

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОПШ: «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: 4МХ -55

**Дипломний проєкт**  
здобувача освіти денного відділення  
**МХ 55. 005. 000 ДП**

**Грека Олексія**  
**Сергійовича**

**м. Одеса - 2023 р**

Спеціальність 142  
Енергетичне машинобудування  
Група 4 МХ- 55

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА МХ 55. 005. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка системи охолодження холодильника при торговій мережі ринку  
«Початок» ємністю 330 т., м. Одеса

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

Дипломник \_\_\_\_\_ (Грек О.С.)

Керівник проекту \_\_\_\_\_ (Рекеда Ю.Д.)

### Консультанти:

з економічної частини \_\_\_\_\_ (Шимко 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 циклової комісії \_\_\_\_\_ (Беркань Ір.В.)

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

Захист “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р. Протокол ЕК № \_\_\_\_\_  
Оцінка ЕК \_\_\_\_\_

Секретар ЕК \_\_\_\_\_ (Селіванов А.П.)

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

Дата видачі завдання  
«20» лютого 2023 р.  
Дата закінчення проекту  
«01» липня 2023 р.

Затверджую  
Заступник директора з НВР  
\_\_\_\_\_ Беркань Іг.В.  
“ 20 ” лютого 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

**до дипломного проектування**

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

Тема дипломного проекту: Розробка системи охолодження холодильника при торговій мережі ринку «Початок» ємністю 330 т., м. Одеса

Стверджена наказом по коледжу від « 21 » 03 2023 р. № 57-А2-ОД

Вихідні дані для проекту: температура літня 32 °С  
відносна вологість повітря літня 60 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

**Пояснювальна записка**

**1. Загальна частина**

- 1.1 Вихідні дані
- 1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

**2. Технологічна частина**

- 2.1 Характеристика швидкокопсувних продуктів
- 2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання

**3. Розрахунково- конструкторська частина**

- 3.1 Розрахункові дані
- 3.2 Розрахунок будівельних площ
- 3.3 Вимоги до планування холодильника
- 3.4 Планування холодильника.
- 3.5 Розрахунок ізоляційного шару огорожень
- 3.6 Тепловий розрахунок
- 3.7 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер
- 3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки
- 3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок
- 3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресора
- 3.11 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора
- 3.12 Розрахунок та вибір обладнання камер
- 3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування
- 3.14 Розрахунок та відбір градирні

#### 4. Організаційна частина

4.1 Організація монтажу, експлуатації, ремонту холодильного обладнання

4.2 Автоматизація холодильної установки

#### 5 Економічна частина

6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7. Перелік використаних джерел

### Графічна частина

Аркуш 1 План та перетин будівлі холодильника, або (Технічне креслення обладнання)

Аркуш 2 Розводка трубопроводів

Аркуш 3 Схема автоматизації холодильної установки

### Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1 Загальна частина	22 ÷ 23.05.2023
2 Технологічна частина	24 ÷ 25.05.2023
3 Розрахунково-конструкторська частина	26 ÷ 05.06.2023
4 Організаційна частина	06.06.2023
5 Аркуш 1,2	07 ÷ 09.06.2023
6 Економічна частина	10 ÷ 12.06.2023
7 Аркуш 3	13.06.2023
8 Охорона праці	14.06.2023
Попередній захист	15.06.2023
Захист дипломного проекту	22 ÷ 30.06.2023

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 2 від “ 13” вересня 2022

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

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту \_\_\_\_\_ (Рекеда Ю.Д.)



# З М І С Т

Стор.

**Вступ**.....  
.....

## **1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА**

1.1 Вихідні дані.....  
1.2 Техніко-економічне обґрунтування  
проекту.....

## **2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА**

2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів.....  
2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання.....

## **3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА**

3.1 Розрахункові дані.....  
3.2 Розрахунок будівельних площ.....  
3.3 Вимоги до планування холодильника.....  
3.4 Планування холодильника.....  
3.5 Розрахунок ізоляції огорожень.....  
3.6 Тепловий розрахунок.....  
3.7 Визначення навантаження на компресор та камерне

обладнання.....

3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної

установки.....

3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів  
вузлових точок

.....

3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресора.....

3.11 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора.....

					MX 55.009.000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.12 Розрахунок та вибір обладнання камер.....

3.13 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання.....

#### **4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА**

4.1 Організація монтажу, експлуатація і ремонту холодильного  
обладнання

4.2 Автоматизація холодильної  
установки.....

#### **5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА**

5.1 Розрахунок капітальних вкладень.....

5.2 Розрахунок кількості виробленого  
холоду.....

5.3 Розрахунок експлуатаційних  
витрат.....

#### **6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

#### **7. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ**

**ДЖЕРЕЛ.....**

					МХ 55.009.000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



# 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Вихідні дані

Ємність одноразового зберігання	330 тони
Місце передбачуваного будівництва	м. Одеса
розрахункова літня температура	32 °С
розрахункова зимова температура	- 18 °С
відносна літня вологість повітря	60 %
середньорічна температура	9,9 °С
температура за зволженим термометром	25,5 °С
географічна широта	48,5
Характеристика вантажу:	
зберігання морожених вантажів	50%
зберігання охолоджених вантажів	50%

## 1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Торгово–заготівельного холодильника ємністю 330 тон, являє собою спеціальне будівельне спорудження для обслуговування торгової мережі ринку «Початок» міста Одеса.

Холодильник призначений для короткострокового зберігання харчових продуктів в умови штучного охолодження.

Продукти надходять на зберігання в охолодженому або замороженому стані.

Охолоджуваний склад проектованого холодильника складається з камер схову з температурами +2, -18 °С, у камерах передбачені підвісні повітроохолоджувачі.

Для підтримки заданого температурного режиму в камерах передбачена хладонова холодильна установка одноступінчастого стиску з безпосередньою системою кипіння холодоагенту в повітроохолоджувачах. У теплообміннику повітроохолоджувача холодильний агент кипить, віднімаючи теплоту від повітря камери схову

Схема харчування приладів охолодження - без насосна, з нижньою подачею R-134 у прилади охолодження. Вибір робочого тіла HCFC R-134 як холодильного агенту обумовлений гарними термодинамічними властивостями, його високої об'ємної холодопродуктивністю й відносною екологічною безпекою. R-134 ставиться до групи озонобезпечних фреонів, використання яких не регламентовано.

Споруда холодильника із сіткою колон 6 х 6 метрів - прямокутної форми із критою автомобільною платформою, блоком підсобних приміщень.

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У блоці підсобних приміщень розміщене машинне відділення.

Споруда холодильника виконана за каркасною схемою зі стандартних залізобетонних конструкцій.

Вибір одноповерхового холодильника цілком себе виправдує. Ці холодильники мають великий фронт вантажних робіт і можливість раціонального використання, комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт. Недолік одноповерхових холодильників - більша займана площа земельної ділянки й більша поверхня зовнішніх огорожень, однак немаловажне значення має зменшення навантаження на ґрунт, особливо для суглинних ґрунтів, властивому місцю проектування.

Як теплоізоляційний матеріал прийнятий саме загасаючий пінополістирол ПСБ-С, що володіє рядом переваг у порівнянні з іншими теплоізоляційними матеріалами, а саме: вологостійкий, вогнестійкість, не піддана гниттю, розвитку бактерій, не їстівний для гризунів, відносно дешевий. Пінополістирол ПСБ-С має дуже низький коефіцієнт теплопровідності 0,05 Вт/м\*К.

Доставка вантажів на холодильник і відправлення споживачеві здійснюється автомобільним транспортом, для цього передбачена автомобільна платформа шириною 6 метрів.

Для дотримання технологічних режимів застосовуємо систему безпосереднього охолодження. У таких системах теплота від охолоджуваного об'єкта приділяється повітроохолоджувачами. Перевагами системи безпосереднього охолодження є довговічність й економічність. Довговічність системи обумовлена тим, що в ній практично відсутня корозія. Економічність цієї системи характеризується відносно меншою витратою енергії внаслідок роботи установки з мінімальним перепадом між температурами повітря охолоджуваної камери й кипіння HCFC в порівнянні із системою охолодження за допомогою рідкого холодоносія. При включенні системи безпосереднього охолодження швидко досягається ефект охолодження.

На холодильнику передбачене оборотне водопостачання, основним елементом якого є вентиляторна градирня, з якої охолоджена вода надходить у кожухотрубні конденсатори й в охолоджувані сорочки поршневі компресорів.

У даному проекті застосовані найбільш прогресивні будівельні матеріали й конструкції, використані сучасні досягнення в області холодильного машинобудування й технології зберігання продукції.

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів

В холодильних камерах при торгово-заготівельній мережі зберігаються різноманітні продукти тваринного й рослинного походження. Це м'ясо, м'ясопродукти, субпродукти, молочні й молочно-жирові продукти й т.д.

Молочні продукти містять всі необхідні для організму харчові речовини й тому є незамінними продуктами харчування. Кількість білків у коров'ячому молоці становить у середньому 3,3 %, у молочних продуктах - 16...40%, білки з добре збалансованим співвідношенням амінокислот. У молоці й молочних продуктах утримуються також кальцій і фосфор у формі найбільше добре засвоюваних з'єднань і ряд вітамінів.

Сир - білковий кисломолочний продукт, вироблюваний шляхом згортання білків молока чистими культурами молочнокислих бактерій із застосуванням або без застосування сичугового ферменту й хлористого кальцію й з наступним видаленням частини сироватки. Сир – високоцінний молочно-білковий продукт, містить до 25% білків, до 50% жиру, мінеральні речовини й вітаміни. У його склад також входять незамінні амінокислоти. Основні операції при виробленні сирів: згортання молока, обробка згустку й одержання сирної маси, її дозрівання. Різні технології виробництва сирів обумовлюють їхню велику розмаїтість. По змісту жиру сир підрозділяють на жирний, напівжирний, і нежирний.

Кисломолочні напої - кисле молоко, йогурт, ацидофілін одержують використанням молочнокислого шумування, а кефір - з використанням спільного молочнокислого й спиртового шумування.

Найбільш повноцінним по живильних і смакових якостях є охолоджене м'ясо. Щоб м'ясо не підморозилося його варто прохолоджувати до температури поверхні напівтуш близької до криоскопічної  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Дані, що нагромадилися в цей час, наукових досліджень і практичні спостереження показали, що для збереження високої активності компонентів тканин м'яса й особливо білкових речовин при тривалому зберіганні, його краще заморожувати в парному стані - однофазним способом. Цей процес повинен вироблятися при температурах  $-20, -25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Це забезпечує менші фізико-хімічні зміни в структурі тканини й більшу схоронність живильних властивостей м'яса при розморожуванні. При швидкому заморожуванні рідина замерзає дуже швидко, не встигаючи виділятися в міжклітинні простори. У цьому випадку утворюються дрібні кристали й створюються умови, що приводять до максимальної оборотності процесу при розморожуванні. Замороженим вважається м'ясо середня температура, якого на  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  нижче криоскопічної.

Норма завантаження  $1\text{ м}^3$  вантажного обсягу камери схову м'ясом умовно приймається 0,35 т.

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Приймаю для проектованого холодильника, що морожені вантажі надходять у камеру схову з температурою - 3 °С и зберігається при температурі -18 °С; молочні продукти надходять із температурою 12 °С і зберігають при температурі 2 °С;

Вантажі зберігаються при відносній вологості в камерах 85 ÷ 95%.

					МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. РОЗРАХУНКОВО- КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

#### 3.1 Розрахункові дані

Кількість і місткість камер зберігання холодильника при торговій мережі залежить від умовної ємності холодильника.

При ємності холодильника 330 тон камери зберігання морожених вантажів складають 50% з них:

яловичина, свинина 30%,  
м'ясо птиці і субпродукти – 20%.

камери зберігання охолоджених вантажів – 50% з них:

молочні продукти (сир) – 25 %  
м'ясні консерви – 25 % від загальної ємності

$$E_{\text{хр.мор.гр}} = E_{\text{обц}} * 0,5 = 330 * 0,5 = 165\text{ т} \quad (3.1)$$

$$E_{\text{молоч.прод.}} = E_{\text{обц}} * 0,25 = 330 * 0,25 = 82.5\text{ т} \quad (3.2)$$

$$E_{\text{мясн.консервы}} = E_{\text{обц}} * 0,25 = 330 * 0,25 = 82.5\text{ т} \quad (3.3)$$

#### 3.2 Розрахунок будівельних площин

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

$$F_{\sigma} = \frac{E}{q_v \cdot h_{\text{вн}} \cdot \beta}; \quad (3.4)$$

де  $E$  - місткість камери зберігання, тн;

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

$h_{\text{вн}}$  - 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:

$$n = \frac{F_{\sigma}}{f}; \quad (3.5)$$

де  $f$  – будівельна площа одного прямокутника, що визначається вибраною сіткою колон,  $\text{м}^2$ .

Дійсна місткість камер зберігання:

$$E_{\sigma} = E \frac{n_{\sigma}}{n}; \quad (3.6)$$

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $n_d$  - дійсна кількість будівельних прямокутників.

Загальна площа камер зберігання

$$F_{к.кр} = F_1 + F_2 + F_3 \quad (3.7)$$

Площа допоміжних приміщень

$$F_{всп} = 0.3 * F_{к.кр} \quad (3.8)$$

Потрібна площа охолоджувального складу

$$F_{охл} = F_{к.кр} + F_{всп} \quad (3.9)$$

Площа службових приміщень

$$F_{с.пом} = 0.2 * F_{охл} \quad (3.10)$$

Площа машинного відділення

$$F_{м.о} = 0.1 * F_{охл} \quad (3.11)$$

Всі розрахунки зводимо в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 Розрахунок будівельних площ

	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>d</sub> q	Ед т
Мор. гр. гов.,свин. кури,субпродукти	165	0,35	4	0,75	157,14	72	2,18	2	151,2
Молочні продукти (сир)	82,5	0,4	4	0,75	68,75	72	0,95	1	86,4
Консерви м ясні	82,5	0,38	4	0,75	72,37	72	1,01	1	82,08
Всього кам.збер.	330				298,26	72	4,14	4	319,68
Допоміжн.приміщ.					89,48	72	1,24	1	
Охолодж.склад					387,74	72	5,39	5	
Служб. приміщ.					77,55	72	1,08	1	
Машинне відділ.					38,77	72	0,54	0,5	

### 3.3 Вимоги до планування холодильника

Планування холодильника при тоговій мережі відповідає прийнятій схемі технологічного процесу, тобто забезпечує точне і послідовне виконання всіх технологічних операцій. Бажаний напрямок руху вантажу в одну сторону без зустрічних і пересічних потоків. Двері камер виходять в коридор.

Планування сприяє зменшенню первинних затрат на будівництво холодильника. Це досягається широким застосуванням типових будівельних матеріалів, скороченням площі, яку займають допоміжні приміщення. Однак не можна забувати про зручності обслуговування.

Планування забезпечує дешеву та зручну експлуатацію холодильника. Насамперед правильно вибрані розміри холодильника, які забезпечують свободу і широту маневру вантажно-розвантажувальних робіт. Ширину автомобільної платформи приймаємо 6 м.

									Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ				

Планування відповідає прийнятій системі охолодження. Це особливо важливо враховувати при плануванні одноповерхових холодильників, так як це завжди вдається забезпечити злив холодильного агенту із приладів охолодження. При складанні планування передбачую місця для монтажу обладнання, камерних розподільних колекторів і т.д.

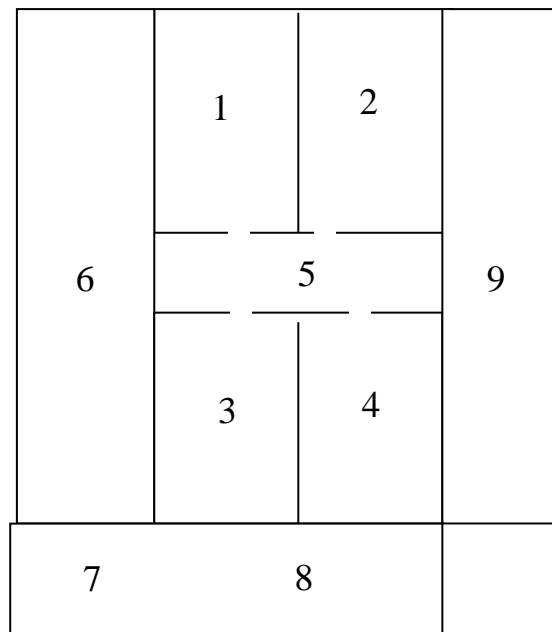
Планування забезпечує можливість розширення холодильника. Для цього вільною залишаю східну і північну стіни.

Планування відповідає прийнятій схемі охолодження.

При плануванні холодильника звертаю увагу, на запобігання від набухання ґрунту, який знаходиться під ним, що залежав від температури повітря у камері, характеру ґрунту і рівня ґрунтових вод.

Планування відповідає вимогам правил охорони праці, техніки безпеки і пожежної безпеки.

### 3.4 Планування холодильника



Мал. 3.1

- 1 камера зберігання молочних продуктів
- 2 камера зберігання м'ясних консервів
- 3,4 камери зберігання мороженого м'яса
- 5 коридор
- 6 автомобільна платформа
- 7 службові приміщення
- 8 машинне відділення
- 9 приміщення ринку або торгового центру

### 3.5 Розрахунок ізоляції огорожень

Товщина ізоляційного шару огороження розраховується за формулою :

$$\delta_{i3} = \lambda_{i3} \left[ \frac{1}{k_o} - \left( \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right]; \quad (3.12)$$

де  $\lambda_{i3}, \lambda_i$  - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного і будівельних матеріалів, що входять до складу конструкції огороження, Вт/(м<sup>2</sup>К);

$k_o$  - потрібний коефіцієнт теплопередачі огороження, що приймається в залежності від характеру огороження та температур по обидва боки від нього, Вт/(м<sup>2</sup>К);

$\alpha_3$  - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішнього, чи більш теплого боку огороження, Вт/(м<sup>2</sup>К);

$\alpha_6$  - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішнього, або більш холодного боку огороження, Вт/(м<sup>2</sup>К);

$\delta_i$  - товщина окремих шарів конструкції огороження, м.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі огороження знаходять за формулою :

$$k_o = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}}}; \quad (3.13)$$

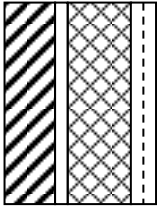
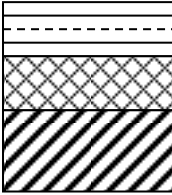
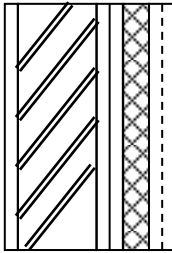
де  $\delta_{i3}^d$  – прийнята товщина ізоляційного шару, м.

У табл. 3.2 наведені рекомендовані конструкції огорожень

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2

## Прийняті конструкції огорожень

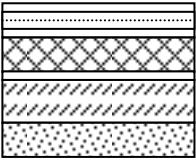
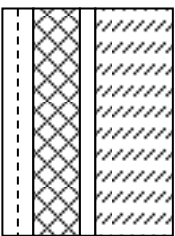
Найменування і конструкція огороження	Найменування та матеріал шару	Товщина шару $\delta$ , м	Коеф. теплопровідності $\lambda$ , Вт/(мК)	Тепловий опір $R_i$ м <sup>2</sup> К/Вт
Зовнішня стінова 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	2. Теплоізоляція ПСБ-С	потреб. визнач.	0,05	—
	3. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	4. Зовнішній шар з важкого бетону	0,140	1,86	0,073
$\Sigma=0,108$				
Покриття охолоджувальних приміщень 	1. 5 шарів гідроізола на бітумній мастиці	0,012	0,3	0,040
	2. Стяжка з бетону по метал. сітці	0,040	1,82	0,022
	3. Пароізоляція (шар пергаміну)	0,001	0,15	неврах.
	4. Плітна теплоізоляція ПСБ-С	потреб. визнач.	0,05	—
	5. Залізобетонна плита покриття	0,035	2,04	0,017
$\Sigma=0,079$				
Внутрішня стіна між камерами зберігання і машинним відділенням 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	2. Теплоізоляція ПСБ-С	потреб. визнач.	0,05	—
	3. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	4. Штукатурка цементно-пісчана	0,020	0,93	0,022
	5. Кладка цегляна на цементному розчині	0,380	0,82	0,469
	6. Штукатурка складним розчином	0,020	0,93	0,022
$\Sigma=0,077$				

МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ

Арк.

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-------	------	----------	--------	------

Продовження табл. 3.2

Найменування і конструкція огороження	Найменування та матеріал шару	Товщина шару $\delta_i$ , м	Коеф. теплопровідності $\lambda_i$ , Вт/(мК)	Тепловий опір $R_i$ м <sup>2</sup> К/Вт
Підлога охолоджувальних приміщень 	1. Монолітне бетонне покриття з важкого бетону	0,040	1,86	0,027
	2. Армобетонна стяжка	0,080	1,86	0,043
	3. Пароізоляція (один шар пергаменту) стяжка	0,001	0,15	не врах
	4. Плитна теплоізоляція (ПСБ-С)	потріб. визнач.	0,05	потрібно визнач.
	5. Цементно-пісчаний розчин	0,025	0,98	0,026
	6. Пісок	1,35	0,58	2,338
	7. Бетонна підготовка з електронагрівачами			$\Sigma=2,43$
Внутрішня стінова панель 	1. Панель з керамзитом – бетону ( $\rho=1100\text{кг/м}^3$ )	0,240	0,47	0,51
	2. Пароізоляція – 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	3. Плитна теплоізоляція ПСБ-С	потреб. визнач.	0,05	—
	4. Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0,020	0,98	0,020
				$\Sigma=0,543$
Перегородка	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	2. Теплоізоляція ПСБ-С	потреб. визнач.	0,05	—
	3. Пароізоляція -- 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	4. Зовнішній шар з важкого бетону	0,080	1,86	0,043
				$\Sigma=0,077$

					МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усі розрахунки теплоізоляційного шару огорожень зводимо до табл.3.3.

Таблиця 3.3

Розрахунки ізоляційного шару огорожень

Огородження	$\lambda$	$t_v$	$a_n$	$a_v$	$R_n$	$R_v$	$\Sigma R$	$\delta_{из}^{тр}$	$\delta_{дст}^{тр}$	$K_{тр}$	$K_{дст}$
	Вт/мК	С	Вт/м <sup>2</sup> К	Вт/м <sup>2</sup> К	м <sup>2</sup> К/Вт	м <sup>2</sup> К/Вт	м <sup>2</sup> К/Вт	м	м	Вт/м <sup>2</sup> К	Вт/м <sup>2</sup> К
Зовн.ст.кам.хр	0,05	-18	23	8	0,043	0,125	0,546	0,192	0,2	0,22	0,21
Зовн.ст.кам.хр	0,05	2	23	9	0,043	0,111	0,108	0,141	0,15	0,325	0,31
Вн.ст. с кор.	0,05	-18	8	8	0,125	0,125	0,543	0,133	0,15	0,29	0,26
Вн.ст. с кор.	0,05	2	8	9	0,125	0,111	0,543	0,062	0,075	0,493	0,44
Вн.ст. с м/від	0,05	-18	8	8	0,125	0,125	0,546	0,133	0,15	0,29	0,26
Перегородка	0,05	18/18	8	8	0,125	0,125	0,077	0,070	0,075	0,58	0,55
Перегородка	0,05	2/-2	9	9	0,111	0,111	0,077	0,071	0,075	0,58	0,56
Перегородка	0,05	18/-2	8	9	0,125	0,111	0,077	0,164	0,175	0,278	0,26
Покриття	0,05	-18	23	7	0,043	0,143	0,079	0,214	0,225	0,22	0,21

					МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.6 Тепловий розрахунок

Теплоприплив крізь огородження

Теплоприплив крізь огородження розраховуємо за формулою:

$$Q_{1T} = k_o^{\partial} \cdot F(t_n - t_v); \quad (3.14)$$

де  $k_o^{\partial}$  - дійсний коефіцієнт теплопередачі огородження Вт/м<sup>2</sup>К

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

$t_n$  – температура з зовнішньої сторони огородження, °С

$t_v$  – температура повітря у середині охолоджуваного приміщення, °С

Розраховуючи теплоприпливи крізь перегородку, що відділяє камеру від неохолоджуємих приміщень, приймаємо :

Розрахункову різницю температур, у розмірі 70% від повного перепаду температур, якщо приміщення сполучається з зовнішнім повітрям (коридори, тамбури).

У розмірі 60% від повного перепаду температур, якщо приміщення не має прямого сполучення з зовнішнім повітрям (експедиції, приміщення товарної обробки продуктів тощо.)

Теплоприплив від сонячної радіації розраховуємо за формулою

$$Q_{1C} = k_o^{\partial} \cdot F \cdot \Delta t_c; \quad (3.15)$$

де  $\Delta t_c$  – надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації під час літнього періоду (°С)

Теплоприплив через підлогу розраховуємо за формулою

$$Q_{1T} = k_o^{\partial} \cdot F(t_n - t_v) \quad (3.16)$$

де  $k_o^{\partial}$  - дійсний коефіцієнт теплопередачі конструкції підлоги, Вт/м<sup>2</sup>К

F – площа поверхні підлоги, м<sup>2</sup>

$t_n$  – температура поверхні пристрою для обігріву ґрунта,  $t_n = 1$  °С

$t_v$  – температура повітря у середині охолоджуваного приміщення, °С

Усі розрахунки зводимо до відповідних таблиць

					МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4

Розрахунок теплоприпливів до камери № 1

Огородження	К д Вт/м <sup>2</sup> К	F м <sup>2</sup>	t н С	t в С	$\theta$ С	Q 1т кВт	t <sub>c</sub> С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СЗПн	0,31	36	32	2	30	0,335			0,335
СВСх	0,56	72	2	2	0	0,000			0,000
СВПд	0,44	36		2	21	0,333			0,333
СЗЗх	0,31	72	32	2	30	0,670	0	0	0,670
покриття	0,21	72	32	2	30	0,454	14,9	0,225288	0,679
підлога	0,22	72	1	2	-1	-0,016			0,000
									2,016

Таблиця 3.5

Розрахунок теплоприпливів до камери № 2

Огородження	К д Вт/м <sup>2</sup> К	F м <sup>2</sup>	t н С	t в С	$\theta$ С	Q 1т кВт	t <sub>c</sub> С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СЗПн	0,31	36	32	2	30	0,335			0,335
СВСх	0,44	72		2	18	0,570			0,570
СВЗх	0,56	72	2	2	0	0,000			0,000
СВПд	0,44	36		2	21	0,333			0,333
покриття	0,21	72	32	2	30	0,454	14,9	0,225288	0,679
підлога	0,22	72	1	2	-1	-0,016			0,000
									1,917

Таблиця 3.6

Розрахунок теплоприпливів до камери № 3

Огородження	К д Вт/м <sup>2</sup> К	F м <sup>2</sup>	t н С	t в С	$\theta$ С	Q 1т кВт	t <sub>c</sub> С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СВПн	0,26	36		-18	35	0,328	0	0	0,328
СВСх	0,55	72	-18	-18	0	0,000	0	0	0,000
СВПд	0,26	36		-18	30	0,281	0	0	0,281
СЗЗх	0,21	72	32	-18	50	0,756	0	0	0,756
покриття	0,21	72	32	-18	50	0,756	14,9	0,225288	0,981
підлога	0,22	72	1	-18	19	0,301	0,000	0,000	0,301
									2,647

Таблиця 3.7

Розрахунок теплоприпливів до камери № 4

Огородження	К д Вт/м <sup>2</sup> К	F м <sup>2</sup>	t н С	t в С	$\theta$ С	Q 1т кВт	t <sub>c</sub> С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СВПн	0,26	36		-18	35	0,328	0	0	0,328
СВСх	0,26	72	32	-18	30	0,562	0	0	0,562
СВПд	0,26	36		-18	30	0,281	0	0	0,281
СВЗх	0,55	72	-18	-18	0	0,000	0	0	0,000
покриття	0,21	72	32	-18	50	0,756	14,9	0,225288	0,981
підлога	0,22	72	1	-18	19	0,301	0,000	0,000	0,301
									2,452

					МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ					Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Теплоприплив від вантажу при холодильній обробці.

Теплоприплив від вантажу при холодильній обробці знаходимо за формулою:

$$Q_2 = Q_{2np} + Q_{2тар}; \quad (3.17)$$

де  $Q_{2np}$  - теплоприплив від термічної обробки продуктів, (кВт)

$Q_{2тар}$  - теплоприплив від термічної обробки тари, (кВт)

Теплоприплив від термічної обробки продуктів знаходимо за формулою

$$Q_{2np} = M_{np} (i_1 - i_2) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}; \quad (3.18)$$

де  $M_{np}$  – добове нахождення продукту у камеру (т/доб)

$(i_1 - i_2)$  – різниця питомих ентальпій відповідно початковій та кінцевій температури (кДж/кг);

$\tau$  - термін холодильної обробки продукту (г); дорівнює 24 години.

Теплоприплив від тари знаходимо за формулою

$$Q_{тар} = M_{тар} \cdot C_m \cdot (t_1 - t_2) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}; \quad (3.19)$$

де  $M_{тар}$  – добове нахождення тари (т/доб)

$C_m$  - питома теплоємність тари, (кДж/кгК);

$t_1, t_2$  – початкова та кінцева температура тари, (°C).

Усі розрахунки зводимо до табл. 3.8

Таблиця 3.8 Розрахунок теплоприпливів до камер від термообробки продуктів

№ камери	В тонн	М пр т/сут	t 1 С	t 2 С	разн t С	i 1 кДж/кг	i 2 кДж/кг	разн i кДж/кг	Q2 пр кВт	Мт т/сут	Ст кДж/кг*К	Q2т кВт	Q2 кВт
Кам1 зб.сира	86,4	6,9	12	0	12,0	53,2	19,0	34,2	2,7	0,7	2,3	0,2	3,0
Кам2 зб.конс.	82,1	6,6	12	0	12,0	271,0	232,0	39,0	3,0	0,7	2,3	0,2	3,2
Кам3 зб.м.гр.	75,6	6,0	-8	-20	12,0	39,4	0,0	39,4	2,8	0,6	0,5	0,0	2,8
Кам4 зб.м.гр.	75,6	6,0	-8	-20	12,0	39,4	0,0	39,4	2,8	0,6	0,5	0,0	2,8

					МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ					Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

## Експлуатаційні теплоприпливи.

Експлуатаційні теплоприпливи знаходимо за формулою :

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_4; \quad (3.20)$$

Теплоприплив від освітлення

$$q_1 = A \cdot F \cdot 10^{-3}; \quad (3.21)$$

де  $A$  – кількість тепла, виділеного освітленням за одиницю часу на  $1\text{ м}^2$  площі підлоги ( $\text{Вт/м}^2$ );  
 $F$  - площа підлоги камери, ( $\text{м}^2$ ).

Теплоприплив від перебування людей у камері

$$q_2 = 0,35 \cdot n; \quad (3.22)$$

де  $0,35$  – тепловідділення однієї людини при важкій фізичній праці,  
 (кВт);

$n$  - кількість людей працюючих водному приміщенні.

Теплоприплив від відчиняння дверей:

$$q_4 = B \cdot F \cdot 10^{-3}; \quad (3.23)$$

де  $B$  – питомий приплив тепла від відчиняння дверей, ( $\text{Вт/м}^2$ );  
 $F$  - площа камери,  $\text{м}^2$ .

Усі розрахунки експлуатаційних теплоприпливів зводимо до таблиці 3.9

Таблиця 3.9      Розрахунки експлуатаційних теплоприпливів  
до камер холодильника

№ камери	F м <sup>2</sup>	A Вт/м	n чел.	N э кВт	коэф	K Вт/м	q 1 кВт	q 2 кВт	q 3 кВт	q 4 кВт	Q 4 кВт
Кам.1	72	2,3	2	2	0,35	12	0,17	0,7	2	0,86	3,73
Кам.2	72	2,3	2	2	0,35	12	0,17	0,7	2	0,86	3,73
Кам.3	72	2,3	2	2	0,35	9,6	0,17	0,7	2	0,69	3,56
Кам.4	72	2,3	2	2	0,35	9,6	0,17	0,7	2	0,69	3,56

### 3.7 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер

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

При визначенні нагрзуки на компресор деякі теплоприпливи розраховуються не повністю , а частково в залежності від технологічного призначення холодильника.

Для даного холодильника:

$$Q_{1\text{км}}=0,9Q_{1\text{об}}; \quad (3.24)$$

$$Q_{2\text{км}}=0,6Q_{2\text{об}}; \quad (3.25)$$

$$Q_{4\text{км}}=0,75Q_{4\text{об}}; \quad (3.26)$$

Таблиця 3.10 Розрахунок теплового навантаження на компресор та обладнання камер

№ камери	Q 1		Q 2		Q 4		Q об	Q км
	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км		
	100%	100%	100%	60%	100%	75%		
t= - 8 С								
Кам. 1	2,016	2,016	3	1,8	3,73	2,80	8,746	6,61
Кам.2	1,917	1,917	3,2	1,92	3,73	2,80	8,847	6,63
								13,25
t=-28 С								
Кам.3	2,647	2,647	2,80	3,56	1,56	1,17	7,007	7,377
Кам.4	2,452	2,452	2,80	3,56	1,56	1,17	6,812	7,182
								14,56

**Визначаємо холодопродуктивність компресорів, за формулою**

$$Q_o = \frac{\sum Q_{\text{км}} * k}{b}, \text{кВт} \quad (3.27)$$

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

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

b - коефіцієнт робочого часу;

$$Q_o = \frac{13,25 * 1,05}{0,8} = 17,39 \text{кВт}$$

$$Q_o = \frac{14,56 * 1,065}{0,8} = 19,38 \text{кВт}$$

					МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

Температура кипіння при безпосередньому охолодженні:

$$t_o = t_0 - (10 \div 15)^\circ\text{C} \quad (3.28)$$

$$t_{o1} = -18 - 10 = -28 \text{ C}$$

$$t_{o2} = +2 - 10 = -8 \text{ C}$$

Температура води яка подається на конденсатор:

$$t_{в1} = t_{м.т.} + (2 - 5)^\circ\text{C} \quad (3.29)$$

$$t_{в1} = 25,55 + 305 = 29 \text{ C}$$

Температура води яка виходить з конденсатора:

$$t_{вд2} = t_{вд1} + (3 \div 5) = 29 + 3 = 32^\circ\text{C}; \quad (3.30)$$

Температура конденсації :

$$t_k = t_{вд2} + (2 \div 4) = 32 + 3 = 35 \text{ }^\circ\text{C}; \quad (3.31)$$

Температура всмоктування холодильного агенту:

$$t_{вс} = t_o + (15 \div 20)^\circ\text{C}; \quad (3.32)$$

$$t_{вс1} = -28 + 20 = -8 \text{ C}$$

$$t_{вс2} = -8 + 20 = 12 \text{ C}$$

Значення температури рідкого фреону після РТО находимо із рівняння теплового балансу регенеративного теплообмінника

Для  $t_{o1} = -28 \text{ C}$

$$i_3 = i_{3'} - (i_1 - i_{1'}) = 249 - (399 - 386) = 236 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Для  $t_{o2} = -8 \text{ C}$

$$i_3 = i_{3'} - (i_1 - i_{1'}) = 249 - (412 - 399) = 236 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

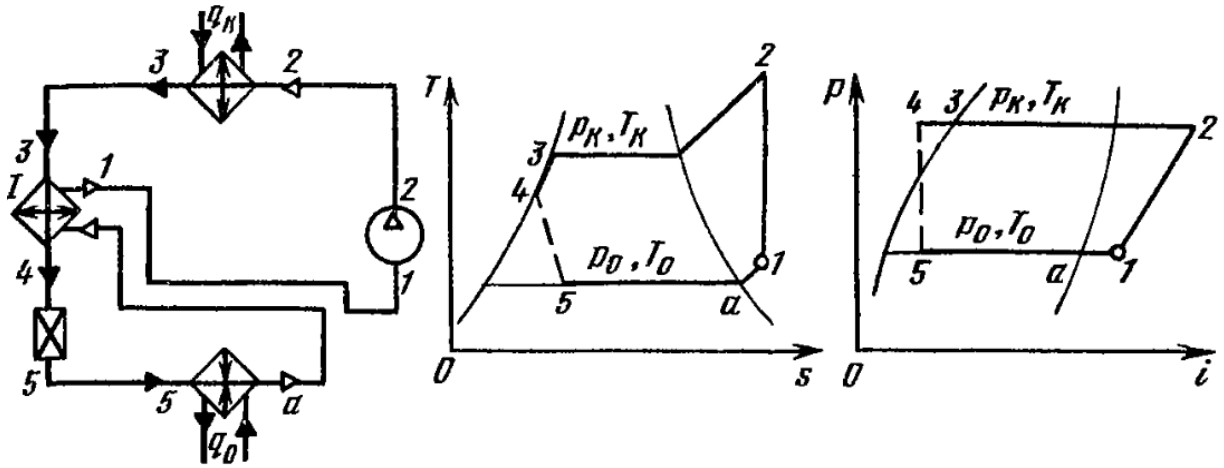
### 3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок

Таблиця 3.11

Режим	$P_0$ бар	$P_k$ бар	$P_k$ $P_0$	Вибір схеми
$t_0 = -8 \text{ }^\circ\text{C}$	2,434	8,868	3,64	одноступінчате стиснення
$t = -28 \text{ }^\circ\text{C}$	0,930	8,868	9,535	одноступінчате стснення

					МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зображення циклів одноступінчастого стиску в діаграмі  $\lg p - h$



Мал.. 3.1 схема і цикл холодильної установки

Таблиця 3.12

№ крапки	Температур а  ° С	Тиск,  бар	Ентальпія  кДж/ кг	Питомий об'єм  м³/кг
1/	-8	2,164	393	
1/	-3	2,164	397	
1	12	2,164	410	0,100
2	58,64	8,868	442	
3/	35	8,868	249	
3	27	8,868	236	
4	-8	2,164	236	

Таблиця 3.13

№ крапки	Температур а, ° С	Тиск, МПа	Ентальпія, кДж/ кг	Питомий об'єм ,м³/кг
1//	-28	0,093	380	
1/	-20	0,093	388	
1	-8	0,093	397	0,224
2	64,1	0,8868	448	0,027
3/	35	0,8868	249	
3	27	0,8868	236	
4	-28	0,093	236	

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-------	------	----------	--------	------

### 3.10 Тепловий розрахунок і підбор компресора

Розрахунок одноступінчастого компресора.

Визначаємо холодопродуктивність (у кДж) 1 кг холодоагенту

$$q_o = i_{1''} - i_4 \quad (3.33)$$

Розраховуємо масову витрату пари - масову подачу компресора

(у кг/с)

$$M_{mp} = \frac{Q_o}{q_o}, \text{ кг/с} \quad (3.34)$$

Визначаємо об'ємну подачу компресора (у м<sup>3</sup>/с)

$$Vq = M_{mp} v_1 \quad (3.35)$$

де  $v_1$  - питомий об'єм усмоктуваної пари, м<sup>3</sup>/кг

Визначаємо необхідну теоретичну об'ємну продуктивність компресора (у м<sup>3</sup>/с)

$$V = \frac{Vq}{\lambda} \quad (3.36)$$

де  $\lambda$  - коефіцієнт подачі компресора, обумовлений залежно від відношення тисків  $P_k / P_o$

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{\omega} \quad (3.37)$$

$$\lambda_i = \frac{P_o - \Delta p_{вс}}{P_o} - c * \left( \frac{P_k + \Delta p_n}{P_o} - \frac{P_o - \Delta p_{вс}}{P_o} \right) \quad (3.38)$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{T_o}{T_k} \quad (3.39)$$

Дійсна масова витрата х/а компресорі

$$\Sigma M_{км} = \frac{\lambda * \Sigma V_{км}}{v_1} \quad (3.40)$$

Сумарна холодопродуктивність

$$\Sigma Q_o = \Sigma M * q_o \quad (3.41)$$

Визначаємо дійсну (адіабатну) потужність компресора (у кВт)

$$N_T = \Sigma M_{мк} * (i_2 - i_1) \quad (3.42)$$

Визначаємо індикаторну потужність, витрачену на стиск пару, (у к Вт)

$$N_i = \frac{N_T}{\eta_i} \quad (3.43)$$

де  $\eta_i$  - індикаторний КПД

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо ефективну потужність на валу компресора (кВт)

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_{\text{мех}}} \quad (3.44)$$

де  $\eta_{\text{мех}}$  - механічний КПД компресора

Визначаємо електричну потужність, споживану електродвигуном компресора з мережі

$$N_{\text{эл}} = \frac{N_e}{\eta_{\text{ел}}} \quad (3.45)$$

де  $\eta_{\text{ел}}$  - КПД електродвигуна компресора

Визначаємо тепловий потік ( у кВт) у конденсатор :

$$Q = Q_o + N_i$$

Всі розрахунки зводимо в таблицю

Таблиця 3.14

режим t =	q <sub>o</sub> кДж/кг	Q <sub>o</sub> кВт	M <sub>T</sub> кг/с	V <sub>D</sub> м/с	V <sub>T</sub> м/с	λ	Марка КМ	кол. шт.	ΣV <sub>км</sub> м/с	ΣM <sub>км</sub>	ΣQ <sub>км</sub>	N <sub>T</sub> кВт	N <sub>i</sub> кВт	N <sub>e</sub> кВт	N <sub>эл</sub> кВт	Q <sub>кд</sub> кВт
-8	174	17,5	0,100	0,010	0,012	0,83	4PES- 10,2Y	2	0,013	0,109	18,9	3,48	4,64	5,65	6,65	23,5

По V<sub>T</sub>= 0,012 м<sup>3</sup>/сек підбираємо один одноступінчатий компресор марки 4PES-10,2Y фірми BITZER з V<sub>T</sub>= 0,01309м<sup>3</sup>/с.

Исходные данные		Результаты расчета	
Хладагент	R134a	Тип компрессора	4T-8.2Y   4P-10.2Y
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"	Холодопроизвод-сть	15.96 kW   19.03 kW
<input checked="" type="radio"/> Холодопроизвод-сть	17 kW	Холодопроизвод-сть*	15.12 kW   18.03 kW
<input type="radio"/> Тип компрессора		Произв-сть испарителя	15.96 kW   19.03 kW
Испарение	-8 °C	Потребл. мощность	4.86 kW   5.80 kW
Конденсация	35 °C	Ток (400V)	8.70 A   10.76 A
Темп. жидкости	27 °C	Пр-сть конденсации	21.1 kW   25.2 kW
Темп. всасываемых паров	12 °C	СОР/КПД	3.28   3.28
Режим эксплуатации	Auto	СОР/КПД *	3.11   3.11
Энергоснабжение	Standard 50Hz	Массов. расход	333 kg/h   397 kg/h
Полезный перегрев	100%	Режим эксплуатации	Standard   Standard
Регулятор производ-сти	100%		

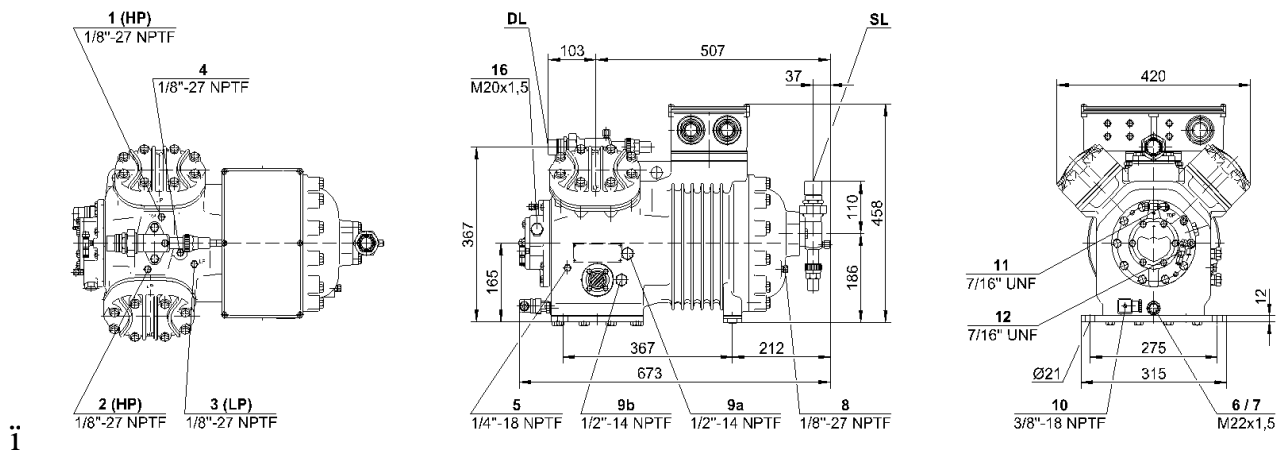
Мал.. 3.2 Добір компресора

Таблиця 3.15 Технічна характеристика компресорів

Показники	4PES-10,2Y
Холодопродуктивність, кВт	19,03
Витрачена потужність, кВт	5,8
Теоретична об'ємна продуктивність	47,14

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Показники	4PES-10,2Y
КМ, м <sup>3</sup> /г	
Кількість циліндрів	4
Потужність ел. двигуна, кВт	6,7
Діаметр циліндра на хід поршня, мм	55 x 57
Частота обертання, м <sup>-1</sup>	1450
Марка масла	Все 55 option
Заправка масла, дм. куб.	2,0
SOP	3,73
Габаритні розміри, мм	
Довжина	507
Ширина	420
Висота	458



Мал.. 3.3 Габаритні розміри компресора

Таблиця 3.16

режим	q <sub>0</sub>	Q <sub>0</sub>	M <sub>T</sub>	V <sub>d</sub>	V <sub>T</sub>	λ	Марка	кол	ΣV <sub>кМ</sub>	ΣM <sub>кМ</sub>	ΣQ <sub>кМ</sub>	N T	N i	N e	N эл	Q кд
t =	кДж/кг	кВт	кг/с	м/с	м/с		КМ	шт.	м/с	МкМ	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт
-28	157	19,4	0,123	0,028	0,043	0,65	6F-40,2	1	0,042	0,122	19,2	6,23	8,31	9,77	11,23	27,5
							Y									

Расчитать	Печать	Сохранить	Пределы	Техн. данные	Таблицы	Пом.
Исходные данные						
Хладагент	R134a					
Темп., используемая в расчете	Темп. "точки росы"					
<input type="radio"/> Холодопроизвод-сть	kW					
<input checked="" type="radio"/> Тип компресора	6F-40,2Y					
<input type="checkbox"/> Вкл. предыдущие типы						
Испарение	-28 °C					
Конденсация	35 °C					
Темп. жидкости	27 °C					
Темп. всасываемых паров	-8 °C					
Режим эксплуатации	Auto					
Энергоснабжение	380..420V PW-3-50H					
Полезный перегрев	100%					
Регулятор производ-сти	100%					
Результаты расчета						
Тип компресора	6F-40,2Y					
Холодопроизвод-сть	18.81 kW					
Холодопроизвод-сть*	18.56 kW					
Произв-сть испарителя	18.81 kW					
Потребл. мощность	10.29 kW					
Ток (400V)	31.4 A					
Пр-сть конденсации	27.7 kW					
SOP/КПД	1.83					
SOP/КПД *	1.80					
Массов. расход	426 kg/h					
Режим эксплуатации	Standard					

Мал.. 3.4 Добір компресора

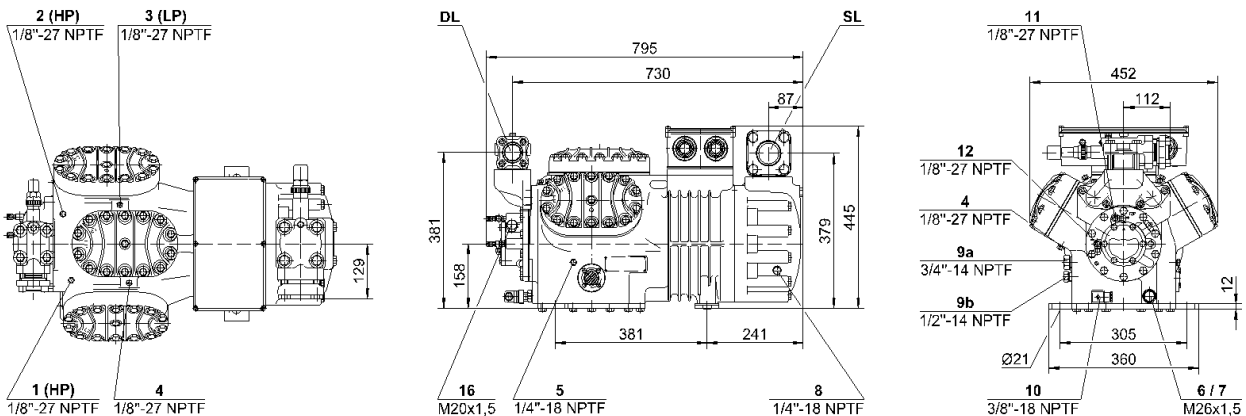
									Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

MX 55. 005. 003 ДП ПЗ

По  $V_T = 0,043 \text{ м}^3/\text{сек}$  підбираємо один одноступінчастий компресора марки 6F-40,2Y фірми BITZER з  $\Sigma V_T = 0,0421 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Таблиця 3.17 Технічна характеристика компресорів

Показники	6F-40.2Y
Холодопродуктивність, кВт	18.81
Витрачена потужність, кВт	10,29
Теоретична об'ємна продуктивність КМ, $\text{м}^3/\text{г}$	151.6
Кількість циліндрів	6
Потужність ел. двигуна, кВт	13,6
Діаметр циліндра на хід поршня, мм	82 x 55
Частота обертання, $\text{м}^{-1}$	1450
Марка масла	Bse 55 option
Заправка масла, дм. куб.	4.75
СОР	1,83
Вага, кг	239
Габаритні розміри, мм	
Довжина	795
Ширина	452
Висота	445



Мал.. 3.5 Габаритні розміри компресора

### 3.11 Розрахунок і підбор конденсаторів

Розрахунок конденсатора для хладонової холодильної машини

Теплове навантаження  $27,5 + 23,5 = 51 \text{ кВт}$

Температура води на вході в конденсатор  $t_{B1} = 29 \text{ }^\circ\text{C}$

Температура води на виході з конденсатора  $t_{B2} = 32 \text{ }^\circ\text{C}$

									Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	MX 55. 005. 003 ДП ПЗ				

Температура конденсації холодильного агента  $t_k = 35 \text{ }^\circ\text{C}$

Визначаємо середню логарифмічну різницю температур в апараті,  $^\circ\text{C}$

$$\Theta_m = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{2,31g \frac{t_k - t_{w1}}{t_k - t_{w2}}}; \quad (3.46)$$

де  $t_{w1}, t_{w2}$  - температура води на вході й виході із КД,  $^\circ\text{C}$

$t_k$  - температура конденсації холодоагенту,  $^\circ\text{C}$

$$\theta_m = \frac{t_{e2} - t_{e1}}{2,31g \frac{t_k - t_{e1}}{t_k - t_{e2}}} = \frac{32 - 29}{2,31g \frac{35 - 29}{35 - 32}} = 4,33\text{C}$$

Визначаємо тип конденсатора й основних розмірів, що характеризують поверхню теплообміну. Приймаємо: конденсатор кожухотрубний, горизонтальний, у міжтрубному просторі R-134, у трубах - вода.

Необхідна площа теплообмінної поверхні конденсаторів ( $\text{m}^2$ )

$$F = \frac{Q_{\text{КД}}}{k * \theta} \quad (3.47)$$

де  $Q_{\text{КД}}$  - дійсний тепловий потік у КД, кВт

$k$  - загальний коефіцієнт теплопередачі,  $\text{kВт}/\text{m}^2\text{K}$

$\theta$  - середній температурний напір,  $^\circ\text{C}$

$Q_{\text{КД}}$	$k$	$\theta$	$F$
51	1,2	4,33	9,82

$$F = \frac{51}{1,2 \cdot 4,33} = 9,82\text{m}^2$$

Приймаємо до установок один конденсатор фірми BITZER марки K813H

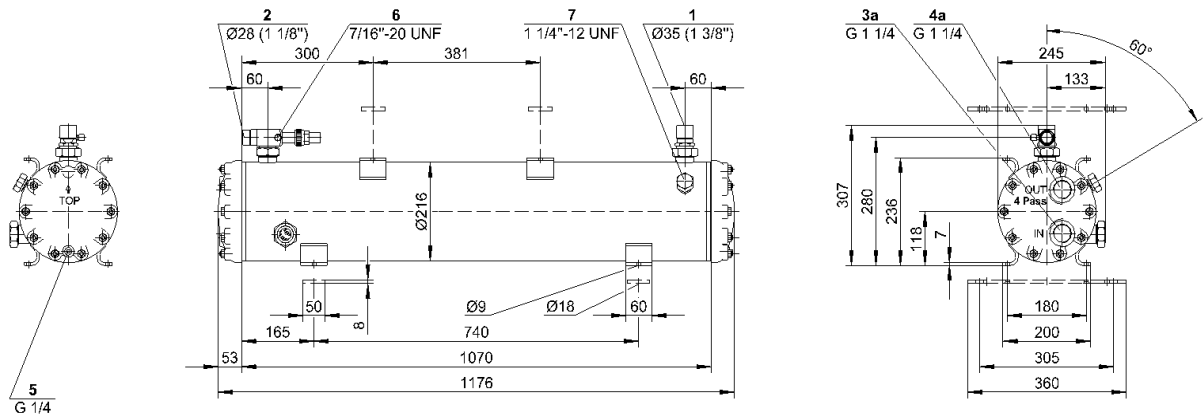
Мал.3.6 Добір конденсатора

Таблиця 3.18 Технічна характеристика конденсатора

									Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

MX 55. 005. 003 ДП ПЗ

Марка	Габаритні розміри			Теплове навантаження, кВт	Об'ємна витрата, м <sup>3</sup> /г	Швидкість потоку, м/с	Вага, кг
	Ширина, мм	Висота, мм	Діаметр, мм				
К813Н	1176	307	216	50,8	15,36	1,69	65



Мал. 3.7 габаритні розміри конденсатора

Об'ємна витрата охолодної води

$$V_{\text{вод}} = \frac{\sum Q_{\text{КД}}}{c_{\text{в}} * \rho_{\text{в}} * \Delta t}, \quad \text{м/с} \quad (3.48)$$

де  $c_{\text{в}}$  - питома теплоємність води,  $c = 4,19$  кДж/кгК

$\rho_{\text{в}}$  - щільність води,  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>

$\Delta t$ - підігрів води в конденсаторі, °С

$Q_{\text{КД}}$	$c_{\text{в}}$	$\rho_{\text{в}}$	$\Delta t$	$V_{\text{вод}}$
51	4,19	1000	3	0,0041

м<sup>3</sup>/с=4,1 л/с

$$V_{\text{вод}} = \frac{51}{4,19 \cdot 1000 \cdot 3} = 0,0041 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Приймаємо до установки один водяний насос К 20/18 з подачею 4,5 л/с, плюс один резервний

Таблиця 3.19 Технічна характеристика воляних насосів

									Арк.
МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ									
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Відцентровий насос	Подача л/с	Повний напір м	К К Д	Потужність електродвигуна , кВт
K8/18	4,5	20,0	66	1,5

### 3.12 Розрахунок і підбір камерного встаткування

Необхідна площа теплообмінної поверхні повітроохолоджувачів

$$F_{об} = \frac{Q_{об}}{k * \theta} \quad (3.49)$$

де  $Q_{про}$  - теплове навантаження на камерне встаткування, рівна сумі теплоприпливів у дану камеру, Вт

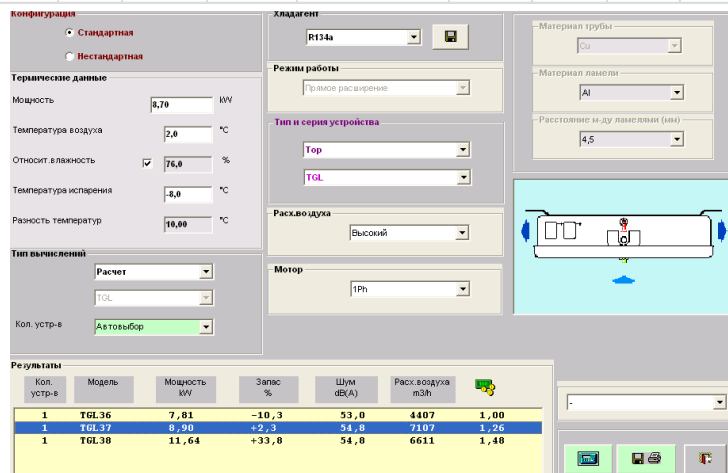
$k$  - розрахунковий коефіцієнт теплопередачі камерного встаткування, Вт/м<sup>2</sup>К

$\theta$  - розрахункова різниця температур між повітрям і холодоагентом ,°С

Всі розрахунки ведемо в табличній формі

Таблиця 3.20

№ камеры	Q об Вт	t <sub>o</sub> 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	8546	-8	10	17	50,27	TGL - 37	0,95	1	52,9	52,9	0,0067	0,0067
2	8647	-8	10	17	50,86	TGL - 37	0,96	1	52,9	52,9	0,0067	0,0067
3	6807	-28	10	13	52,36	TGL - 37	0,99	1	52,9	52,9	0,0067	0,0067
4	6612	-28	10	13	50,86	TGL - 37	0,96	1	52,9	52,9	0,0067	0,0067
												0,0268



Мал.. 3.8 добір повітроохолоджувача

Таблиця 3.21 Технічна характеристика повітроохолоджувачів

									Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	MX 55. 005. 003 ДП ПЗ				

Марка повітроохолоджувача	Площа теплообмінної поверхні	Холодопродуктивність	Вага повітроохолоджувача,	Висота, мм	Ширина, мм	Довжина, мм	Потужність Вентилятор а,Вт	Кількість вентиляторі	Місткість по фреону, м <sup>3</sup>
TGL-37	52,9	8,9	71	2 9 2	9 8 0	255 0	480	3	0,0067

Тип обладнання	Тор	
<b>Модель</b>	<b>1 x TGL37 - - S4P</b>	
<b>Требувемая мощность</b>	<b>8,70</b>	<b>kW</b>
<b>Запас</b>	<b>2,3</b>	<b>%</b>
Рассчитанная нагрузка	8,90	kW
Производительность по сухому теплу	7,65	kW
Электродвигатель	1Ph	
Режим работы	Прямое расширение	
Длина	2550	mm
Высота	292	mm
Глубина	980	mm
Стандартный вес	71	kg
<b>Тип расчета</b>	<b>Расчет / СТАНДАРТНЫЙ</b>	
<b>Тепловые данные</b>		
Хладагент	R134a	
Температура воздуха Вх/Вых	2,0 / -0,9	°C
Относительная влажность	75,0	%
Температура испарения	-8,0	°C
Разность температур	10,00	°C
<b>Данные вентилятора (для 1 шт.)</b>		
Расх. воздуха: Высокий	7107	m <sup>3</sup> /h
Струя воздуха	16,0	m
Кол-во вентиляторов	3	-
Диаметр вентилятора	350	mm
Скорость вращения	1400	1/min
Общий шум (5 m)	54,8	dB(A)
Потребление энергии	480	W
Напряжение	230	V
Ток	2,10	A
<b>Данные теплообменника</b>		
Материал трубы	Cu	
Материал ламели	Al	
Расстояние м-ду ламелями	4,5	mm
Поверхность	52,9	m <sup>2</sup>
Внутр. объем	6,7	dm <sup>3</sup>
Патрубки (Вх - Вых)	1/2" SAE - 28 mm	
	Та же сторона	

Мал. 3.9 Технічні характеристики повітроохолоджувача,  $t_0 = -8, ^\circ\text{C}$

									Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	MX 55. 005. 003 ДП ПЗ				

Тип оборудования	Тор	
<b>Модель</b>	<b>1 x TGL37 - - S4P</b>	
<b>Требуемая мощность</b>	<b>6,80</b>	<b>kW</b>
<b>Запас</b>	<b>6,5</b>	<b>%</b>
Расчетная нагрузка	7,24	kW
Производительность по сухому теплу	7,18	kW
Электродвигатель	1Ph	
Режим работы	Прямое расширение	
Длина	2550	mm
Высота	292	mm
Глубина	980	mm
Стандартный вес	71	kg
<b>Тип расчета</b>	<b>Расчет / СТАНДАРТНЫЙ</b>	
<b>Тепловые данные</b>		
Хладагент	R134a	
Температура воздуха Вх/Вых	-18,0 / -20,6	°C
Относительная влажность	76,0	%
Температура испарения	-28,0	°C
Разность температур	10,00	°C
<b>Данные вентилятора (для 1 шт.)</b>		
Расх. воздуха: Высокий	7114	m3/h
Струя воздуха	16,0	m
Кол-во вентиляторов	3	-
Диаметр вентилятора	350	mm
Скорость вращения	1400	1/min
Общий шум (5 m)	54,8	dB(A)
Потребление энергии	480	W
Напряжение	230	V
Ток	2,10	A
<b>Данные теплообменника</b>		
Материал трубы	Cu	
Материал ламели	Al	
Расстояние м-ду ламелями	4,5	mm
Поверхность	52,9	m2
Внутр. объем	6,7	dm3
Патрубки (Вх - Вых)	1/2" SAE - 28 mm	
	Та же стойона	

Мал. 3.9 Технічні характеристики повітроохолоджувача,  $t_o = -28, ^\circ\text{C}$

### 3.13 Розрахунок і підбір допоміжного устаткування

#### Лінійний ресивер

$$V_{лр} = \frac{0.6 * V_{исп}}{0.5} * 1,2 = 1,44 * V_{исп} \quad (3.50)$$

де  $V_{вип}$  - місткість випарної системи,  $\text{м}^3$   
 1,44 - коефіцієнт, що враховує норму заповнення лінійного ресивера при нижній подачі х/а

$\Sigma V_{в/о}$	$V_{лр}$
0,0268	0,039

$$V_{исп} = \Sigma V_{в/о}$$

Підбираємо лінійний ресивер місткістю  $0,04 \text{ м}^3$ , що входить до складу фреонової машини.

#### Теплообмінники

Теплообмінники підбираються по площі теплообмінної поверхні змішувика

$$F_{m.o.} = \frac{Q_{m.o.}}{k \cdot \theta} \quad (3.51)$$

									Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

MX 55. 005. 003 ДП ПЗ

Теплове навантаження на теплообмінник, кВт( для камери №1,2)

$$Q_{T.O.} = m \cdot (h_3 - h_{3'}) = m \cdot (h_{1'} - h_1) \quad (3.52)$$

Теплове навантаження на теплообмінник, кВт ( для камери №3,4)

Підбираємо теплообмінник марки **SLHE 3** ( для камери №3,4)

$$Q_{T.O._{10-28}} = 0,122 * (249 - 236) = 0,122 * (399 - 386) = 1,586 \text{ кВт}$$

$$F_{m.o.} = \frac{1,586 \times 10^3}{280 \cdot 45} = 0,125 \text{ м}^2$$

$$Q_{T.O._{10=-8}} = 0,109 * (249 - 236) = 0,109 * (412 - 399) = 1,417 \text{ кВт}$$

$$F_{m.o.} = \frac{1,417 \times 10^3}{280 \cdot 26,5} = 0,190 \text{ м}^2$$

Підбираємо теплообмінник марки **SLHE 2** ( для камери №1,2)

Таблиця 3.22 Технічна характеристика теплообмінників

	SLHE 2	SLHE 3
Номінальна потужність, кВт	1,47	2,21
Діаметр патрубків, дюйм		
Рідини	3/8	1/2
Пари	1 1/2	1 1/8
Габаритні розміри, мм		
Довжина	381	381
Ширина	41	41
Об'єм , л	0,06	0,06

### 3.14 Розрахунок і підбор градирні

Градирню вибираємо по необхідній площі поперечного перетину, що визначаємо по формулі:

$$F = \frac{Q_{ep}}{q} \quad (3.53)$$

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $Q_{гр}$  - теплове навантаження на градирню  
 $q$  - питоме теплове навантаження на  $1\text{ м}^2$  поперечного перетину насадки в градирні

$Q$	$q_F$	$F_{пс}$
51	55	0,93

По площі поперечного перетину підбираємо градирню марки ГПВ-40М

Таблиця 3.23 Технічна характеристика градирні

Показник		
Теплова продуктивність ,кВт		46
Площа поперечного перетину , $\text{м}^2/\text{с}$		0,96
Об'ємна витрата циркулюючої води . л/з		2,2
Параметри осьового вентилятора:		800
		15,8
		1,2
Діаметр крильчатки , мм		5
		4
Частота обертання , 1/с		0,30
Потужність кВт		установлена
		споживана
		0,022
		2,50
Габаритні розміри , мм :		
		підстава
		1300*118
		0
		висота
		1780
Місткість резервуара, $\text{м}^3/\text{с}$		298
Витрата свіжої води, л/с		0,044
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{с}$		4,52

					МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

### 4.1 Організація ремонту й монтажу холодильного устаткування

Монтаж холодильного устаткування - це комплекс робіт з його налагодження, пуску та експлуатації.

До початку монтажних робіт проводять організаційно-технічну підготовку, в яку входить: отримання від замовника проектно-технічної документації, розробка і затвердження проекту організації монтажних робіт, отримання від замовника обладнання згідно з проектом. Проектно-технічна документація складається з креслень генерального плану з підземними та наземними комунікаціями, транспортними шляхами, креслень холодильної установки, холодильних камер, трубопроводів і т.д.

Холодильні машини продуктивністю до 50 кВт поставляються заводами-виробниками у вигляді компресорних або компресорно-конденсаторних агрегатів і випарників зі щитами управління та сигналізації в повністю зібраному вигляді. Внутрішні порожнини машин та апаратів після промивки і осушення випробовують на герметичність і заповнюють сухим інертним газом. Постачають агрегати з закритими запірними вентилями і запломбованими штуцерами. Після прибуття устаткування на місце монтажу агрегати встановлюють на фундаменти, вивіряють за рівнем, закріплюють болтами. Навішують і закріплюють охолоджуючі прилади, встановлюють і закріплюють допоміжні апарати, підганяють по місцю і монтують рідинні, газові, допоміжні трубопроводи. Потім встановлюють щити управління і сигналізації, монтують електропривод до компресора, підключають до щитів прилади автоматики. Після закінчення монтажу систему випробовують на щільність надлишковим тиском, вакуумуванням і хладоном. Після випробувань систему заправляють маслом і хладоном. Перед пуском установки проводиться настроювання приладів автоматики на розрахунковий режим. Якщо результати випробувань позитивні, складають акт про передачу холодильної установки в експлуатацію.

Правилами технічної експлуатації холодильних машин; передбачено виконання профілактичних і ремонтних робіт до наступного планового ремонту; для холодильних компресорів і механізмів прийняті поточний, середній і капітальний ремонти.

Експлуатація холодильної установки включає в себе створення і підтримку нормативних температурно-вологісних режимів в охолоджуваних приміщеннях, забезпечення технологічних процесів за умови безпечної та надійної роботи обладнання.

Обслуговування холодильної установки включає в себе наступні операції: пуск, зупинка, регулювання режиму роботи, усунення несправностей у роботі, проведення дрібного поточного ремонту обладнання, спостереження за системою автоматизації,

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ведення обліку роботи холодильної установки.

Особливості експлуатації фреонових установок обумовлені специфічними властивостями фреонів. Якщо компресор фреонової встановлення працює короткочасно, тиск нагнітання і всмоктування низька, то причинами цього є утворення крижаних пробок у ТРВ, недостатня поглинальна здатність осушувача.

У цьому випадку необхідно встановити додатковий осушувальний патрон включити його на 14-16 годин. Якщо при несправних заглушках волога потрапила в випарні батареї, то простим способом її видалення є продувка батареї сухим повітрям, азотом або фреоном. Як поглинач вологи використовується силікагель із зернами розміром 3,6 - 6 мм. Якщо компресор фреонової встановлення працює з короткочасними зупинками, а тиск на високій та низькій стороні нормальне, то допускаються пропуски в клапанах через прокладку головки блоку або допускаються значні перевищення теплопритоків. Часто при експлуатації холодильних установок має місце повна або часткова втрата фреону з системи. У цьому випадку агрегат не включається, тиск нагнітання і всмоктування близько нуля; змієвики випарника не покриваються інеєм. Іноді спостерігається втрата фреону з термобаллона, капілярної трубки. У цьому випадку шляхом налаштування ТРВ не дається збільшити подачу рідкого фреону в випарну систему. Необхідно відремонтувати силову частину і замінити капілярну трубку.

Коли прохідний перетин рідинного змієвика теплообмінника зменшено при виготовленні або забруднено настільки, що не вдається домогтися необхідної холодопродуктивності, а компресор сильно розігрівається через пониження тиску кипіння, потрібно довести прохідний перетин змієвика до нормативного.

На проектованому холодильнику передбачається примусова циркуляція повітря через випарник. При порушення нормальної роботи вентилятора може різко погіршитися теплопередача від повітря до випарника і температура в холодильній камері збільшиться. У цьому випадку рідкий фреон в випарнику майже не випаровується, він може потрапити в циліндр компресора і викликати гідравлічний удар.

Вологий хід компресора може мати місце, коли ТРВ сильно відкритий внаслідок неправильного положення клапана на сідлі. При цьому стінки компресора покриваються інеєм, тиск всмоктування підвищується, а тиск нагнітання залишається постійним.

Поточний ремонт передбачає мінімальний обсяг робіт і пов'язаний із заміною або відновленням швидкозношуваних деталей. Проводиться зазвичай один раз в 1,5 - 2 роки. До категорії поточного ремонту відносять профілактичний ремонт, що включає технічний догляд, перебирання механізмів, устаткування, заміну зношених частин запасними.

					МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середній ремонт полягає у відновленні його експлуатаційних характеристик шляхом ремонту або заміни зношених деталей з обов'язковою перевіркою технічного стану інших складових частин і усуненням виявлених несправностей.

Капітальний ремонт передбачає повне відновлення його надійності шляхом розбирання, дефектації, заміни або ремонту всіх складових частин, комплексної перевірки, регулювання та випробування об'єкта. Його виконують один раз на 5-6 років.

Середній та капітальний ремонти об'єкта можна виконати тільки з залученням спеціалізованих організацій.

### 4.3 Автоматизація холодильної установки

Для ефективної роботи холодильної установки необхідно підтримувати в заданих межах чи змінювати значення одного чи водночас декількох параметрів. Під автоматизацією розуміють комплекс технічних заходів, частково чи повністю виключаючи участь обслуговуючого персоналу в експлуатації холодильної установки.

Розрізняють частково і повністю автоматизовані холодильні установки. Автоматизована холодильна установка - установка, що складається з окремих агрегатів для виробництва та розподілу холоду, укомплектованих контрольно-вимірювальними та автоматичними приладами.

Автоматизовані холодильні установки не вимагають постійного обслуговування, але за ними необхідний технічний нагляд з періодичною перевіркою дії приладів автоматики і відповідного їх налаштуванню.

Автоматизовані холодильні установки малої і середньої продуктивності на підприємствах торгівлі знаходяться у веденні головного механіка підприємства або інженера по устаткуванню відповідного торгового об'єднання. Технічне обслуговування цих установок здійснюють спеціалізовані виробничі підприємства по холодильному (або торговому) устаткуванню на підставі господарських договорів. Лінійні механіки або слюсарі цих підприємств за встановленим графіком відвідують закріплені за ними холодильні установки для виконання робіт технічного обслуговування. Вони несуть відповідальність за справність дії холодильних установок і у своїй роботі керуються також відомчими інструкціями. Експлуатація автоматизованих холодильних установок обходиться дешевше, оскільки відпадає необхідність в частині обслуговуючого персоналу, зайнятого ручними операціями попуску, регулювання та зупинку холодильного обладнання, візуальному спостереженню за роботою машин і апаратів.

В автоматизованих холодильних установках згідно з правилами техніки безпеки на нагнітальному трубопроводі кожного компресора повинен бути встановлений зворотний клапан, що запобігає можливість руху зворотного потоку

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

холодильного агента з конденсатора у разі зупинки або аварії компресора. Крім клапанів, встановлених на нагнітальному трубопроводі кожного компресора, перед конденсатором встановлюють загальний зворотний клапан.

На таких холодильних установках основним завданням обслуговуючого персоналу є спостереження за правильною роботою приладів і пристроїв у системі автоматики. При зупинці компресора приладом захисту на пульті компресора або на щиті автоматики загориться сигнал, який вказує яким приладом захисту проведена зупинка компресора. Наступний пуск компресора після зупинки його приладом захисту можливий тільки вручну обслуговуючим персоналом і лише після усунення причини, внаслідок якої сталась зупинка. На автоматизованих установках є прилади, що дозволяють обслуговуючому персоналу дистанційно вимірювати температуру в охолоджуваніх приміщеннях і апаратах. При виявленні відхилень від заданого режиму вживаються відповідні заходи.

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### Закінчення таблиці 5.1

Витрати на монтаж 20%	54692
Разом вартість обладнання (Воб)	369171

Тоді сума капітальних вкладень по проекту складає:

$$KB_{хол} = 486\ 000 + 369\ 171 = 855\ 171 \text{ грн.}$$

### 5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо сумарний виробіток холоду за рік в стандартних умовах:

$$Q_{0cm} = \sum Q_0 * k * k_n * t \quad (5.3)$$

де  $\sum Q_0$  – сумарна холодопродуктивність компресорів в робочих умовах, кВт;

$k$  – коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах;

$n$  - кількість компресорів даного типу, од.

$k_n$  - коефіцієнт переведення роботи компресора з робочих умов в стандартні

$t$  - час роботи компресора за рік, секунд;

$$Q_{0cm} = ((19,03 * 1,1 * 0,76 * 1) + (18,81 * 1,15 * 1 * 1,5 * 1)) * 19\ 440\ 000 = 0,94 * 10^9 \text{ кДж}$$

### 5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

До експлуатаційних (поточних) витрат відносяться витрати на:

- допоміжні матеріали;
- електроенергію;
- воду;
- заробітну плату виробничих робочих;
- амортизацію холодильного обладнання і будівлі;
- поточний ремонт обладнання і будівлі;
- інші.

#### 5.3.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів відносяться:

- а) холодоагент;
- б) змащувальні матеріали.

Розрахунок вартості річної потреби холодоагенту:

$$B_{ха} = G_{ха} * Ц_{ха} \quad (5.4)$$

де  $G_{ха}$  - річне поповнення системи холодоагентом, т;

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$C_{xa}$  - ціна холодильного агенту за 1т, грн.

Річна потреба холодильного агенту при ремонті

$$G_{xa} = (g_{x.a.} * \sum Q_0 * k') / 1000 \quad (5.5)$$

де  $k'$  - коефіцієнт, який враховує втрати холодильного агенту при ремонтних роботах;

$g_{x.a.}$  - норма витрат холодоагенту, кг/1кВт

$$G_{xa} = (0,5 * 37,84 * 1,2) / 1000 = 22,7 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 22,7 * 450 = 10\ 217 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості річної потреби змащувальних матеріалів:

$$B_M = G_M * C_M \quad (5.6)$$

де  $C_M$  - вартість 1т змащувальних матеріалів, грн./кг

$G_M$  - річна потреба змащувальних матеріалів, кг

$$G_M = g_m * n * R * k' \quad (5.7)$$

де  $g_m$  - норма витрат мастила на 1 компресор, кг;

$n$  - кількість компресорів;

$R$  - кількість разів заміни масла на рік;

$k'$  - коефіцієнт, який враховує втрати мастила при ремонтних роботах

$$G_M = 3,0 * 2 * 2 * 1,2 = 14,4 \text{ кг}$$

$$B_M = 14,4 * 300 = 4320 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 Допоміжні матеріали

№ з/п	Стаття витрат	Витрати, грн.
1.	Вартість холодоагенту	10 217
2.	Вартість змащувальних матеріалів	4 320
	Разом	14 537
	Витрати на інші допоміжні матеріали ( 5% )	727
	Всього	15 264

5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою:

$$N_{el} = N_{el.дв} * n_{дв} * T * K \quad (5.8)$$

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $N_{ел.дв}$  - номінальна потужність електродвигунів з технічних характеристик, кВт;

$n_{дв}$  – кількість електродвигунів;

$T$  – тривалість роботи при максимальному навантаженні;

$K$  – коефіцієнт використання обладнання

Таблиця 5.3 Розрахунок споживання силової електроенергії

№	Назва обладнання	Кількість одиниць	Потужність, кВт	Тривалість роботи за рік, годин	Коефіцієнт використання обладнання	Загальна потреба в електроенергії, кВт-годину
1	Компресор	1	6,7	5400	0,7	25 326
2	Компресор	1	13,6	5400	0,7	51 408
3	Градирня	1	3	5400	0,7	11 340
4	Повітроохолоджувач	4	0,48	3000	0,7	4 032
5	Насос	2	1,5	5400	0,7	11 340
	Разом					103 446

Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою:

$$B_{ел} = N_{ел} * C_{ел} \quad (5.9)$$

$C_{ел}$  - тариф за 1 кВт-годину електроенергії, грн.;

$$B_{ел} = 103\,446 * 4,3 = 444\,818 \text{ грн.}$$

### 5.3.3 Розрахунок витрат на воду для виробничих цілей

Вартість річного споживання води визначаємо за формулою:

$$B_e = G_e * C_e; \quad (5.10)$$

де  $G_e$  - річне споживання води, м<sup>3</sup>;

$C_e$  - вартість 1м<sup>3</sup> води, грн.;

Річне споживання води:

$$G_e = g_e \cdot \frac{Q_{ост}}{1000} * 0.15; \quad (5.11)$$

де  $g_e$  - норма споживання води на 1000 кДж холоду, м<sup>3</sup>;

0,15 – коефіцієнт, який враховує наявність оборотного водопостачання

									Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ

$$G_B = (0,0048 * 0,94 * 10^9 / 1000) * 0,15 = 676,8 \text{ м}^3$$

$$B_6 = 676,8 * 45 = 30\,458 \text{ грн.}$$

#### 5.3.4 Розрахунок витрат на заробітну плату

Загальний фонд оплати праці визначається як сума основної та додаткової заробітної плати.

Основна заробітна плата визначається за формулою:

$$ЗП_{осн} = ГТС_i * Теф * Кр \quad (5.12)$$

де  $Теф$  - ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік, годин

$Кр$  - кількість робітників, обслуговуючих холодильне обладнання, осіб

$ГТС_i$  - годинна тарифна ставка по відповідному розряду, грн.;

$$ГТС_i = ГТС_{мін} * ТК_i \quad (5.13)$$

де  $ГТС_{мін}$  - мінімальна годинна тарифна ставка, грн.;

$ТК_i$  - тарифний коефіцієнт відповідного розряду

Годинна тарифна ставка працівника VI розряду:

$$ГТС_{VI} = 40,46 * 1,7 = 68,78 \text{ грн.}$$

Основна заробітна плата визначається за формулою:

$$ЗП_{осн} = 68,78 * 440 * 1 = 30\,263,2 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становлять 50 % від основної заробітної плати.

$$ЗП_{дод} = 30\,263,2 * 0,5 = 15\,131,6 \text{ грн.}$$

Нарахування на фонд заробітної плати (єдиний соціальний внесок) 22% від загального річного фонду оплати праці.

					МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.4 Заробітна плата виробничих робочих з нарахуваннями

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1.	Фонд основної заробітної плати	30 263,2
2.	Фонд додаткової заробітної плати	15 131,6
3.	Єдиний соціальний внесок	9 986,9
Всього		55 382

## 5.3.6 Амортизація холодильного обладнання

Витрати на амортизацію розраховують виходячи з вартості обладнання і будівель, з урахуванням встановлених норм амортизації обладнання і будівлі:

$$V_a = V_{об} * N_a / 100\%, \text{ грн.} \quad (5.14)$$

$$V_a = 486\,000 * 5/100 + 369\,171 * 20/100 = 98134 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт обладнання (приймаються в розмірі 10% від суми витрат на амортизацію обладнання).

$$V_{п.р} = 98134 * 0,1 = 9813 \text{ грн.}$$

Інші поточні витрати приймаємо в розмірі 5 % від суми експлуатаційних витрат.

$$V_{ін} = (15\,264 + 444\,818 + 30\,458 + 55\,382 + 98\,134 + 9\,813) * 0,05 = 31\,171 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 Експлуатаційні (поточні) витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	15 264
2	Електроенергія	444 818
3	Вода	30 458
4	Зарплата виробничих робочих	55 382
5	Амортизація холодильного обладнання і будівлі	98 134
6	Витрати на поточний ремонт обладнання і будівлі	9 813
7	Інші поточні витрати	31 171
	Всього	685 039

## 5.3.7 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

$$C_{1000} = V_p * 1000 / Q_{0,ст} \quad (5.15)$$

									Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ				

де  $V_p$  - річні витрати на виробництво холоду, грн.

$$C_{1000} = (685039 * 1000) / (0,94 * 10^9) = 0,73 \text{ грн}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.6.

Таблиця 5.6 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Ємність холодильника	$N$	т	330
2	Холодопродуктивність	$Q$	кВт	37,84
3	Кількість компресорів	$n$	шт	2
4	Кількість обслуговуючого персоналу	$K_p$	осіб	1
5	Капітальні вкладення	$KB$	грн.	855171
6	Експлуатаційні витрати	$V_p$	грн.	685 039
7	Собівартість 1000кДж холоду	$C_{1000}$	грн.	0,73

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

### Вступ

У галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», дія якого поширюється на всі підприємства, установи і організації незалежно від форм власності та видів їх діяльності, на усіх громадян, які працюють на цих підприємствах. Вирішення завдань охорони праці базується на досягненнях ергономіки, наукової організації праці, технічної естетики, гігієни та фізіології праці, психофізіології. Крім того, успіх охорони праці визначається темпами впровадження передової техніки, підвищення рівня механізації і автоматизації виробничих процесів, удосконаленням технології та організації виробництва.

До розгляду в розділі охорона праці взяті питання створення безпечних та здорових умов праці при роботі системи охолодження при торговій мережі ринку.

### 6.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на працівника при розробці даного програмного комплексу

До небезпечних та шкідливих виробничих факторів відносять:

- небезпека враження електричним струмом від електрообладнання установки;
- небезпека від руйнування компресора, детандера, трубопроводів та апаратів від перевищення тиску холодильного агента;
- рухомі частини компресора і детандера;
- підвищена температура поверхонь компресора і апаратів;
- підвищена загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації; – пожежо- і вибухонебезпечність холодильного агенту;
- шкідливість холодильного агенту.

Джерелами небезпеки є частини компресора та детандера, насосу, що обертаються та привід насосу холодильного агенту, нагрівання поверхонь складальних одиниць та комунікацій компресора, електричний струм напругою 220/380 В, частотою 50 Гц., підвищення тиску стиснуваного робочого тіла у компресора вище

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допустимого, негерметичність з'єднань, шум і вібрації, що викликаються роботою р компресорно-детандерного блоку, насосу.

## 6.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища.

Правила будови і безпечної експлуатації холодильних систем (ПБ 09- 595-03) встановлюють вимоги безпеки, спрямовані на усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів пов'язаних: з токсичністю і вибухонебезпечність речовин, які застосовуються в як холодильних агентів; з можливістю руйнування елементів холодильних систем працюючих як під надлишковим тиском, так і при низьких температурах. Відповідність елементів холодильних систем, в частині міцності, герметичності, оснащеності засобами захисту, виготовлення і експлуатація апаратів (судин) холодильних систем, що містять в робочому стані холодильні агенти, повинна здійснюватися відповідно до вимог нормативно-технічної документації до пристрою і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском і вищевказаних Правил.

### Вимоги до приміщення

Експлуатація холодильного обладнання і установок на об'єктах роздрібно торгівлі повинна здійснюватися з дотриманням вимог ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 23833-79 Е, Правил будови і безпечної експлуатації фреонових холодильних установок, керівництва з експлуатації (РЕ) холодильного обладнання заводу-виготовлювача, а також ПТЕ і ПТБ.

Приміщення хладонових установок відносять до категорії невибухонебезпечних. Проте в одному приміщенні з хладоною установкою не допускається розміщувати пристрої з відкритим полум'ям і з температурою поверхні понад 300°C, а також вибухонебезпечне устаткування.

При плануванні виробничих приміщень потрібно враховувати санітарну характеристику виробничих процесів, дотримуватися норм корисної площі та об'єму для працівників, а також норм площі ділянок для розташування обладнання та необхідної ширини проходів та прорізів, що забезпечують компресорів до 0,042 м<sup>3</sup>/с – в відділеннях висотою не менше 2,6 м, безпечну роботу та зручне обслуговування обладнання.

Об'єм виробничого приміщення на кожного робітника повинен бути не менше 15 м<sup>3</sup>, а площа приміщення – 4,5м<sup>2</sup>.

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ

Арк.

Компресори і апарати хладонових холодильних установок розміщують в машинних відділеннях висотою не менше 3,5 м, а при об'ємній подачі компресорів до 0,042 м<sup>3</sup>/с – в відділеннях висотою не менше 2,6 м.

Машинні відділення хладонових установок розташовують на першому поверсі або в підвалі. Двері машинного відділення повинні виходити назовні чи в коридор (вестибюль), відокремлений дверима від інших приміщень, які відчиняються в бік виходу.

Забороняється встановлювати холодильні установки на сходових клітках, під сходами, в коридорах, у вузьких проходах, в запорошених чи вологих приміщеннях.

Над машинними відділеннями холодильних систем не дозволяється розташовувати приміщення з постійними робочими місцями, а також побутові та адміністративні приміщення..

Розміщення обладнання повинно забезпечувати вільні безпечні проходи і доступ до всіх його частин для обслуговування та ремонту: ширина центрального проходу для обслуговування обладнання повинна бути не менше 1,5 м; прохід шириною не менше 1,0 м допускається між виступаючими частинами апаратів, судин, компресорних агрегатів і блокових холодильних машин з електродвигунами потужністю не більше 55 кВт і не менше 1,5 м - з електродвигунами потужністю понад 55 кВт; при розташуванні машинного (апаратного) відділення в приміщенні з внутрішніми колонами відстань від колон до виступаючих частин обладнання допускається 0,7 м.

### **Вентиляція**

Машинні відділення холодильних систем повинні бути обладнані загальнообмінною вентиляцією, що забезпечує відведення газовиділень і надлишкового тепла, з кратністю повітрообміну не менше передбаченої будівельними нормами і правилами. Камери для охолодження і зберігання овочів, фруктів, ягід і зелені повинні бути обладнані механічною припливною вентиляцією, не зв'язаною з іншими системами вентиляції підприємства. Машинні відділення хладонових холодильних установок повинні мати припливну і витяжну вентиляцію, що забезпечує трикратний притік і чотирикратну витяжку. Витяжна вентиляція є одночасно й аварійною

### **Вимоги безпеки**

					MX 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У машинних відділеннях холодильних систем повинні встановлюватися сигналізатори аварійної концентрації парів холодоагенту в повітрі робочої зони. Сигналізатори повинні бути обладнані світловими показчиками стану, виведеними на диспетчерський пункт і розміщеними зовні відділень (над входами) і мати блокування, що забезпечує автоматичне включення аварійної вентиляції при досягненні певної концентрації парів хладагентів. У машинних відділеннях вуглеводневих холодильних установок сигналізатори холодоагенту повинні включати в роботу аварійну вентиляцію і відключати основні джерела електропостачання холодильного обладнання при концентрації холодоагенту 10000 мг / м<sup>3</sup>.

Зовні на стіні біля всіх входів в машинне апаратне відділення встановлюються кнопки ручного аварійного відключення електроживлення і одночасно вони повинні включати в роботу аварійну і загально обмінну витяжну вентиляції, а також світлозвукову сигналізацію. Загальнообмінна і аварійна вентиляції повинні мати ручні пускові пристрої всередині вентильованих приміщень.

Холодильні установки мають бути обладнані пристроями автоматичного захисту від небезпечних режимів роботи. Пуск і робота установки з відключеними або несправними пристроями автоматичного захисту не допускається. Не допускається блокувати або знімати прилади, відключати систему сигналізації.

Охолоджувані приміщення мають бути обладнані сигналізаційним пристроєм "Людина у приміщенні". Вимикач сигналізаційного пристрою повинен бути позначений постійно світним показчиком, розміщеним всередині приміщення у легкодоступному місці поблизу виходу з приміщення. Світловий та звуковий оповіщувач цього пристрою має бути винесений на пост, де є постійна вахта.

Справність автоматичних приладів захисту повинна перевірятись не рідше одного разу на 3 місяці з записом результатів перевірки у вахтовому журналі

Металеві елементи конструкції аміачних і хладонових холодильних установок, охолоджуване устаткування повинні бути заземленими. Всі частини, які рухаються і обертаються (маховики, вали, муфти передачі), повинні мати знімні (легко розбірні) суцільні чи сітчасті огорожі.

## Освітлення

					МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приміщення з постійним перебуванням людей повинні мати природне освітлення. Шибки світлових отворів необхідно очищати від пилу і бруду не менше двох разів на рік, а в приміщеннях з чималим виділенням пилу – в міру забруднення. Для очищення світлових отворів повинні використовуватися спеціальні пристрої (пересувні драбини і т. ін.), що забезпечують зручне і безпечне виконання зазначених робіт. Освітлення, що створюється робочим освітленням в приміщеннях магазинів, повинно бути не менше таких величин (ДБН В.2.5-28:2018).

Штучне освітлення в торгових залах – не менше 400 лк, приміщеннях для підготовки товарів – 200 лк, в коморах – 50 лк; коефіцієнт природного освітлення в торгових залах і приміщеннях для підготовки товарів при боковому освітленні повинен бути 0,4-0,5, при верхньому – 2.

Допускається не передбачати природне освітлення для санітарно-побутових приміщень: умивальні, убиральні, душові, гардеробні, а також приміщення особистої гігієни жінок, ліфтові, холи, коридори, проходи і переходи, машинні відділення ліфтів і приміщення для фреонових установок

Машинні відділення холодильних систем повинні бути обладнані наступними видами електроосвітлення: робочим, аварійним та ремонтним. Ремонтне освітлення повинно мати напругу не більше 12 В. В камерах для охолодження природне освітлення не допускається.

Всі вимоги до виробничого середовища в дипломному проекті передбачені і виконані.

#### **4. 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.

В приміщеннях машинних і апаратних відділень холодильних установок забороняється використовувати нагрівальні прилади з відкритим вогнем, в тому числі електричні рефлектори.

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ

Арк.

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 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, волок ), 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.

Дотримуючись всіх правил техніки безпеки, вживаючи своєчасно заходи пожежної безпеки можна досягти зменшення частоти травматичних випадків і збільшення випуску продукції високої якості, що є головною метою підприємства

					МХ 55. 005. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



