

**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. 006. 000 ДП

**БУРУКОВА МАКСИМА
МИХАЙЛОВИЧА**

**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. 006. 000 ДП

До дипломного проєкту на тему:
Розробка холодильника при торговій мережі супермаркетів
ємністю 120 тон, м. Харків

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

Дипломник _____ (Буруков М.М.)

Керівник проєкту _____ (Беркань Ір.В.)

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: **Бурукова Максима Михайловича**
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок»

Тема дипломного проекту: Розробка холодильника при торговій мережі супермаркетів ємністю 120 тон, м. Харків

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

Вихідні дані для проекту: температура літня 32 °С
відносна вологість повітря літня 62 %

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 ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ**6 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ****Графічна частина**

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

Графік виконання проєкту

Зміст	Термін виконання
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 проєкту	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 проєкту _____(Беркань Ір.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 Розрахунок та вибір обладнання камер.....

2.8 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання.....

МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Буруков				Розробка холодильника при торговій мережі супермаркетів ємністю 120 тон, м. Харків	Лит.	Лист	Листов
Пров.	Беркань							
Н.контр.	Волянська				ВСП «ОТФК ОНТУ», 2022 р.			
УТВ.	Беркань							

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

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 ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

6 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

ВСТУП

Україна – велика аграрна держава. Її сільське господарство – одна з основних галузей матеріального виробництва, що відіграє важливу роль у житті суспільства. Тому відродження українського села і селянства, особливо в післявоєнний час є одним з найважливіших завдань нашої молодії незалежної держави. Розвиток фермерських господарств в системі ринкової економіки неможливо без періодичного використання різноманітних форм залучення кредитів. Вихід сільськогосподарських підприємств з кризи це шлях до формування сучасної ринкової економіки України.

На сучасному етапі життєво важливими сферами застосування техніки низьких температур є постачання населення продовольством безперервний холодильний ланцюг від збору до реалізації; сучасні технології холодильного зберігання; холодогенеруюче й холодоспоживаюче технологічне встаткування;

Темп росту населення в 2000-2050 р. буде дорівнює в середньому 58 млн. чоловік у рік. Приріст населення до 2050 року складе ще 3 млрд. людина, а загальне число жителів Землі досягне 9 млрд. чоловік.

Зараз із вироблених у світі в рік 4,5 млрд. тон продовольства 1,5 млрд. тон вимагають охолодження й близько 40 млн. т перевозяться на далекі відстані різними видами холодильного транспорту. За останні 30 років споживання продовольства зросло на 15% поступово знижується частка людей, що недоїдають, з 25% до 15%.

Перераховані тенденції приведуть до росту масштабів застосування низькотемпературної техніки, а отже, до збільшення матеріальних витрат на її виробництво й експлуатацію. Все це загострить проблеми енергетики й екології.

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

		Буруков			МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Розширяться застосування тепловикористовуючих холодильних систем: сорбційних термотрансформаторів, компресійних машин із приводом від теплових двигунів. Зросте використання природного холоду: зовнішнього повітря, акумульованого льоду, соляних ставків.

Розширяться застосування вторинних теплових ресурсів, нетрадиційних джерел енергії, теплонасосних систем.

Універсальними природними холодоагентами є вуглеводні й аміак, диметилловий ефір. Діоксид вуглецю, повітря й вода можуть вирішувати тільки приватні завдання.

У Західній Європі в малих холодильних машинах, у побутових холодильниках і теплових насосах, уже знаходять застосування вуглеводні холодоагенти: пропан, бутан, ізобутан, обсяг заправлення якими обмежується 5 кг незважаючи на горючість і вибухонебезпечність їхнє застосування забезпечує високу енергетичну ефективність машин. Особливої уваги вимагає розширення застосування аміаку. Він менш небезпечний чим вуглеводні, а його достоїнства як холодоагенту відомі давно. Аміак, що став долею великих промислових установок, повертається в малі холодильні машини.

В 1991 році Україна приєдналася до країн, що підписали Монреальський Протокол, що регламентує строки виробництва й застосування небезпечних для озонового шару Землі хлор фтор вуглеводнів і гідро хлор фтор вуглеводнів. Учені всього миру зайняті розробкою й вивченням нових озоно- безпечних фреонів, а також умовами поширення природних робочих речовин.

В даному дипломному проекті в якості холодильного агента вибраний озонобезпечний R134a.

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані

1. Місце передбачуваного будівництва.

Таблиця 1.1. Характеристика місця передбачуваного будівництва

Місто	Географічна широта, град.	Розрахункова температура, °С			Відносна воложн., %	
		середньо-річна	літня	зимова	літня	зимова
Харків	46,5	6,9	32	-23	62	86

2. Холодильник при торговій мережі супермаркетів

3. Ємність зберігання – 120 тон

4. Для холодильних камер приймаємо наступний температурний режим:

Камера №1

зберігання охолоджених вантажів $+3^{\circ}\text{C}$; $Q_{\text{обл}} = 4,95 \text{ кВт}$

Камера №2

зберігання морожених вантажів

продуктів

-18°C ; $Q_{\text{обл}} = 5,9 \text{ кВт}$

Камера №3

зберігання морожених вантажів

-18°C ; $Q_{\text{обл}} = 5,8 \text{ кВт}$

Експедиція

$+3^{\circ}\text{C}$; $Q_{\text{обл}} = 4,1 \text{ кВт}$

5. Сумарне навантаження на компресори

для камер зберігання охолоджених вантажів $Q_0 = 8,4 \text{ кВт}$

для камер зберігання морожених вантажів $Q_0 = 10,5 \text{ кВт}$

6. Характеристика вантажу:

зберігання морожених продуктів 60%

зберігання охолоджених продуктів 40%

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Буруков

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

1.2 Технічна характеристика, техніко-економічне обґрунтування об'єкта завдання

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

Холодильники ємкістю до 500 тон проектуєть одноповерховими.

Вибір одноповерхового холодильника цілком себе виправдує. Ці холодильники мають великий фронт вантажних робіт і можливість раціонального використання комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт.

Ширину камер приймаю від 6 м до 18 м при відношенні ширини до довжини не більше 1:3. Ємкість камери повинна бути не менше 50 і не більше 1000 тон. При умовній місткість від 250 до 1000 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 * 6 метрів. Розміри холодильника 12 x 24 метрів, забезпечують широту маневру вантажно-розвантажувальних і транспортних засобів.

Як теплоізоляційний матеріал прийнятий саме загасаючий пінополістирол ПСБ-С, що володіє рядом переваг у порівнянні з іншими теплоізоляційними матеріалами, а саме: вологостійкість, 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 і відправка продукції споживачам здійснюється

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

включенні системи безпосереднього охолодження швидко досягається ефект охолодження.

Статистичні дані й досвід проектування показують, що будівництво холодильника для обслуговування торговельної мережі в місті Харкові буде доцільним і строк окупності буде менше нормативного.

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розрахункові дані

Кількість і місткість камер зберігання холодильника залежить від умовної місткості. При місткості 120 тона:

камери зберігання морожених вантажів складають 75%.

$$E_{мор.} = E_{общ} * 0,75 = 120 * 0,75 = 90t$$

камери зберігання охолоджених вантажів – 25 %

$$E_{охол.} = E_{общ} * 0,4 = 120 * 0,25 = 30t$$

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

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

де E – місткість камери зберігання, тон;

q_v - норма завантаження на $1m^2$ вантажного об'єму камери, тон/ m^3 ;

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

β - коефіцієнт використання будівельної площі камери;

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, m^2 .

Дійсна місткість камер зберігання :

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

де n_{∂} - дійсна кількість будівельних прямокутників.

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

Загальна площа камер зберігання

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

Площа допоміжних приміщень

$$F_{всп} = 0.3 * F_{к.хр} \quad (2.5)$$

Потрібна площа охолоджувального складу

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

Площа службових приміщень

$$F_{с.пом} = 0.2 * F_{охл} \quad (2.7)$$

Площа машинного відділення

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

Усі розрахунки зводимо в таблицю 3.1

Таблиця 2.1 Розрахунок будівельних площ

	E т	q _v т/м	h _{гр} м	β	F м ²	f м ²	n р	n _d q	Ед т
Морожені вантажі	90	0,6	3	0,7	71,43	36	1,98	2	90,72
Охолод.вантажі	30	0,4	3	0,7	35,71	36	0,99	1	30,24
Всього кам.збер.	120				107,14	36	2,98	3	120,96
Допоміжн.приміщ.					32,14	36	0,89	1	
Охолодж.склад					139,29	36	3,87	4	
Служб. приміщ.					27,86	36	0,77	1	
Машинне відділ.					27,86	36	0,77	1	

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

Службові приміщення	Машинне відділення		Службові приміщення
Камера №1 $t_k=+3\text{ }^{\circ}\text{C}$	Камера №2 $t_k=-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	Камера №3 $t_k=-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	Експедиція $t_k=+3\text{ }^{\circ}\text{C}$
Автомобільна платформа			

Мал. 2.1

- 1 - камера схову охолоджених вантажів
- 2 - камера схову морожених вантажів
- 3 - камера схову морожених вантажів
- 4 - експедиція
- 5 - автомобільна платформа
- 6 - службові приміщення
- 7 - машинне відділення

2.2 Визначення навантаження на компресор та камерне обладнання

Розрахункова холодопродуктивність для підбора компресора.

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

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

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

b - коефіцієнт робочого часу;

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

$$Q_{-10} = \frac{8,4 * 1,052}{0,8} = 11,05, \text{ кВт}$$

$$Q_{-28} = \frac{10,5 * 1,068}{0,8} = 14,02, \text{ кВт}$$

2.3 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

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

Значення цих параметрів вибираю з обліком, що проєктована установка - хладонова.

Температура кипіння

$$t_o = t_b - (10 - 15) \quad (2.10)$$

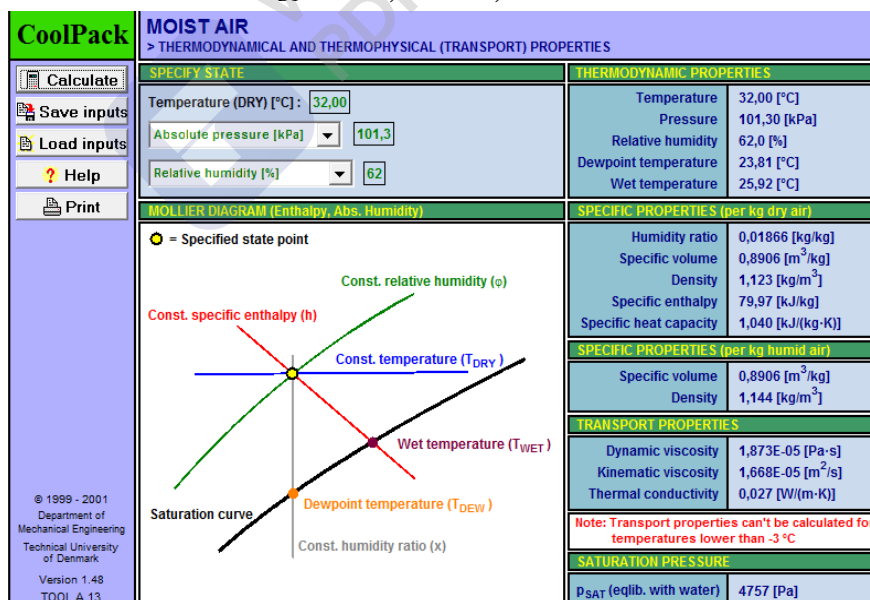
$$t_{o1} = +3 - 13 = -10 \text{ C}$$

$$t_{o2} = -18 - 10 = -28 \text{ C}$$

Температура води на вході в конденсатор

$$t_{B1} = t_{M.T.} + (2 - 4) \text{ C} \quad (2.11)$$

$$t_{B1} = 25,92 + 3,08 = 29 \text{ C}$$



Мал. 2.2

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

	Буруков			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

Температура води на виході з конденсатора

$$t_{B2} = t_{B1} + (2 - 5) \text{ C} \quad (2.12)$$

$$t_{B2} = 29 + 3 = 32 \text{ C}$$

Температура конденсації

$$t_k = t_{B2} + (3 - 5) \text{ C} \quad (2.13)$$

$$t_k = 32 + 3 = 35 \text{ C}$$

Температура усмоктування

$$t_{BC} = t_0 + (15 - 20) \text{ C} \quad (2.14)$$

$$t_{BC1} = -10 + 20 = 10 \text{ C}$$

$$t_{BC2} = -28 + 20 = -8 \text{ C}$$

Температура переохолодження холодоагенту визначається з рівняння теплового балансу РТО

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

$$i_3 = i_{3'} - (i_1 - i_{1'}) = 249 - (409 - 400) = 240 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$t_{o2} = -30 \text{ C}$$

$$i_3 = i_{3'} - (i_1 - i_{1'}) = 249 - (397 - 388) = 240 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$t_{\text{по } 1,2} = 29 \text{ C}$$

2.4 Побудова циклу холодильної машини, зняття параметрів вузлових крапок

Таблиця 2.2

Режим	P_0 МПа	P_k МПа	P_k P_0	Вибір схеми
$t = -10 \text{ C}$	0,2007	0,8868	4,419	одноступінчастий стиск
$t = -28 \text{ C}$	0,0930	0,8868	9,535	одноступінчастий стиск

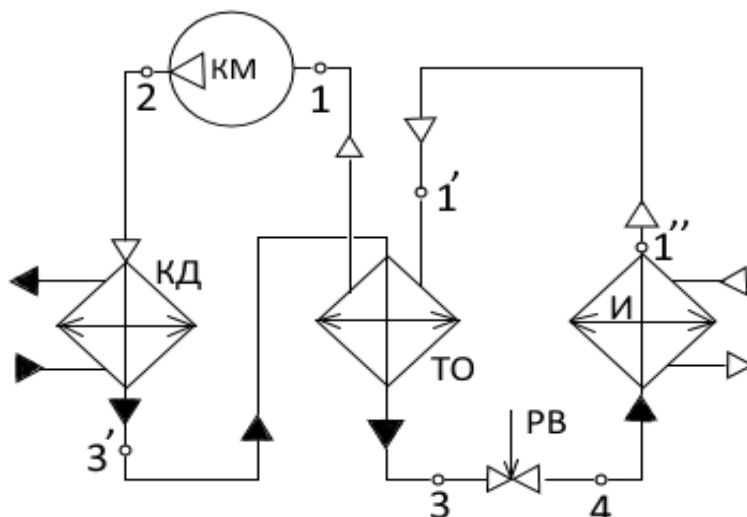
Зображення циклу одноступеневого стиснення в діаграмі $i - \ell q p$

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

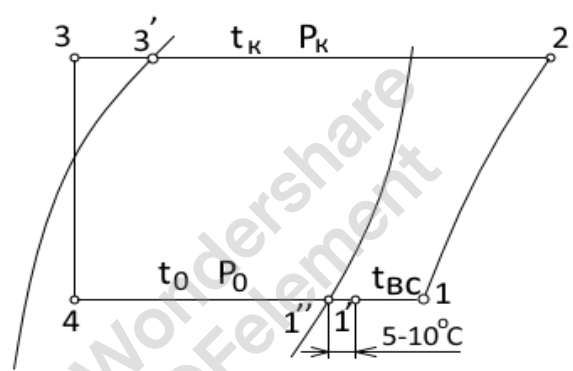
		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист



Мал. 2.3



Мал.2.4

Таблица 2.3

№ точки	Температура °С	Тиск МПа	Энтальпия, кДж/ кг	Питомий об'єм, м³/кг
1''	-10	0,2007	391	
1'	0	0,2007	400	
1	+10	0,2007	409	0,1088
2	59,4	0,8868	443	
3'	35	0,8868	249	
3	29	0,8868	240	
4	-10	0,2007	240	

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

Буруков			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп. Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 2.4

№ крапки	Температура, ° С	Тиск, МПа	Ентальпія, кДж/ кг	Питомий об'єм ,м ³ /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	29	0,8868	240	
4	-28	0,093	240	

2.5 Тепловий розрахунок та вибір компресорів

Розрахунок одноступінчатого компресора $t_0 = -10, -28, ^\circ\text{C}$

Питома масова холодопродуктивність q_0 , кДж/кг;

$$q_0 = i_0 - i_4 \quad (2.15)$$

Масова витрата холодоагенту M , кг/с :

$$M = \frac{Q_0}{q_0} \quad (2.16)$$

Об'ємна витрата холодоагенту V_0 , м³/с

$$V_0 = M \cdot v_1 \quad (2.17)$$

Теоретична, об'ємна подача компресора V_h , м³/с

$$V_h = \frac{V_0}{\lambda} \quad (2.18)$$

де λ - коефіцієнт подачі компресора;

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{\omega'} \quad (2.19)$$

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{вс}}{p_o} - c * \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{вс}}{p_o} \right) \quad (2.20)$$

$$\lambda_{\omega'} = \frac{T_o}{T_k} \quad (2.21)$$

Теоретична потужність компресора N_m , кВт

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

$$N_m = M(i_2 - i_1) \quad (2.22)$$

Дійсна потужність компресора N_i , кВт

$$N_i = \frac{N_m}{\eta_i}, \text{кВт}; \quad (2.23)$$

де η_i – індикаторний коефіцієнт корисної дії (ККД).

Ефективна потужність на валу компресора N_e , кВт

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m} \text{кВт}; \quad (2.24)$$

де η_m – механічний ККД, враховуючи витрати на тертя.

Електрична потужність електродвигуна $N_{ел}$, кВт

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

Тепловий потік у конденсатор Q_k , кВт

$$Q_k = Q_o + N_i \quad (2.26)$$

Розрахунки зводимо до таблиці

Таблиця 2.5 Розрахунок компресорів

режим t =	q_o кДж/кг	Q_o кВт	M_T кг/с	V_d м/с	V_T м/с	λ	Марка КМ	кол шт.	$\Sigma V_{км}$ м/с	$\Sigma M_{км}$	$\Sigma Q_{км}$	N т кВт	N i кВт	N e кВт	N эл кВт	Q кд кВт
-10	169	11,05	0,065	0,007	0,009	0,79	4CC- 6,2Y	1	0,009	0,065	11,1	2,23	2,97	3,49	4,01	14,0

По $V_T = 0,09 \text{ м}^3/\text{сек}$ підбираємо **один** одноступінчастий компресор марки **4CC- 6.2Y-40S** фірми **BITZER** з $\Sigma V_T = 0,009 \text{ м}^3/\text{с}$.

Таблиця 2.6 Технічна характеристика компресорів

Показники	4CC-6,2Y
Холодопродуктивність, кВт	11,46
Витрачена потужність, кВт	3,59
Теоретична об'ємна продуктивність КМ, $\text{м}^3/\text{г}$	32,48
Кількість циліндрів	4

Ив. № подл.	Буруков				MX 54. 006. 000 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

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

Показники	4CC-6,2Y
Потужність ел. двигуна, кВт	4,13
Діаметр циліндра на хід поршня, мм	55 x 39,3
Частота обертання, м ⁻¹	1450
Марка масла	Bse (option)
Заправка масла, дм. куб.	2,0
Маса, кг	90,5
СОР	3,19
Габаритні розміри, мм	
Довжина	387
Ширина	353
Висота	304

Таблиця 2.7 Розрахунок компресорів

режим t =	q ₀ кДж/кг	Q ₀ кВт	M _T кг/с	V _d м/с	V _T м/с	λ	Марка КМ	кол шт.	ΣV _{км} м/с	ΣM _{км}	ΣQ _{км}	N _T кВт	N _i кВт	N _e кВт	N _{эл} кВт	Q _{кд} кВт
-28	157	14,02	0,089	0,020	0,028	0,71	6H-	1	0,031	0,097	15,3	4,96	6,62	7,78	8,95	21,9
							2Y									

По V_T= 0,028 м³/сек підбираємо один одноступінчастий компресор марки 6H-2Y фірми BITZER з Σ V_T= 0,031 м³/с.

Таблиця 2.8 Технічна характеристика компресорів

Показники	
Холодопродуктивність, кВт	13,95
Витрачена потужність, кВт	7,48
Теоретична об'ємна продуктивність КМ, м ³ /г	110,5
Кількість циліндрів	6
Потужність ел. двигуна, кВт	8,6
Діаметр циліндра на хід поршня, мм	70 x 55
Частота обертання, м ⁻¹	1450
Марка масла	BSE 32
Заправка масла, дм. куб.	5,0
СОР	1,87
Маса, кг	153
Габаритні розміри, мм	
Довжина	640

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

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

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

Показники	
Ширина	455
Висота	492

2.6 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора

Теплове навантаження – $14 + 21,9 = 35,9$ кВт

Температура води на вході до конденсатора $t_{в1} = 29$ °С

Температура води на виході з конденсатора $t_{в2} = 32$ °С

Температура конденсації холодильного агента $t_{к} = 35$ °С

Площа теплообмінної поверхні конденсатора F , м² знаходимо за формулою:

$$F = \frac{Q_{\kappa}}{k \cdot \Theta_m}; \quad (2.27)$$

де Q_{κ} - сумарний тепловий потік у КД, кВт

k – коефіцієнт теплопередачі конденсатора, Вт/м²К;

приймаємо $k = 1000 \div 1400$ Вт/м²К — для горизонтальних кожухотрубних фреонових конденсаторів.

Θ_T – середня логарифмічна різниця температур, між

холодильним агентом та охолоджуючим середовищем, °С

Середню логарифмічну різницю температур θ_m , °С знаходимо за формулою:

$$\Theta_m = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{2,31 \lg \frac{t_{\kappa} - t_{w1}}{t_{\kappa} - t_{w2}}}; \quad (2.28)$$

$$\Theta_m = \frac{32 - 29}{2,31 \lg \frac{35 - 29}{35 - 32}} = 4,33 \text{C};$$

$$F = \frac{35,9}{1,2 \cdot 4,33} = 6,91 \text{ м}^2$$

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

Приймаю конденсатор фірми Bitzer марки K 813N

Серии Стандарт

Хладагент R134a

Охладитель Вода

Концентрация в воде 0

Выбор конденсатора

Произв-ть 35,9

Тип конденсатора K813N

Количество проходов 2

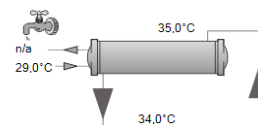
Рабочая точка

Темп. конденсации 35 °C

Темп. воды на входе 29 °C

Объемн. расход 10 м³/ч

Условия функционирования



Результат Пределы Технические данные Размеры Информация Документация

Технические данные K813N

Технические параметры

Вес	65 kg
Общая ширина	1176 mm
Общая высота	307 mm
Наружный диаметр корпуса	216 mm
Подвод хладагента	35 mm - 1 3/8"
Выход хладагента	28 mm - 1 1/8"
Подвод охладителя (2 прохода)	2"
Выход охладителя (2 прохода)	2"
Подвод охладителя (4 прохода)	1 1/4"
Выход охладителя (4 прохода)	1 1/4"
Полезный объем хладагента	27,7 dm³
Макс. наполн. хладагентом 90% при 20 C / 68 F	
R22	30,2 kg
R134a	30,6 kg
R407C	28,9 kg
R404A/R507A	26,6 kg
Макс. избыточное давление	33 bar
Мак. рабочая температура	120°C
Мах давление в полости хладонотителя	10 bar

Мал. 2.5

Таблица 2.9 Технічна характеристика конденсаторів

Конденсатор	Продуктивність конденсації, кВт	Довжина труб, ℓ, м	Діаметр обичайки, D, мм	Число проходів	Швидкість х/а, м/с	Вага, кг
K 813N	43,1	1,176	216	2	1,74	65

Витрата охолоджуючої води, яка надходить на конденсатор $V, \text{м}^3/\text{с}$, знаходимо за формулою :

$$V_w = \frac{Q_k}{c_w \cdot \rho_w \cdot \Delta t_w}; \quad (2.29)$$

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

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

ρ_w - густина води, 1000 кг/м^3 ;

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Буруков	MX 54. 006. 000 ДП ПЗ	Лист

Δt - підігрів води у КД, 3°C .

$$V_w = \frac{35,9}{4,19 \cdot 1000 \cdot 3} = 0,00286 \text{ м}^3 / \text{с} = 2,86 \text{ л/с}$$

За витратою охолоджуючої води підбираємо центробіжний насос К 8/18 з подачею 3,0 л/с, плюс один резервний

Таблиця 2.10 Технічна характеристика водяних насосів

Центробіжний насос	Подача л/с	Повний напір м	К К Д	Потужність електродвигу на, кВт
К 8/18	3,0	17	58	1,5

2.8 Розрахунок та вибір обладнання холодильної установки

Площа теплообмінної повітроохолоджувачів F , м^2 знаходимо за формулою:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \cdot \Delta t} \quad (2.30)$$

де $Q_{об}$ – сумарне навантаження на камерне обладнання, розрахована тепловим розрахунком, кВт

k – коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження, $\text{Вт/м}^2\text{К}$

Δt – різниця температур між х/а який кипить та повітрям у камері

Кількість повітроохолоджувачів n ,

$$n = \frac{F}{F_{п/о}} \quad (2.31)$$

де $F_{п/о}$ – площа поверхні повітроохолоджувачів, м^2

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

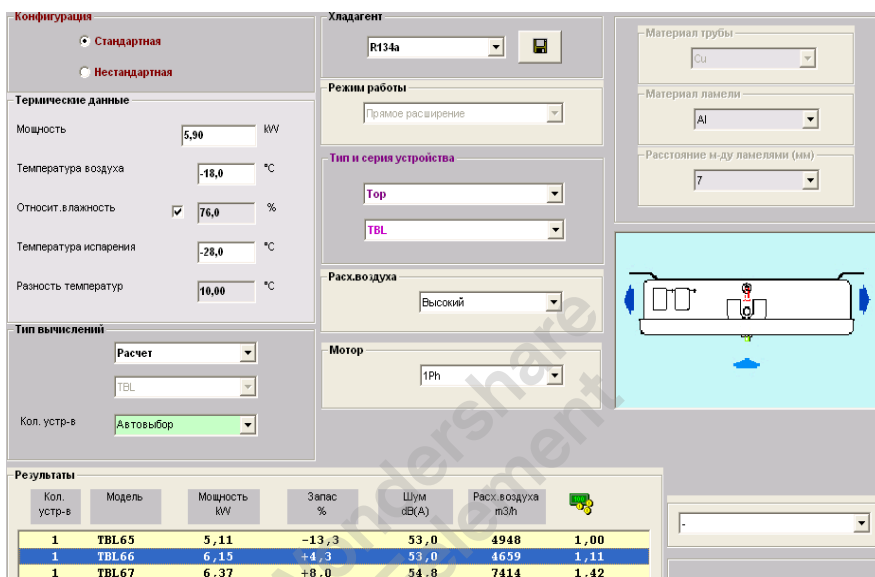
		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ

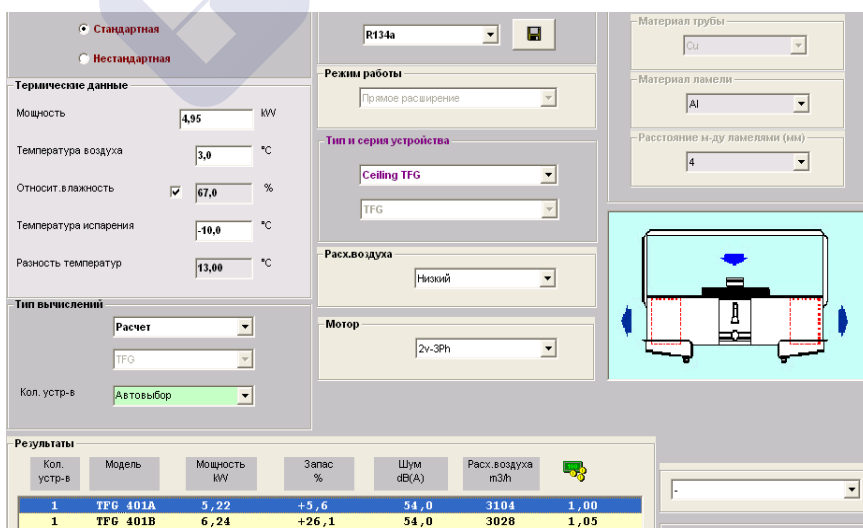
Лист

Таблица 2.11 Розрахунок повітроохолоджувачів

№ камери	Q об Вт	t _o С	θ С	k Вт/м ² К	F _{тр} м ²	Марка	п р шт	п д шт	F в/о м ²	Σ Fв/о м ²	V _{в/о} м ³	Σ V _{в/о} м ³
1	4950	-10	13	17	22,40	TFGE401	0,89	1	25,3	25,3	0,027	0,027
експед	4100	-10	13	17	18,55	TFGE401	0,73	1	25,3	25,3	0,027	0,027
2	5800	-28	10	19,5	29,74	TBL - 66	0,96	1	30,9	30,9	0,063	0,063
3	5900	-28	10	19,5	30,26	TBL - 66	0,98	1	30,9	30,9	0,063	0,063
												0,18



Мал. 2.6



Мал. 2.7

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

Буруков				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 2.12 Технічна характеристика повітроохолоджувачів

Марка Повітро- охолодж увача	Площа теплообм інної поверхні, м ²	Потужні сть вентиля тора, Вт	Об'єм Холодильно го Агенту, м ³	Габаритні розміри			
				Довж ина, м	Шири на, м	Висота , м	Вага, кг
TFGE- 401	25,3	1x137	2,7*10 ⁻³	1120	1150	665	38
TBL-66	30,9	2x320	6,3*10 ⁻³	1780	980	278	54

2.8 Розрахунок и підбір допоміжного обладнання

Лінійний ресивер

$$V_{\text{лр}} = \frac{0.6 * V_{\text{исп}} * 1.2}{0.5} = 1.44 * V_{\text{исп}}$$

де $V_{\text{вип}}$ - місткість випарювальної системи, м³
1,44 - коефіцієнт, враховує норму заповнення ресивера

$$V_{\text{исп}} = \sum V_{\text{в/о}}$$

$\sum V_{\text{в/о}}$	$V_{\text{лр}}$
0,18	0,26

Підбираємо лінійний ресивер місткістю 30 дм³

Теплообмінники

Теплообмінники підбираємо по площі теплообмінної поверхні змійовика, м²

$$F_{\text{м.о.}} = \frac{Q_{\text{м.о.}}}{k \cdot \theta}$$

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

Теплова нагрузка на теплообмінник, кВт (-10, °C)

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

$$Q_{T.O., t_0=-10} = 0,065 \cdot (409 - 400) = 0,585 \text{ кВт}$$

$$F_{m.o.} = \frac{0,585 \times 10^3}{250 \cdot 27} = 0,130 \text{ м}^2$$

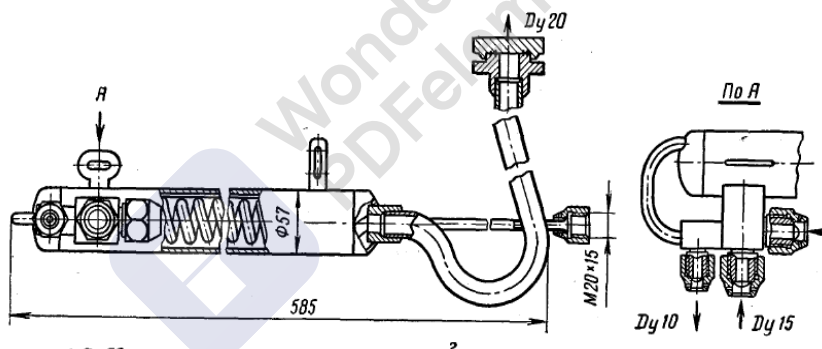
Підбираємо для фреонової машини теплообмінник марки ТФ₂-25

Теплове навантаження на теплообмінник, кВт (-28, °C)

$$Q_{T.O., t_0=-28} = 0,097 \cdot (397 - 388) = 0,873 \text{ кВт}$$

$$F_{m.o.} = \frac{0,873 \times 10^3}{250 \cdot 46} = 0,076 \text{ м}^2$$

Підбираємо для фреонової машини теплообмінник марки ТФ-14а



Мал. 2.8 Регенеративний теплообмінник змієвиковий

Таблиця 2.13 Технічна характеристика теплообмінників

	ТФ-14а	ТФ-25
Площа зовнішньої поверхні, м ²	0,08	0,15
Діаметр патрубків, мм		
Рідини	10	10
Пара	15	25

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

	Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Дата

МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

Габаритні розміри, мм		
Довжина	520	590
Ширина	57	125
Висота	210	700
Вага, кг	6,5	7

Розрахунок та підбір градирні

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

$$F_{n.c.} = \frac{Q_k}{q_f}; m^2; \quad (2.36)$$

де Q_k - теплове навантаження на градирню, кВт;
 q_f - питоме теплове навантаження на $1 m^2$ поперечного перетену насадки у градирні, кВт/м²;

$$F_{n.c.} = \frac{35,9}{45} = 0,80 m^2$$

За площиною поперечного перетину підбираємо градирню ГПВ-40

Таблиця 2.14 Технічні характеристики градирні

Показники		
Теплова продуктивність при $t_{н.м.} = \text{ }^\circ\text{C}$; $\Delta t\omega = \text{ }^\circ\text{C}$, кВт		46
Площа поперечного перетину, м ²		0,96
Об'ємна витрата циркулюючої води, л/с		2,2
Параметри осьового вентилятора: діаметр крильчатки, мм		800
частота обертання, 1/с		15,8
потужність, що споживає КМ, кВт		3,0
Параметри форсунки водорозподільника: діаметр отвору, мм		5

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

кількість, шт.	4
Місткість резервуару, м ³	0,30
Витрата свіжої води, лс	0,022
Витрата повітря, м ³ с	2,500
Габаритні розміри, мм:	
Основа	1300*1180
Висота	1780
Маса, кг	298

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

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, 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 теплоприпливів.

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; змійовики 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 змійовика теплообмінника зменшено при виготовленні або забруднено настільки, що не вдається домогтися необхідної холодопродуктивності, а компресор сильно розігрівається через

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

пониження тиску кипіння, потрібно довести прохідний перетин змійовика до нормативного.

На проектуваному холодильнику передбачається примусова циркуляція повітря через випарник. При порушенні 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.

3.2 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 х/у
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 приладів автоматики і відповідного їх налаштування.

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

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

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 холодоагенту 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 охолоджуваних приміщеннях і апаратах. При виявленні відхилень від заданого режиму вживаються відповідні заходи.

Для надійної й безпечної експлуатації встаткування, у проекті застосовується схема автоматизації, яка забезпечує:

1. захист від небезпечних режимів роботи;
2. регулювання основних робочих параметрів;

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

3. сигналізацію.

Захист від небезпечних режимів роботи здійснюється по:

1. низькому тиску усмоктування не менш 0,5 МПа
2. високій температурі нагнітання не більш 100-120 °С
3. високому тиску нагнітання не більш 1,6 Мпа, (1,25 від номінального)
4. перепаду тиску масла (у картері КМ і після маслонасоса) – не менш 3,5 атм (0,7 від номінального)
5. перегріву обмоток двигуна.

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 ВИХІДНІ ДАНІ

Таблиця 4.1 Вихідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1.	Найменування об'єкту	Розробка холодильника при торговій мережі супермаркетів ємністю 120 тон, м. Харків
2.	Система охолодження	безпосередня
3.	Холодоагент	R-134
4.	Марка масла	Vse (option), BSE 32
5.	Наявність градирні	ГПВ-40М
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	2.0; 5.0
10.	Витрати фреон на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	0.6
11.	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	2.49
12.	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	475
13.	Ціна 1 кг мастила, грн.	280

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	холодопродуктивність, кВт	t ₀ °C	Номінальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна одиниці, грн.
1	Компресор	4CC-6,2Y-40S BITZER	1	11.05	-10	4.13	43000
2	Компресор	6H-2Y	1	14.02	-28	8.6	59000
3	Конденсатор	BITZER K813H	1				26000
4	насос	K8/18	2			1.5	7800
5	Градирня	ГПВ-40	1			3.0	6500
6	Повітряохолоджувач	TFGE-401	2			1x*0.137	6500
7	Повітряохолоджувач	TBL-66	2			2*0.32	7300
8	Лінійний ресивер	30дм ³	1				1000
9	Теплообмінник	ТФ-25	1				2500
10	Теплообмінник	ТФ-14	1				2100

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

	Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

4.2 РОЗРАХУНОК КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

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

де C_H – ціна одиниці обладнання, грн.

K_H – кількість даного найменування обладнання, шт.

$$C_M = 43000 \cdot 1 = 43000$$

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	4CC- 6,2Y-40S BITZER	1	43000	43000
2	Компресор	6H-2Y	1	59000	59000
3	Конденсатор	BITZER K813H	1	26000	26000
4	насос	K8/18	2	7800	15600
5	Градирня	ГПВ-40	1	6500	6500
6	Повітряохолоджувач	TFGE- 401	2	6500	13000
7	Повітряохолоджувач	TBL-66	2	7300	14600
8	Лінійний ресивер	30дм ³	1	1000	1000
9	Теплообмінник	ТФ-25	1	2500	2500
10	Теплообмінник	ТФ-14	1	2100	2100
11	Разом сумарна вартість основного обладнання			157100	178700
12	Вартість іншого обладнання (10%)			15710	17870
13	Витрати на монтаж і транспорт (15%)			25921,5	29485,5
14	Загальна вартість			198732	226055,5

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

	Буруков			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

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

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

$$K_B = 0 + 226055,5 = 226055,5 \text{ грн}$$

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

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 006. 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 :

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

$$Q_{ст-10} = 11,5 \cdot 0,77 \cdot 19440 = 172141 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{ст-28} = 14,02 \cdot 2,2 \cdot 19440 = 599607 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{ст. заг} = 172141 + 599607 = 771749 \text{ тис.кДж}$$

де Q_0 – сумарна розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;

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

4.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

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

Розрахунки проводяться у таблиці 4.4

Таблиця 4.4-Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення та розрахунок	Сума, грн.
1.Сумарна холодопродуктивність, кВт	$\sum Q_0$	11,05+14,02
2.Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт	q_a	0,6
3.Середній коефіцієнт втрат фреону при ремонтах	K_p	1,05
4. Ціна 1 кг фреону, грн.	$Z_{x.a.}$	475,00
5.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1,15

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

6.Витрати на поповнення системи фреоном, грн.	$C_{x.a.} = \sum Q_0 * q_a * K_p * Z_{x.a.} * K_{x.a.}$	8627,5
Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	M	3,5
Кількість компресорів, шт;	N	2,00
Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	K_g	1,20
Кількість разів змін масла за рік	R	2,00
Середня ціна 1 кг мастила, грн;	Z_M	280,00
Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	K_M	1,14
Витрати на поповнення мастила, грн.	$C_{M=m} * n * K_B * R * Z_M * K_M$	5362,6
Разом:	$C_p = C_{x.a.} + C_M$	13990,1
Інші витрати (5%)	$C_i = C_p * 5/100$	699,5
Усього:	$C_{д.м} = C_p + C_i$	14689,6

4.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергію

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

Таблиця 4.5-Розрахунок споживання силової електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Номінальна потужність, кВт	Коефіцієнт використання обладнання	Кількість устаткування	Фонд робочого часу, годин	Загальна потреба в електроенергії, кВт.годин	Витрати на силову електроенергію в грн,
	Вихідні дані табл. 4.2		Wh.	Кв.об..	Ку ст.	Чрік	$W_{заг} = Wh * K_{в.об} * K_{уст.} * Чрік$	$C_w = W_{заг} * C_e$
1	Компресор	4CC-6,2Y-40S BITZER	4,13	0,85	1	5400	18956,7	47202,183

Буруков

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ГОСТ 2.104-68 Форма 2а

Копировал

Формат А4

2	Компрессор	6Н-2У	8,6	0,85	1	5400	39474	98290,26
3	насос	К8/18	1,5	0,3	2	3000	2700	6723
4	Градижня	ГПВ-40	3,0	0,6	1	3000	5400	13446
5	Повітряхол оджувач	TFGE- 401	1*0, 137	0,6	2	3000	493,2	1228,068
6	Повітряхол оджувач	TBL-66	2*0, 32	0,6	2	3000	2304	5736,96
7	Всього	X	X	X	9	X	69327,9	172626,5

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 бго 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.

Тарифна ставка першого розряду розраховується за формулою:

$$T_{c1} = 3П / Г, \text{ грн} \quad (4.5)$$

$$T_{c1} = 6500 / 164.58 \text{ год} = 40,621 \text{ грн}$$

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

		Буруков									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54. 006. 000 ДП ПЗ						

де:

Зп – мінімальна заробітна платня, встановлена державою, грн.

Г – кількість годин роботи у місяць.

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

6500 грн – мінімальна місячна заробітна плата, грн

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

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

Тарифна ставка другого та посліуючих розрядів розраховується за формулою:

$$T_{c6} = T_{c1} * TK_6, \text{ грн} \quad (4.6)$$

де: ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу

Розрахунок тарифної ставки середнього розряду:

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

Где ТК – тарифний коефіцієнт до тарифної ставки бго розряду

$$T_{c(6p)} = 40.62 * 1,5 = 71,21 \text{ грн.}$$

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу розраховується за формулою

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

де: T_C – середня годинна тарифна ставка, грн

E_{ϕ} – 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_{ϕ} – тарифний фонд зарплати, грн;

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

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

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

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

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

де: d – процент додаткового фонду(10%)

Річний фонд розраховується за формулою:

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

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

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

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

Розрахунки заносяться у таблицю 4.6.

Таблиця 4.6. Розрахунок фонду оплати праці виробничого персоналу

Назва показника	Формула	Розрахунок
Тс – середня годинна тарифна ставка, грн.	Тс	71,21
ЕФ – ефективний фонд робочого часу, годин;(365-108-13-18)*8=1808	Еф	1808
К – кількість працівників компресорного цеху	К	1
Тф - тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу	$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K$, грн	128747,7
Д - сума доплат за умови праці та нічний	$\sum D = T_{\phi} * 25 / 100$, грн	32187

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 4.7 - Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

№	Статті витрат	Сума витрат, грн.	
		На річний виробіток холоду	На одиницю холоду, грн.
1	Допоміжні матеріали(Сд.м.-таб.2.4)	14689,6	0,02
2	Зарплата виробничих працівників	173809,4	0,23
3	Відчислення від зарплати	38238	0,05
4	Електроенергія силова	172626,5	0,22
5	Цехові витрати(ЗПвир.прац.*(0.2)	34 761,9	0,05
6	Амортизація обладнання(10%)	22 605,6	0,03
7	Разом цехова собівартість (Сст)	456730,92	0,59

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	Розробка холодильника при торговій мережі супермаркетів ємністю 120 тон, м. Харків
2	Система охолодження	Безпосередня
4	Холодильний агент	R-134
5	Марка масла	Bse (option), BSE 32

Буруков

MX 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ГОСТ 2.104-68 Форма 2а

Копировал

Формат А4

Подп. и дата

Индв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Индв. № подл.

6	Наявність градирні	ГПВ-40М
7	Ступінь автоматизації	Повна
8	Сума капіталовкладень, грн	226055,5
9	Холодопродуктивність компресорів , кВт	25,07
10	Кількість компресорів, шт.	2
11	Річний виробіток холоду , тис. кДж.	771749
12	Цехова собівартість, грн.	456730,92
13	Собівартість одиниці холоду, грн..	0,59
14	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	1

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність холодильника при торговій мережі супермаркетів ємністю 120 тон, м. Харків низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,59 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 при торговій мережі супермаркетів ємністю 120 тон, м. Харків можна вважати доцільним та економічно вигідним.

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

низького тиску і малої продуктивності достатньо повітряного охолодження, і в інших, необхідно застосовувати водяне охолодження.

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

Робочою речовиною даної холодильної установки є фреон. Це безбарвний газ зі слабким специфічним запахом, який відчувається при об'ємній частці його в повітрі більше 20%. Щільність газоподібного хладону при атмосферному тиску приблизно в 4,3 рази більше щільності повітря при 20⁰С. По своїм токсичним властивостям відноситься до найменш небезпечних холодоагентам. Але при вдиханні високих концентрацій фреону через півгодини-годину з'являється головна біль, слабкість, підвищена частота пульсу и дихання, нерівна хода, нерозбірлива мова, може також бути блювота.

Слід відмітити, що при нагрівання фреони можуть розкладатися зі створенням ядовитих речовин, а інколи самі фреони можуть вміщувати ядовиті домішки.

При вдиханні продуктів розкладу фреонів відразу з'являється сухий кашель, біль за грудиною, подразнення в горлі, інколи підвищується

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

		Буруков				MX 54. 006. 000 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

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

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

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, 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.

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

		Буруков				MX 54. 006. 000 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

6. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАННИХ 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.- з-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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 006. 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.
- Журнали "Холодильная техника", "Холод", 2020 - 2021 г

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

		Буруков		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 006. 000 ДП ПЗ

Лист

