

**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 ПРОЄКТ**

**здобувача освіти денного відділення**

**МХ 54. 030. 000 ДП**

**ЮЗЕФОВИЧА АНДРІЯ**  
**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. 030. 000 ДП**

До дипломного проекту на тему:  
Розробка компресорного цеху холодильника для зберігання яблук і  
винограду ємністю 520 тон, м. Умань

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

Дипломник \_\_\_\_\_ (Юзефович А.О.)

Керівник проекту \_\_\_\_\_ (Скрипник О.М.)

**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 з НВР  
\_\_\_\_\_ Беркань Іг.В.  
“ 30 ” грудня 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**до дипломного проектування**

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

Тема дипломного проекту **Проект портового холодильника для зберігання цитрусових ємністю 520 тон, м. Умань**

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

Вихідні дані для проекту: температура літня 31 °С  
відносна вологість повітря літня 66 %

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 \_\_\_\_\_ (Козачинський С.В.)



# З М І С Т

Стор.

## 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 Тепловий розрахунок та вибір випарника .....

2.8 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки.....

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Юзефович			Розробка компресорного цеху холодильника для зберігання яблук і винограду ємністю 520 тон, м. Умань	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Козачинський						
Н.контр.						ВСП «ОТФК ОНТУ»		
Утв.								

### 3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Організація ремонту, 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 ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

### 6 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

## В С Т У П

Застосування штучного холоду – важлива умова зберігання якості і зниження витрат харчових продуктів при їх заготівлі, транспортуванні, зберіганні, переробці та реалізації. Основні ланки цього ланцюга повинні бути повністю забезпечені холодом як в кількісному, так і в якісному відношенні.

Завданнями холодильного підприємства є термічна обробка і зберігання великих мас швидкопсувних продуктів, організація безперервного холодильного ланцюга і виробництво продукції з використанням штучного холоду, створення спеціального технологічного режиму на всіх стадіях її промислової переробки, систематичне підвищення ефективності виробництва шляхом найбільш повного використання виробничих ресурсів робочого часу.

Широке застосування холоду в усіх галузях харчової промисловості дозволяє забезпечити ритмічність виробництва, раціональне використання основних фондів, високу якість продукції. В даний час стоїть задача створення і впровадження у виробництво сучасних і високопродуктивних і цілком автоматизованих технологічних апаратів для збереження і переробки харчових продуктів.

Ємність внутрішнього ринку холодильних складів далека від насичення, тому що запити клієнтів часто є унікальними, що обумовлює необхідність проектування «під замовника», але при цьому лише деякі великі компанії мають можливість побудувати холодильні склади для власних потреб у зв'язку з високою вартістю таких робіт. Біля однієї третини (29,4%) споживачів потребують холодильних складів вже через 1-2 роки, що свідчить про значний потенціал ринку.

Джерелами створення мікроклімату в холодильних складах є холодильні (морозильні) агрегати на основі компресорів, від потужності яких залежить температурний діапазон обладнання.

Як відзначають експерти ринку, в продажах нового холодильного

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

обладнання основну частку становить обладнання з фреоном (більше 90% продажів), частка продажів нового обладнання з аміаком оцінюється лише в 5-7%.

Основними споживачами промислового холодильного устаткування є мережеві супермаркети, харчові комбінати, пивзаводи і великі сховища. У той же час, за оцінками фахівців, у країнах Заходу основна частка поставок холодильного обладнання у вартісному вираженні припадає на масштабні проекти в хімічній, гірничодобувній, нафтопереробній галузях.

Холодильники для зберігання фруктів і овочів в крупних містах України призначаються для рівномірного забезпечення населення продуктами харчування, виробництво яких носить сезонний характер, протягом усього року.

Инд. № подл.	Подп. и дата															
	Инд. № дубл.															
	Взам. инв. №															
	Подп. и дата															
<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">                 МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ             </td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Лист</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ	Лист					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ	Лист										

# 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

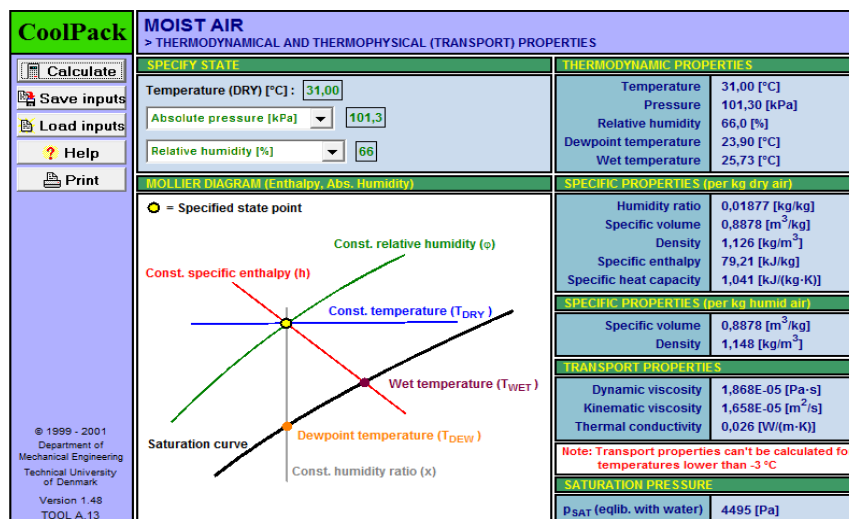
## 1.1 Вихідні дані

Проектом передбачена розробка компресорного цеху холодильника для зберігання яблук і винограду ємністю 520 тон, м. Умань

Для Черкаської області:

Таблиця 1.1

Місто	Географічна широта, град.	Розрахункова температура, °C			Відносна воложн., %	
		середньорічна	літня	зимова	літня	зимова
Черкаська обл.	49,5	7,2	31	-21	66	88



Мал.2.1

Холодильник має 4 камер зберігання з температурами 0°C, температура надходження вантажу 20°C.

Камера №1 зберігання яблук

$$t_k = 0 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad Q_{\text{обл}} = 20,4 \text{ кВт}$$

Камера №2 зберігання яблук

$$t_k = 0 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad Q_{\text{обл}} = 30,2 \text{ кВт}$$

Камера №3 зберігання винограду

$$t_k = 0 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad Q_{\text{обл}} = 13,8 \text{ кВт}$$

Камера №4 зберігання винограду

$$t_k = 0 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad Q_{\text{обл}} = 29,7 \text{ кВт}$$

Підп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

Сумарне навантаження на компресори

для температури кипіння  $t_0 = -7, ^\circ\text{C}$

$Q_0 = 67,5 \text{ кВт}$

## 1.2 Призначення та технічна характеристика об'єкта

### завдання

Холодильник, що проектується призначений для збереження яблук і винограду. Для зберігання якості і харчової цінності продукти необхідно зберігати при температурах нижче температури навколишнього середовища. Для цих цілей і проектується холодильник.

Заготівельний холодильник для фруктів безпосередньо входять до складу таких важливих галузей народного господарства як торгівля та громадське харчування. Являючись самостійними підприємствами, такі холодильники виконують функції оптових баз торгівлі і закладів харчування.

Будівля холодильника складається з головного корпусу, що включає охолоджуючий склад з теплоізованими зовнішніми огороженнями, блок службових приміщень, машинне відділення, примикає до одної з торцевих стін, транспортну автоплатформу, адміністративно-побутовий корпус.

Холодильники ємкістю до 1000 тон проектують одноповерховими. При умовній місткості від 250 до 500 тон висота приміщень холодильника 4,8 м., вантажна висота від 3,5 до 4,5 метрів.

Будівля холодильника виконана по каркасній схемі з стандартних залізобетонних конструкцій. Теплоізоляція виконується з плит пінопласту полістирольного ПСБ-С стандартної товщиною, кратною 25 мм.

Сітка колон 6 \* 12 метрів.

Холодильник одноповерховий, він має великий фронт вантажних робіт та можливість раціонального використання комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт. Колони будівлі сприймають невелику вагу, створювану покриттям. Це дозволяє збільшити завантаження на  $1\text{ м}^2$ , отож і висоту камер.

Підп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

Доставка і відправка продукції споживачам здійснюється автомобільним транспортом, для чого призначається автомобільна платформа шириною 6 метрів.

Теплоізоляційним матеріалом вибраний пінополістирол ПСБ-С, що має низку переваг порівняно з іншими відповідними матеріалами : вологостійкість , вогнестійкість, не гниє , не знищується бактеріями та шкідниками , відносно дешевий. Пінополістирол має дуже низький коефіцієнт теплопровідності (  $\lambda=0,05$  Вт/(м\*К) ) та не сприяє корозії металів.

Для переміщення вантажів існує вантажний коридор шириною 6 метрів. Планування холодильника забезпечує механізацію вантажно-розвантажувальних робіт.

На даному холодильнику впроваджене безпосереднє охолодження для камер зберігання та технологічних потреб. Безпосереднє кипіння дозволяє зменшити різницю температур повітря в камері зберігання і кипіння холодильного агенту на 5 °С, що призведе до економії енергії на 15%.

Аміачна холодильна установка одноступеневого стиснення з безпосереднім охолодженням. Холодильна установка розраховується на режим роботи при максимальних зовнішніх і внутрішніх теплоприпливах.

Система подачі холодильного агенту – насосно-циркуляційна. Така система забезпечує заповнення камерних приборів охолодження і практично виключає попадання рідкого холодильного агента в компресор. Циркуляційний ресивер виконує функції відділювача рідини. Обладнання системи циркуляції холодильного агенту розміщено в машинному відділенні.

Холодильним агентом вибраний аміак. Це зумовлено кращими його термодинамічними властивостями. Використовуючи аміак, застосовують сталеві безшовні труби, що значно дешевше труб з кольорових металів ( при використанні хладонів). Аміак добре розщеплюється у воді , в присутності вологи пошкоджує кольорові метали. Аміак доступний та дешевий агент.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

Його недоліком залишається негативний вплив на організм людини. Тому при обслуговуванні холодильної машини треба дотримуватися правил безпеки. Застосовуючи аміак, ми, тим самим, зменшуємо розміри компресорів в порівнянні з фреоновими, так як він має більшу об'ємну холодопродуктивність.

Машинне відділення аміачної холодильної установки відноситься до категорії Б по вибухо - пожежобезпеці і до класу В-1б вибухобезпечних приміщень, тому електрообладнання, пускова апаратура, засоби автоматики виготовлені в закритому виконанні.

Повторне використання централізованої зворотної води забезпечує питоому вагу в загальних витратах. Високоефективною буде вентиляторна градирня. Енергопостачання централізоване.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

## 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 2.1 Розрахункові дані

При місткості 520 тон камери зберігання охолоджених вантажів складають 100% з них:

зберігання яблук – 70 %

зберігання винограду – 30%

$$E_{\text{яблук}} = E * 0,7 = 520 * 0,7 = 364 \text{ т}$$

$$E_{\text{виногр}} = E * 0,3 = 520 * 0,3 = 156 \text{ т}$$

#### Розрахунок будівельних площ

Будівельну площу камери зберігання для вантажів укладених в штабелі визначаємо за формулою:

$$F_{\sigma} = \frac{E}{q_v \cdot h_{\text{вн}} \cdot \beta}; \quad (2.1)$$

де  $E$  – місткість камери зберігання, тн;

$q_v$  - норма завантаження на  $1 \text{ м}^2$  вантажного об'єму камери, т/м<sup>3</sup>;

$h_{\text{вн}}$  - вантажна висота штабелю, м;

$\beta$  - коефіцієнт використання будівельної площі камери, що враховує площу камери зайняту колонами, приладами охолодження, проходами.

Кількість будівельних прямокутників визначаємо за формулою:

$$n = \frac{F_{\sigma}}{f}; \quad (2.2)$$

де  $f$  – будівельна площа одного прямокутника,

що визначається вибраною сіткою колон, м<sup>2</sup>.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

Дійсна місткість камер зберігання :

$$E_{\partial} = E \frac{n_{\partial}}{n}; \quad (2.3)$$

де  $n_{\partial}$  -- дійсна кількість будівельних прямокутників.

Загальна площа камер зберігання

$$F_{к.хр} = F_1 + F_2 + F_3 \quad (2.4)$$

Площа допоміжних приміщень

$$F_{всп} = 0.15 * F_{к.хр} \quad (2.5)$$

Потрібна площа охолоджувального склада

$$F_{охл} = F_{к.хр} + F_{всп} \quad (2.6)$$

Площа службових приміщень

$$F_{с.пом} = 0.1 * F_{охл} \quad (2.7)$$

Площа машинного відділення

$$F_{м.о} = 0.1 * F_{охл} \quad (2.8)$$

Всі розрахунки зводимо в табл. 3.1

Таблиця 2.1

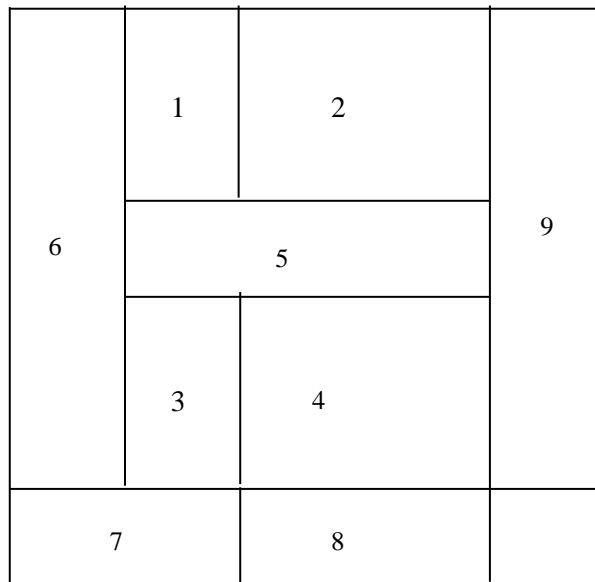
Назва камери	E т	q <sub>v</sub> т/м	h <sub>гр</sub> м	β	F м <sup>2</sup>	f м <sup>2</sup>	n р	n <sub>д</sub> q	Ед т
Зберігання яблук	364	0,34	4,5	0,8	297,39	72	4,13	4	352,512
Зберігання виногр	156	0,3	4,5	0,8	144,44	72	2,01	2	155,52
Итого кам.зберіг.	520				441,83	72	6,14	6	508,032
Допоміжні приміщ					66,27	72	0,92	1	
Охол.склад					508,10	72	7,06	10	
Службові прим.					50,81	72	0,71	1	
Машинне від.					50,81	72	0,71	1	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист



Мал. 2.1 Планування холодильника

- 1, 3 камера зберігання винограду
- 2,4- камери зберігання яблук
- 5- коридор
- 6- автомобільна платформа
- 7- службові приміщення
- 8- машинне відділення
- 9- цех переробки яблук і винограду

## 2.2 Визначення навантаження на компресор та камерне обладнання

Камерні прибори охолодження відповідно за своїм призначенням знімають 100% теплового навантаження від усіх видів теплоприпливів.

Визначаємо холодопродуктивність компресорів, за формулою

$$Q_o = \frac{\Sigma Q_{км} * k}{b}, кВт \quad (2.9)$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

де  $k$  – коефіцієнт, враховує втрати у трубопроводах та апаратах на тепловіддачу ;

$\Sigma Q_{км}$  – сумарне навантаження на компресори для даної температури кипіння, кВт;

$b$  - коефіцієнт робочого часу;

$$Q_o = \frac{67,54 * 1,047}{0,9} = 78,57 \text{ кВт}$$

### 2.3 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

Температура кипіння при безпосередньому охолодженні:

$$t_o = t_0 - (5 \div 10)^\circ\text{C} \quad (2.10)$$

$$t_o = 0 - 7 = -7^\circ\text{C}$$

Температура води яка подається на конденсатор:

$$t_{вд1} = t_{мт} + (2 \div 4)^\circ\text{C}; \quad (2.11)$$

$$t_{вд1} = 25,73 + 2,27 = 28^\circ\text{C};$$

Температура води яка виходить з конденсатора:

$$t_{вд2} = t_{вд1} + (3 \div 5) = 28 + 4 = 32^\circ\text{C}; \quad (2.12)$$

Температура конденсації :

$$t_k = t_{вд2} + (2 \div 4) = 32 + 3 = 35^\circ\text{C}; \quad (2.13)$$

Температура переохолодження холодильного агента у конденсаторі:

$$t_{по} = t_{вд1} + (3 \div 5)^\circ\text{C}; \quad (2.14)$$

$$t_{по} = 28 + 3 = 31^\circ\text{C};$$

Температура всмоктування холодильного агенту:

$$t_{вс} = t_o + (5 \div 10)^\circ\text{C}; \quad (2.15)$$

$$t_{вс} = -7 + 7 = 0^\circ\text{C}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист



Таблиця 2.3

№ точки	Температура, °С	Тиск, МПа	Ентальпія, кДж/кг	Питомий об'єм, м³/кг
1'	-7	0,325	1674	
1	0	0,325	1687	0,39
2	103	1,350	1900	
3'	35	1,350	583	
3	31	1,350	564	
4	-7	0,325	564	

## 2.5 Тепловий розрахунок та вибір компресора

Розрахунок одноступінчатого компресора  $t_0 = -7$  °С

Питома масова холодопродуктивність, кДж/кг;

$$q_0 = i_1' - i_4 \quad (2.16)$$

$$q_0 = 1674 - 564 = 1110, \text{ кДж/кг}$$

Масова витрата холодоагенту, кг/с :

$$M = \frac{Q_0}{q_0} \quad (2.17)$$

$$M = \frac{78,57}{1110} = 0,071 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Об'ємна витрата холодоагенту

$$V_0 = M \cdot v_1 \quad (2.18)$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

$$V_o = 0,071 * 0,39 = 0,028 \frac{M^3}{c}$$

Теоретична, об'ємна подача компресора,  $m^3/c$

$$V_h = \frac{V_o}{\lambda} \quad (2.19)$$

$$V_h = \frac{0,028}{0,80} = 0,035 \frac{M^3}{c}$$

де  $\lambda$  - коефіцієнт подачі компресора;

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{\omega} \quad (2.20)$$

$$\lambda_i = 0,92 * 0,86 = 0,80$$

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{ac} - c * \left( \frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{ac}}{p_o} \right)}{p_o} \quad (2.21)$$

$$\lambda_i = \frac{325 - 5}{325} - 0,02 * \left( \frac{1350 + 10}{325} - \frac{325 - 5}{325} \right) = 0,92$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{T_o}{T_k} \quad (2.22)$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{266}{308} = 0,86$$

Теоретична потужність компресора:

$$N_m = M(i_2 - i_1) \quad (2.23)$$

$$N_m = 0,083 * (1900 - 1687) = 17,76 \text{кВт}$$

Дійсна потужність компресора:

$$N_i = \frac{N_m}{\eta_i} \text{кВт}; \quad (2.24)$$

$$N_i = \frac{17,76}{0,75} = 23,68 \text{кВт};$$

де  $\eta_i$  – індикаторний коефіцієнт корисної дії (ККД).

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

Ефективна потужність на валу компресора:

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m} \text{ кВт}; \quad (2.25)$$

$$N_e = \frac{23,68}{0,85} = 27,9 \text{ кВт};$$

де  $\eta_m$  – механічний ККД, враховуючи витрати на тертя.

Електрична потужність електродвигуна:

$$N_{el} = \frac{N_i}{\eta_m} \text{ кВт}; \quad (2.26)$$

$$N_{ee} = \frac{27,9}{0,87} = 32,0 \text{ кВт};$$

Тепловий потік у конденсатор :

$$Q_k = Q_o + N_i \quad (2.27)$$

$$Q_k = 92,5 + 23,68 = 116,2 \text{ кВт}$$

Таблиця 2.4 Розрахунок компресорів

режим	$q_o$	$Q_o$	$M_T$	$V_d$	$V_T$	$\lambda$	Марка	кол	$\Sigma V_{кк}$	$\Sigma M_{км}$	$\Sigma Q_{км}$	$N_T$	$N_i$	$N_e$	$N_{эл}$	$Q_{кд}$
$t =$	кДж/кг	кВт	кг/с	м/с	м/с		КМ	шт.	м/с	кг/с	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт
-7	1110	78,57	0,071	0,028	0,035	0,80	W4HA	2	0,041	0,083	92,5	17,76	23,68	27,9	32,0	116,2

підбираємо два одноступінчастих поршневіх компресорів марки W4HA фірми Bitzer з  $\Sigma V_T = 0,0204 * 2 = 0,0409 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Таблиця 2.5 Технічні характеристики одноступінчатого компресору

Показники	W4HA
Холодопродуктивність, кВт при $t_o = -15^\circ\text{C}$ і $t_k = 30^\circ\text{C}$	47,9
Витрачена потужність, кВт при $t_o = -15^\circ\text{C}$ и $t_k = 30^\circ\text{C}$	11,45

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ	Лист

Показники	W4HA
Теоретична об'ємна продуктивність КМ, м <sup>3</sup> /с	0,0204
Кількість циліндрів	4
Потужність ел. двигуна, кВт	13,75
Діаметр циліндра, мм	70
Частота обертання, с <sup>-1</sup>	24
Габаритні розміри, мм	
Довжина	618
Ширина	417
Висота	469
Тип масла для аміаку	Clavus G68
Заправка масла, дм. Куб.	4,7
Маса, кг	129

## 2.6 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора

Площа тепло передавальної поверхні конденсатора (м<sup>2</sup>) знаходимо за формулою:

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \Theta_m}; \quad (2.28)$$

де  $Q_k$  – сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт  
 $k$  – коефіцієнт теплопередачі конденсатора, Вт/м<sup>2</sup>К;  
приймаємо  $k=700 - 800$  Вт/м<sup>2</sup>К — для горизонтальних кожухотрубних конденсаторів.

$\Theta_m$  – середня логарифмічна різниця температур, між холодильним агентом, що конденсується та охолоджуючим середовищем, °С

Середню логарифмічну різницю температур (°С) знаходимо за формулою:

$$\Theta_m = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{2,3 \lg \frac{t_k - t_{w1}}{t_k - t_{w2}}}; \quad (2.29)$$

$$\Theta_m = \frac{32 - 28}{2,3 \lg \frac{35 - 28}{35 - 32}} = 4,72 \text{C};$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

$Q_{кД}$	$k$	$\theta$	$F$
116,2	0,72	4,72	34,19

За розрахованою площиною тепло передаючої поверхні підбираємо один конденсатор КТГ-40 ;

Витрата охолоджуючої води, яка надходить на конденсатор ( $m^3/c$ ), знаходимо за формулою :

$$V_w = \frac{Q_k}{c_w \cdot \rho_w \cdot \Delta t_w}; \quad (2.30)$$

де  $Q_k$  – сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт

$c$  – питома теплоємність води,  $c = 4,19$  кДж/кгК;

$\rho_w$  – густина води,  $1000$  кг/м<sup>3</sup>;

$\Delta t$  – підігрів води у КД,  $4^\circ C$ .

$Q_{кД}$	$c_w$	$\rho_w$	$\Delta t$	$V_{вд}$
116,2	4,19	1000	4	0,0069

$m^3/c, = 6,9$  л/с

За витратою охолоджуючий води підбираємо центробіжні насоси К20/30 (1 працюючих та 1 резервний) з подачею 8 л/с.

Таблиця 2.6

Технічні характеристики насосів

Марка	Подача, лс	Повний напір, м	ККД	Потужність ел. дв., кВт	Част. обер.хв <sup>-1</sup>
К20/30	8,0	26,0	63	4	2900

Таблиця 2.7

Технічні характеристики конденсатора

Показник	
Площа внутрішньої тепло передаючої поверхні, м <sup>2</sup>	40
Габаритні розміри, мм	
Діаметр кожуху	500
Довжина	3520
Ширина	910
Висота	1000

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

Кількість труб	216
Довжина труб, мм	3000
Діаметр умовного проходу приєднувальних патрубків, мм	
Вода (вхід і вихід)	80
Холодоагенту : вхід	65
Вихід	20
Об'єм міжтрубного простору, м <sup>3</sup>	0,53
Об'єм трубного простору, м <sup>3</sup>	0,25
Маса, кг	1148

## 2.7 Розрахунок та вибір обладнання камер

Площа теплообмінної поверхні повітроохолоджувачів  $F$ , м<sup>2</sup> знаходимо за формулою:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \cdot \Delta t} \quad (2.31)$$

де  $Q_{об}$  – сумарне навантаження на камерне обладнання, розрахована тепловим розрахунком, кВт  
 $k$  – коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження, Вт/м<sup>2</sup>К  
 $\Delta t$  – різниця температур між х/а який кипить та повітрям у камері

Кількість повітроохолоджувачів  $n$ ,

$$n = \frac{F}{F_{п/о}} \quad (2.32)$$

де  $F_{п/о}$  – площа поверхні повітроохолоджувачів, м<sup>2</sup>

Таблиця 2.8

Розрахунок повітряохолоджувачів												
№ камери	Q об Вт	t о С	$\theta$ С	k Вт/м <sup>2</sup> К	F <sub>тр</sub> м <sup>2</sup>	Марка	п р шт	п д шт	F в/о м <sup>2</sup>	$\Sigma$ Fв/о м <sup>2</sup>	V <sub>в/о</sub> м <sup>3</sup>	$\Sigma$ V <sub>в/о</sub> м <sup>3</sup>
1	20400	-7	7	30	97,14	Cubic-A RL57	1,88	2	51,8	103,6	0,015	0,03
2	30200	-7	7	25,5	169,19	Cubic-A RL59	1,84	2	92,1	184,2	0,0276	0,0552
3	13800	-7	7	24	82,14	Cubic-A GL48	0,99	1	82,8	82,8	0,0201	0,0201
4	29700	-7	7	25,5	166,39	Cubic-A RL59	1,81	2	92,1	184,2	0,0276	0,0552
												0,1605

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 2.9 Технічна характеристика повітроохолоджувачів

Характеристика	GL48	RL59	RL57
Теплове навантаження, кВт	13,77	30,22	20,44
Площа теплопередаючої поверхні, м <sup>2</sup>	82,8	92,1	51,8
Розміри, мм			
довжина	1810	2310	1810
висота	550	550	550
глибина	550	550	550
Шаг ребер, мм	4,2	5,1	5,1
Кількість вентиляторів	3	4	3
Внутрішній об'єм, дм <sup>3</sup>	20,1	27,6	15
Потужність вентиляторів, Вт	480	640	480
Вага, кг	82	86	56

## 2.8 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки

Лінійний ресивер розраховується за формулою:

в безнасосних системах подачі аміаку:

$$V_{л.р.} = 1,45 \times V_{исп} \quad (2.33)$$

$$V_{л.р.} = 1,45 \times 0,165 = 0,23 \text{ м}^3$$

Підбираємо дренажний ресивер марки 0,4 РВ

Таблиця 2.10

Характеристика ресиверів

Характеристика	0,4 РВ
Розміри, мм	
Діаметр, мм	530

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

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

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

Довжина, мм	2520
Висота, мм	1640
Робочий тиск, МПа	2,0
Робочі температури	-40 ÷ +40 °С
Пробний тиск, МПа	2,7
Місткість, м <sup>3</sup>	0,45

### Мастилозбірник

Мастилозбірники призначені для перепуску в них мастила з апаратів і наступного виділення мастила із системи при низькому тиску. Підбираємо маслозбірники по діаметру нагнітаючого патрубку компресору 50М. Характеристику маслозбірників зводжу до таблиці.

Таблиця 2.11 Характеристика мастило збірника

Марка	50М
Розміри, мм	
D x S	257 x 8
H	1228
d <sub>1</sub>	50
Місткість, м <sup>3</sup>	0,05
Маса, кг	98

### Віддільник рідини

Для захисту компресора від гідравлічного удару до схеми на температуру кипіння -7 °С включаємо віддільник рідини. Підбираю віддільник рідини 70 ОЖ за місткістю.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 2.12 Характеристика віддільника рідини

Марка	700Ж
Розміри, мм	
D x S	462 x 10
H	1730
B	850
Діаметр умовного проходу патрубків, мм	
D	65
d <sub>1</sub>	20
d <sub>2</sub>	40
Місткість, м <sup>3</sup>	0,18
Маса, кг	201

### Розрахунок та підбір градирні

Градирню обираємо за площиною поперечного перетину  $F_{n.c.}, м^2$ , котру знаходимо за формулою:

$$F_{n.c.} = \frac{Q_k}{q_f}; м^2; \quad (2.34)$$

де  $Q_k$  теплове навантаження на градирню, кВт;  
 $q_f$  питоме теплове навантаження на 1 м<sup>2</sup> поперечного перетину насадки у градирні, кВт/м<sup>2</sup>;

$$F_{n.c.} = \frac{116,2}{45} = 2,58 м^2$$

За площиною поперечного перетину підбираємо градирню ГПВ-160

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 2.13

Технічні характеристики градирні

Показники	
Теплова продуктивність при $t_{н.м.} = \text{ }^\circ\text{C}$ ; $\Delta t_{\omega} = \text{ }^\circ\text{C}$ , кВт	186
Площа поперечного перетину, $\text{м}^2$	3,92
Об'ємна витрата циркулюючої води, ліс	8,9
Параметри осьового вентилятора: діаметр крильчатки, мм частота обертання, 1с споживаємо потужність, кВт	1250 12,0 8,5
Параметри форсунки водорозподільника: діаметр отвору, мм кількість, шт.	8 9
Місткість резервуару, $\text{м}^3$	1,1
Витрата свіжої води, ліс	0,089
Витрата повітря, $\text{м}^3\text{1с}$	10,20
Габаритні розміри, мм:	
Основа	2210*2250
Висота	2520
Маса, кг	1170

### Розрахунок діаметру патрубків

$$d = \sqrt{\frac{4G}{\rho r \omega}} = \sqrt{\frac{4G \cdot \nu_{yd}}{\pi \omega}} \quad (2.35)$$

где  $G$ - масова витрата, кг/с  
 $\rho$  - щільність рідини або газу,  $\text{кг}/\text{м}^3$   
 $\nu$  - питомий об'єм рідини або газу,  $\text{м}^3/\text{кг}$   
 $\omega$  - середня швидкість рідини або газу, м/с

#### 1. Водяні трубопроводи

$$G = 6,9 \text{ кг/с}$$

$$\rho_{\text{води}} = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$W = 1,5 \text{ м/с}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

$$d_{всac} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,9}{3,14 \cdot 1000 \cdot 0,8}} = 0,104 = 104 \text{ мм}$$

$$d_{нагн} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,9}{3,14 \cdot 1000 \cdot 1,5}} = 0,077 \text{ м} = 77 \text{ мм}$$

сторона всмоктування  $d_{вн}= 101 \text{ мм}$   $d_{н}=108 \text{ мм}$   $d_{y}=100 \text{ мм}$   
сторона нагнітання  $d_{вн}= 83 \text{ мм}$   $d_{н}=89 \text{ мм}$   $d_{y}=80 \text{ мм}$

2. Діаметри патрубків подачі і відводу холодильного агента  $d, \text{ мм}$

лінія всмоктування в компресор  $t_0 = -7 \text{ }^\circ\text{C}$

$$d_{ex} = \sqrt{\frac{4G \cdot v_{y\partial}}{\pi W}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,083 \cdot 0,38}{3,14 \cdot 10}} = 0,073 = 73 \text{ мм}$$

підбираємо  $d_{вн}= 83 \text{ мм}$   $d_{н}=89 \text{ мм}$   $d_{y}= 80 \text{ мм}$  (сталіні безшовні труби)

лінія нагнітання з компресора  $t_0 = -7 \text{ }^\circ\text{C}$

$$d_{ex} = \sqrt{\frac{4G \cdot v_{y\partial}}{\pi W}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,083 \cdot 0,39}{3,14 \cdot 15}} = 0,052 = 52 \text{ мм}$$

підбираємо  $d_{вн}= 51 \text{ мм}$   $d_{н}=57 \text{ мм}$   $d_{y}= 50 \text{ мм}$  (сталіні безшовні труби)

3. Діаметр трубопроводу від конденсатора до лінійного ресиверу  $d, \text{ мм}$

$$d = \sqrt{\frac{4G}{\pi \rho W}}$$

$$G = \frac{Q_k}{q_k} = \frac{Q_k}{i_2 - i_3} \quad (2.36)$$

$$G = \frac{116,2}{1910 - 564} = 0,0863 \text{ кг/с}$$

$$W = 0,5 \text{ м/с}$$

$$\text{При } t_k = 35, \rho_{ж} = 588 \text{ кг/м}^3$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ	Лист

$$d_{ex} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,086}{3,14 \cdot 588 \cdot 0,5}} = 0,0193 \text{ м} = 19 \text{ мм}$$

підбираємо  $d_{вн} = 21,2 \text{ мм}$   $d_{н} = 26,8 \text{ мм}$   $d_y = 20 \text{ мм}$  (сталіні безшовні труби)

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

## 3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

### 3.1 Організація ремонту, монтажу, експлуатації холодильної установки

У процесі експлуатації холодильної установки відбувається знос усіх її елементів, що призводить до зниження її продуктивності. При значному зносі вузлів і деталей з'являється небезпека аварії. Щоб уникнути цього необхідно своєчасне проведення профілактичних оглядів і ремонтів. Розрізняють механічний, хімічний і тепловий знос. У процесі експлуатації холодильного устаткування виникають раптові і поступові відмови устаткування. Раптові відмови пов'язані з наявністю прихованих дефектів деталей і помилками допущеними при монтажі. Вони виражаються в поломці деталей і вузлів, партертя, тріщин і розривів, такі відмови не піддаються прогнозуванню.

Поступові відмови відбуваються в результаті природного зносу тертьових частин, корозії, засмічення теплообмінної поверхні апаратів. При цьому відбуваються зменшення продуктивності, збільшення витрати електроенергії, води й масла. Прогнозування поступових відмов відбувається виходячи з досвіду експлуатації однотипного устаткування, на підставі даних лабораторних досліджень. Для того щоб холодильне устаткування знаходилося в справному стані, повинне провадитися комплексне виконання робіт із його ремонту й обслуговування.

Профілактичні огляди і ремонти здійснюються з метою попередження відмов унаслідок поломки деталей, що швидко зношуються, самовідгвинчуючих різьбових з'єднань, передчасного зносу базових деталей абразивними частинками, раптовою поломкою деталей.

Монтаж холодильного устаткування - це комплекс робіт із його настанови, наладці і пуску в експлуатацію. Розрізняють три основних засоби ведення монтажних робіт. Господарчий, підрядний, і змішаний. Фундаменти

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

машин і апаратів не повинні бути пов'язані з фундаментами стін і колон будинку машинного відділення. При монтажі компресорів найкращим є таке їхнє розміщення, коли вони встановлені в один або два ряди, а передня частина компресорів виходить убік центрального проходу, що має мінімальну ширину 1,5 м. Прохід між виступаючими частинами компресора повинний бути не менше 1,0 м. Після застигання бетону фундаменту під компресор, подальша послідовність робіт повинна бути такою: видаляють шаблон, очищають поверхню фундаменту від забруднень, на поверхні роблять насічку для руйнації цементної плівки, що забезпечує гарне схоплення з подальшою бетонною підливою; у безпосередній близькості від фундаментних болтів укладаються пакети підкладок, що мають ухил 1:10 або 1:20, різьбу фундаментних болтів очищають і змашують; нижню частину компресора промивають і очищають від бруду, встановлюють на пакети підкладок виставляють компресор у двох взаємно перпендикулярних площинах за рівнем, що розміщують у вертикальних компресорів на верхній поверхні блока циліндрів. Припустима негоризонтальність компресора уздовж осі колінчатого вала  $0,1 \div 0,2$  мм, поперек -  $0,2 \div 0,3$  мм на 1 м погонної довжини.

Ревізія компресора. Розрізняють повну і неповну ревізію компресора. Неповна ревізія компресора здійснюється при дотриманні правил транспортування і збереження устаткування не більш ніж 6 місяців. Вона містить у собі перевірку якості зборки, стан шатунно-поршневої групи, системи мастила, КВП і автоматики, розміри мертвого простору і висоти підйому пластин усмоктувальних клапанів, легкості обертання колінчатого вала. Повна ревізія відбувається при роботі компресора більш 6 місяців, або наявності в нього ушкоджень.

Монтаж апаратів. З метою підвищення безпеки експлуатації холодильної установки рекомендується конденсатори, лінійні ресивери й мастиловідокремлювачі /апарати високого тиску/ із великою кількістю

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

холодильного агента, розміщати зовні машинного відділення. Це устаткування, як і ресивери для збереження запасу холодоагенту, повинно бути огорожено металевим бар'єром із входом, що замикається. Ресивери повинні бути захищені від сонячних променів і осадків. Апарати і судини встановлені в помешканні, можуть розміщатися в компресорному цеху або спеціальному помешканні апаратної, якщо воно має окремий вихід назовні. Прохід між гладкою стіною й апаратом повинний бути не менше 0,8 м, але припускається установка апаратів у стін без проходів. Відстань між виступаючими частинами апаратів повинна бути не менше 1,0 м., а якщо цей прохід є основним - 1,5 м. При монтажі посудин і апаратів на кронштейнах або консольних балках останні повинні бути забиті в капітальну стіну на глибину не менше 250 мм. Припускається установка апаратів на колонах за допомогою хомутів. Забороняється пробивати отвори в колонах для кріплення устаткування.

Для монтажу і подальшого обслуговування конденсаторів і ресиверів улаштовуються металеві площадки з огороженням і сходами. При довжині площадки більш 6 метрів сходів повинно бути дві. Площадки і сходів повинні мати поруччя. Висота поручнів 1 м. Відстань між стійками поручнів не більш 2 м.

Експлуатація холодильної установки містить у собі такі операції: пуск у роботу і вимикання, регулювання режиму роботи, технічне обслуговування і ремонт. У ході експлуатації необхідний аналіз роботи установки з метою своєчасного визначення й усунення неполадок.

Насоси холодної води і холодоносія запускають із закритою засувкою на нагнітанні. Засувку повільно відчиняють при досягненні повного тиску насоса. У системі холодильного агента відкривають усі вентиля, за винятком регулюючих. На компресорі при наявності байпаса останній відкритий, всмоктуючий і нагнітаючий вентиля закриті. Пуск компресора проводиться у

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

напівавтоматичному режимі. Перевіряють наявність різниці тисків мастила по манометрах на сальнику і картері.

Перед зупинкою компресора закривають РВ і відсмоктують холодильний агент із випарника, не допускаючи підвищення температури нагнітання більш 160°C. Це роблять із метою зниження рівня холодильного агента у випарнику для полегшення наступного пуску. Потім закривають усмоктувальний вентиль компресора.

Відсмоктують пар із картера компресора до тиску 0,1 МПа. Зупиняють компресор, закривають нагнітальний вентиль. Після цього зупиняють насоси води і холодоносія. Оптимальним є режим роботи, при якому вартість експлуатації мінімальна, забезпечена довговічність машин і апаратів і безпека роботи всієї холодильної установки.

Найбільше економічний режим роботи установки, коли температура кипіння максимально висока, а температура конденсації - низька. Основні відхилення від оптимального режиму: знижена температура кипіння; підвищена температура конденсації, нагнітання, і вологий хід компресора.

### 3.2 Автоматизація холодильної установки

Для ефективної роботи холодильної установка необхідно підтримувати в заданих межах або змінювати значення одного або одночасно декількох параметрів. Фізична величина, значення якої не повинні виходити за визначені межі називається керованим або регульованим розміром.

Під автоматизацією розуміють комплекс технічних заходів частково або цілком виключити участь обслуговуючого персоналу в експлуатації холодильної установки. При частковій автоматизації устрої автоматично управляють деякими операціями і роблять захист від небезпечних режимів роботи. При частковій автоматизації холодильної установки потрібно безупинне спостереження за установкою протягом її роботи, проте при цьому

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

можливо скорочення чисельності обслуговуючого персоналу завдяки зміні трудомісткості обслуговування.

Проектом передбачається часткова автоматизація холодильної установки. Регулювання температури повітря в камерах за допомогою температурного реле ТР-1-02 і працюючого разом із ним терморегулюючим гвинтилем. Терморегулюючий гвинтиль є виконавчим механізмом, призначеним припиняти подачу ХА у випадку якщо температура повітря в камері зменшиться нижче необхідну і відчиняти подачу ХА .

При зниженні температури розсолу до заданого значення термореле вимикає компресор, а також закріє СВ подачі води на конденсаторі РД-1 зупинить КМ при аварійному зниженні тиску у випарнику, або підвищенні тиску у КД. При зупинці розсільних насосів зупиняється КМ.

Инов. № подл.	Подп. и дата			
	Инов. № дубл.			
Инов. № инв.	Взаим. инв. №			
	Подп. и дата			
Инов. № подл.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
MX 54. 030. 000 ДП ПЗ				Лист

## 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Вхідні дані

Таблиця 4.1 - Вхідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1.	Найменування об'єкту	холодильник для зберігання яблук і винограду ємністю 520 тон, м. Умань
2.	Система охолодження	безпосередня
3.	Холодоагент	аміак
4.	Марка масла	Clavus G68
5.	Наявність градирні	-
6.	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	1808
7.	Ступінь автоматизації	Повна
8.	Кількість змін праці	1
9.	Витрати мастила на 1 компресор, кг	4.7
10.	Витрати аміаку на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	2.8
11.	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	2.49
12.	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	40
13.	Ціна 1 кг мастила, грн.	380

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	Сумарна холодопродуктивність, кВт	$t_0$ °C	Номінальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна одиниці, грн.
1	Компресор	W4H4 фірми Bitzer	2	67.5	-7	13.75	56000
2	Конденсатор	КТГ-40	1				42000
3	Центробіжні насоси	K20/30	2			4.0	16000
4	Повітряохолоджувач	GL48	1			3*0.48	12000
5	Повітряохолоджувач	RL59	4			4*0.64	18000
6	Повітряохолоджувач	RL57	2			3*0.48	13000
5	Ресивер	0.4PB	1				4000
6	Мастилозбірник	50M	1				1500
7	Віддільник рідини	70 ОЖ	1				1200
8	Градирня	ГПВ-160	1			8.5	8000

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

## 4.2 Розрахунок капітальних вкладень

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується:

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

де  $C_H$  – ціна одиниці обладнання, грн.

$K_H$  – кількість даного найменування обладнання, шт.

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	W4H4 фірми Bitzer	2	56000	112000
2	Конденсатор	КТГ-40	1	42000	42000
3	Центробіжні насоси	K20/30	2	16000	32000
4	Повітряохолоджувач	GL48	1	12000	12000
5	Повітряохолоджувач	RL59	4	18000	72000
6	Повітряохолоджувач	RL57	2	13000	26000
7	Ресивер	0.4PB	1	4000	4000
8	Мастилозбірник	50M	1	1500	1500
9	Разом сумарна вартість основного обладнання				301500
10	Вартість іншого обладнання (10%)				30150
11	Розрахункова вартість				331650
12	Витрати на монтаж і транспорт (10-15%)				33165
13	Загальна вартість				364815

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

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

$$K_B = 0 + 364815 = 364815$$

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

## 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 :

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

$$Q_{ст-7} = 67.5 * 0,6 * 19440 = 787320 \text{ тис. кДж}$$

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

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

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
					МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ					

### 4.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали містять в собі витрати на поповнення системи фреоном( або аміаком), 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	$\Sigma Q_0$	67.5
2.Середня питома норма расходу аміаку, кг/1кВт	$q_a$	2.8
3.Середній коефіцієнт втрат аміаку при ремонтах	$K_p$	1,05
4. Ціна 1 кг фреону, грн.	$Z_{x.a.}$	40
5.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1.14
6.Витрати на поповнення системи фреоном, грн.	$C_{x.a.}=\Sigma Q_0*q_a *K_p*Z_{x.a.}*K_{x.a.}$	5027
Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	$M$	4.7
Кількість компресорів, шт;	$N$	2
Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	$K_v$	1,2
Кількість разів змін масла за рік	$R$	1
Середня ціна 1 кг мастила, грн;	$Z_M$	280
Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	$K_M$	1,14
Витрати на поповнення мастила, грн.	$C_{M=m * n * K_v * R * Z_M * K_M}$	3600
Разом:	$C_p = C_{x.a.} + C_M$	8627
Інші витрати (5%)	$C_i = C_p * 5 / 100$	430
<b>Усього:</b>	$C_{д.м} = C_p + C_i$	9057

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

### 4.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергії

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

Таблиця 4.5-Розрахунок споживання силової електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Ном.п отужність, кВт	Коеф. вик. обладнання	Кількість	Фонд часу, годин	Загальна потреба в е/е, кВт.год.	Витрати на силову електроенергію в грн,
1	Компресор	W4H4 Bitzer	13.75	0,85	2	5400	126225	-
2	Центробіжні насоси	K20/30	4.0	0.6	2	3000	14400	
3	Повітряохолоджувач	GL48	3*0.48	0.6	1	3000	2592	-
4	Повітряохолоджувач	RL59	4*0.64	0.6	4	3000	13824	-
5	Повітряохолоджувач	RL57	3*0.48	0.6	2	3000	5184	-
6	Градижня	ГПВ-160	8.5	0.7	1	3000	17850	
7	Разом	X	X	X	14	X	180075	448386

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

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

$C_e$ - 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 1 працівника за тарифною ставкою 6 розряду 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.

Підп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

Тарифна ставка першого розряду розраховується за формулою:

$$Tc1 = 3П / Г, \text{ грн} \quad (4.5)$$
$$Tc1 = 6500 / 164.58 \text{ год} = 40,621 \text{ грн}$$

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 дорівнює 6500грн.

(Див. <https://www.golovbukh.ua/article/ru/9085-chasovye-tarifnye-stavki-v>)

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.dtkk.ua/>)

Тарифна ставка другого та послідуєчих розрядів розраховується за формулою:

$$Tc6 = Tc1 * TK6, \text{ грн}$$

(4.6)

де: ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу

Розрахунок тарифної ставки 6 розряду:

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

Где ТК – тарифний коефіцієнт до тарифної ставки 6 розряду

$$Tc(6p) = 40.62 * 1.80 = 71.21 \text{ грн.}$$

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу розраховується:

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

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;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

$\sum D$  - 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:

$$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}, \text{ грн.} \quad (4.12)$$

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

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

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

Розрахунки заносяться у таблицю 4.6

Таблиця 4.6. Розрахунок фонду оплати праці виробничого персоналу

Назва показника	Формула	Розрахунок
$T_c$ – середня годинна тарифна ставка, грн.	$T_c$	71,21
ЕФ – ефективний фонд робочого часу, годин;(365-108-13-18)*8=1808	Еф	1808
К – кількість працівників компресорного цеху	К	1
$T_{\phi}$ - тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу	$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K$ , грн	128747,7
$\sum D$ - сума доплат за умови праці та нічний час, грн.(45% від тарифного фонду заробітної плати).	$\sum D = T_{\phi} \cdot 25 / 100$ , грн	32187
$O_{\phi}$ - основний фонд заробітної плати	$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D$	160934,6
$D_{\phi}$ - додатковий фонд заробітної плати	$D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d) / 100$ , грн	12874,8
$P_{\phi}$ - річний фонд	$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}$ , грн.	173809,4
$B_C$ - відрахування від річного фонду заробітної плати	$B_C = (P_{\phi} \cdot p) / 100$	38238

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

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

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

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:

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

$$C_{ст.1000 кДж} = 685113 / 787320 = 0,87 \text{ грн}$$

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	9057	0,011
2	Зарплата виробничих працівників	173809	0,22
3	Відчислення від зарплати	38238	0,048
4	Електроенергія силова	448386	0,57
5	Цехові витрати( ЗПвир.прац.*(0.1)	17380	0,022
6	Амортизація обладнання(10%)	36481	0,46
7	Разом цехова собівартість (Сст)	685113	0,87

Підп. и дата	
Инь. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инь. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

## 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	холодильник для зберігання яблук і винограду ємністю 520 тон, м. Умань
2	Система охолодження	безпосередня
4	Холодильний агент	аміак
5	Марка масла	Clavus G68
6	Ступінь автоматизації	повна
7	Сума капіталовкладень, грн	364815
8	Холодопродуктивність компресорів , кВт	67.5
9	Кількість компресорів, шт.	2
10	Річний виробіток холоду , тис. кДж.	787320
11	Цехова собівартість, грн.	685113
12	Собівартість одиниці холоду, грн..	0,87
13	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	1

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність холодильника для зберігання яблук і винограду ємністю 520 тон, м. Умань низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,87 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 холодильника для зберігання яблук і винограду ємністю 520 тон, м. Умань можна вважати доцільним та економічно вигідним.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

# 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ.

## Вступ

Однією з найважливіших умов, що забезпечує стабільну та безпечну трудову діяльність, є охорона праці. Праця як спільна діяльність здійснюється в економічних інтересах роботодавця та під його керівництвом (тобто є несамостійною і характеризує працівника як найману особу). Виходячи з цього виникає необхідність захистити працівника від надмірної експлуатації з боку роботодавця та зобов'язати останнього створити безпечні умови праці. Працівник, у свою чергу, в процесі трудової діяльності повинен виконувати встановлені правила поведінки.

За умов становлення ринкових відносин у державі, переходу від адміністративно-командних методів управління суспільними відносинами у сфері застосування праці до ринкових, плюралізму форм власності на засоби виробництва, правове регулювання охорони праці потребує нового концептуального підходу. Це зумовлено тим, що головною цінністю будь-якої цивілізованої правової держави є громадяни і в силу цього безумовним є пріоритет життя і здоров'я працівника порівняно з результатами виробничої діяльності.

Проголосивши в Конституції України життя і здоров'я людини найвищою соціальною цінністю, гарантувавши їй право на відповідні, безпечні та здорові умови праці, держава тим самим взяла на себе обов'язок забезпечити всім громадянам захист їх здоров'я і життя в процесі трудової діяльності. Цей обов'язок полягає в законодавчому закріпленні правових норм, що визначають умови і порядок реалізації конституційного права громадян на належні, безпечні і здорові умови праці, юридичні засоби

Интв. № подл.	Подп. и дата	Взам. интв. №	Интв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ	Лист

охорони даного права, а також правові засоби захисту цього права у випадку його порушення.

## 5.1 Аналіз дії небезпечних та шкідливих чинників на працівників.

Дипломним проектом розглядається питання розробки компресорного цеху холодильника для зберігання яблук і винограду ємністю 520 тон.

Холодильні установки призначені для підтримання певної температури в холодильних камерах. У зв'язку з наявністю в холодильних установках холодоагентів – аміаку або хладонів, які знаходяться під великим тиском і мають небезпечні властивості, експлуатація їх вимагає суворого дотримання техніки безпеки і технічних умов.

У разі розгерметизації холодильної установки у навколишній простір може виділитися одночасно велика маса холодоагенту й мастила, які становлять реальну небезпеку для людей та навколишнього природного середовища.

Робота компресорного обладнання пов'язана із наявністю рухомих частин, високого тиску, можливістю створення вибухонебезпечних сумішей. Надзвичайно небезпечно підвищення температури і тиску вище допустимих значень.

Вибухи при роботі компресорів можуть відбуватися внаслідок перевищення тиску стисненого повітря, підвищення його температури при стисненні та утворенні/вибухонебезпечних сумішей кисню з легкими продуктами розкладу мастил, а також при порушенні вимог безпеки в процесі обслуговування, експлуатації та догляду за технічним станом компресорів. Вони призводять до руйнування як самого компресора, так і будови, у якій він розміщений, а також до травм обслуговуючого персоналу із важкими наслідками.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

## 5.2 Розробка заходів з охорони праці

Компресори, як правило, слід розміщати в окремих одноповерхових будинках. Допускається розміщення компресорів продуктивністю до 20 м<sup>3</sup>/хв у прилеглих приміщеннях за умови відокремлення від суміжних приміщень перегородкою висотою не менше 3,0 м і товщиною не менше 0,125 м.

Аміачні холодильні установки розміщують із додержанням протипожежних норм як в окремих приміщеннях, так і у підвалах та інших місцях, що знаходяться у безпосередній близькості до технологічних ділянок, пов'язаних з процесом обробки продуктів холодом. Машинне і апаратне відділення холодильних установок не слід з'єднувати проходом з виробничими приміщеннями.

Не дозволяється розташування компресорів в приміщеннях, суміжних з вибухонебезпечними і хімічними виробництвами, які викликають корозію обладнання і шкідливо впливають на організм людини. Проходи в компресорні можуть бути вільними та забезпечувати можливість монтажу і обслуговування. Підлога має бути рівною, неслизькою, мастилостійкою, а вікна і двері відчинятися назовні. Компресорна обладнується ефективною вентиляцією і достатнім освітленням.

Вони мають бути обладнані припливною вентиляцією з підгрівом повітря у холодний період року, яка забезпечує дворазовий обмін повітря у приміщенні щогодини. Машинне відділення повинно також мати аварійну вентиляцію, аварійне освітлення та два виходи.

Вхід у компресорну стороннім особам заборонено

## 5.3 Безпека при експлуатації компресорних установок.

Компресор - пристрій для стиску і подачі будь-якого газу під тиском. За енергетичне джерело для приведення до дії пневматичних механізмів і інструменту використовуються, як правило, стиснуте повітря.

Підп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

Для безаварійної експлуатації компресорних і холодильних установок слід додержуватись вимог безпеки, що викладені в державних стандартах та інструкціях з техніки безпеки.

Кожна компресорна установка повинна бути оснащена, як мінімум, такими приладами та арматурою:

- ✓ манометрами і запобіжними клапанами на кожному ступені компресора, 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 нагнітання за умови роботи декількох компресорів, підімкнених до одної загальної магістралі.
- ✓ Компресори продуктивністю більше 50 м<sup>3</sup>/хв мають бути обладнані пристроями для автоматичного регулювання тиску нагнітання.
- ✓ Влаштування і експлуатація компресорів потужністю 14 кВт і вище, а також повітропроводів і газопроводів, які працюють на повітрі і інертних газах з тиском 0,2-0,40 МПа, повинні відповідати вимогам Правил будови і безпечної експлуатації стаціонарних компресорних установок, повітропроводів і газопроводів.

Кожний компресор обладнують системою аварійного захисту, манометром, запобіжними клапанами, блокуючими пристроями і автоматичною сигналізацією. Компресорні установки забезпечують

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

надійною системою повітряного чи водяного охолодження. Усі рухомі частини компресорів, електродвигунів і інших механізмів огорожують.

На кожну компресорну установку має бути інструкція з безпечного обслуговування.

Вибухи та аварії холодильних установок інколи трапляються внаслідок гідравлічного удару, відмови запобіжних пристроїв і розриву нагнітального трубопроводу чи балонів з холодильним агентом та витоку аміаку або фреону крізь нещільність з'єднань.

**Аміак** утворює з повітрям вибухонебезпечну суміш, що особливо небезпечно при ремонтних роботах із застосуванням відкритого полум'я. Газоподібний аміак токсичний, його гранично допустима концентрація у повітрі робочої "зони дорівнює 20 мг/м<sup>3</sup>. Рідкий аміак викликає тяжкі опіки шкіри, а опіки очей призводять до сліпоти.

Початкове зарядження холодильних установок рідким аміаком необхідно робити згідно з існуючими умовними нормами заповнення внутрішнього об'єму їх елементів у процентах. При цьому ресивери (лінійні, дренажні, циркуляційні і захисні - горизонтальні) заповнюються не більше як на 80%, а ресивери циркуляційні і захисні (вертикальні), проміжні посудини - не більше як на 70%. Комплектні компресорні установки заряджаються рідким аміаком у відповідності з інструкцією заводу-виготовлювача.

Для зарядження використовують рідкий аміак без домішок. Технічні умови на його постачання, тара і маркування повинні відповідати вимогам діючого стандарту (ГОСТ 6221-82 Е).

За правильну та безпечну експлуатацію компресорної установки та повітропроводів відповідає особа, призначена наказом по підприємству, і яка має закінчену технічну освіту, спеціальне посвідчення та практичний досвід роботи.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

Як засоби індивідуального захисту від ураження аміаком можуть використовуватися протигази з фільтруючою коробкою типу КД, КД2, КДФ, КД2Ф (колір коробок сірий з білою смугою; перші два захищають від суміші аміаку і гідриду сірки у вигляді туману, інші дві - від суміші аміаку і аерозолів); з фільтруючою коробкою типу К, К2, КФ, К2Ф (колір коробок зелений з білою смугою; перші два захищають від аміаку, інші дві - від аміаку, аерозолі); ізолюючий дихальний апарат стисненого повітря (можливе застосування ізолюючих протигазів ІП-4, ІП-45, ІП-4КМ); ізолюючий хімзахисні костюм КИХ-4, КИХ-5, гумові рукавички.

Протигази типу КД (основні) зберігаються в шафі в машинному відділенні біля виходу. Запасні протигази зберігаються зовні машинного відділення в шафі поруч із входними дверима. Тут зберігаються запасні фільтруючі коробки протигазів.

У машинному відділенні повинна бути аптечка загального призначення, що містить:

- ❖ стерильні перев'язувальні матеріали;
- ❖ кровоспинні засоби;
- ❖ мазь Вишневського або пені ціллінову мазь;
- ❖ двовуглекислий соду;
- ❖ темні захисні окуляри;
- ❖ дерев'яні лопатки для накладення мазі;
- ❖ нашатирний спирт і валеріанові краплі, амідопірін.

У протівоамміачной аптечці повинні бути 1-2% -ний розчин лимонної кислоти; 3% -ний розчин молочної кислоти; 2-4% -ний розчин борної кислоти, 1% -ний розчин новокаїну, кодеїн і спирт.

#### 5.4 Вимоги до персоналу

До самостійної роботи з обслуговування компресорних установок, допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд,

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ	Лист

спеціальне навчання і мають посвідчення на право обслуговування. Наказом керівника підприємства призначається особа, відповідальна за правильну і безпечну експлуатацію компресорних установок.

## 5.5 Пожежна безпека

Під пожежною безпекою розуміють систему державних і суспільних заходів, спрямованих на охорону від вогню людей і матеріальних цінностей.

Протипожежний захист приміщення забезпечується застосуванням автоматичної установки пожежної сигналізації, наявністю засобів пожежогасіння, застосуванням основних будівельних конструкцій будинку з регламентованими межами вогнестійкості, організацією своєчасної евакуації людей. До засобів гасіння пожежі відносяться внутрішні пожежні водопроводи (крани –ПК), вогнегасники, сухий пісок тощо.



В будівлях пожежні крани встановлюють в коридорах, на майданчиках сходових кліток. Кожний пожежний кран укомплектований пожежним рукавом і розміщений у відповідних ящиках, які знаходяться на висоті 1.35 м від полу. В приміщеннях холодильників водопровід проектується об'єднаним. В охолоджених

приміщеннях прокладка водопроводу не допускається.

Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовуються вогнегасники. У виробничих приміщеннях це головним чином пінні та

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

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.

Будівлі укомплектовані пожежними щитами з набором інструментів – лому, багра, сокири з дерев'яною ручкою, щільного полотна ( азбест, войлок), біля щитів – бочки з водою, ящики з піском. 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.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

## 6 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.-3-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1989.
2. Н.Г. Кондрашова, Н.Г. Лашутина  
Холодильно-компрессорные машины и установки.
3. Чумак И.Г., Чепурненко В.П. и др.  
Холодильные установки- 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропроиздат, 1991.
4. Канторович В.И., Подлипенцева З.В.  
Основы автоматизации холодильных установок.- 3-е изд, перераб. и доп.- М.: ВО "Агропромиздат", 1987.
5. Справочник. Теплообменные аппараты, приборы автоматизации и испытания холодильных машин / Под ред. А.В. Быкова.- М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984.
6. Богданов С.Н., Иванов О. П., Куприянова А.В.  
Холодильная техника. Свойства веществ. Справочник. Изд. 2-е, доп. и переработ. "Машиностроение",1976.
7. Самойлов А.И., Игнатъев В.Г.  
Охрана труда при обслуживании холодильных установок.- 2-е изд. -М.: Агропромиздат, 1989.
8. Канторович В.И. Гиль И. М.  
Устройство, монтаж и ремонт холодильных установок. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1985.
9. Справочник из серии "Холодильная техника" под редакцией А.В. Быкова Применение холода в пищевой промышленности, 1979
10. Журналы "Холодильная техника", "Холод", 2020-2021 г

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ

Лист

11. Закон України "Про підприємства в Україні" // Відомості Верховної ради України.-1992.-№24.с
12. Варналій З.С. Основи підприємництва. – К.: Знання-Прес, 2002. – 239 с.
13. Васильков В.Г. Організація виробництва: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2003. – 524 с.
14. Економіка виробничого підприємництва / За ред. Й. М. Петровича. - К.: Знання, 2001.
15. Економіка виробничого підприємства. Навч. посіб. / Й. М. Петрович, І.О. Будіщева, І.Г. Устінова та ін.. За ред. Й.М. Петровича. – 2-ге видання, переробка і доповнення. – К.: Т-во «Заня» , КОО, 2001 – 405с .
16. Економіка підприємства: Навч. посіб. /За ред. А. В. Шегди. — К.: Знання-Прес, 2001.
17. Економіка підприємства: Навч. Посіб. / за ред.. А.В. Шегди – Е45 К.: Знання, 2005. – 431 с.
18. Економіка підприємства: Підручник / за аг. Ред.. С.Ф. Покропивного – Вид. 2-ге, перероб. Та доп. – К.: КНЕУ, 2005. – 528 с.  
Економіка підприємства: пошук шляхів розвитку: Посібник / МАУП. – К.: МАУП, 2005 – 80 с.
19. Організація виробництва: Навч. посіб. /В.О. Онищенко, О.В. Редкін, А.С. Старовірець, В.Я. Чевганова. – К.: Лібра, 2003. – 336 с.
20. Петрович Й.М., Кіт А.Ф., Кулішов В.В. та ін.. Економіка підприємства: підручник / за загальною редакцією Й.М. Петровича – Львів: «Магнолія плюс», видавець В.М. Піча – 2004.-680 с.
21. Протопова В.О. , Полонський А.Н. Економіка підприємства: Навч. посіб. – К.: ЦУП, 2003 – 220 с.
22. Сергеев И. В. Экономика предприятия. — М.: Финансы и статистика, 2000.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54. 030. 000 ДП ПЗ	Лист

