

**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. 004. 000 ДП

**БОРОДАЯ ЄВГЕНА
ЮРІЙОВИЧА**

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. 004. 000 ДП

До дипломного проєкту на тему:

Проект портового холодильника для зберігання цитрусових
ємністю 220 тон, м. Миколаїв

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

Дипломник _____ (Бородай Є.Ю.)

Керівник проєкту _____ (Скрипник О.М.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Коробкіна О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

по дотриманню
вимог ЄСКД _____ (Волянська С.В.)

До захисту допущено

Голова предметної комісії _____ (Беркань Ір. В.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

Захист “_____” _____ 2022 р. Протокол ЕК № _____

Оцінка ЕК _____

Секретар ЕК _____ А.П. Селіванов

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

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

Затверджую
Заступник директора з НВР
_____ Беркань Іг.В.
“30” грудня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломного проєктування

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

Тема дипломного проєкту Проект портового холодильника для зберігання цитрусових ємністю 220 тон, м. Миколаїв

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

Вихідні дані для проєкту: температура літня 33 °С
відносна вологість повітря літня 60 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проєкту

Пояснювальна записка

Вступ

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

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

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

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

3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

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

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

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

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

6 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Графічна частина

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

Графік виконання 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 _____ (Скрипник О.М.)

[illegible]

Перв. примен.	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.....							
Справ. №								
Подп. и дата								
Инов. № дубл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инов. № подл.								

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54 004. 000. ДП ПЗ			
Разраб.	Бородай Є							
Пров.	Скрипник				Проект портового холодильника для зберігання цитрусових ємністю 220 тон, м. Миколаїв	Лит.	Лист	Листов
Н.контр.	Волянська							
Утв.	Беркань І					ВСП «ОТФК ОНТУ», 2022 р.		

ГОСТ 2.104-68 Форма 2
Копировал
Формат А4

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

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54 004. 000. ДП ПЗ					Лист

ВСТУП

Штучний холод використовується в багатьох галузях народного господарства, але саме більше за все в харчовій промисловості і торгівлі. Значна роль відводиться холодильним складам для зберігання фруктів.

З субтропічних фруктів найбільше "знайомі" нам апельсини, лимони, мандарини. Чим корисні ці екзотичні дарунки природи?

Апельсини - прекрасний десерт, вони поліпшують апетит у дитини, корисний як загальзміцнювальний засіб. Апельсини містять велику кількість біологічно активних речовин, чим обумовлена їхня сприятлива дія на організм. Завдяки наявності в них комплексу вітамінів й інших біологічно активних речовин, ці цитрусові рекомендують для профілактики й лікування багатьох хвороб.

Лимони містять багато вітамінів (З, РР, В, А), концентрують велику кількість біофлавоноїдов. З мінеральних речовин у них переважає калій (48% від загальної кількості), цукру досить мало (3 мг/100 г), а органічних кислот (в основному лимонній) - дуже багато (більше, ніж в інших цитрусових). Лимони свіжі, напої, приготовлені з них, і сік рекомендується вживати дітям, які часто хворіють.

Мандарини – високовітамінні плоди. Вони містять велику кількість вітаміну С (38-40 мг/100 м продукту), ретинол. Порівняно з іншими цитрусовими, ці фрукти відрізняються високим змістом бета-каротину, що придушує утворення ракових клітин. Прекрасний смак мандаринам надають цукру (до 10%), органічні кислоти й ефірні масла. Мандарини корисні ослабленим дітям, для видужання після важких захворювань.

У цілому, потрібно відзначити, що цитрусові багато вітамінами й цукрами (крім лимонів). Зате лимони містять велика кількість органічних кислот. У цитрусових високий зміст калію (особливо в апельсинах, грейпфрутах, мандаринах), аскорбінової кислоти (апельсини). Енергетична цінність цих фруктів порівняно невисокі: апельсини - 115 кДж, мандарини - 123 кДж, лимони - 82 кДж.

Попл. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Попл. и дата	
Инов. № подл.	

		Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

І звичайно, вживати екзотичні фрукти найкраще свіжими, тому що в результаті термічної обробки (готування або консервування) фрукти гублять багато важливих компонентів. Цю задачу допомагають вирішити за спеціалізовані портові холодильники.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Бородай Є	MX 54 004. 000. ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані

Проект портового холодильника для зберігання цитрусових
м. Миколаїв

середньорічна температура +10,1⁰С

розрахункова літня температура +33⁰С

розрахункова зимня температура -19⁰С

температура за зволоженим термометром +26,43⁰С

відносна літня вологість повітря 60%

географічна широта 46,5

місткість камер зберігання 220 тон

сумарне навантаження на компресори

для температури кипіння $t_0 = -6, ^\circ\text{C}$ $Q_0 = 45,8 \text{ кВт}$

Таблиця 1.1.

Характеристика	Одиниця виміру	Цитрусові	
Кількість теплоти, що виділяється за годину при температурі 0 ⁰ С	Вт/т	апельсини	11
		лимоні	9
Кількість теплоти, що виділяється за годину при температурі 20 ⁰ С	Вт/т	апельсини	69
		лимоні	58
Теплоємність	Дж/(кгК)	апельсини	3,81
		лимоні	3,73
Температура замерзання	⁰ С	апельсини	-2,38
		лимоні	-2,07
Кількість сухих речовин	%	апельсини	13,77
		лимоні	15,08
Втрата вологи за період зберігання	кг/т	52	
Середній еквівалентний діаметр об'єкта зберігання	м	0,06	
Теплопровідність	Вт/(мК)	0,51	
Температуропровідність $a \cdot 10^8$	м ² /с	13,38	
Температура зберігання	⁰ С	апельсини жовті	3-4
		апельсини оранжеві	1-2
		лимоні світло-жовті	4-5
		лимоні жовті	2-3

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

Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.
Подп.	Дата	

МХ 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

Відносна вологість повітря	%	90
Термін зберігання	місяців	апельсині 4-6 лимоні 2-6

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

Вибір одноповерхового холодильника виправдовує собі за багатьма показниками. Такі холодильники мають великий фронт вантажних робіт та можливість раціонального використання комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт. Головна ж переваги одноповерхових холодильників - простота конструкція, так як питома вага вантажів, у даному випадку овочів, припадає безпосередньо на ґрунт.

На холодильниках для цитрусових тон приймається централізоване холодопостачання з розміщенням у єдиному машинному відділенні компресорів, підключених на одну температуру кипіння.

Основні недоліки централізованого холодопостачання - складний та тривалий монтаж холодильної установки, наявність великої кількості розподільних пристроїв, розгалуженої мережі трубопроводів, затворної арматури.

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

Холодильним агентом вибраний R-134a . Він нетоксичний, не запалюється у всьому діапазоні температури експлуатації. При влученні повітря в систему охолодження й стиску можуть утворюватися горючі суміші. Тиск насиченого пари хладона R-134a трохи вище, ніж в R-12 (1,16 МПа й 1,08 МПа при 45°С відповідно). Не слід змішувати фреон R-134a з R-12, тому що утворюється азеотропна суміш високого тиску. Для R-134a характерні невелика температура нагнітання (вона в середньому на 8-10 градусів нижче, чим для фреону R-12) і низькі значення тиску насичених пар.

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

		Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

У середнетемпературном устаткуванні (температура кипіння -7°C і вище) R-134a має експлуатаційні характеристики, близькі до R-12. Добре зарекомендував себе і холодильних системах, які працюють при температурі кипіння нижче -15 °C.

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

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

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність портового холодильника для зберігання цитрусових, м. Миколаїв низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,91 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 портового холодильника для зберігання цитрусових, м. Миколаїв можна вважати доцільним та економічно вигідним.

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

		Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розрахункові дані

Розрахункову температуру води для охолодження конденсатора , при зворотному водопостачанні приймається на 3-4 °С вище температури за зволженим термометром, яка визначається за h-d діаграмою для вологого повітря для міста Миколаєва.

Ємкість камер зберігання - 220 тон з них:
 зберігання апельсинів - 30%
 зберігання лимонів - 35%
 зберігання мандаринів - 20%
 зберігання грейпфрутів - 20%

$$B_{1,2} = \frac{220 \cdot 30}{100} = 66 \text{ тон} \quad (2.1)$$

$$B_{3,4} = \frac{220 \cdot 30}{100} = 44 \text{ тон} \quad (2.2)$$

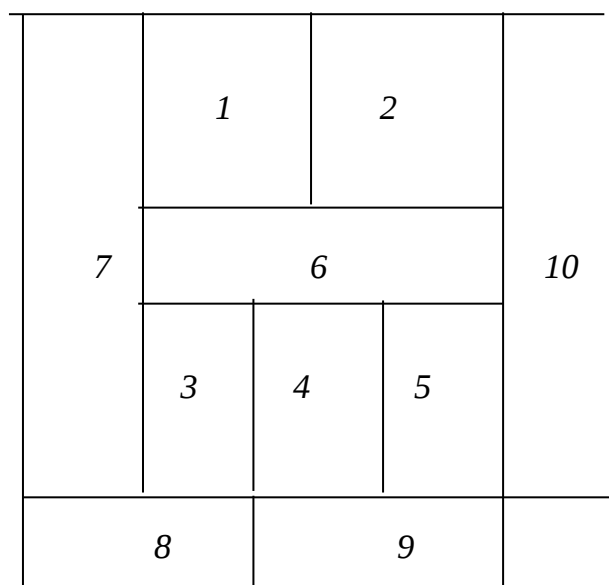
Таблиця 2.1

Найменування камери	E т	q _v т/м	h _{гр} м	β	F м ²	f м ²	n р	n _д q	Ед т
Апельсини	66	0,32	3	0,7	98,21	72	1,36	1,5	72,576
Лимони	66	0,32	3	0,7	98,21	72	1,36	1,5	72,576
Мандарини	44	0,32	3	0,7	65,48	72	0,91	1	48,384
Грейпфрути	44	0,32	3	0,7	65,48	72	0,91	1	48,384
Всього кам.зберіг..	220				327,38	72	4,55	5	241,92
Допоміжні приміщ.					98,21	72	1,36	2	
Охолодж.склад					425,60	72	5,91	7	
Службові приміщ.					63,84	72	0,89	1	
Машинне відділен.					63,84	72	0,89	1	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54 004. 000. ДП ПЗ	Лист

Планування холодильника



Мал. 2.1

- 1 - камера зберігання апельсинів, $t_k=0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $Q_{\text{обл.}} = 21,4\text{ кВт}$
- 2 - камера зберігання лимонів, $t_k=0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $Q_{\text{обл.}} = 21,6\text{ кВт}$
- 3 - камера зберігання мандаринів, $t_k=0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $Q_{\text{обл.}} = 16,7\text{ кВт}$
- 4 - камера зберігання грейпфрутів, $t_k=0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $Q_{\text{обл.}} = 12,8\text{ кВт}$
- 5 - експедиція, $t_k=0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $Q_{\text{обл.}} = 9,2\text{ кВт}$
- 6 - коридор
- 7 - автомобільна платформа
- 8- службові приміщення
- 9 - машинне відділення
- 10 - цех товарної обробки плодів

2.2 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер

Визначаємо холодопродуктивність компресорів, за формулою

$$Q_o = \frac{\sum Q_{km} * k}{b}, \text{ кВт} \quad (2.3)$$

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

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

		Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

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

b - коефіцієнт робочого часу;

$$Q_o = \frac{45,8 * 1,045}{0,80} = 63.81 \text{ кВт}$$

2.3 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

Температура кипіння при безпосередньому охолодженні:

$$\begin{aligned} t_o &= t_0 - (5 \div 10)^\circ\text{C} \\ t_o &= 0 - 6 = -6^\circ\text{C} \end{aligned} \quad (2.4)$$

Температура води яка подається на конденсатор:

$$\begin{aligned} t_{\text{вд1}} &= t_{\text{мт}} + (2 \div 4)^\circ\text{C} ; \\ t_{\text{вд1}} &= 26,43 + 2,57 = 29^\circ\text{C} ; \end{aligned} \quad (2.5)$$

Температура води яка виходить з конденсатора:

$$t_{\text{вд2}} = t_{\text{вд1}} + (3 \div 5) = 29 + 3 = 32^\circ\text{C} \quad (2.6)$$

Температура конденсації :

$$t_k = t_{\text{вд2}} + (2 \div 4) = 32 + 3 = 35^\circ\text{C}; \quad (2.7)$$

Температура переохолодження холодильного агента у конденсаторі:

$$t_{\text{по}} = t_{\text{вд1}} + (3 \div 5)^\circ\text{C}; \quad (2.8)$$

$$t_{\text{по}} = 29 + 3 = 32^\circ\text{C};$$

Температура всмоктування холодильного агенту:

$$\begin{aligned} t_{\text{вс}} &= t_o + (15 \div 20)^\circ\text{C} ; \\ t_{\text{вс}} &= -6 + 20 = 14^\circ\text{C} \end{aligned} \quad (2.9)$$

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

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

		Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

Для $t_0 = -6\text{ C}$

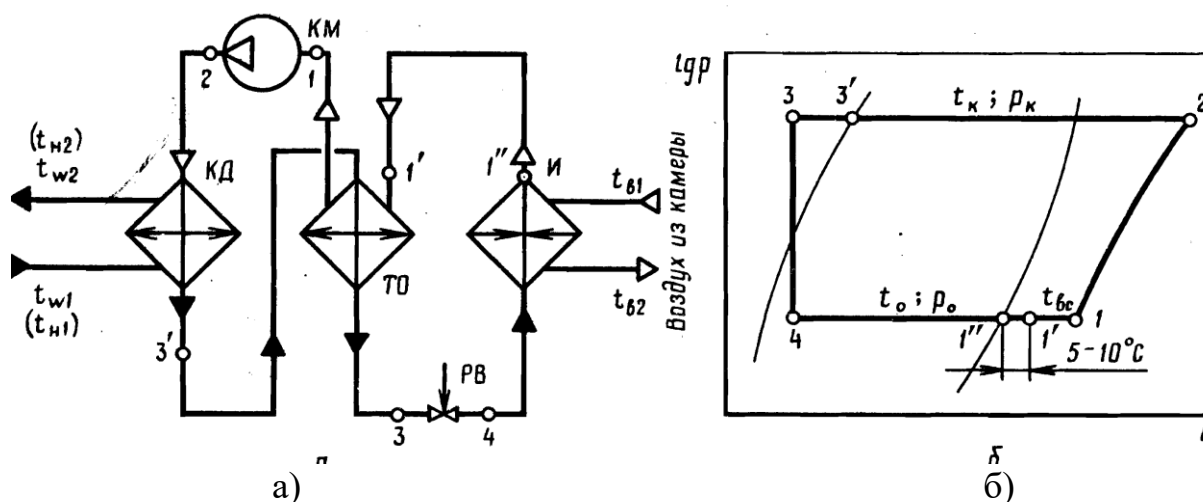
$$i_3 = i_{3'} - (i_1 - i_{1'}) = 249,5 - (411,5 - 398,5) = 236,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

2.4 Побудова циклу холодильної машини

Таблиця 2.2

Режим	P_0 бар	P_k бар	P_k P_0	Вибір схеми
$t_0 = -6\text{ C}$	2,344	8,868	3,78	одноступінчасте стиск

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



Мал.2.2

а) схема холодильної установки

б) цикл холодильної установки в $\lg p$ - h діаграмі

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблиця 2.3

№ крапки	Температура ° С	Тиск бар	Ентальпія кДж/ кг	Питомий об'єм м³/кг
1 ^{//}	-6	2,434	393,5	
1 [/]	0	2,434	398,5	
1	14	2,434	411,5	0,09392
2	58,63	8,868	442	
3 [/]	35	8,868	249,5	
3	26,5	8,868	236,5	
4	-6	2,434	236,5	

2.5 Тепловий розрахунок і добір компресора

Розрахунок одноступінчатого компресору для $t_o = -6\text{ }^{\circ}\text{C}$

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента:

$$q_o = h_1 - h_4 \quad (2.10)$$

Масова витрата пару

$$M_d = Q_o / q_o \quad (2.11)$$

де Q_o - навантаження на компресор з обліком витрат, кВт

Дійсна об'ємна подача

$$V_d = m_d V_1 \quad (2.12)$$

де V_1 - питомий обсяг усмоктуваного пару, м³/кг

Коефіцієнт подачі компресору:

$$\lambda = \lambda_c \lambda_w \quad (2.13)$$

коефіцієнт подачі компресору

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

Бородай Є					MX 54 004. 000. ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$\lambda_c = 1 - c \left(\frac{p_{\kappa}}{p_o} \right)^{1/m} - 1 \quad (2.14)$$

Коефіцієнт невидимої витрати компресору

$$\lambda_{\omega'} = T_o / T_{\kappa} \quad (2.15)$$

Теоретична об'ємна подача

$$V_T = V_D / \lambda \quad (2.16)$$

Адіабатна потужність:

$$N_a = m_d (i_2 - i_1) \quad (2.17)$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії:

$$\eta_i = \lambda_{\omega} + b t_o, \quad (2.18)$$

Індикаторна потужність:

$$N_i = N_a / \eta_i \quad (2.19)$$

Потужність тертя:

$$N_{\text{тр}} = V_T P_{\text{тр}}, \quad P_{\text{тр}} = 50-60 \text{ Н} \quad (2.20)$$

Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{\text{тр}} \quad (2.21)$$

Потужність на валу двигуна:

$$N_{\text{дв}} = (1,1 \div 1,12) N_e / \eta_{\text{п}} \quad (2.22)$$

Ефективна питома холодопродуктивність, чи холодильний коефіцієнт:

$$\varepsilon_e = Q_o / N_e \quad (2.23)$$

Тепловий потік в конденсаторі:

$$Q_k = m_d (h_2 - h_3) \quad (2.24)$$

Таблиця 2.4 Розрахунок компресора

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.	ΣV _{км} м/с	ΣM _{км}	ΣQ _{км}	N _T кВт	N _i кВт	N _e кВт	N _{эл} кВт	Q _{кд} кВт
-6	157	63,8	0,406	0,038	0,052	0,74	4JE-	3	0,053	0,417	65,4	20,21	26,95	31,71	36,45	92,4
							22Y-40P									

По V_T= 0,053 м³/сек підбираємо **три** одноступінчастих компресора

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

Бородай Є																	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата													

MX 54 004. 000. ДП ПЗ

марки **4JE-22Y-40P** фірми **BITZER** з $\Sigma V_T = 0,053 \text{ м}^3/\text{с}$.

Таблиця 2.5 Технічна характеристика компресорів

Показники	4JE-22Y-40P
Холодопродуктивність, кВт	28,2
Витрачена потужність, кВт	7,24
Теоретична об'ємна продуктивність КМ, м ³ /г	0,0176
Кількість циліндрів	4
Потужність ел. двигуна, кВт	3,31
Діаметр циліндра на хід поршня, мм	65 x 55
Частота обертання, м ⁻¹	1450
Марка масла	Bse 55 option
Заправка масла, дм. куб.	4,0
COP	3,9
Габаритні розміри, мм	
Довжина	693
Ширина	453
Висота	417

2.6 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора

Розрахунок конденсатора для хладонової холодильної машини

Теплове навантаження 92,4 кВт

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

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

Температура конденсації холодоагента $t_K = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$

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

$$\Theta_m = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{2,3 \lg \frac{t_K - t_{w1}}{t_K - t_{w2}}}; \quad (2.25)$$

де t_{B1}, t_{B2} - температура води на вході й виході із КД, $^{\circ}\text{C}$

t_K - температура конденсації холодоагента, $^{\circ}\text{C}$

$$\theta_m = \frac{t_{B2} - t_{B1}}{2,3 \lg \frac{t_K - t_{B1}}{t_K - t_{B2}}} = \frac{32 - 29}{2,3 \lg \frac{35 - 29}{35 - 32}} = 4,33 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Підп. и дата Ив. № дубл. Взам. ив. № Підп. и дата Ив. № подл.										
	Бородай Є									Лист
	MX 54 004. 000. ДП ПЗ									
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

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 (м²)

$$F = \frac{Q_{\text{КД}}}{k * \theta} \quad (2.26)$$

де $Q_{\text{КД}}$ - дійсний тепловий потік у КД, кВт
 k - загальний коефіцієнт теплопередачі, кВт/м²К
 θ - середній температурний напір, °С

$Q_{\text{КД}}$	k	θ	F
92,4	1,2	4,33	17,78

$$F = \frac{92,4}{1,2 * 4,33} = 17,78 \text{ м}^2$$

Приймаємо до установок один конденсатор фірми **BITZER** марки **K1973T**

Таблиця 2.6 Технічна характеристика конденсатора

Марка	Габаритні розміри			Максимальне заповнення ХА, кг	Мах Обємна витрата, м ³ /г	Швидкість потоку, м/с	Вага, кг
K1973T	Ширина, мм	Висота, мм	Діаметр, мм	83,9	20,2	2,39	191
	1661	403	298				

Об'ємна витрата охолодної води

$$V_{\text{вод}} = \frac{\sum Q_{\text{КД}}}{c_{\text{в}} * \rho_{\text{в}} * \Delta t}, \quad \text{м/с} \quad (2.27)$$

де $c_{\text{в}}$ - питома теплоємність води, $c = 4,19$ кДж/кгК
 $\rho_{\text{в}}$ - щільність води, $\rho = 1000$ кг/м³
 Δt - підігрів води в конденсаторі, °С

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

		Бородай Є			MX 54 004. 000. ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблиця 2.8

№ камери	Q об Вт	t _o С	θ С	k Вт/м²К	F _{тр} м²	Марка	n p шт	n д шт	F в/о м²	Σ Fв/о м²	V _{в/о} м³	Σ V _{в/о} м³
1	21407	-6	6	13,5	264,28	BFGE-403C4	1,74	2	152	303,8	0,0159	0,0318
2	21540	-6	6	13,5	265,93	BFGE-403C4	1,75	2	152	303,8	0,0159	0,0318
3	16675	-6	6	13,5	205,86	BFGE-403C4	1,36	2	152	303,8	0,0159	0,0318
4	12849	-6	6	13,5	158,63	BFGE-403B7	1,04	1	152	151,9	0,0159	0,0159
Експедиція	9199	-6	6	21	73,01	BFGE-404B7	0,92	1	79,3	79,3	0,0141	0,0141
												0,1254

Таблиця 2.9 Технічна характеристика повітроохолоджувачів

Марка повітроохолоджувача	Площа теплообмінної поверхні, м²	Холодопродуктивність, кВт	Вага повітроохолоджувача, до	Висота, мм	Ширина, мм	Довжина, мм	Потужність Вентилятора, Вт	Кількість вентиляторів	Місткість по фреону, м³
BFGE-403C4	151,9	13,28	137	350	1200	2700	600	3	0,0159
BFGE-403B7	59,5	7,35	109	350	1200	2700	600	3	0,0106
BFGE-404B7	79,3	9,81	137	350	1200	3490	800	4	0,0141

2.8 Розрахунок і вибір допоміжного обладнання холодильної установки

Лінійний ресивер

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

де $V_{вип}$ - місткість випарної системи, м³
 1,44 - коефіцієнт, що враховує норму заповнення лінійного ресивера при нижній подачі х/а

$$V_{исп} = \Sigma V_{в/о}$$

Σ V _{в/о}	V _{лр}
0,1254	0,18

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54 004. 000. ДП ПЗ	Лист

Підбираємо лінійний ресивер місткістю 0,20 м³, що входить до складу фреонової машини

Регенеративний теплообмінник

Теплообмінники підбираються по площі теплообмінної поверхні змійовика

$$F_{m.o.} = \frac{Q_{m.o.}}{k \cdot \theta} \quad (2.30)$$

Теплове навантаження на теплообмінник, кВт

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

$$Q_{T.O.}_{t_0=-5} = 0,417 \cdot (249,5 - 236,5) = 0,417 \cdot (411,5 - 398,5) = 5,42 \text{ кВт}$$

$$F_{m.o.} = \frac{5,42 \cdot 10^3}{280 \cdot 23,8} = 0,813 \text{ м}^2$$

Підбираємо теплообмінник марки ТФ - 70Г

Таблиця 2.10 Технічна характеристика теплообмінників

	ТФ-70 Г
Площа зовнішньої поверхні, м ²	1,34
Діаметр патрубків, мм	
Рідини	32
Пари	70
d вн x δ	13,2
Матеріал труд	мідь
Труби	гладкі
Кількість змеевіків	2
Вага, кг	41

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

Изм.	Лист	Бородай Є	Подп.	Дата	MX 54 004. 000. ДП ПЗ	Лист

Розрахунок і підбор градирні

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

$$F = \frac{Q_{гр}}{q} \quad (2.31)$$

де $Q_{гр}$ - теплове навантаження на градирню
 q - питоме теплове навантаження на 1м² поперечного перетину насадки в градирні

Q	q _г	F _{пс}
92,4	50	1,85

По площі поперечного перетину підбираємо градирню марки ГПВ-80М

Таблиця 2.11 Технічна характеристика градирні

Показник	
Теплова продуктивність ,кВт	93
Площа поперечного перетину , м ² /с	1,88
Об'ємна витрата циркулюючої води . л/з	4,4
Параметри осьового вентилятора:	
Діаметр крильчатки	1000
Частота обертання	15,8
Потужність , кВт установлена	3,0
споживаєма	1,9
Параметри форсунки водорозподільника	
Діаметр отвору,мм	8
Кількість шт.	4
Місткість резервуара, м ³	0,57
Витрата свіжої води, л/с	0,044
Витрата повітря, м ³ /с	4,52
Габаритні розміри , мм :	
підстава	1710*1580
висота	2200
Вага,кг	635

Попл. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Попл. и дата	
Инов. № подл.	

		Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

3 ОРГАНІЗАЦІЙ НА ЧАСТИНА

3.1 Організація ремонту, монтажу, експлуатації холодильного устаткування

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

Розрізняють три різні способи проведення механічних робіт: державний, підрядний і змішаний.

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 100 кВт поставляються заводами-виробниками у вигляді компресорно-конденсаторного агрегату і випарно-регулюючого агрегатів 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

Підп. и дата		Инов. № дубл.		Взам. инов. №		Підп. и дата		Инов. № подл.		
		Бородай Є				MX 54 004. 000. ДП ПЗ				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

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

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.

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.

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, 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.

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

		Бородай Є			MX 54 004. 000. ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

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

На проектованому 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 TRV сильно відкритий внаслідок неправильного положення клапана на сідлі. При цьому стінки компресора покриваються інеєм, тиск всмоктування підвищується, а тиск нагнітання залишається постійним.

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

		Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

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 х/у.

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 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

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

		Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

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.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Бородай Є	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54 004. 000. ДП ПЗ	Лист

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 ВИХІДНІ ДАНІ

Таблиця 4.1 Вихідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1.	Найменування об'єкту	Портовий холодильник для зберігання цитрусових, м. Миколаїв
2.	Система охолодження	Безпосередня
3.	Холодоагент	R134A
4.	Марка масла	Bse 55 option
5.	Наявність градирні	+
6.	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	1808
7.	Ступінь автоматизації	Повна
8.	Кількість змін праці	1
9.	Витрати мастила на 1 компресор, кг	4
10.	Витрати фреон на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	0,5
11.	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	2.49
12.	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	475
13.	Ціна 1 кг мастила, грн.	280

Підп. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Підп. и дата	
Инов. № подл.	

		Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54 004. 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	4JE-22Y-40P фірми BITZER	3	63,8	-6	3,31	28000
2	Конденсатор	фірми BITZER марки K1973T	1				23000
3	Водяний насос	K 20/30	2			4	7000
4	Повітроохолоджувач	BFGE-403C4	6			3*0,6	12000
5	Повітроохолоджувач	BFGE-403B7	1			3*0,6	11000
6	Повітроохолоджувач	BFGE-404B7	1			4*0,8	10000
7	Лінійний ресивер	0,20 м³	1				1400
8	Градирня	ГПВ-80М	1			3	4000

Підп. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Підп. и дата	
Инов. № подл.	

		Бородай Є			MX 54 004. 000. ДП ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

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.

$$C_M = 28000 \cdot 3 = 84000$$

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	4JE-22Y-40P фірми BITZER	3	28000	84000
2	Конденсатор	фірми BITZER марки K1973T	1	23000	23000
3	Водяний насос	K 20/30	2	7000	14000
4	Повітроохолоджувач	BFGE-403C4	6	12000	72000
5	Повітроохолоджувач	BFGE-403B7	1	11000	11000
6	Повітроохолоджувач	BFGE-404B7	1	10000	10000
7	Лінійний ресивер	місткістю 0,20 м ³	1	1400	1400
8	Гради́рня	ГПВ-80М	1	4000	4000
9	Разом сумарна вартість основного обладнання				219400
10	Вартість іншого обладнання (10%)				21940
11	Витрати на монтаж і транспорт (15%)				36201
12	Загальна вартість				277541

Підп. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Підп. и дата	
Инов. № подл.	

		Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

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

$$K_B = C_{\text{бд}} + C_{\text{заг}}^{\text{об}} \tag{4.2}$$

$$K_B = 0 + 277541 = 277541 \text{ грн}$$

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54 004. 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 :

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

$$Q_{ст-6} = 63,8 \cdot 0,7 \cdot 19440 = 868190 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{ст. заг} = 868190 \text{ тис.кДж}$$

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.
Сумарна холодопродуктивність, кВт	$\sum Q_0$	63,8
Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт	q_a	0,5
Середній коефіцієнт втрат фреону при ремонтах	K_p	1,05
Ціна 1 кг фреону, грн.	$Z_{x.a.}$	475,00
Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1,15
Витрати на поповнення системи фреоном, грн.	$C_{x.a.} = \sum Q_0 \cdot q_a \cdot K_p \cdot Z_{x.a.} \cdot K_{x.a.}$	18296,6
Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	M	4,00

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

		Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

Кількість компресорів, шт;	N	3,00
Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	K_{ϵ}	1,20
Кількість разів змін масла за рік	R	2,00
Середня ціна 1 кг мастила, грн;	Z_M	280,00
Витрати на поповнення мастила, грн.	$C_{M=m} * n * K_B * R * Z_M * K_M$	9192,96
Разом:	$C_p = C_{x.a} + C_M$	27489,60
Інші витрати (5%)	$C_i = C_p * 5 / 100$	1374,48
Усього:	$C_{д.м} = C_p + C_i$	28864,08

4.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергії

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

Таблиця 4.5 Розрахунок споживання силової електроенергії

Попл. и дата	№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Номинальна потужність, кВт	Коефіцієнт використання обладнання	Кількість устаткування	Фонд робочого часу, годин	Загальна потреба в електроенергії, кВт.годин	Витрати на силову електроенергію в грн,																
Инов. № дубл.		Вихідні дані табл. 4.2		Wh.	Кв.об..	Куст.	Чрік	$W_{заг} = Wh * K_{в.об} * K_{уст.} * Чрік$	$C_w = W_{заг} * C_e$																
Взам. инов. №		Компресор	4JE-22Y-40P фірми BITZER	3,31	0,85	3	5000	42202,5	105084,23																
Попл. и дата		Водяний насос	K 20/30	4	0,85	2	5400	36720	91432,8																
Инов. № подл.		Повітроохолоджувач	BFGE-403C4	3*0,6	0,6	6	5400	34992	87130,08																
		Повітроохолоджувач	BFGE-403B7	3*0,6	0,3	1	3000	1620	4033,8																
<table> <tr> <td>Изм.</td><td>Лист</td><td>№ докум.</td><td>Подп.</td><td>Дата</td><td colspan="4" rowspan="2">MX 54 004. 000. ДП ПЗ</td><td>Лист</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>										Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54 004. 000. ДП ПЗ				Лист						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54 004. 000. ДП ПЗ				Лист																

	Повітроо холоджув ач	BFGE- 404B7	4*0,8	0,6	1	5400	10368	25816,32
	Градирия	ГПВ- 80М	3	0,6	1	3000	5400	13446
Вс ьо го	X	X	X	X	14	X	131302,5	326943,23

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

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

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 шостого 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:

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

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

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)

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

		Бородай Є				MX 54 004. 000. ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

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

Тарифна ставка другого та послідовних 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 6 розряду:

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

Где ТК – тарифний коефіцієнт до тарифної ставки 6 розряду

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

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;

$\sum D$ - 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:

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

		Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

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

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	128747,68
Д - сума доплат за умови праці та нічний час, грн. (45% від тарифного фонду заробітної плати).	= Тф*25/100, грн	32186,92
Оф - основний фонд заробітної плати	$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D$	160934,6
Дф - додатковий фонд заробітної плати	$D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d) / 100$, грн	12874,768
Рф - річний фонд	$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}$, грн.	173809,37
Вс - відрахування від річного фонду заробітної плати	$B_c = (P_{\phi} \cdot p) / 100$, грн	38238,061

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

		Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

4.4 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ОДИНИЦІ (1000 КДЖ) ХОЛОДУ

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

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

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

$C_{ст.1000 кДж} = 790303,03/868190 = 0,91$ грн
де $C_{ст}$ – цехова собівартість, грн.

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

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

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)	28864,08	0,03324626
2	Зарплата виробничих працівників	173809,36	0,200197293
3	Відчислення від зарплати	38238,06	0,044043404
4	Електроенергія силова	326943,2	0,376580097
5	Цехові витрати(ЗПвир.прац.*(0.2)	208571,2	0,240236752
6	Амортизація обладнання(10%)	13877,05	0,015983879
7	Разом цехова собівартість (Cст)	790303,03	0,910287685

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

Бородай Є					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

MX 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

4.5. ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ
ПРОЕКТУ

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1	Найменування об'єкту	Портовий холодильник для зберігання цитрусових, м. Миколаїв
2	Система охолодження	Безпосередня
3	Холодильний агент	R134a
4	Марка масла	Bse 55 option
5	Номінальна продуктивність по повітрю ,м³/годину	80
6	Ступінь автоматизації	Повна
7	Сума капіталовкладень, грн	277541
8	Холодопродуктивність компресорів , кВт	63,8
9	Кількість компресорів, шт.	3
10	Річний виробіток холоду , тис. кДж.	868190
11	Цехова собівартість, грн.	790303,03
12	Собівартість одиниці холоду, грн..	0,91
13	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	1

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

		Бородай Є			MX 54 004. 000. ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

На холодильних установках до основних функцій обслуговуючого персоналу відноситься управління технологічним процесом, нагляд і контроль за роботою машин та приборів автоматики. При експлуатації холодильних установок основна частина навантаження приходить на нервову систему робітника, при виконанні монтажних та ремонтних робіт збільшується навантаження на м'язову систему.

5.2 Розробка заходів з охорони праці

Холодильні установки призначені для підтримання певної температури в холодильних камерах. У зв'язку з наявністю в холодильних установках холодоагентів, які знаходяться під великим тиском і мають небезпечні властивості, експлуатація їх вимагає суворого дотримання техніки безпеки і технічних умов. Конструкція апаратів (посудин) кожної холодильної установки експлуатація і технічний огляд підприємством-власником (обслуговуючою організацією) повинні відповідати вимогам «Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском».

5.2.1 Вимоги безпеки

У процесі експлуатації холодильних установок здійснюється періодичний огляд апаратів (посудин) в робочому стані та перевіряється відповідність їх інструкції з експлуатації, а також технічний огляд. Під час технічного огляду апаратів (посудин) їх піддають зовнішньому і (у доступних місцях) внутрішньому огляду не рідше одного разу на два роки і випробуванню надмірним тиском не рідше одного разу на вісім років.

Достроковий технічний огляд апаратів (посудин) холодильних установок проводиться після реконструкції і ремонту з застосуванням зварювання і паяння частин, що працюють під тиском, а також у випадку бездіяльності їх в незаконсервованому вигляді більше одного року, демонтажу і установки на новому місці.

Поп. и дата Инв. № дубл. Взам. инв. № Поп. и дата Инв. № подл.										
		Бородай Є								Лист
						MX 54 004. 000. ДП ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Результати технічного огляду апарата (посудини), дозвіл на пуск його в роботу з вказівкою терміну наступного огляду і випробування записуються в книгу обліку і огляду посудин, а також у паспорт апарата особою, що проводила це технічне обстеження.

Трубопроводи і теплообмінна апаратура з труб піддаються випробуванням на міцність і щільність.

5.2.2 Обслуговуючий персонал

Адміністрація підприємства зобов'язана забезпечити холодильні установки необхідним штатом обслуговуючого персоналу або укласти договір зі спеціалізованою організацією на комплексне технічне обслуговування автоматизованих холодильних установок.

До обслуговування холодильних установок допускаються особи, не молодші 18 років, що пройшли медичний огляд і мають свідоцтво про закінчення спеціального учбового закладу або курсів:

- з експлуатації холодильних установок – для машиністів,
- з автоматизації холодильних установок – для слюсарів,
- з експлуатації і автоматизації холодильних установок – для електромеханіків.

Машиніст і електромеханік допускаються до самостійного обслуговування холодильних установок тільки після проходження стажування упродовж одного місяця і відповідної перевірки знань. Допуск їх до стажування і самостійної роботи здійснюється розпорядженням по підприємству.

Не рідше одного разу на рік комісія підприємства перевіряє знання обслуговуючим персоналом правил технічного обслуговування холодильної установки, техніки безпеки, інструкцій з експлуатації устаткування і охорони

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

		Бородай Є		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54 004. 000. ДП ПЗ

Лист

праці, а також наявність навиків надання долікарської допомоги в разі нещасних випадків. Результати такої перевірки реєструються в журналі і в посвідченнях обслуговуючого персоналу.

На кожному підприємстві або в об'єднанні підприємств, де користуються холодильними установками, наказом призначаються з числа технічних спеціалістів відповідальні особи за справний стан, правильну і безпечну роботу апаратів (посудин), трубопроводів і пристроїв холодильної установки і для нагляду за технічним станом і безпечною експлуатацією холодильної установки. Перевірка знань з питань охорони праці у керівних та інженерно-технічних працівників, пов'язаних з експлуатацією холодильних установок, проводиться перед призначенням їх на посаду і періодично не рідше як один раз на три роки.

На кожному підприємстві для обслуговуючого персоналу мають бути розроблені інструкції з експлуатації устаткування, що входить до складу холодильної установки, а також інструкції з охорони праці під час експлуатації цього обладнання, апаратів і пристроїв.

Персонал, який обслуговує холодильну установку, повинен строго виконувати вимоги інструкцій щодо режиму роботи і безпечного обслуговування апаратів (посудин). Під час роботи холодильної установки контролюють її герметичність, стан запобіжних клапанів, покази контрольно-вимірювальних приладів.

Під час експлуатації холодильних установок необхідно оформляти такі документи:

- журнал машинного відділення;
- журнал перевірок запобіжних клапанів і контрольно-вимірювальних приладів;
- журнал обліку ремонту і обслуговування устаткування;
- журнал технічного огляду апаратів (посудин), що працюють під тиском.

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

		Бородай Є			MX 54 004. 000. ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Під час експлуатації холодильних установок слід керуватися «Правилами будови і безпечної експлуатації аміачних холодильних установок» або «Правилами будови і безпечної експлуатації фреонових холодильних установок».

Адміністрація підприємства зобов'язана утримувати холодильні установки відповідно до вказаних правил і забезпечувати безпеку їх обслуговування.

Роботи з технічного обслуговування холодильних установок, регулювання і усунення несправностей повинні проводитися з дотриманням вимог вказаних правил, керівництва з експлуатації (КЕ) холодильного устаткування, розроблених заводом-виробником а також «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів» і «Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів».

5.3 Пожежна безпека.

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),

Попл. и дата	
Инов. № дубл.	
Взам. инов. №	
Попл. и дата	
Инов. № подл.	
Бородай Є	
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	
MX 54 004. 000. ДП ПЗ	
Лист	

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54 004. 000. ДП ПЗ				Лист

6. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М.Г. Хмельнюк, О.С. Подмазко, І.О. Подмазко "Холодильні установки та сфери їх використання" підручник для вищих навчальних закладів, Херсон, Грінь, 484с., 2014.
- 2 Холодильні установки, (І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю.Ларьяновський та інш.), підручник для вищих навчальних закладів, в двох томах, Київ, "Либідь", 1995.
3. Холодильні установки. Проектування: Учбовий посібник / Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Лагутін А.Ю. та ін. – Одеса: Друк, 2008. - том 1 – 3.
4. І.Г.Чумак, В.П.Чепурненко, С.Ю.Ларьяновський та інші. "Холодильні установки" Одеса, "Рефпринтінфо" 2003. 531с;
5. Явнелъ Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.-3-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1989.
6. Н.Г. Кондрашова, Н.Г. Лашутина Холодильно-компрессорные машины и установки.
7. Канторович В.И., Подлипенцева З.В. Основы автоматизации холодильных установок.- 3-е изд, перераб. и доп.- М.: ВО "Агропромиздат", 1987
8. Справочник. Теплообменные аппараты, приборы автоматизации и испытания холодильных машин / Под ред. А.В. Быкова.- М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984.
9. Богданов С.Н., Иванов О. П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ. Справочник. Изд. 2-е, доп. и переработ. "Машиностроение",1976.
10. Самойлов А.И., Игнатьев В.Г. Охрана труда при обслуживании холодильных установок.- 2-е изд. -М.: Агропромиздат, 1989.
11. Канторович В.И. Гиль И. М. Устройство, монтаж и ремонт холодильных установок. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1985.
12. Справочник из серии "Холодильная техника" под редакцией А.В. Быкова Применение холода в пищевой промышленности, 1979
13. Журнали "Холодильная техника", "Холод ", 2020 - 2021 г
14. Закон України "Про підприємства в Україні" // Відомості Верховної ради України.-1992.-№24.с
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.

Підп. и дата	Инд. № дубл.	Взам. инв. №	Підп. и дата	Инд. № подл.						
					Бородай Є					Лист
					MX 54 004. 000. ДП ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

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 «Знання», 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.

Інформаційні ресурси

1. www.wika.ua
2. www.teplostart.com.ua
3. www.danfoss.ua
4. www.siemens.com
5. www.infrost.com.ua

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

		Бородай Є			МХ 54 004. 000. ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

[illegible]