErP:	<b>Відповідає вимогам <sup>(6)</sup></b>
Потужність (мех./ел.):	<b>1,15 кВт/1,55 кВт</b>		
Поточний:	<b>3.30 А <sup>(3)</sup></b>		

Загальне споживання електричної енергії:	<b>1,66 кВт</b>	клас енергоефективності:	<b>--</b>
---	-----------------	--------------------------	-----------

Корпус:	<b>Оцинкована сталь, порошкове покриття RAL 7035</b>	Трубки:	<b>Нержавіюча сталь 1.4307 (7)</b>
Поверхня:	<b>200,9 м<sup>2</sup></b>	Плавці:	<b>Алюміній</b>
Об'єм трубки:	<b>21,9 л</b>	Кількість підключень на одиницю:	
Відстань між плавниками:	<b>2,40 мм</b>	Вхідне підключення:	<b>33,7 * 2,60 мм</b>
Пропуски:	<b>22</b>	Розетка:	<b>21,3 * 2,00 мм</b>
Суха вага:	<b>312 кг <sup>(9)</sup></b>	Розподіл:	<b>4</b>
Макс. робочий тиск:	<b>32,0 бар</b>	Класифікація PED:	<b>Категорія I, модуль A <sup>(8)</sup></b>

## Додаток Г

Ціна з ПДВ

**59 175 грн.**

**Купити**



[Порівняти](#)

Вертикальний рідинний ресивер V10A.150.A5.A5.F4.H5.F5 з 2 оглядовим склом об'ємом 150 л. Діаметр – 406 мм, висота – 1340 мм.

### Технічні характеристики

Бренд	GVN
Серія	V
Об'єм	150 л
Робочий тиск (PS)	33 бар
Робоче середовище	HCFC, HFC, R600A, R290, NH3
Оглядове скло	Н/Д
Робоча температура (TS)	-10...+120°C
З'єднання	вхід/вихід різьблення 2 1/4" під Rotalock, заглушка 1/2" NPTF + M20x1,5.
Сервісний патрубок	Н/Д
Розміри	Ø406x1340 мм
Вага	Н/Д
Заводський код	Н/Д
Країна виробник	Туреччина

# Рідинний ресивер GVN V9A.33b.70.A4.A4.F4.H21

Номер: 20762



Ціна з ПДВ

**24 480 грн.**

**Купити**

[Порівняти](#)

Вертикальний рідинний ресивер V9A.70.A4.A4.F4.H21 з 2 оглядовим склом об'ємом 70 л. Діаметр – 324 мм, висота – 970 мм.

## Технічні характеристики

Бренд	GVN
Серія	V
Об'єм	70 л
Робочий тиск (PS)	33 бар
Тиск випробування (PT)	Н/Д
Робоче середовище	HCFC, HFC, R600A, R290, NH3
Оглядове скло	Н/Д
Робоча температура (TS)	-10...+120°C
З'єднання	вхід/вихід різьблення 1 3/4" під Rotalock, заглушка 1/2" NPTF.
Сервісний патрубок	Н/Д
Розміри	Ø324x970 мм
Вага	Н/Д
Заводський код	Н/Д

## Додаток Д



Макс. надлишковий тиск	28 bar
вага	565 кг
Загальна ширина	860 mm
Загальна глибина	957 mm
Загальна висота	1894 mm
Заправка олії	250 l
Корисний обсяг холодоагенту	655 l
Мах. кількість компресорів	6
Підведення холодоагенту	DN 125
Вихід холодоагенту	DN 125
Вихід олії	76 mm - 3"
Макс. надлишковий тиск	28 bar
Мах. робоча температура	120°C
Підігрівач олії в картері	3x200 W
Датчик рівня олії	Standard
Приєднання для запобіжного клапана тиску	1 1/4" - 12 UNF
Сертифікація відповідно до PED 2014/68/EU	Standard



Макс. надлишковий тиск	28 bar
Вага	180 кг
Загальна ширина	594 мм
Загальна глибина	672 mm
Загальна висота	1453 мм
Заправка олії	90 l
Корисний обсяг холодоагенту	228 l
Мах. у компресорів	6
Підведення холодоагенту	DN 100
Вихід холодоагенту	DN 100
Вихід олії	42 мм - 1 5/8"
Макс. надлишковий тиск	28 bar
Мах. робоча температура	120°C
Підігрівач олії в картері	3x140 W
Датчик рівня олії	Standard
Приєднання для запобіжного клапана тиску	1 1/4" - 12 UNF
Сертифікація відповідно до PED 2014/68/EU	Standard

## Додаток К



Параметр		Значення
Потужність	P	90 кВт
Частота обертання умовна (фактична)	$\nu$	3000 (2975) об/хв
Напруга	U	380/660 В
Частота струму	f	50 Гц
ККД	$\eta$	94,4%
Коефіцієнт потужності	$\cos\varphi$	0,88
Сила струму номінальна	$I_H$	165/95,0 А
Співвідношення пускового струму до номінального	$I_p/I_H$	7,0
Момент інерції	J	0,9386 кг·м <sup>2</sup>
Ступінь захисту від пилу та води		IP55
Режим роботи		S1
Клас ізоляції обмотки		F (до 150°C)
Спосіб охолодження двигуна		IC411
Вага	m	674 кг

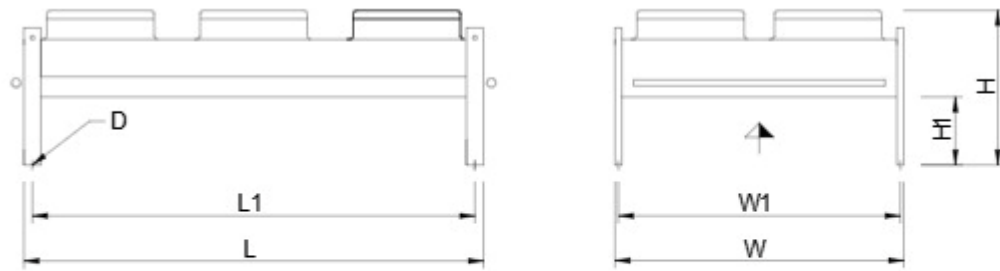
2 ГОДА  
ГАРАНТИЯ

DIN



Параметр		Значение
Мощность	P	30 кВт
Частота вращения условная (фактическая)	$\nu$	3000 (2965) об/мин
Напряжение	U	220/380 В
Частота тока	f	50 Гц
КПД	$\eta$	93,3%
Коэффициент мощности	$\cos\varphi$	0,87
Сила тока номинальная	$I_n$	97,1/56,2 А
Соотношение пускового тока к номинальному	$I_p/I_n$	7,2
Момент инерции	J	0,1703 кг·м <sup>2</sup>
Степень защиты от пыли и воды		IP55
Режим работы		S1
Класс изоляции обмотки		F (до 150°C)
Способ охлаждения двигателя		IC411
Вес	m	270 кг

## Додаток Р



Л: 3600 мм

В: 2096 мм

Г: 1146 мм

Н1: 600 мм

Л1: 3500 мм

В1: 2056 мм

Д: 13 мм

Місткість:	<b>70,0 кВт<sup>(1)</sup></b>	Середній:	<b>Бітцер BSE 170<sup>(2)</sup></b>
Резерв поверхні:	<b>-1,0 %</b>	Температура на вході:	<b>75,0 °C</b>
Потік повітря:	<b>43644 м<sup>3</sup>/год</b>	Температура на виході:	<b>50,0 °C</b>
Швидкість повітря:	<b>1,7 м/с</b>	Падіння тиску:	<b>0,57 бар</b>
Впуск повітря:	<b>32,0 °C</b> <b>80%</b>	Об'ємний потік:	<b>5,44 м<sup>3</sup>/год</b>
Висота:	<b>0,0 м</b>	Масова витрата:	<b>5130 кг/год</b>
Вихід повітря:	<b>36,8 °C</b> <b>61%</b>		
Коефіцієнт теплопередачі:	<b>2,45 Вт/(м<sup>2</sup>·К)</b>		

Вентилятори (кондиціонер): **6 шт. 1~230 В 50 Гц**

Дані на двигун (номінальні дані):

Швидкість: **1240 хв<sup>-1</sup>**  
Потужність (мех./ел.): **0,45 кВт/0,72 кВт**  
Поточний: **3,2 А<sup>(3)</sup>**

Рівень шумового тиску: **51 дБ(А) на відстані 10,0 м (4)(5)**

Рівень шумової потужності: **83 дБ(А)**

ErP: **Відповідає вимогам<sup>(7)</sup>**

Загальне споживання електричної енергії: **3,99 кВт**

клас енергоефективності: **--**

Корпус: **Оцинкована сталь, порошкове покриття RAL 7035**

Поверхня: **1054,4 м<sup>2</sup>**

Об'єм трубки: **69,7 л**

Відстань між плавниками: **2,10 мм**

Суха вага: **596 кг<sup>(10)</sup>**

Макс. робочий тиск: **32,0 бар**

Трубки: **мідь<sup>(8)</sup>**

Плавці: **Алюміній**

Кількість підключень на одиницю:

Вхід: **54 \* 2,40 мм**

Розетка: **54 \* 2,40 мм**

Класифікація PED: **Категорія I, модуль А<sup>(9)</sup>**

Пропуски: **3**

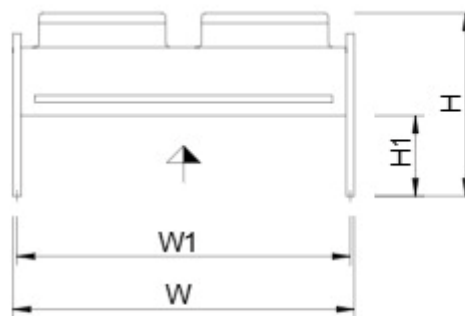
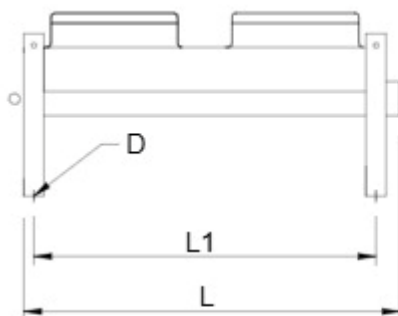
Розміри: <sup>(10)</sup>

Довжина: **3600 мм**

Ширина: **2096 мм**

Висота: **1146 мм**

Кількість ніжок: **4**



Л: **2484 мм**

В: **2096 мм**

Г: **946 мм**

Н1: **400 мм**

Л1: **2300 мм**

В1: **2056 мм**

Д: **13 мм**

Місткість: **45,0 кВт<sup>(1)</sup>**  
 Резерв поверхні: **-2,4%**  
 Потік повітря: **30640 м<sup>3</sup>/год**  
 Швидкість повітря: **1,8 м/с**  
 Впуск повітря: **32,0 °С** **80%**  
 Висота: **0,0 м**  
 Вихід повітря: **36,4 °С** **63%**  
 Коефіцієнт теплопередачі: **3,54 Вт/(м<sup>2</sup>·К)**

Середній: **Бітцер BSE 170<sup>(2)</sup>**  
 Температура на вході: **75,0 °С**  
 Температура на виході: **55,0 °С**  
 Падіння тиску: **0,75 бар**  
 Об'ємний потік: **4,37 м<sup>3</sup>/год**  
 Масова витрата: **4112 кг/год**

Місткість:	<b>45,0 кВт<sup>(1)</sup></b>	Середній:	<b>Бітцер BSE 170<sup>(2)</sup></b>
Резерв поверхні:	<b>-2,4%</b>	Температура на вході:	<b>75,0 °C</b>
Потік повітря:	<b>30640 м<sup>3</sup>/год</b>	Температура на виході:	<b>55,0 °C</b>
Швидкість повітря:	<b>1,8 м/с</b>	Падіння тиску:	<b>0,75 бар</b>
Впуск повітря:	<b>32,0 °C      80%</b>	Об'ємний потік:	<b>4,37 м<sup>3</sup>/год</b>
Висота:	<b>0,0 м</b>	Масова витрата:	<b>4112 кг/год</b>
Вихід повітря:	<b>36,4 °C      63%</b>		
Коефіцієнт теплопередачі:	<b>3,54 Вт/(м<sup>2</sup>·К)</b>		
Вентилятори (кондиціонер):	<b>4 шт. 1~230 В 50 Гц</b>	Рівень шумового тиску:	<b>50 дБ(А) на відстані 10,0 м</b>
Дані на двигун (номінальні дані):			<b>(4)(5)</b>
Швидкість:	<b>1240 хв<sup>-1</sup></b>	Рівень шумової потужності:	<b>82 дБ(А)</b>
Потужність (мех./ел.):	<b>0,45 кВт/0,72 кВт</b>	ErP:	<b>Відповідає вимогам<sup>(7)</sup></b>
Поточний:	<b>3,2 А<sup>(3)</sup></b>		
Загальне споживання електричної енергії:	<b>2,6 кВт</b>	клас енергоефективності:	<b>--</b>
Корпус:	<b>Оцинкована сталь, порошкове покриття RAL 7035</b>	Трубки:	<b>мідь<sup>(8)</sup></b>
Поверхня:	<b>411,6 м<sup>2</sup></b>	Плавці:	<b>Алюміній</b>
Об'єм трубки:	<b>35,5 л</b>	Кількість підключень на одиницю:	
Відстань між плавниками:	<b>2,40 мм</b>	Вхід:	<b>54 * 2,40 мм</b>
Суха вага:	<b>340 кг<sup>(10)</sup></b>	Розетка:	<b>54 * 2,40 мм</b>
		Класифікація PED:	<b>Категорія I, модуль А<sup>(9)</sup></b>