

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»**

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: МХ - 54

# **Дипломний проект**

**студента денного відділення**

**МХ 54. 029. 000 ДП**

**ШЕВЧЕНКА МАКСИМА**  
**ОЛЕКСАНДРОВИЧА**

**м. Одеса**  
**2022 р.**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»**

Спеціальність 142  
«Енергетичне машинобудування»  
ОП: «Монтаж і обслуговування  
Холодильно-компресорних машин та  
установок»  
Група 4 МХ-54

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**МХ 54 029 000 ДП**

До дипломного проекту на тему:  
Розробка компресорного цеху розподільчого холодильника  
ємністю 820 тон, м. Черкаси

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки  
на \_\_\_\_\_ сторінках та графічного матеріалу на \_\_\_\_\_ аркушах.

Дипломник \_\_\_\_\_ (Шевченко М.О.)

Керівник проекту \_\_\_\_\_ (Селіванов А.П.)

**Консультанти:**

з економічної частини \_\_\_\_\_ (Коробкіна О.В.)

з будівельної частини \_\_\_\_\_ (Волянська С.В.)

з охорони праці \_\_\_\_\_ (Чорновол Н.І.)

по дотриманню  
вимог ЄСКД \_\_\_\_\_ (Волянська С.В.)

До захисту допущено

Голова предметної комісії \_\_\_\_\_ (Беркань Ір. В.)

Завідуючий відділенням \_\_\_\_\_ (Бригадир Л.Г.)

Захист “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2022 р. Протокол ЕК № \_\_\_\_\_

Оцінка ЕК \_\_\_\_\_

Секретар ЕК \_\_\_\_\_ А.П. Селіванов

**Міністерство освіти і науки України**  
**ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ»**

Дата видачі завдання  
«30» грудня 2021 р.  
Дата закінчення проекту  
«01» липня 2022 р.

Затверджую  
Заступник директора ОТК з НВР  
\_\_\_\_\_ Беркань Іг.В.  
“ 30 ” грудня 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**до дипломного проектування**

Прізвище, ім'я та по батькові: **Шевченка Максима Олесандровича**  
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»  
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»  
Освітня програма «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок»

Тема дипломного проекту: Розробка компресорного цеху розподільчого холодильника ємністю 820 тон, м. Черкаси

Стверджена наказом по коледжу від « 30 » 12 2021 р. № 306 –А2- ОД

Вихідні дані для проекту: температура літня 29 °С  
відносна вологість повітря літня 50 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

**Пояснювальна записка**

**Вступ**

**1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА**

- 1.1 Вихідні дані
- 1.2. Технічна характеристика, техніко-економічне обґрунтування об'єкта завдання

**2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА**

- 2.1 Розрахункові дані
- 2.2 Визначення навантаження на компресор та камерне обладнання
- 2.3 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки
- 2.4 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок
- 2.5 Тепловий розрахунок та вибір компресора
- 2.6 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора
- 2.7 Розрахунок та вибір обладнання камер
- 2.8 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання

**3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА**

- 3.1 Організація ремонту та монтажу, експлуатації холодильної установки
- 3.2 Автоматизація холодильної установки

#### **4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА**

- 4.1 Вихідні дані
- 4.2 Розрахунок капітальних вкладень
- 4.3 Розрахунок цехових витрат
- 4.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду
- 4.5 Основні техніко-економічні показники

#### **5 ОХОРОНА ПРАЦІ**

#### **6 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

##### **Графічна частина**

- Аркуш 1 Розводка трубопроводів
- Аркуш 2 Схема автоматизації холодильної установки

#### **Графік виконання проекту**

<b>Зміст</b>	<b>Термін виконання</b>
1 Загальна частина	16 - 17.05.2022
2 Розрахунково-конструкторська частина	18 - 25.05.2022
3 Організаційна частина	26 – 27.05.2022
4 Аркуш 1	28 – 31.05.2022
5 Економічна частина	01 – 06.06.2022
6 Аркуш 2	07 – 09.06.2022
7 Охорона праці	11 - 12.06.2022
Попередній захист	15.06.2022
Захист дипломного проекту	22 - 30.06.2022

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 5 від “14” грудня 2021 р.

Голова комісії \_\_\_\_\_ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту \_\_\_\_\_ (Селіванов А.П.)



# ЗМІСТ

стор.

	<b>ВСТУП</b> .....
<b>1</b>	<b>ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.</b>
1.1	Вихідні дані.....
1.2	Технічна характеристика та техніко-економічне обґрунтування об'єкта завдання.....
<b>2</b>	<b>РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА</b>
2.1	Розрахункові дані.....
2.2	Визначення навантаження на компресор та камерне обладнання....
2.3	Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки .....
2.4	Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок .....
2.5	Тепловий розрахунок та вибір компресора .....
2.6	Тепловий розрахунок та вибір конденсатора .....
2.7	Розрахунок та вибір обладнання камер .....
2.8	Розрахунок та вибір допоміжного обладнання .....
<b>3</b>	<b>ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА</b>
3.1	Організація ремонту та монтажу, експлуатації холодильної установки .....
3.2	Автоматизація холодильної установки .....
<b>4</b>	<b>ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА</b>
4.1	Вихідні дані .....
4.2	Розрахунок капітальних вкладень .....
4.3	Розрахунок цехових витрат .....
4.4	Розрахунок собівартості одиниці холоду .....
4.5	Основні техніко-економічні показники .....
<b>5</b>	<b>ОХОРОНА ПРАЦІ</b> .....
<b>6</b>	<b>ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....

Підп. і дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Підп. і дата	
Инв. № подл	

						МХ 54 029.000.ДП ПЗ					
	<i>Ли</i>	<i>Ізм.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
Розроб.	Шевченко					Розробка компресорного цеху розподільчого холодильника ємністю 820 тон, м. Черкаси					
Перевір	Селіванов А.П										
Т. контр.	Беркань Ир.В										
Н. контр.	Волянська С.В										
Утв.											
						ВСП ОТФК ОНТУ гр.4МХ-54					

## ВСТУП.

Темою дипломного проекту передбачається розробка компресорного цеху розподільчого холодильника ємністю 820 тон, м. Черкаси. Черкаси — місто, обласний і районний центр в Україні, центр Черкаської міської громади, промисловий центр Центрального економічного району, значний культурний та освітній осередок. Відоме з XIII століття і за час свого існування відіграло певну роль в історії всієї України. Черкаси були осередком формування Козаччини, мешканці міста брали безпосередню участь у Хмельниччині та Коліївщині. Зростання міста після отримання статусу обласного центру призвело до перетворення його у великий промисловий центр і головний культурний осередок цілого регіону.

Черкаси розташовані на правому березі Кременчуцького водосховища, створеного у середній течії Дніпра. Адміністративно місто поділяється на 2 міських райони — Придніпровський і Соснівський, до останнього також належить селище Оршанець. Населення міста — 269 836 осіб (01.01.2022).

Черкаси розташовані на високому правому березі головної річкової артерії України — Дніпра, зокрема, створеного в його середній течії Кременчуцького водосховища, через яке збудовано чи не найбільший міст-дамбу в Україні. Рельєф історичної частини міста сформували Замкова гора, на якій розташовувався Черкаський замок, та численні яри в Соснівці. Але більша частина міста розташована на рівнині. Інтенсивна урбанізація спотворила історичний природний ландшафт дніпровських пагорбів у Черкасах. Особливо руйнівними виявилися дії радянських містобудівників.

Панорама з Пагорба Слави і вид на Долину Троянд та водосховище.

Так, на початку 1960-х років, із знищенням Свято-Троїцького храму та городища й подальшим зведенням меморіального комплексу «Пагорб Слави» на місці Замкової гори, було втрачено недосліджений археологічний культурний шар, оскільки історичний рельєф пагорба поховали під великою купою ґрунту. Згодом було спотворено унікальний історико-ландшафтний

					<b>МХ 54 029.000.ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

комплекс берегових схилів між річковим портом та Черкаським замчищем. А в 1990-х роках заміто піском історичний Чорний яр, посеред якого поставлені каналізаційні відстійники. Але на території міста лишаються і заповідні та природоохоронні ділянки — так, рішенням облвиконкому від 29 березня 1991 року створено заповідну територію «Черкаські берегові схили».

Площа міста Черкаси на 2010 рік становить 69 км<sup>2</sup>. Місто простяглось на 17 км уздовж берега Кременчуцького водосховища, водночас завширшки Черкаси лише 8 км.

З північного заходу та з півночі місто оточує лісовий масив — Черкаський бір, що є найбільшим (28,5 тисячі га) у державі сосновим лісом природного походження, який зберігся на південній природній межі сосни звичайної.

Місто такого типу потребує наявності додаткових потужностей для акумуляції та перерозподілу харчових продуктів різного типу, які надходять від виробників. Для цього використовують холодильники розподільчого типу.

Розподільчий холодильник складається з наступних основних частин: головного корпусу, що включає охолоджуваній склад з теплоізованими зовнішніми огороженнями, блок службових приміщень і машинне відділення, що примикають до однієї з торцевих стін охолоджуваного складу, а також транспортні платформи, що примикають до складу фронтальних сторін; конденсаторного відділення з насосною станцією оборотного водопостачання (при установці градирні); адміністративно-побутового корпусу.

Таким чином, об'єкти на кшталт розподільчого холодильника можуть будуватись або при підтримці держави, або із залученням капіталу «великого бізнесу».

Енергетичні та економічні розрахунки підтвердили актуальність розробленої теми.

					<b>МХ 54 029.000.ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

# 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.

## 1.1 Вихідні дані.

Клімат Черкас обумовлений розташуванням на березі Кременчуцького водосховища. Загалом клімат міста є помірно континентальним з м'якою зимою і теплим літом. На особливості мікроклімату впливає розташування Черкас поблизу великої водойми.

Середньорічна температура повітря в місті становить  $+7,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , мінімальна вона у січні ( $-5,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), максимальна — у липні ( $+19,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Найнижча пересічна температура повітря в січні ( $-16,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) зафіксована в 1963 році, найвища ( $+1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) — в 2007. Такі ж піки для липня становлять відповідно — найнижчий  $+17,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  (1978 і 1979 роки), а найвищий  $+25,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  (1936). Абсолютний мінімум температури повітря в Черкасах було зафіксовано в січні 1935 року і він склав  $-35,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , тоді як абсолютний максимум  $+37,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  — 30 липня 1936 року[13] та  $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$  — 7 липня 2012 року.

У середньому за рік у Черкасах випадає 517 мм атмосферних опадів, найменше — у березні та жовтні, найбільше — у липні. Мінімальна річна кількість опадів — 303 мм — спостерігалась у 1975 році, а максимальна — 948 мм — у 1952 році. Максимальну ж кількість опадів — 121 мм — протягом однієї доби було зафіксовано 3 серпня 1959 року. Пересічна кількість днів з опадами в місті — 135 (найбільша їх кількість припадає на грудень), крім того, взимку в Черкасах зазвичай випадає сніг, однак значної висоти снігового покриву не буває майже ніколи.

Відносна вологість повітря в середньому за рік становить 76 %, мінімальна вона у травні (64 %), максимальна ж — у грудні (87 %). У Черкасах переважають вітри, що дмуть з північного заходу. Пересічна швидкість вітру в січні становить 4,5 м/с, у липні — 3,1 м/с.

Виходимо з того, що холодильник складається з трьох типів камер:

					<b>МХ 54 029.001.ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- М'ясо в замороженому стані 250 т
- Фрукти 320 т
- Кисломолочні продукти 250 т.

Продукт зберігається упакованим, тому це уможлиблює використання повітряного охолодження камер. Активна конвекція в приміщеннях камери зменшує час виходу на режим, зниження температури продукту та встановлює рівномірне температурне поле.

					<b>MX 54 029.001.ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 1.2 Технічна характеристика, техніко-економічне обґрунтування об'єкту завдання.

Відповідно до призначення розподільних холодильників (зберігання протягом 6—12 місяців м'яса, олії, яєць, риби та інших швидкопсувних продуктів і передача їх у торговельну мережу) основний охолоджуваний обсяг займають камери зберігання заморожених продуктів та універсальні камери, які використовуються для зберігання як заморожених, і охолоджених продуктів. Холодильна обробка вантажів на цих холодильниках проводиться в обмежених кількостях, а в холодильниках до 1000 т взагалі не передбачається.

Планування всередині охолоджуваного складу може бути двох типів: з одним або декількома внутрішніми коридорами (або вестибюлем) і без них. У даному випадку обрано холодильник першого типу, де двері холодильних камер виходять у коридор чи вестибюль і тому не повідомляються із зовнішнім повітрям. Таке планування у вітчизняній практиці проектування розподільчих холодильників найбільш поширене.

Її перевага полягає в менших теплопритоках в камери при відчиненні дверей, а недолік - у великій довжині шляху від транспортних платформ до камер і меншою мірою використання будівельної площі для розміщення вантажів.

У холодильниках місткістю менше 1500 т передбачають тільки автомобільну платформу довжиною, як правило, на всю довжину складу, що охолоджується, шириною 7,5 м і висотою (над поверхнею розвантажувально-завантажувального майданчика) 1,2 м.

Холодильник запроектований одноповерховим, без підвалу та без горища (для зниження вартості будівництва). Будівля каркасна із залізобетонних стандартних конструкцій. У якості теплоізоляційного матеріалу використовується пінопласт полістирольний негорючий марки

					<b>МХ 54 029.001.ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ПСБ-С, який має низку позитивних властивостей та переваг перед іншими матеріалами.

Сітка несучих конструкцій (сітка колон) обрана 6\*12 м, тобто площа одної будівельної одиниці 72 м<sup>2</sup>.

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність компресорного цеху розподільчого холодильника ємністю 820 тон, м. Черкаси низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,70 грн за 1000 кДж) у порівнянні з середньогалузевим рівнем, що вказує на високий рівень конкурентоспроможності на ринку холоду.

Низька собівартість одиниці холоду є результатом науково-обґрунтованого проектування з підбором високопродуктивного та високотехнологічного обладнання з економічними характеристиками.

Отже, проект Компресорного цеху розподільчого холодильника ємністю 820 тон, м. Черкаси можна вважати доцільним та економічно вигідним.

					<b>MX 54 029.001.ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 2.РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.

### 2.1 Розрахункові дані.

Розрахункова літня температура навколишнього середовища приймається 29°C.

Розрахункова літня відносна вологість навколишнього середовища приймається 50%.

Температура в камері зберігання замороженого м'яса -20°C.

Температура зберігання фруктів 0°C.

Температура зберігання молочних продуктів +2°C.

Для формування завдання на проектування установки необхідно провести попередні розрахунки будівельних площ та створити планування проектованого холодильника.

Камери зберігання продуктів:

$$F_{\text{м. пр.}} = \frac{V_k}{q_v \cdot h_B \cdot \beta}, \text{ м}^2 \quad (2.1)$$

де  $V_k$  – місткість камер зберігання, відповідно, охолоджених чи морозячих продуктів і універсальних камер, т;

$q_v$  – норма навантаження на 1 м<sup>3</sup> вантажного об'єму камери;

$h_B$  – вантажна висота штабеля, м;

$\beta$  – коефіцієнт використання будівельної площі камери;

При цьому кількість будівельних прямокутників знаходжу за формулою:

$$n = \frac{F_{\text{буд}}}{f_{\text{буд}}} \quad (2.2)$$

де  $F_{\text{буд}}$  – будівельна площа камер різного призначення, м<sup>2</sup>;

$f_{\text{буд}}$  – будівельна площа одного прямокутника при прийнятій сітці колон, м<sup>2</sup>

Потрібна площа машинного відділення:

					MX 54 029.002.ДП ПЗ	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$F_{м.в} = 0,3 \cdot F_{охол.}, м^2 \quad (2.4)$$

Площа службових приміщень:

$$F_{сл.} = 0,3 \cdot F_{охол.}, м^2 \quad (2.5)$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.1

Таблиця 2.1 Розрахунок будівельних площ.

Камера	Вк, т	q v, т/м <sup>3</sup>	hв, м	β	n	n	Площа, м.кв
Зберігання мороженого м'яса	250	0,37	3,2	0,75	3,9	4	288
Зберігання кисломолочної продукції	250	0,33	2,4	0,75	5,85	6	432
Зберігання фруктів	320	0,44	3,2	0,75	4,2	4	288
Машинне відділення						4	288
Службові приміщення						4	288

Планування холодильника показане на рис.2.1



Рис2.1 Планування холодильних камер.

## 2.2 Визначення навантаження на компресор та камерне обладнання.

На основі попереднього проектування було проведено тепловий розрахунок приміщень розподільчого холодильника, який надав результати для подальшого проектування. Результати наведені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2

Камера	Q <sub>1</sub> , кВт	Q <sub>2</sub> , кВт	Q <sub>3</sub> , кВт	Q <sub>4</sub> , кВт	Q <sub>5</sub> , кВт	Q <sub>0</sub> , кВт	Q <sub>км</sub> , кВт
Для температури кипіння -10 °С							
1	2,5	15	-	3	-	20,5	59
3	1,5	10	2	2,5	4	20	
4	2,5	15	-	3	-	20,5	
6	1,5	10	2	2,5	4	20	
Для температури кипіння -30 °С							
2	4,5	12	-	2,5	-	19	28
5	4,5	12	-	2,5	-	19	

Розрахункова холодопродуктивність для підбору компресора Q<sub>0</sub> в кВт, визначаємо за формулою:

$$Q_0 = (k * \sum Q_{км}) / b \quad (2.6)$$

де k – коефіцієнт втрат в трубопроводах та апаратах

b - коефіцієнт робочого часу.

$$Q_0 = (1,1 * 59) / 0,8 = 81 \text{ кВт}$$

$$Q_0 = (1,07 * 46) / 0,8 = 38 \text{ кВт}$$

Таким чином, необхідно розрахувати та підібрати компресорне обладнання сумарною холодопродуктивністю Q<sub>0</sub>, кВт на кожну з двох температур кипіння.

### 2.3 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки.

Робочий режим холодильної установки характеризується температурами кипіння, конденсації, переохолодження, всмоктування.

Температура кипіння  $t_0$  в  $^{\circ}\text{C}$ , розраховується за формулою:

$$t_0 = t_{\text{кам}} - (8 \dots 15) \quad (2.7)$$

$$t_0 = 0 - 10 = -10^{\circ}\text{C}$$

$$t_0 = -20 - 10 = -30^{\circ}\text{C}$$

Температура конденсації при використанні повітряних конденсаторів розраховується за наступними формулами:

$$t_k = t_{\text{нав.сер}} + (8 \dots 12) \quad ^{\circ}\text{C} \quad (2.8)$$

$$t_k = 43^{\circ}\text{C}$$

Машина працює в одноступінчатом циклі з безсальниковим компресором.

Температура на виході з випарника  $t_6$  в  $^{\circ}\text{C}$ , розраховується за формулою:

$$t_6 = t_0 + (5 \dots 10) \quad (2.9)$$

Температура на виході з регенеративного теплообмінника  $t_7$  в  $^{\circ}\text{C}$  розраховується за формулою:

$$t_7 = t_6 + (10 \dots 20) \quad (2.10)$$

Температура на всмоктуванні в робочу порожнину компресора  $t_1$  в  $^{\circ}\text{C}$ , розраховується за формулою:

$$t_1 = t_7 + (3 \dots 7) \quad (2.11)$$

					<b>МХ 54 029.002.ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

В якості робочої речовини приймається фреон R 507A, має стабільні фізико-хімічними властивостями в широкому діапазоні температур. Не токсичний, не вибухонебезпечний, екологічно нешкідливий. Представляє собою стабільну суміш декількох робочих речовин та широко використовується в холодильних установках середньої продуктивності.

					<b>MX 54 029.002.ДП ПЗ</b>	<i>Арк.</i>
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 2.4 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок.

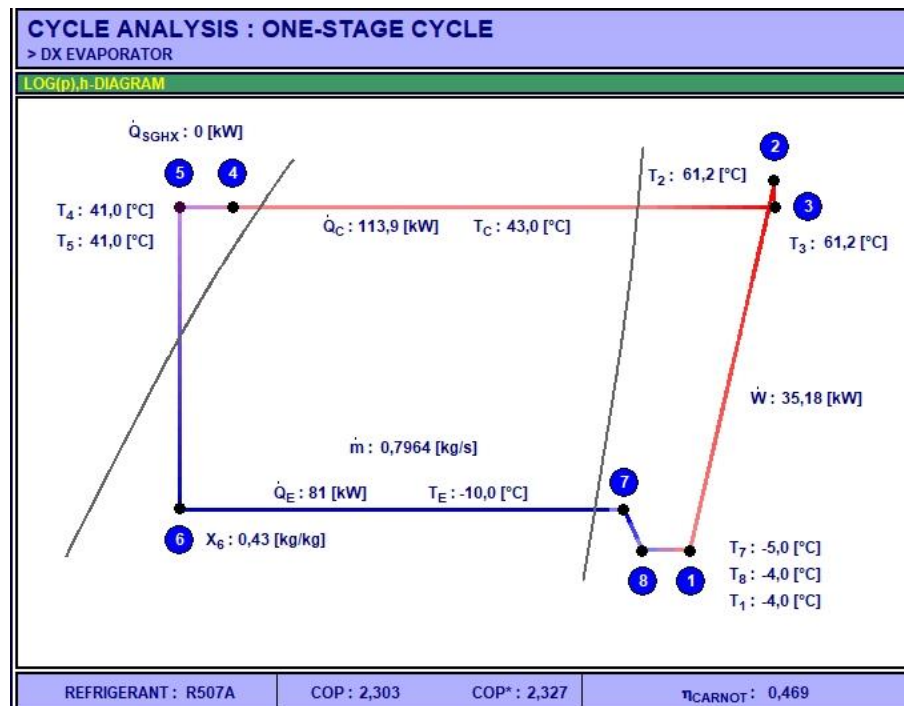
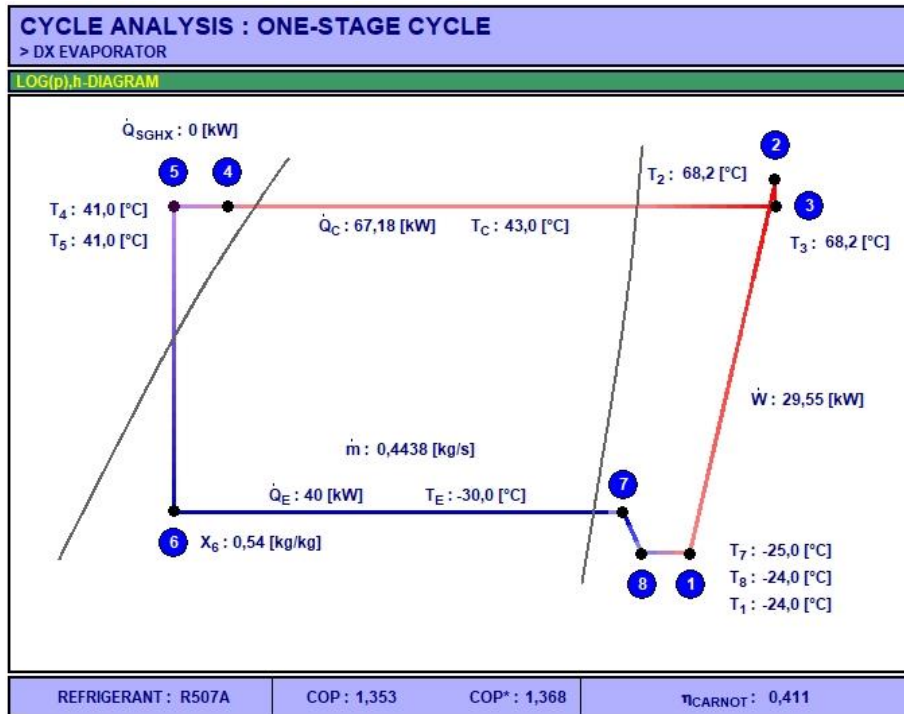


Рис.2.2 Цикли (низькотемпературний та високотемпературний) роботи енергетичних установок

В якості робочої речовини використовується фреон R507A. Параметри вузлових точок зведені в таблицю 2.1

Таблиця 2.1 Параметри вузлових точок циклів

STATE POINTS				
STATE POINT	TEMPERATURE	PRESSURE	ENTHALPY	DENSITY
	[°C]	[kPa]	[kJ/kg]	[kg/m <sup>3</sup> ]
1	-24,0	211,3	202,6	10,8
2	68,2	2035,5	262,6	92,2
3	68,2	2011,7	262,9	90,7
4	41,0	2011,7	111,5	959,1
5	41,0	2011,7	111,5	959,1
6	-30,0	215,7	111,5	-----
7	-25,0	215,7	201,7	11,1
8	-24,0	211,3	202,6	10,8

STATE POINTS				
STATE POINT	TEMPERATURE	PRESSURE	ENTHALPY	DENSITY
	[°C]	[kPa]	[kJ/kg]	[kg/m <sup>3</sup> ]
1	-4,0	445,9	214,4	22,1
2	61,2	2035,5	254,1	97,1
3	61,2	2011,7	254,5	95,4
4	41,0	2011,7	111,5	959,1
5	41,0	2011,7	111,5	959,1
6	-10,0	453,5	111,5	-----
7	-5,0	453,5	213,3	22,7
8	-4,0	445,9	214,4	22,1

## 2.5 Тепловий розрахунок та вибір компресора.

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента:

$$q_0 = i_1 - i_4 \quad (2.12)$$

Масова витрата пари

$$M_d = Q_0 / q_0 \quad (2.13)$$

де  $Q_0$  - навантаження на компресор з обліком витрат, кВт  
Дійсна об'ємна подача

$$V_d = m_d v_1 \quad (2.14)$$

де  $v_1$  - питомий обсяг усмоктуваного пари, м<sup>3</sup>/кг  
Коефіцієнт подачі компресору:

$$\lambda = \lambda_i \lambda_{\omega 1} \quad (2.15)$$

$$\lambda_i = \frac{p_0 - \Delta p_{\text{вс}}}{p_0} - c \left( \frac{p_k + \Delta p_H}{p_0} - \frac{p_0 - \Delta p_{\text{вс}}}{p_0} \right) \quad (2.16)$$

$$\lambda_{\omega'} = T_0 / T_k \quad (2.17)$$

Теоретична об'ємна подача

$$V_T = V_d / \lambda \quad (2.18)$$

Питома об'ємна холодопродуктивність в робочих умовах:

$$q_v = q_0 / v_1 \quad (2.19)$$

Питома об'ємна холодопродуктивність в стандартних умовах:

$$q_{v \text{ ст}} = q_{0 \text{ ст}} / v_{1' \text{ ст}} \quad (2.20)$$

Коефіцієнт подачі компресору в стандартних умовах:

$$\lambda_{\text{ст}} = \lambda_{i \text{ ст}} \lambda_{\omega' \text{ ст}} \quad (2.21)$$

Стандартна холодопродуктивність:

					<b>MX 54 029.002.ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$Q_{o \text{ ст.}} = Q_o q_{o \text{ ст}} \lambda_{\text{ст}} / (q_o \lambda) \quad (2.22)$$

Адіабатна потужність:

$$N_a = m_d (i_2 - i_1') \quad (2.23)$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії:

$$\eta_i = \lambda_{\omega}' + b t_o \quad (2.24)$$

Індикаторна потужність:

$$N_i = N_a / \eta_i \quad (2.20)$$

Потужність тертя:

$$N_{\text{тр}} = V_{\text{т}} P_{\text{тр}} \quad (2.25)$$

Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{\text{тр}} \quad (2.26)$$

Потужність на валу двигуна:

$$N_{\text{дв}} = (1,1 \div 1,12) N_e / \eta_{\text{п}} \quad (2.27)$$

Ефективна питома холодопродуктивність, чи холодильний коефіцієнт:

$$\varepsilon_e = Q_o / N_e \quad (2.28)$$

Тепловий потік в конденсаторі:

$$Q_k = m_d (i_2 - i_3) \quad (2.29)$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.2

					<b>MX 54 029.002.ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

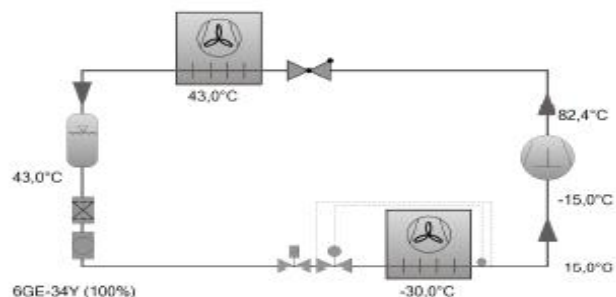
Таблиця 2.2 Тепловий розрахунок і добір компресора

Параметр	Одиниці вимірювання	-30	-10
Питома масова холодопродуктивність	кДж/кг	90	102
Питома об'ємна холодопродуктивність	кДж/м <sup>3</sup>	968	2267
Питома адіабатна робота стискання	кДж/кг	60	40
Питоме навантаження на конденсатор	кДж/кг	151	143
Масова витрата холодильного агента	кг/с	0,222	0,412
Дійсна об'ємна подача компресора	м <sup>3</sup> /с	0,021	0,019
Коефіцієнт впливу «мертвого» простору		0,779	0,905
Коефіцієнт впливу неадіабатності стискання		0,736	0,791
Коефіцієнт подачі компресора		0,574	0,716
Теоретичний об'єм, описаний поршнями компресора	м <sup>3</sup> /с	0,036	0,026
Адіабатна потужність компресора	кВт	13,3	16,5
Індикаторний ККД компресора		0,662	0,766
Індикаторна потужність компресора	кВт	20,2	21,5
Потужність, що витрачається на тертя	кВт	1,45	1,1
Ефективна потужність	кВт	21,6	22,5
Електрична потужність	кВт	22,7	23,7
ККД РТО		-	-
Холодильний коефіцієнт дійсного циклу		1,5	2,55
Холодильний коефіцієнт циклу Карно		3,3	4,96
Ступінь перетворення		0,451	0,514
Потрібна холодопродуктивність	кВт	20	40
Навантаження на конденсатор	кВт	35	

За результатами розрахунків підібрано по два компресора фірми Bitzer на кожен з температур кипіння (-30°C та -10°C відповідно)

**Исходные данные**

модель компрессора	6GE-34Y
Режим	Охлаждение и кондиционирование воздуха
Хладагент	R507A
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-30,00 °C
Тконденсации SCT	43,0 °C
Переохл-е (в конденсаторе)	0 K
Темп. всасываемых паров	-15,00 °C
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	100%
Полезный перегрев	100%



**Результат**

Компрессор **6GE-34Y-40P**

Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата
------	------	-------------	--------	------

**MX 54 029.002.ДП ПЗ**

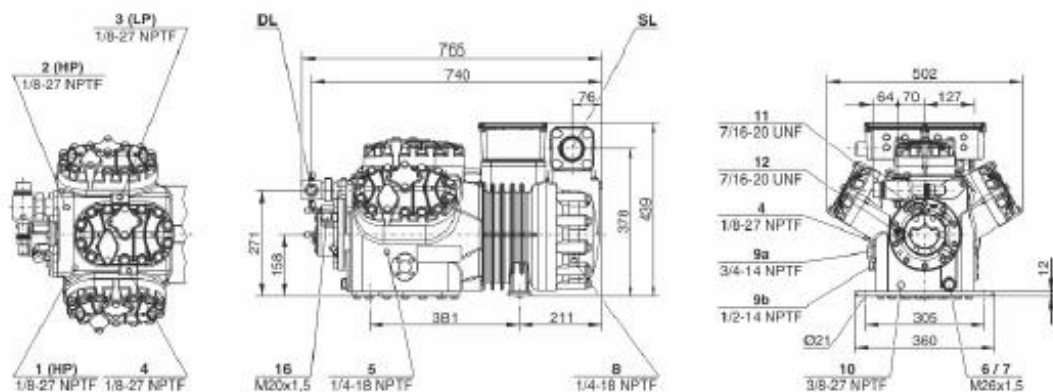
Арк.

Компрессор	6GE-34Y-40P
Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	25,2 kW
Холодопроизвод-сть*	30,0 kW
Произв-сть испарителя	25,2 kW
Потребл. мощность	18,77 kW
Ток (400V)	34,1 A
Напряжения питания	380-420V
Производительность конденсатора	44,0 kW
СОР/КПД	1,34
СОР/КПД *	1,60
Массов. расход	976 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	82,4 °C

### Технические параметры

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	126,8 m³/h
Объемная произв-сть(1750 об/мин 60Гц)	153,0 m³/h
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	6 x 75 mm x 55 mm
Вес	230 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 32 bar
Присоединение линии всасывания	54 mm - 2 1/8"
Присоединение линии нагнетания	35 mm - 1 3/8"
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407A/R407C/R407F	BSE32(Standard)   R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Тип масла для R22 (R12/R502)	B5.2(OPTION)
Тип масла для R1234yf	BSE32 (Standard)   R1234yf tc>70°C : BSE55 (Option)
Тип масла для R1234ze	BSE55 (Standard)   to>15°C: BSE85K (Option)   tc>70°C: BSE85K (Option)
Тип масла для R454C/R455A	BSE32 (Standard)
Тип масла для R515B	BSE55 (Standard)   to>15°C: BSE85K (Option)   tc>70°C: BSE85K (Option)

### Размеры и соединения



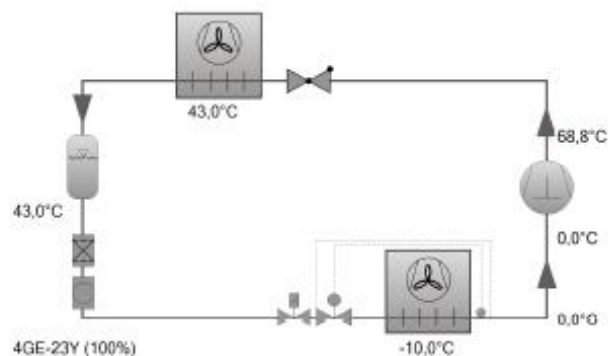
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

MX 54 029.002.ДП ПЗ

Арк.

### Исходные данные

модель компрессора	4GE-23Y
Режим	Охлаждение и кондиционирование воздуха
Хладагент	R507A
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"
Тиспарения SST	-10,00 °C
Тконденсации SCT	43,0 °C
Переохл-е (в конденсаторе)	0 K
Темп. всасываемых паров	0 °C
Режим эксплуатации	Авто
Энергоснабжение	400V-3-50Hz
Регулятор производ-сти	100%
Полезный перегрев	100%



### Результат

**Компрессор** 4GE-23Y-40P

<b>Компрессор</b>	4GE-23Y-40P
Ступени регулирования производительности	100%
Холодопроизвод-сть	43,8 kW
Холодопроизвод-сть*	48,0 kW
Произв-сть испарителя	43,8 kW
Потребл. мощность	19,74 kW
Ток (400V)	33,0 A
Напряжения питания	380-420V
Производительность конденсатора	63,6 kW
СОР/КПД	2,22
СОР/КПД *	2,43
Массов. расход	1567 kg/h
Режим эксплуатации	Стандарт
Температура нагнетания без охлаждения	68,8 °C

### Технические параметры

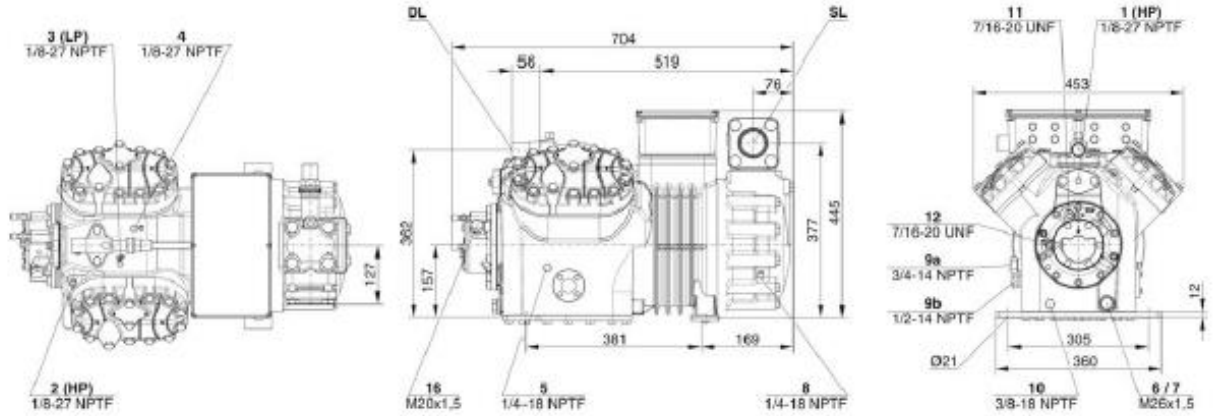
Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	84,5 m³/h
Объемная произв-сть(1750 об/мин 60Гц)	101,98 m³/h
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	4 x 75 mm x 55 mm
Вес	196 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 32 bar
Присоединение линии всасывания	54 mm - 2 1/8"
Присоединение линии нагнетания	28 mm - 1 1/8"
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407A/R407C/R407F	BSE32(Standard)   R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Тип масла для R22 (R12/R502)	B5.2(Option)
Тип масла для R1234yf	BSE32 (Standard)   R1234yf tc>70°C : BSE55 (Option)
Тип масла для R1234ze	BSE55 (Standard)   to>15°C: BSE85K (Option)   tc>70°C: BSE85K (Option)
Тип масла для R454C/R455A	BSE32 (Standard)
Тип масла для R515B	BSE55 (Standard)   to>15°C: BSE85K (Option)   tc>70°C: BSE85K (Option)

Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

**MX 54 029.002.ДП ПЗ**

Арк.

## Размеры и соединения



Компресорне обладнання встановлюється у приміщенні машинного відділення, яке входить до будівлі холодильника ємністю 820 т у м.Черкаси.

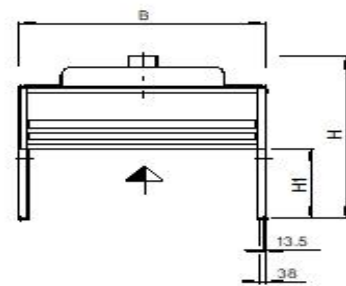
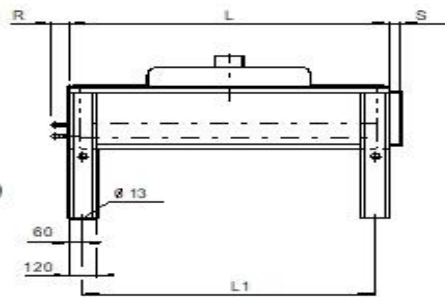
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

**МХ 54 029.002.ДП ПЗ**

Арк.



<b>Condenser</b>		<b>S-MCH 092A/1-N(L) For calculation only!</b>	
<b>Capacity:</b>	63.0 kW	<b>Refrigerant:</b>	<b>R507A</b>
Capacity per temp.diff.:		Hot gas temp.:	72.0 °C
Air flow:	22500 m <sup>3</sup> /h	Condensation temperature:	43.2 °C
Air inlet:	31.0 °C	Condensate outlet:	41.4 °C
Altitude:	0 m	Hot gas flow:	13.33 m <sup>3</sup> /h
Fans:	1 Piece(s) 3~460V 60HzY/(--)	Fan diameter:	900 mm
Data per motor (nominal data):		Noise pressure level:	59 dB(A)
Speed:	910 min-1 / (--)	at a distance of:	10.0 m
Capacity:	4.70 kW, 4 hp mech.		
Current:	7.30 A		
Casing:	Galv. Steel, light grey	Tubes:	Copper <sup>(1)</sup>
Surface:	167.5 m <sup>2</sup>	Fins:	Aluminum <sup>(1)</sup>
Tube volume:	22.4 l	Connections per unit:	
Fin spacing:	2.40 mm	Inlet connection:	1 3/8 in
Passes:	16	Outlet:	1 3/8 in
Dry weight:	267 kg <sup>(2)</sup>	Distributions:	8
Max. operating pressure:	30.8 bar		
<b>Dimensions:</b>			
L =	1400 mm		
B =	1185 mm		
H =	1250 mm		
R =	80 mm		
L1 =	1280 mm		
H1 =	400 mm		
S =	50 mm		



Кількість конденсаторів по 2 шт на кожну температуру кипіння.

Приймається агрегатована схема з'єднання обладнання, що дозволяє більш гнучко підходити до процесів модернізації та регулювання продуктивності системи. Тому на кожний з компресорів конденсатор встановлюється окремо.

					<b>MX 54 029.002.ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 2.7 Розрахунок та вибір обладнання камер

Потрібна площа теплопередаючої поверхні теплообміну та  $F_{тр}$  в  $m^2$ , повітроохолоджувачів розраховується за формулою:

$$F_{тр} = \frac{Q_{кам}}{k \cdot \Theta} \quad (2.32)$$

де  $Q_{кам}$  - теплове навантаження на камерне устаткування, кВт

$k$  – розрахунковий коефіцієнт теплопередачі камерного устаткування ,

кВт/м<sup>2</sup>К

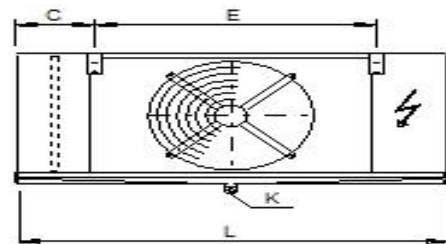
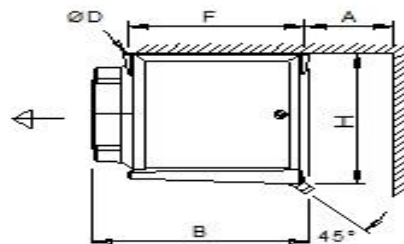
$\Theta$  – розрахункова різниця температур між повітрям і хол.агентом

Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.4 та 2.5

Для камер № 1, 3, 4 та 6 приймається повітроохолоджувач GHN 045.2F/110-ANW50.M. Для камер № 2 та 5 приймається повітроохолоджувач Gunter S-GHN 045.2F/17-ANW50.M.

Таблиця 2.4 Характеристики повітроохолоджувача GHN 045.2F/110-ANW50.M

Evaporator (dx)	S-GHN 045.2F/17-ANW50.M For calculation only!		
<b>Capacity:</b>	10.0 kW	<b>Refrigerant:</b>	R507A
Capacity per tempdiff.:	1.00 kW/K	Evaporation temp.:	-30.0 °C
Surface reserve:	15.9 %	Superheating:	6.0 K
Air flow:	4960 m <sup>3</sup> /h	Condensing temp.:	43.0 °C
Air temp.:	-20.0 °C	Subcooled temp.:	38.0 °C
Rel. humidity:	95 %		
Air pressure:	1013 mbar		
Fans:	1 Piece(s) 1~230V 50Hz	Fan diameter:	450 mm
Data per motor (nominal data):		Noise pressure level:	56 dB(A)
Speed:	1300 min-1	at a distance of:	3.0 m
Capacity:	0.45 kW, 1/3 hp mech.	Air throw	approx. 14 m <sup>(1)</sup>
Current:	2.08 A	Tubes:	Copper <sup>(2)</sup>
Casing:	AlMg3, Powder coated signal white	Fins:	Aluminum <sup>(2)</sup>
Surface:	45.3 m <sup>2</sup>	Distr. press. drop:	0.9 bar
Tube volume:	14.9 l	Outlet connection:	1 3/8 in
Fin spacing:	7.00 mm	Inlet connection:	7/8 in
Dry weight:	70 kg <sup>(3)</sup>		
Max. operating pressure:	32.0 bar		
<b>Dimensions:</b>			
L =	1360 mm		
B =	815 mm		
H =	660 mm		
E =	890 mm		
F =	700 mm		
C =	240 mm		
A =	500 mm		
ØD =	14 mm		
K =	G1¼		



Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата
------	------	-------------	--------	------

MX 54 029.002.ДП ПЗ

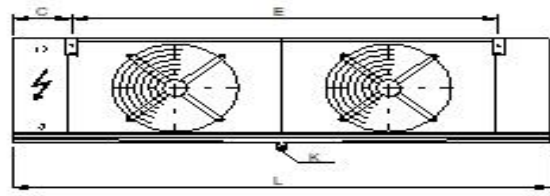
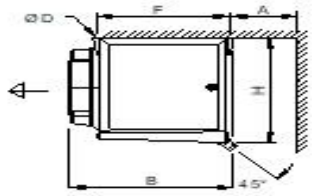
Арк.

Таблиця 2.5 Характеристики повітроохолоджувача S-GHN 045.2F/17-ANW50.M

Evaporator		S-AGHN 045.2E/24-A0S/10P.M For calculation only!	
Capacity:	25.0 kW	Refrigerant:	R507A
Capacity per tempdiff.:	2.80kW/K	Evaporation temp.:	-10.0 °C
Surface reserve:	4.3 %	Feed rate (pump):	3.5
Air flow:	8370 m <sup>3</sup> /h <sup>(1)</sup>		
Air temp.:	0.0 °C <sup>(2)</sup>		
Rel. humidity:	80 %		
Air pressure:	1013 mbar		
Fans:	2 Piece(s) 3~400V 50HzY/(--)	Fan diameter:	450 mm
Data per motor (nominal data):		Noise pressure level:	56 dB(A)
Speed:	1240 min <sup>-1</sup> / (--)	at a distance of:	3.0 m
Capacity:	0.39 kW		
Current:	0.70 A	Air throw	approx. 16 m <sup>(3)</sup>
Casing:	AlMg3, Powder coated signal white	Tubes:	Stainl. Steel AISI 304 <sup>(4)</sup>
Surface:	128.3 m <sup>2</sup>	Fins:	Aluminum <sup>(4)</sup>
Tube volume:	20.2 l	Inlet connection:	1" NPS (33.40 mm)
Fin spacing:	4.00 mm	Outlet connection:	1 1/4" NPS (42.16 mm)
Dry weight:	137 kg <sup>(5)</sup>		
Max. operating pressure:	32.0 bar		

**Dimensions:**

- L = 2250 mm
- B = 665 mm
- H = 645 mm
- E = 1780 mm
- F = 545 mm
- C = 240 mm
- A = 500 mm
- ØD = 14 mm
- K = G1¼



## 2.8 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання.

Лінійний ресивер  $V_{л.р.}$  в  $m^3$ , розраховується за формулою:

$$V_{л.р.} = (0,3 \dots 0,5)V_{вип} \quad (2.33)$$

де  $V_{вип.}$  - місткість випарювальної системи,  $m^3$

(0,3 ... 0,5) - коефіцієнт враховуючий норму заповнення лінійного ресивера.

Місткість випарної системи визначається за місткістю трубного простору повітроохолоджувачів (табл. 2.4 та 2.5). Приймається по два вертикальні ресивери BeCool марки BC-LR-40.0 та BC-LR-20.0 місткістю 40 та 20 літрів відповідно для температур кипіння  $-30^{\circ}C$  та  $-10^{\circ}C$ .

### Терморегулюючий вентиль

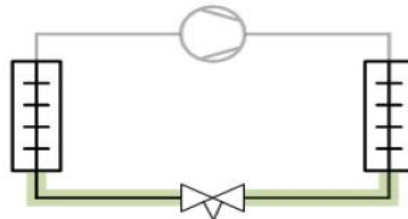
Приймається за умовами використання та за витратою холодильного агенту TRV фірми Danfoss

#### Умови роботи

Холодоагент:	R507A	Холодопродуктивність:	42,00 kW
Масова витрата в лінії:	1529 kg/h	Теплопродуктивність:	61,41 kW
Температура кипіння:	$-10,0^{\circ}C$	Температура конденсації:	$43,0^{\circ}C$
Тиск кипіння:	4,538 bar	Тиск конденсації:	20,11 bar
Ефективний перегрів:	8,0 K	Переохолодження:	0 K
Додатковий перегрів:	3,0 K	Додаткове переохолодження:	0 K
Температура нагнітання:	$67,5^{\circ}C$		

**Система і лінія:** Система з відведенням сухої пари. Рідинна лінія

**Критерії вибору:** Навантаження: 100 %. Падіння тиску у розподілювачі: 0 bar



#### Вибір: T2 - 6



					<b>MX 54 029.002.ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

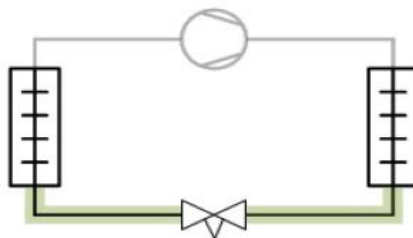
Тип	T2 - 6
NS	10
Діапазон	N
Номінальна потужність [kW]	10,33
Мін. продуктивність [kW]	2,584
Навантаження [%]	406
Перепад тиску [bar]	15,58
Швидкість на вході [m/s]	8,91

#### Умови роботи

Холодоагент:	R507A	Холодопродуктивність:	22,00 kW
Масова витрата в лінії:	909,4 kg/h	Теплопродуктивність:	39,06 kW
Температура кипіння:	-30,0 °C	Температура конденсації:	43,0 °C
Тиск кипіння:	2,156 bar	Тиск конденсації:	20,11 bar
Ефективний перегрів:	8,0 K	Переохолодження:	0 K
Додатковий перегрів:	3,0 K	Додаткове переохолодження:	0 K
Температура нагнітання:	75,9 °C		

**Система і лінія:** Система з відведенням сухої пари. Рідинна лінія

**Критерії вибору:** Навантаження: 100 %. Падіння тиску у розподільвачі: 0 bar



#### Вибір: TE 12 - 6



Тип	TE 12 - 6
NS	22
Діапазон	N
Номінальна потужність [kW]	24,24
Мін. продуктивність [kW]	6,059
Навантаження [%]	91
Перепад тиску [bar]	17,96
Швидкість на вході [m/s]	0,85

Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата
------	------	-------------	--------	------

**MX 54 029.002.ДП ПЗ**

Арк.

Діаметр трубопроводу  $d_{BH}$  в м, визначаємо за формулою:

$$d_{BH} = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot \varpi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\pi \cdot \rho \cdot \varpi}} \quad (2.34)$$

де  $V$  – об’ємна витрата рідини або газу, м<sup>3</sup>/с

$G$  – масова витрата рідини або газу, кг/с

$\varpi$  – швидкість руху рідини або газу, м/с

$\rho$  – щільність рідини або газу, кг/с

Всі розрахунки зводимо до таблиці

Таблиця 2.6 Діаметри трубопроводів

	Режим камер -20°C		
	Всмокт.	Нагн.	Рідина
$G$ , кг/с	0,222	0,222	0,222
$\varpi$ , м/с	15	20	1,25
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	10,8	85,6	977
$d_{BH}$ , м	0,042	0,013	0,015
ДСТУ	0,045	0,015	0,015
	Режим камер 0°C		
	Всмокт.	Нагн.	Рідина
$G$ , кг/с	0,412	0,412	0,412
$\varpi$ , м/с	15	20	1,25
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	22,1	90,1	977
$d_{BH}$ , м	0,039	0,017	0,020
ДСТУ	0,045	0,020	0,020

### 3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА.

#### 3.1 Організація ремонту і монтажу холодильного обладнання.

Монтаж холодильного обладнання-це комплекс робіт по його пристрою налагодження та тиску в експлуатації.

Розрізняють три різні способи проведення механічних робіт: господарські, підрядні та змішані .

При господарському способі праці виконується силами підприємства – власника обладнання на його виробниче технічній базі .

Підрядний вид заснований на виконанні робіт спеціалізованою підрядною спеціалізацією приймаючий заклади від підприємства , експлуатаційних обладнань .

Змішаний спосіб проведення робіт передбачає виконання робіт організації, а роботу по монтажу холодильного обладнання підрядною організацією.

Часткову зміну обладнання, реконструкцію та реорганізацію ХУ проводять господарським засобом . Для цього організується бригада з числа робітників, обслуговуючих цю установку. Вона забезпечується інструментом та проходить інструктаж по техніці безпеки.

Перед виконанням робіт необхідно ознайомитись з особливостями конструкції та правилами монтажу нового обладнання. Транспортування обладнання до міста установки повинна здійснюватися у відповідності з вказівками по страхуванню , приведеними в інструкції заводу виробника.

До зварювальних робіт допускаються тільки зварники які пройшли спеціальну підготовку. Перед проведенням робіт начальник цеху повинен визначити зону у котрій дозволить зварку . При наявності у апарата горючих елементів, зварка у районі монтажу апарата заборонена. У приміщенні не повинно бути розлитого масла , чи інших горючих речовин. Усі засоби пожежогасіння повинні бути перевірені та підготовлені .

					<b>MX54 029. 003. ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

При не відповідності існуючих фундаментів на валу обладнання необхідна повна їх заміна.

Монтаж обладнання не утворюючого значних вібрації може бути вироблений на зварних рамах, встановлених на існуючому фундаменті.

Виготовлення фундаментів компресорів та апаратів не повинен бути зв'язаний з фундаментом стін та колон будівлі машинного відділення.

При монтажі КМ найкращім є таке їх розміщування, коли вони встановлені в один чи два ряди, а передня частина КМ виходить у сторону центрального проходу, маючого мінімальну величину 1.5м. Прохід між виступаючими частинами компресора повинен бути не менше 1.0м.

Для визначення місця розташування фундаментів робиться розмітка по всьому цеху чи провішуються струни проектом .

Глибина закладання всіх фундаментів залежить від глибини промерзання ґрунту, рівня ґрунтових вод та властивостей ґрунту.

Глибина закладання фундаменту, котрі виготовляються в не приміщення, повинні бути не менш глибини промерзання ґрунту, а на сипучих ґрунтах перевищує її на 200-300мм. У обігрівуючих приміщеннях мінімальну глибину приміщення приймають рівною 50% від глибини промерзання ґрунту, а у не обігрівних приміщеннях 70%.

Спосіб виготовлення фундаменту, зазначається у тім, що його масиви залишають гнізда для фундаментних болтів шляхом встановлення виробів із фанери чи балок. Після застигання бетону виріб забирають. В роботі встановлені КМ в ті гнізда опускають болти та заливають бетоном.

При розташуванні обладнання на перекриття наявність останнього масла фундамент встановлюється на розвантажувальній балці зазираючись на вилку поверхність перекриття, стіни чи колон.

Зношування обладнання.

Розрізняють механічний, хімічний та тепловий знос.

					<b>MX54 029. 003. ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Механічний знос з'являється під дією тертя та ударних навантажень. Найбільшу безпеку цей знос являє при праці зношеного обладнання, не дивлячись на проведення продувки у камері КМ залишається формовочний пісок, а у трубопроводі опилки.

Хімічний знос – з'являється при дії на вузли та деталі високих чи різко змінених температур.

Визначення зносів проводиться по параметрах режиму роботи , зовнішнім оглядом, акустичним методом . Після розробки та промивки визначають знос деталей: обмірок магнетичний метод та ін..

Система планово-застережного ремонту.

Профілактичний огляд КМ проводиться з метою виявлення у системі поломки швидко зношуючи деталей: базових деталей та ін.

Технічне обслуговування передбачає роботи, виконанні в час кожної зміни.

Малий ремонт КМ передбачає ревізію клапанів зі зміною пружин, огляд машинно-поршневих груп зі зміною поршневих кілець. Зміна тонкостінних вкладишів рекомендується до появи крайнього зносу якщо будуть в роботі абразивні частини, втіленні в антафракційний шар.

Середній ремонт робиться з метою відтворення машин до стану , по своїм характеристикам та практичності будуть відповідати новому.

Капітальний ремонт апаратів закладається в новій заміні труб. При високій культурі експлуатації довжина шиноремонтного ухилу можна буде збільшити у 1.5-2 рази.

					<b>MX54 029. 003. ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.2 Автоматизація холодильної установки

Холодильна установка повинна бути оснащена справними приладами автоматичного захисту, що зупиняють компресор або які блокують його пуск при досягненні контрольованих параметрів, передбачених заводом - виробником або проектом (тиску нагнітання і всмоктування, в системі мастила тощо), гранично допустимих значень. У холодильних установках з конденсаторами водяного і повітряного охолодження повинно бути реле високого тиску, що зупиняє компресор при підвищенні тиску нагнітання до певної заданої величини.

Реле тиску повинно бути приєднане до запірною нагнітального вентиля компресора. Компресори повинні оснащуватися захисними температурами реле, що зупиняють їх при перевищенні температури нагнітання. На трубопроводі подачі води в охолоджувальну сорочку компресора повинно бути встановлено реле, блокуючу пуск або відключає компресор при відсутності потоку води. Фреонові випарники, що не входять в агрегатуватися установку заводської поставки, повинні бути забезпечені автоматичними приладами (терморегулюючими вентилями, реле рівня, реле температури, соленоїдними вентилями та ін), регулюючими заповнення випарників і забезпечують припинення подачі рідкого хладону при зупинці компресора. Прилади автоматичного захисту повинні перевірятися для машин з періодичним обслуговуванням не рідше одного разу на 3 міс, а для інших - не рідше одного разу на місяць із записом у спеціальному журналі про результати перевірки.

Прилади автоматичного захисту повинні мати замкнуту вихідний ланцюг або замкнуті контакти при нормальному стані контрольованих параметрів. Контакти цих приладів повинні розмикатися у разі їх спрацьовування. Електричні схеми неагрегативаних холодильних

					<b>MX54 029. 003. ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

установок повинні виключати можливість автоматичного пуску компресора після

спрацьовування приладів захисту . Пуск його повинен бути можливий тільки після ручної деблокування захисту . Пуск і робота компресорів при виключених пристроях автоматичного захисту не допускається.

Автоматизація - це оснащення холодильних машин і агрегатів приладами, які дозволяють проводити технологічні процеси охолодження, заморожування і зберігання харчових продуктів без участі людини. Автоматизація забезпечує: - зниження експлуатаційних витрат; - збільшення продуктивності праці; - підтримання необхідного температурного режиму в охолоджуваніх камерах; - безпечність і безаварійність роботи холодильних установок. В холодильному обладнанні прилади автоматики розподіляються на 4 групи: - прилади автоматичного регулювання, до яких відносяться: автоматичні регулятори температури (АРТ), терморегулюючі вентилі (ТРВ), реле тиску - пресостат (РД), водорегулюючі вентилі; - прилади автоматичного захисту, до яких відносяться: реле тиску - маноконтролер (РД), соленоїдні вентилі (СВ) та ін.; - прилади автоматичного контролю, до яких відносяться: поплавкові рівнеміри, таймери, соленоїдні вентилі (СВ) та ін.;

- прилади сигналізації - дзвінки, світлові лампи та ін. В схему автоматизації холодильних машин можуть включатися соленоїдні вентилі, реле контролю змащування компресора, прилади для автоматичного відтаювання снігової “шуби” з поверхні випарника, прилади захисту електродвигуна від перенавантажень та короткого замикання та ін. Теплорегулюючі вентилі (ТРВ) регулюють надходження рідкого холодильного агента у відновлювач. Підтримання в випарнику холодильного агента на заданому рівні в автоматизованих холодильних установках здійснює теплорегулюючий вентиль. Найбільше використання знайшли мембранні теплорегулюючі вентилі. Вони складаються із: фільтра; корпусу;

					<b>MX54 029. 003. ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

мембрани; кришки; трубки капілярної; термобалону; толкачу; сідла; клапана; пружини; щитка; штуцера. Реле тиску (РД) цей прилад перетворюючий зміну тиску тільки в засмоктуючій лінії (випарнику) або нагнітальній (конденсаторі) замиканні та розмиканні контактів електричного кола керування котушкою магнітного пускача, через який здійснюється живлення електродвигуна компресора. В холодильних машинах з напіввідкритими компресорами використовуються реле тиску типу КР17WB. Реле температури (КР-61 та RT-101) призначене для регулювання температури в холодильних машинах з герметичним компресором. Регулювання температури в охолоджуючих об'ємах проводиться шляхом пуски та зупинки компресора. Контакти прилада включені послідовно в електромережу, живлячу електродвигун компресора. В побутових холодильниках режим роботи машини встановлюють поворотом ручки приладу. В інших видах холодильного обладнання настрій реле температури перевіряють термометром.

В малих холодильних машинах використовуються мембранні ТРВ наступних типів: TD1 та ін., які відрізняються розміром отворів у сідлі і холодопродуктивністю. Термосистема ТРВ (термопатрон і капілярна трубка) можуть заповнюватись холодильним агентом R134a (при діапазоні температур кипіння  $-30...10^{\circ}\text{C}$ ), або холодильним агентом R507C для режиму кипіння  $-50...-10^{\circ}\text{C}$ .

Реле тиску перетворює зміну тиску в усмоктуючій або нагнітаючій магістралях холодильної машини в електричний сигнал, який керує роботою компресора. Реле тиску КР17WB монтується біля компресора і складається з реле низького тиску - пресостата, та реле високого тиску - маноконтролера, які вмонтовані в один корпус. Пресостат підключається імпульсною трубкою до всмоктуючого боку компресора, а маноконтролер - до нагнітаючого. На діючих машинах прослідкувати схему підключення цього приладу. Пресостат забезпечує регулювання тиску у випарнику (таким чином регулює

					<b>MX54 029. 003. ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

температуру кипіння) шляхом включення або відключення компресора. Маноконтролер виконує функцію захисту нагнітаючої сторони машини (конденсатора) від надмірного тиску (більше 1,1 МПа). У тому випадку, коли тиск нагнітання перевищує допустимий тиск, він відключає компресор. А такий випадок може настати тоді, коли вода або повітря перестане подаватись на конденсатор. Оглядаючи пресостат в зібраному приладі і на рисунках в літературі, знайти контакт, куди підводиться струм, струмонесучу пластину і контакт, від якого відводиться струм. Прослідкувати переміщення системи важелів і пружин при збільшенні тиску у випарнику. Зробити ескіз цієї системи важелів з вказанням позицій. Ріжковим ключем (викруткою) прокрутити гвинт на 4...5 обертів, який регулює пружність пружини пресостата. Уявити, до чого це приводить. Дати висновок в лабораторному звіті, до чого приводить обертання регулюючого гвинта за годинною стрілкою та проти неї. Прослідкувати, які важелі і пружини переміщуються у маноконтролері при підвищеному тиску у нагнітаючій стороні компресора і до чого це призводить. Знайти регулюючий гвинт (коронну гайку) і дати висновок про результати обертання цієї гайки за годинною стрілкою та проти неї.

Для домашніх холодильників, торгового холодильного обладнання, малих холодильних машин для охолодження 1...4 холодильних камер використовуються автоматичні реле температури - АРТ. Їх призначення - підтримка необхідної температури повітря в охолоджуваній камері шляхом: - включення та відключення компресора в тому випадку, коли машина охолоджує одну камеру; - подачі або відключення напруги на котушку соленоїдного вентиля, який вмонтовано на рідинному трубопроводі і по якому подається холодильний агент до ТРВ; - включення та відключення електродвигуна з вентилятором, встановленого перед випарником (коли машина охолоджує кілька камер).

					<b>МХ54 029. 003. ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Оглядаючи АРТ в напіврозібраному стані, знайти капілярну трубку, яка заповнена парорідинною сумішшю фреону, сильфон, систему важелів і пружин, контакти, регулюючі гвинти. Уявити, як замикаються контакти, до чого призведе обертання основного регулюючого гвинта, додаткового гвинта і гвинта диференціала.

Соленоїдні вентиля – це виконавчий прилад, яким може керувати АРТ, таймер, поплавковий рівнемір, пресостат реле тиску або інший прилад, який здатен замикати, розмикати контакти і подавати напругу на котушку соленоїдного вентиля. Встановлюється він в холодильних машинах на рідинних і парових трубопроводах. Він може подавати рідкий холодильний агент, пару до випарника, або не подавати, в залежності від того, який прилад керує цим вентиляем.

Автоматизацією називається комплекс технічних заходів, що дозволяють повністю або частково виключити участь людини в управлінні процесом.

Охолоджуваний обсяг розглядається як об'єкт, в якому повинен підтримуватися постійний температурний режим. Оскільки час доби і пору року впливають на температуру навколишнього повітря, а температура повітря в камері повинна бути однією і тією ж, то кількість тепла, що надходить в камеру через огороження (стіни, підлога, стеля), постійно змінюється. Підвищення температури повітря в камері зменшує терміни зберігання продуктів, а значне її зниження призводить не тільки до перевитрати електроенергії, але і до заморожування продуктів. Тому автоматизація установки повинна передбачати зміну режиму роботи випарника в залежності від теплового навантаження. Прилади автоматики повинні забезпечувати не лише ефективну, але і надійну роботу всіх елементів холодильної машини.

					<b>MX54 029. 003. ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Автоматизація холодильних машин здійснюється за трьома основними напрямками: автоматизація процесів регулювання за допомогою систем; автоматизація захисту; автоматизація сигналізації.

Окремі елементи холодильної установки (компресори, теплообмінні апарати, прилади управління і т.д.) часто доцільно об'єднати в один пристрій. Таке конструктивне об'єднання окремих елементів холодильного обладнання називають агрегатом. Агрегатування забезпечує компактність машини, зменшення довжини з'єднувальних трубопроводів при якісному (заводському) з'єднанні, зручність обслуговування. Істотно зменшується обсяг монтажних робіт на місці установки машини, оскільки найбільш складні та відповідальні операції виконуються на заводах. Там же в більшості випадків виробляють продувку агрегатів, видалення з них повітря і заповнення холодоагентом і маслом.

У машинах малої і середньої продуктивності в основному використовують компресорно-конденсаторні агрегати, що складаються з компресора з відповідною арматурою і приводом, конденсатора, допоміжних апаратів, приладів автоматики та контрольно-вимірювальних приладів, зібраних на загальній рамі.

					<b>MX54 029. 003. ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 ВХІДНІ ДАНІ

Таблиця 4.1 - Вхідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1.	Найменування об'єкту	розподільчий холодильник ємністю 820 тон, м. Черкаси
2.	Система охолодження	безпосередня
3.	Холодоагент	R507A
4.	Марка масла	синтетичне
5.	Наявність градирні	-
6.	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	1808
7.	Ступінь автоматизації	Повна
8.	Кількість змін праці	3
9.	Витрати мастила на 1 компресор, кг	4,5; 4,75
10.	Витрати фреон на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	0,5
11.	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	2.49
12.	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	475
13.	Ціна 1 кг мастила, грн.	280

Ивв. № подл.	Подп. и дата
Взам. ивв. №	Ивв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>МХ 54 029 004 ДП ПЗ</b>	Лист

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	холодопродуктивність, кВт	t <sub>0</sub> °C	Номінальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна одиниці, грн.
1	Компресор	Bitzer марки 4GE-23Y	2	81	-10	19,8	40000
2	Компресор	Bitzer марки 6GE-34Y	2	40	-30	18,8	56000
3	Конденсатор	маркиS-MCH 092A/1-N(L)	2			1*4,7	26000
4	Конденсатор	Guntner маркиMCH 067C/1-N(U)	2			1*2,8	24000
5	Повітроохолоджувач	Guntner маркиGHN 045.2F/110-ANW50	8			1*0,45	10000
6	Повітроохолоджувач	Guntner маркиS-GHN 045.2F/17-ANW50.M	4			1*0,45	10000
7	Лінійний ресивер	Becool-40	2				4000
8	Лінійний ресивер	Becool-20	2				4000

Підп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Підп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54 029 004 ДП ПЗ

Лист

## 4.2 РОЗРАХУНОК КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

$$C_M = C_H \cdot K_H, \text{ грн.} \quad (4.1)$$

де  $C_H$  – ціна одиниці обладнання, грн.

$K_H$  – кількість даного найменування обладнання, шт.

$$C_M = 40000 \cdot 2 = 80000$$

Розрахунки заносимо в таблицю.

Таблиця 4.3 - Загальна вартість обладнання

№	Найменування обладнання	Тип, марка	Кількість, шт.	Ціна за 1 обладнання, грн.	Сумарна вартість, грн.
1	Компресор	Bitzer марки 4GE-23Y	2	40000	80000
2	Компресор	Bitzer марки 6GE-34Y	2	56000	112000
3	Конденсатор	марки S-MCH 092A/1-N(L)	2	26000	52000
4	Конденсатор	Guntner марки MCH 067C/1-N(U)	2	24000	48000
5	Повітроохолоджувач	Guntner марки GHN 045.2F/110-ANW50	8	10000	80000
6	Повітроохолоджувач	Guntner марки S-GHN 045.2F/17-ANW50.M	4	10000	40000
7	Лінійний ресивер	Becool-40	2	4000	8000
8	Лінійний ресивер	Becool-20	2	4000	8000
13	Разом сумарна вартість основного обладнання			174000	428000
14	Вартість іншого обладнання (10%)			17400	42800
15	Витрати на монтаж і транспорт (15%)			28710	70620
16	Загальна вартість			220110	541420

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. ив. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>MX 54 029 004 ДП ПЗ</b>	Лист
------	------	----------	-------	------	----------------------------	------

Загальна вартість капіталовкладень  $K_B$  в грн. на будівлю та обладнання компресорного цеху розраховується за формулою:

$$K_B = C_{\text{бд}} + C_{\text{заг}}^{\text{об}} \quad (4.2)$$

$$K_B = 0 + 541420 = 541420$$

де  $C_{\text{заг}}^{\text{об}}$  – загальна вартість обладнання, грн.

Инв. № подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
Взам. инв. №	Подп. и дата				Лист
	Инв. № дубл.				
<b>MX 54 029 004 ДП ПЗ</b>					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

## 4.3 РОЗРАХУНОК ЦЕХОВИХ ВИТРАТ

### 4.3.1 Розрахунок кількості виготовленого холоду (виробнича потужність)

Виготовлення холоду в стандартних умовах  $Q_{ст}$  в тис кДж, розраховується за формулою :

$$Q_{ст} = \sum(Q_0 \cdot K_l \cdot 19440), \quad (4.3.)$$

$$Q_{ст -10} = 81 \cdot 0.76 \cdot 19440 = 1196726 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{ст -30} = 40 \cdot 2.2 \cdot 19440 = 1710720 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{ст. заг} = 1196726 + 1710720 = 2907446 \text{ тис.кДж}$$

де  $Q_0$  – сумарна розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;

$K_l$  – середньозважений коефіцієнт переводу праці компресора з робочих умов у стандартні при різних температурах кипіння холодоагенту:

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	MX 54 029 004 ДП ПЗ				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

### 4.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали містять в собі витрати на поповнення системи фреоном та змащуючим мастилом.

Розрахунки проводяться у таблиці 4.4

Таблиця 4.4-Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення та розрахунок	Сума, грн.
1.Сумарна холодопродуктивність, кВт	$\Sigma Q_0$	121
2.Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт	$q_a$	0,5
3.Середній коефіцієнт втрат фреону при ремонтах	$K_p$	1,05
4. Ціна 1 кг фреону, грн.	$Z_{x.a.}$	475,00
5.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1,15
6.Витрати на поповнення системи фреоном, грн.	$C_{x.a.}=\Sigma Q_0*q_a *K_p*Z_{x.a.}*K_{x.a.}$	<b>34700,5</b>
Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	$M$	5,00
Кількість компресорів, шт;	$N$	4,00
Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	$K_g$	1,20
Кількість разів змін масла за рік	$R$	2,00
Середня ціна 1 кг мастила, грн;	$Z_M.$	280,00
Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	$K_{M.}$	1,14
Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	$M$	4,6
Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	$K_g$	1,20
Кількість разів змін масла за рік	$R$	2,00

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

**MX 54 029 004 ДП ПЗ**

Лист

Середня ціна 1 кг мастила, грн;	$Z_M$	280,00
Витрати на поповнення мастила, грн.	$C_{M=m} * n * K_B * R * Z_M * K_M$	<b>15321,60</b>
Разом:	$C_p = C_{x.a} + C_M$	<b>50022,13</b>
Інші витрати (5%)	$C_i = C_p * 5/100$	<b>2501,11</b>
<b>Усього:</b>	$C_{д.м} = C_p + C_i$	<b>52523,24</b>

### 4.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергії

Річне споживання електроенергії (у грн) розраховується у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5-Розрахунок споживання силовій електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Номинальна потужність, кВт	Коефіцієнт використання обладнання	Кількість	Фонд робочого часу, годин	Загальна потреба в електроенергії, кВт.годин	Витрати на силову електроенергію в грн,
	Вихідні дані табл. 4.2		Wh.	Кв.об..	Куст.	Чрік	$W_{заг} = Wh * K_{в.об} * K_{уст} * Чрік$	$C_w = W_{заг} * C_e$
1	Компресор	4GE-23Y	19,8	0,85	2	5000	168300	419067
2	Компресор	6GE-34Y	18,8	0,85	2	5400	172584	429734,16
	Конденсатор	S-MCH 092A/1-N(L)	1*4,7	0,6	2	5400	30456	75835,44
4	Конденсатор	MCH 067C/1-N(U)	1*2,8	0,3	2	3000	5040	12549,6
5	Повітроохолоджувач	GHN 045.2F/110-ANW50	1*0,45	0,6	8	5400	11664	29043,36
6	Повітроохолоджувач	S-GHN 045.2F/17ANW50M	1*0,45	0,6	4	3000	3240	8067,6
7	Разом	X	X	X	20	X	391284	974297,16

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Ив. № дубл.	
Подп. и дата	

**MX 54 029 004 ДП ПЗ**

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

$$C_w = W_{заг} * Ц_e, \text{ грн} \quad (4.4)$$

Ц<sub>e</sub>- ціна 1кВт електроенергії , грн(2.49 грн за 1кВт.годину)

#### 4.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху

З урахуванням повної автоматизації обладнання приймаємо 4 працівника із середньою тарифною ставкою для обслуговування холодильної установки з річним фондом робочого часу -1808 годин.

#### 4.3.5 Розрахунок річного фонду заробітної платні виробничого персоналу компресорного цеху

Погодинна тарифна ставка кожного розряду розраховується від тарифної ставки першого розряду.

Тарифна ставка першого розряду розраховується за формулою:

$$T_{c1} = ЗП / Г, \text{ грн} \quad (4.5)$$
$$T_{c1} = 6500 / 164.58 \text{ год} = 40,621 \text{ грн}$$

де:

Зп – мінімальна заробітна платня, встановлена державою, грн.

Г – кількість годин роботи у місяць.

Мінімальна зарплата у погодинному вимірі з 01.10.2022 по 31.14.2022 (Див. <https://www.golovbukh.ua/article/ru/9085-chasovye-tarifnye-stavki-v>) дорівнює 6500грн.

6500 грн – мінімальна місячна заробітна плата, грн

164.58 годин – середньомісячна кількість робочих годин (1987/12 =164.58)

(Норма тривалості робочого часу в годинах при 40-годинному робочому тижні – 1987 год) ( Див. <https://services.dtki.ua/>)

Тарифна ставка другого та послідуєчих розрядів розраховується за формулою:

$$T_{c6} = T_{c1} * ТК_6, \text{ грн} \quad (4.6)$$

**МХ 54 029 004 ДП ПЗ**

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ГОСТ 2.104-68 Форма 2а

Копировал

Формат А4

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

де: ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу

Розрахунок тарифної ставки 6 розряду:

$$T_c(6p) = T_c(1p) \cdot TK, \text{ грн} \quad (4.7)$$

Где ТК – тарифний коефіцієнт до тарифної ставки 6 розряду

$$T_c(6p) = 40.62 \cdot 1.78 = 72.66 \text{ грн.}$$

Розраховуємо середню тарифну ставку:

$$T_{c.сер.} = (40.62 + 72.66) / 2 = 56.64$$

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу розраховується за формулою

$$T_\phi = T_c \cdot E_\phi \cdot K, \text{ грн} \quad (4.8)$$

де:  $T_c$  – середня годинна тарифна ставка, грн

$E_\phi$  – ефективний фонд робочого часу, годин

$K$  – кількість працівників компресорного цеху.

Основний фонд заробітної плати розраховуються за формулою:

$$O_\phi = T_\phi + \sum D, \text{ грн} \quad (4.9)$$

де:  $T_\phi$  – тарифний фонд зарплати, грн;

$\sum D$  – сума доплат за умови праці та нічний час, грн. (25% від тарифного фонду заробітної плати).

$$\sum D = T_\phi \cdot 25 / 100, \text{ грн} \quad (4.10)$$

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

$$D_\phi = (T_\phi \cdot d) / 100, \text{ грн} \quad (4.11)$$

де:  $d$  – процент додаткового фонду (10%)

Річний фонд розраховується за формулою:

$$P_\phi = O_\phi + D_\phi, \text{ грн.} \quad (4.1)$$

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за

**MX 54 029 004 ДП ПЗ**

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ГОСТ 2.104-68 Форма 2а

Копировал

Формат А4

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

формулою:

$$B_c = (P_\phi \cdot p) / 100, \text{ грн} \quad (4.13)$$

де:  $p$  – відсоток відрахувань від річного фонду (ССВ=22%)

Розрахунки заносяться у таблицю 4.6.

Таблиця 4.6. Розрахунок фонду оплати праці виробничого персоналу

Назва показника	Формула	Розрахунок
Тс – середня годинна тарифна ставка, грн	Тс	56,64
Еф – ефективний фонд робочого часу, годин; (365-108-13-18)*8=1808	Еф	1808
К – кількість працівників компресорного цеху	К	4
Тф - тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу	$T_\phi = T_c \cdot E_\phi \cdot K$	307237,06
Д - сума доплат за умови праці та нічний час, грн. (45% від тарифного фонду заробітної плати).	$\sum D = T_\phi \cdot 25 / 100$	76809,264
Оф - основний фонд заробітної плати	$O_\phi = T_\phi + \sum D$	384046,32
Дф - додатковий фонд заробітної плати	$D_\phi = (T_\phi \cdot d) / 100$	30723,706
Рф - річний фонд	$P_\phi = O_\phi + D_\phi$	414770,03
Вс - відрахування від річного фонду заробітної плати	$B_c = (P_\phi \cdot p) / 100$	91249,406

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	
Ив. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>МХ 54 029 004 ДП ПЗ</b>	Лист

## 4.4 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ОДИНИЦІ (1000 КДЖ) ХОЛОДУ

Для розрахунку собівартості одиниці холоду необхідно розрахувати калькулювання цехової собівартості 1000 кДж холоду.

Собівартість одиниці холоду  $C_{ст.заг.1000кДж}$  в грн, розраховується за формулою:

$$C_{ст.заг.1000кДж} = \frac{C_{ст}}{Q_{ст}}, \text{ грн} \quad (4.14)$$

$C_{ст.1000 кДж} = 2057634,86 / 2907446 = 0,70$  грн  
де  $C_{ст}$  – цехова собівартість, грн.

$Q_{ст}$  -річний виробіток холоду, тис. кДж.

Розділив витрати по кожній статті витрат на річну виробку холоду в стандартних умовах, отримаємо собівартість одиниці холоду по кожному виду витрат.

Усі розрахунки заносяться у таблицю.

Таблиця 4.7 -Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

№	Статті витрат	Сума витрат, грн.	
		На річний виробіток холоду	На одиницю холоду, грн.
1	Допоміжні матеріали(Сд.м.-таб.2.4)	<b>52523,24</b>	0,018065075
2	Зарплата виробничих працівників	414770,0	0,142657841
3	Відчислення від зарплати	91249,4	0,031384725
4	Електроенергія силова	974297,16	0,335104083
5	Цехові витрати( ЗПвир.прац.*(0.2)	497724,0	0,171189409
6	Амортизація обладнання(5%)	27071	0,00931092
7	Разом цехова собівартість (Сст)	2057634,8	0,707712053

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>МХ 54 029 004 ДП ПЗ</b>	Лист
ГОСТ 2.104-68 Форма 2а						Копировал

## 4.5. ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1	Найменування об'єкту	Компресорного цеху розподільчого холодильника ємністю 820 тон, м. Черкаси
2	Система охолодження	Безпосередня
4	Холодильний агент	фреон
5	Марка масла	<b>синтетичне</b>
6	Номінальна продуктивність по повітрю ,м <sup>3</sup> /годину	80
7	Ступінь автоматизації	Повна
8	Сума капіталовкладень, грн	541420
9	Холодопродуктивність компресорів , кВт	121
10	Кількість компресорів, шт	4
11	Річний виробіток холоду , тис. кДж.	2907446
12	Цехова собівартість, грн	2057634,86
13	Собівартість одиниці холоду, грн..	0,70
14	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	4

Ивв. № подл.	Подп. и дата
Взам. ивв. №	Ивв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>МХ 54 029 004 ДП ПЗ</b>	Лист

## ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність компресорного цеху розподільчого холодильника ємністю 820 тон, м. Черкаси низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,70 грн за 1000 кДж) у порівнянні з середньогалузевим рівнем, що вказує на високий рівень конкурентоспроможності на ринку холоду.

Низька собівартість одиниці холоду є результатом науково-обґрунтованого проектування з підбором високопродуктивного та високотехнологічного обладнання з економічними характеристиками.

Отже, проект Компресорного цеху розподільчого холодильника ємністю 820 тон, м. Черкаси можна вважати доцільним та економічно вигідним.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<b>MX 54 029 004 ДП ПЗ</b>					Лист
										Изм.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### Вступ

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, робота машин, механізмів, стан засобів, колективного та індивідуального захисту, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці, а також правилам охорони праці для працівників взуттєвого виробництва.

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

Керівники підприємств організують, забезпечують і контролюють трудову діяльність працівників у відповідності з вимогами Закону України «Про охорону праці» і забезпечують безпечні методи праці на кожному робочому місці. Темою дипломного проекту являється проект холодильника при ресторані швидкого харчування.

Одним із головних завдань є збільшення продуктивності праці, поліпшення якості виробів, досягнення високих економічних показників. Все це нерозривно пов'язане з умовами праці, розробкою та впровадженням заходів до попередження впливу шкідливих та небезпечних факторів на працівників.

Проведено аналіз необхідних умов для роботи виробничого персоналу підприємства, і фактори, що діють на нього в процесі роботи.

### 5.1 Аналіз умов та знарядь праці на підприємстві.

Фактори виробничого середовища в першу чергу впливають на функціонування органів дихання, слуху, системи кровообігу людини, а також це метеорологічні умови виробничих приміщень, стан повітряного середовища, освітленість робочої зони, шум, вібрація тощо.

### 5.2 Розробка заходів з охорони праці

					MX 54 029.005.ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 5.2.1 Виробнича санітарія і гігієна праці

Головним завданням будь-якої галузі промисловості є збільшення продуктивності праці. Разом з тим, людина що працює, проводить на виробництві значну частину свого життя. Тому для її нормальної життєдіяльності в умовах виробництва треба створити санітарні умови, які б дали змогу їй плідно працювати не перевтомлюючись та зберігати своє здоров'я.

Машинні відділення хладонових установок розташовують на будь-якому поверсі або в підвалі. Двері машинного відділення повинні виходити назовні або в коридор (вестибюль), відділений дверима від інших приміщень, та відкриватись у напрямку до виходу.

При невеликій холодопродуктивності хладонової установки спеціальне машинне відділення для неї не вимагається. Хладонову установку можна розмістити спільно з іншим технологічним устаткуванням за умови, що обслуговуючий його персонал пройшов відповідне навчання і вміст хладону у повітрі при повному витокі з системи не перевищить 10% об'єму приміщення. Забороняється встановлювати холодильні установки на сходових майданчиках, під сходами, у коридорах, у вузьких проходах, у пильних або сирих приміщеннях.

Металеві конструктивні елементи хладонових холодильних установок, охолоджуюче устаткування повинні бути заземлені. Всі частини, що рухаються і обертаються (маховики, вали, муфти, передачі), повинні мати знімні (легкорозбірні) суцільні або сітчасті огорожі.

Рівні шуму і вібрації при роботі компресорів (агрегатів) не повинні перевищувати встановлених норм. При постійному обслуговуванні холодильної установки персоналом наявність природного освітлення у машинному відділенні є обов'язковою. У машинних (апаратних) відділеннях передбачають також штучне робоче і аварійне освітлення. У них влаштовують систему водяного або парового опалювання, що забезпечує розрахункову температуру повітря +16°C при непрацюючому устаткуванні

					<b>МХ 54 029.005.ДП ПЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Трубопроводи, які проходять через приміщення і не обслуговуються холодною установкою, прокладають в сталевій трубі або газоне-проникливому кожусі, який сполучений з назовнім повітрям або з приміщенням, яке обслуговується установкою.

Для запобігання, поглинання і накопичення токсичних речовин і руйнування агресивними речовинами, внутрішні поверхні приміщень захищають глазурованими керамічними плитками, кислототривкими штукатурками, масляними фарбами і іншими покриттями, що легко піддаються очищенню.

Підлоги машинних і апаратних відділень повинні бути рівними, неслизькими, без щілин і баюр, зручними для санітарного прибирання, виконані із вогнестійкого жиростійкого матеріалу, який не підлягає швидкому зносу. Технологічні заглиблення в підлозі приміщення повинні бути зачинені кришками, закріпленими на рівні підлоги. При виході із машинного відділення назовні повинна бути площадка зі сходами.

Машина і апарати, які потребують огляду і постійного обслуговування на висоті більше 1,8м, обладнують спеціальними площадками і драбинами. Вони огорожуються поручнями висотою не менше 1,0 м. При довжині площадки більше як 6м драбини розміщують на обох її кінцях.

Вхід сторонніх людей в машинне відділення не дозволяється. На входних дверях вивішується табличка «Компресорний цех. Стороннім вхід заборонено.». Для виклику машиніста встановлюється дзвінок. Поза приміщення біля входу в компресорний цех на стіні встановлюють кнопки аварійного відключення всього обладнання машинного відділення. Одночасно з зупинкою компресорів, насосів і вентиляторів включається аварійна вентиляція від окремого джерела живлення. В холодильних камерах з температурою нижче 0°C повинна бути організована система світлової і звукової сигналізації «Людина в камері». Вона встановлюється біля дверей камери на висоті не більше 50 см від полу і виводиться в компресорний цех на пульт управління або сигнальний щит.

					<b>МХ 54 029.005.ДП ПЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Оптимальні норми температури, відносної вологості й швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наступні:

температура - 18- 22-24 С;

відносна вологість – 40-60 %;

швидкість руху повітря – 0,1-0,2 м/с;

Для підтримки необхідної температури й вологості робоче приміщення оснащено системами опалення й вентиляції, що забезпечують постійне й рівномірне нагрівання, циркуляцію, а також очищення повітря від пилу й шкідливих речовин. Вимоги до параметрів мікроклімату в цілому виконані.

Для підтримки в приміщеннях, відповідно до гігієнічних вимог, складу повітря, видалення з нього шкідливих газів, пару і пилу використовують вентиляцію. Дипломним проектом передбачено установа в машинних відділеннях примусової припливної і витяжної механічної вентиляції . Система опалення повинна забезпечити в приміщеннях машинних і апаратних відділеннях при непрацюючому обладнанні температуру повітря 16<sup>0</sup>С. При цьому температура поверхні нагрівальних пристроїв не повинна перевищувати 130<sup>0</sup>С. Допускається використання систем водяного і парового опалювання.

Безпечні умови праці на підприємстві досягаються за рахунок забезпечення безпеки виробничих процесів, які обґрунтовані і прийняті в технологічній частині дипломного проекту.

Робочі місця повинні бути організовані у відповідності з ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.2.061-81 – «Оборудование производственное. Общие требования безопасности», і відповідати ергономічним характеристикам ГОСТ 12.2.032-78 і ГОСТ 12.2.033-78 – «Рабочее место при выполнении работ сидя» и «Рабочее место при выполнении работ стоя».

При експлуатації холодильних установок необхідно керуватися НАОП 2.2.00-1.10-88 «Правила будови і безпечної експлуатації фреонових холодильних установок».

### **5.2.2 Безпека праці**

					<b>МХ 54 029.005.ДП ПЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Холодильні поршневі, напівгерметичні компресори застосовуються у комерційному та промисловому холодопостачанні, а так само на комерційному холодильному автотранспорті. Завдяки своїй високій ефективності і надійності компресори все частіше знаходять своє застосування в холодильних установках. Вони чудово підійдуть для створення холодильних компресорно-конденсаторних агрегатів і централей будь-якого масштабу і будь-якої потужності.

Компресори знаходять своє застосування, починаючи від маленької холодильної та морозильної камери і закінчуючи холодильним обладнанням для великих супермаркетів і гіпермаркетів, а також холодильних складів, овочесховищ та фруктосховищ.

Компресорні установки є небезпечними, тому що при стисненні повітря від атмосферного тиску до 1МПа, його температура може підвищуватися з 20<sup>0</sup>С до 300<sup>0</sup>С, мастила при цьому частково випаровуються, а при надмірному змащуванні розпилюються у вигляді туману, що може утворювати вибухонебезпечну суміш з повітрям. Дотримання вимог до мастил та режимів змащування у поєднанні з надійним охолодженням є основним заходом попередження вибухів парів мастил при його розкладі. У компресорах низького тиску і малої продуктивності достатньо повітряного охолодження, і в інших, необхідно застосовувати водяне охолодження.

Кожна компресорна установка повинна бути оснащена такими приладами та арматурою: манометрами, запобіжними клапанами на холодильниках і ресиверах, термометрами і термопарами на кожному ступені компресора, після проміжного та кінцевого холодильника, контактними пристроями, тепловими реле для сигналізації і автоматичного відмикання двигуна компресора при підвищенні тиску і температури стисненого повітря понад установлене значення, а також при припиненні подачі води на охолодження компресора; манометрами і термометрами для вимірювання тиску і температури мастила при автоматичному (централізованому) змащуванні; зворотним клапаном та запірним органом на лінії нагні-

					<b>МХ 54 029.005.ДП ПЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

тання за умови роботи декількох компресорів, підімкнених до одної загальної магістралі.

Робочою речовиною вибрано холодоагент R- 507А.



Всі фреони – є галогенопохідними метану ( $\text{CH}_4$ ) і етану ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), які одержують шляхом заміщення атомів Гідрогену атомами Хлору (Cl) і Флуору (F). Наприклад у фреоні R-22 ( $\text{CHF}_2\text{Cl}$ ) один атом Гідрогену заміщений атомом Хлором і два – атомами Флуору. Від кількості заміщених атомів Гідрогену залежать фізичні властивості фреону: зі зменшенням кількості атомів Гідрогену зростає стабільність речовини і знижується її горючість. Разом з тим, зі збільшенням кількості атомів Хлору зростає токсичність і озоноруйнуюча здатність холодоагенту R507 є довгостроковим замінюють холодоагентом для застосування при низьких температурах, де досі використовувалися холодоагенти R502 або R22.

За фізичним, термодинамічним, холодильним і експлуатаційним властивостями *холодоагент (фреон) R-507* складається з суміші двох холодоагентів: R-125 і R-143а, масова частка яких складає по 50 %. Температура кипіння Холодоагенту (фреону) R-507 - 46,7 оС.

Холодоагент (фреон) R-507 розроблений для ретрофіта низькотемпературних холодильних систем, які працюють на Холодоагенті R-502, а також заправки нового обладнання в поєднанні із застосуванням поліефірних масел.

Холодоагент (фреон) **R-507** є заміником для Класу I (CFCs) речовин при комерційних холодильних процесах згідно з програмою про політику істотних

					<b>MX 54 029.005.ДП ПЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

нових альтернатив (SNAP), яка була затверджена 18 грудня 2000 року. Використовується як: а) замітник для холодоагенту R-502 у холодильних складах (R, N)

Фреон R507A – двокомпонентний, проте за властивостями майже не відрізняється від однокомпонентного. В процесі заправки R507A може перебувати в стані рідини або газу, що дозволяє проводити дозаправку кондиціонера при виявленні витоків або після проведення ремонтних робіт.

Пропонуються компресори для температурного діапазону випарів від – 45 до +10°C. R507 може також використовуватися як холодоагент для нормального діапазону охолодження замість R134a. Перевагою є при цьому більша об'ємна холодопродуктивність R507, цим холодоагентом може бути покритий діапазон нормального і глибокого охолодження. Однак недоліком є менший коефіцієнт холодопродуктивності

Холодоагент R507 не горючий і не токсичний, безпечний..

До індивідуальних засобів захисту на хладонових холодильних установках відносять апарати стисненого повітря типу АСП або ізолюючі шлангові протигази типу ПШ. Рядом з установкою в закленій шафі зберігають не менше двох пар гумових перчаток, захисні очки і рукавиці.

В компресорному цеху повинна бути аптечка з необхідним набором медикаментів і засоби для надання долікарської допомоги.

Перед входом в машинне відділення хладонової установки включають вентиляцію. При значному витокі хладона і роботі в загазованому приміщенні вентиляція повинна працювати постійно.

До самостійної роботи допускаються робітники не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд і навчання, мають посвідчення на право виконання робіт. Експлуатація холодильних установок пов'язана з необхідністю цілодобового чергування обслуговуючого персоналу

					<b>МХ 54 029.005.ДП ПЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 5.3 Пожежна безпека.

На території холодильних виробництв використання відкритого вогню забороняється. Найбільше число пожеж на холодильному виробництві пов'язано з порушенням правил експлуатації електричних установок. В приміщеннях машинних і апаратних відділень холодильних установок забороняється використовувати нагрівальні прилади з відкритим вогнем, в тому числі електричні рефлектори.

До засобів гасіння пожежі відносяться внутрішні пожежні водопроводи (крани –ПК), вогнегасники, сухий пісок тощо.

Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовуються вогнегасники. У виробничих приміщеннях це головним чином пінні та вуглекислотні вогнегасники, достоїнством яких є висока ефективність гасіння пожежі, збереження електричного устаткування. Розташовують вогнегасники на видних місцях, на висоті не більше як 1,5 м від полу.

Паління на підприємстві допускається тільки в спеціальних місцях, обладнаних надписом – «Місце для паління».

Виробничі приміщення мають запасні виходи. Двері повинні мати освітлений надпис « Запасний вихід». План евакуації вивішується на видному місці у основного виходу із приміщення.

					<b>МХ 54 029.005.ДП ПЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 6. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

### 6.1 З холодильної частини:

1. Б.К. Явнель Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989-315с.
2. В.К. Якобсон Малые холодильные машины – Из-во “Пищевая промышленность”, 1977.
3. Кондрашова Н.Г. , Лашутина Н.Г. Холодильно-компрессорные машины и установки.- М.: Высшая школа, 1980.
4. Кошкин Н.М. и др. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. – Л., Машиностроение, 1976.
5. Мальгин Ю.В., Мальгина Е.В., Суедов В.П. Холодильные машины и установки.- М.:Пищевая промышленность, 1980.
6. Крылов Ю.С. Пирог П.И. и др. Проектирование холодильников – М.: Пищевая промышленность, 1972.
7. Проектирование холодильных сооружений. Справочник холодильная техника. – М.:Пищевая промышленность 1978.
8. Закон України “Про охорону праці”.
9. Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, затверджене наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 04.04.1994р., №30.
10. Закон України “Про пожежну безпеку”.
11. “Охрана труда при обслуживании холодильных установок”, Самойлов А.И., Игнатьев В.П., М.,1989г.
12. ”Основи охорони праці” Купчик М.П.. Гандзюк М.П., К., 2000р.
13. Журнали “Холодильная техника”, “Холод”, “Холодильное дело”.
14. Діаграми і таблиці стану фреону.

					<b>MX54 029. 006. ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 6.2 З Економічної частини:

1. Золоторьов А. Рациональне використання оборотних засобів у промисловості.
2. Закон України. 2001.-№7 Економіка України “Про оплату праці”.
3. Пір В. Енергетична ефективність економіки України.
4. Глівенко С.В. Соколов М.О. Економічне прогнозування: нав. посібник 2004-210с.
5. Комплексна державна програма енергозбереження пріоритетний напрямок державної політики України 1996р.
6. Шульга Ю.І. Енергоефективність-проблема державна. Енергозбереження в регіонах. –К.2003
7. Концепція державної електроенергетичної політики України на період до2020 року.
8. Економіка підприємства: Підручник Л.Г. Мельник.
9. Облік фінансових результатів: Білухін.

					<b>MX54 029. 006. ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

