

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОПШ: «Монтаж і

обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: 4МХ -55

Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення

МХ 55. 009. 000. ДП

Задорожного Дмитра
Володимировича

м. Одеса - 2023 р

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

Спеціальність 142
Енергетичне машинобудування
Група 4 МХ- 55

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
МХ 55.019.000. ДП**

До дипломного проекту на тему:

Розробка холодильної установки для універсаму «Копійка»,
площею 930 м. кв., м. Чорноморськ

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

Дипломник _____ (Постоленко І.Д.)

Керівник проекту _____ (Беркань Ір.В.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Шимко О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

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

До захисту допущено
Голова циклової комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

Захист “ _____ ” _____ 2023 р. Протокол ЕК № _____
Оцінка ЕК _____

Секретар ЕК _____ (Селіванов А.П.)

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

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

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

ЗАВДАННЯ

ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

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

Тема дипломного проекту: Розробка системи холодозабезпечення студентського кафе на 130 посадкових місць, м. Київ

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

Вихідні дані для проекту: температура літня 31 °С
відносна вологість повітря літня 52 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Пояснювальна записка

1. Загальна частина

- 1.1 Вихідні дані
- 1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

2. Технологічна частина

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

3. Розрахунково- конструкторська частина

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

4. Організаційна частина

4.1 Організація монтажу, експлуатація, ремонту та холодильного обладнання

4.2 Автоматизація холодильної установки

5 Економічна частина

6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7. Перелік використаних джерел

Графічна частина

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

Аркуш 2 Розводка трубопроводів

Аркуш 3 Схема автоматизації холодильної установки

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1 Загальна частина	22.05.2023
2 Технологічна частина	23.05.2023
3 Розрахунково-конструкторська частина	24 – 30.05.2023
4 Організаційна частина	31.05.2023
5 Аркуш 1,2	01 - 04.06.2023
6 Економічна частина	05 – 07.06.2023
7 Аркуш 3	08 – 09.06.2023
8 Охорона праці	10 - 12.06.2023
Попередній захист	15. 06.2023
Захист дипломного проекту	26 - 27.06.2023

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 2 від “13” вересня 2022

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Беркань Ір.В.)

3.13 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання.....

3.14 Визначення діаметру трубопроводів холодильної
установки.....

4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація монтажу, експлуатація і ремонту холодильного
обладнання

4.2 Автоматизація холодильної
установки.....

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок капітальних вкладень.....

5.2 Розрахунок кількості виробленого
холоду.....

5.3 Розрахунок експлуатаційних
витрат.....

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ

ДЖЕРЕЛ.....

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

1.2 Вихідні дані

У данному дипломному проекті розраховується холодильна установка при закладі громадського харчування студентському кафе на 130 посадкових місць у місті Києві. У таблиці 1.3 описана температурно-вологісна характеристика клімату.

Таблиця 1.1-Температурно-вологісна характеристика клімату

Місто	Географічна широта	Глибина промерзання ґрунта, мм	Розрахункова Температура °С			Відносна вологість %	
			Середньо-річна	літня	зимова	Розрахункова літня	Розрахункова зимова
Київ	52	170	7,2	31	-21	52	82

У данній їдальні потрібні такі камери зберігання:

- 1 - Камера зберігання харчових відходів.
- 2 - Камера зберігання м'яса.
- 3 - Камера зберігання риби.
- 4 - Камера зберігання фруктів та напоїв.
- 5 - Камера зберігання молочно-жирових харчів

									Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МХ 55. 009. 001 ДП ПЗ					

1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту

На підприємствах торгівлі та громадського харчування холодильник являє собою блок з декількох холодильних камер, розташованих в групі складських приміщень поблизу від торгового залу магазину або кухонного блоку. Холодильник призначений для короткотермінового (2 - 3 діб) зберігання запасу найрізноманітніших продуктів.

У навчальних проектах холодильних установок число і будівельну площу камер на підприємствах громадського харчування, як і в магазинах, не розраховують, а приймають за діючими нормативами.

Для їдалень, що працюють на сировині, будівельна площа наведена в табл. 1.1. Норми завантаження холодильних камер на 1 м² будівельної площі наведено в табл. 1.2. Висоту камер від рівня чистої підлоги до виступаючих частин конструкцій перекриття прийняв 3,3 метри.. Ширина дверей 0,9 м. Холодильні агрегати розмістив в машинному відділенні, розташованому поряд з камерами. .

Характеристика теплоізоляції та пароізоляції приведена у таблиці 3.4.

Обираю одноступінчатий компресор, для організації та підтримки потрібної температури.

Для дотримання технологічних режимів використовуємо систему безпосереднього охолодження. В такій системі охолодження використовують повітроохолоджувачі.

Обираю фреон R134a. R134a - безбарвний газ, є одним з перших хладагентів, який був виготовлений без застосування хлору. Безпечний, нетоксичний і не запалюється при будь-яких значеннях температури. Найчастіше даними холодоагентом заправляють автомобільні кондиціонери, холодильне обладнання промислового та побутового призначення.

					MX 55. 009. 001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2- Будівельна площа їдалень

Приміщення	Будівельна площа, м ²	
	на 100 місць	збільшення на кожні 10 місць
Зал	180	18
Цех		
гарячий	72	1,8
холодний	16	0,3
Охолоджувані камери		
Молочно-жирові продукти	8	0,4
Фрукти, зелень, напої	5	0,3
М'ясо	6	0,45
Риба	4	0,05
Відходи	5	0,3

Таблиця 1.2 Норми завантаження холодильних камер на 1 м² будівельної площі

Продукти	Норми загрузки для їдальні, кг/м ²
М'ясо	125
Риба	220
Молочно-жирові продукти	170
Гастрономія	150
Фрукти, овочі	100
полуфабрикати	100
кулінарні вироби	100
кондитерські вироби	150
Харчові відходи	200

					МХ 55. 009. 001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

винятком сухофруктів). Овочі та фрукти в харчуванні відносяться до джерел лужних компонентів.

У складі овочів і фруктів в організм надходить ряд біологічно активних сполук, що грають важливу роль в життєдіяльності людини. Серед них особливу увагу привертають органічні кислоти та ефірні масла, що забезпечують природну регуляцію травлення за рахунок посилення ферментативної активності і моторики протягом всього шлунково-кишкового тракту.

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму

У холодильниках камер підприємств торгівлі і громадського харчування продукти надходять на зберігання в охолоджену або заморожену стані. Розрахункові параметри внутрішнього повітря і продуктів в цих камерах наведені в таблиці.

Таблиця 2.1- Розрахункові параметри камер

Камери зберігання	Розрахункова температура, °С	Розрахункова відносна вологість, %	Температура продуктів при надходженні, °С
М'яса	0	85	5
Риби	-2	85	-6
Молочно-жирових продуктів	2	80	8
Фруктів, овочей, напоїв	4	80	20
Відходи	0	85	20

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані

Кількість посадкових місць - 130

Місце передбачає мого будівництва - м. Київ

Для міста Києва:

- розрахункова температура зовнішнього повітря літня 31°C;
- розрахункова температура зовнішнього повітря зимова -21°C;
- відносна вологість зовнішнього повітря літня 52 %;
- відносна вологість зовнішнього повітря зимова 82%;

					MX 55. 009. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Розрахунок будівельних площ

Таблиця 3.1-Розрахунок необхідних будівельних площ

<i>Харчі</i>	<i>Будівельна площа на 100 місць</i>	<i>Збільшення на кожні 10 місць</i>	<i>Розрахункова будівельна площа, F,м²</i>	<i>Норма погрузки q кг/м²</i>	<i>Ємкість зберігання, Вк, т</i>
Молочно-жирові продукти	8	0,35	9,05	170	1,54
Фрукти, напої, зелень	5	0,3	5,9	100	0,59
М'ясо	6	0,45	7,35	125	0,92
Риба	4	0,05	4,15	220	0,91
Харчові відходи	5	0,3	5,9	200	1,18
Усього			32,35		5,14

					МХ 55. 009. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Вимоги до планування

Планування відповідає схемі технологічного процесу виробництва та сприяє послідовності операцій холодильної обробки (передбачає найбільш короткі шляхи перевозок в холодильнику, щоб не допускати зустрічних потоків вантажу).

Планування сприяє зменшенню початкових витрат на будівлю холодильника.

При плануванні я вибирав такі розміри і форму холодильника і так розташував в ньому камери, щоб теплоприпливи зовні та між камерами були мінімальними.

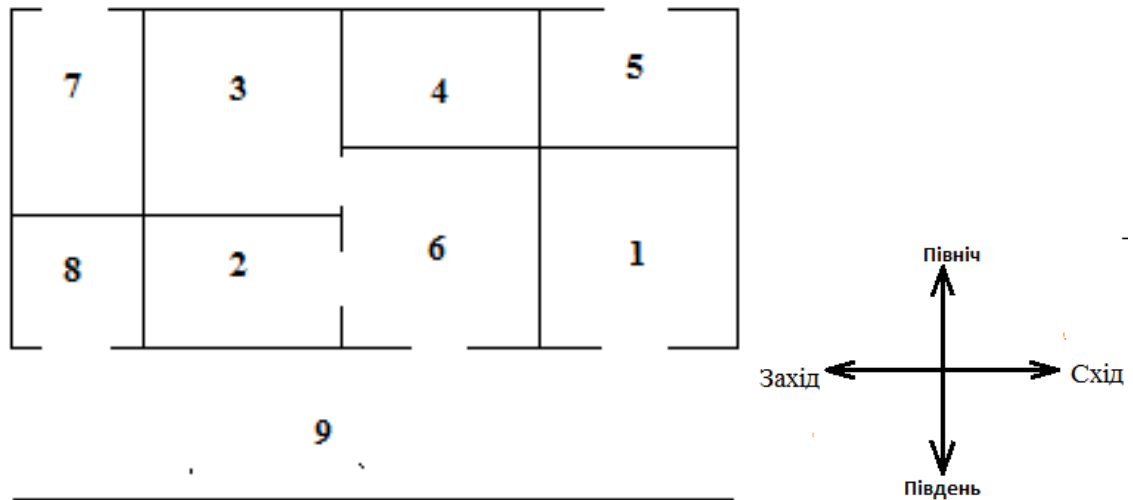
Планування відповідає прийнятій системі охолодження.

Планування холодильника відповідає вимогам правил техніки безпеки та протипожежної безпеки.

При плануванні я враховував можливість розширення холодильника.

					MX 55. 009. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Планування холодильника



1. Камера зберігання м'яса ($t = +0^{\circ}\text{C}$)
2. Камера зберігання риби ($t = -2^{\circ}\text{C}$)
3. Камера зберігання молочно-жирової продукції ($t = +2^{\circ}\text{C}$)
4. Камера зберігання фруктів та овочем ($t = +4^{\circ}\text{C}$)
5. Камера зберігання відходів ($t = +0^{\circ}\text{C}$)
6. Тамбур
7. Машинне відділення
8. Службові приміщення
9. Коридор

Рисунок 3.1-План холодильника

Таблиця 3.2-Розрахунок дійсних будівельних площ

Харчі	Дійсна будівельна площа, F,м ²	Норма погрузки q кг/м ²	Ємкість зберігання, Вк, т
Молочно-жирові продукти	9	170	1,53
Фрукти, напої, зелень	6	100	0,6
М'ясо	9	125	1,13
Риба	6	220	1,32
Харчові відходи	6	200	1,2
Усього	36		5,78

					МХ 55. 009. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Розрахунок ізоляції огорожень

Товщину ізоляційного шару $\delta_{тр}$ мм, огороження визначаємо за формулою:

$$\delta_{тр} = \lambda_{із} * [1/K_0 - (1/\alpha_3 + \sum + 1/\alpha_в)] \quad (3.1)$$

де: $\lambda_{із}$ λi - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного шару і будівельних матеріалів, що складають конструкцію огороження, Вт/(м К)

K_0 - оптимальний коефіцієнт теплопередачі огороження, прийнятий у залежності від характеру огороження і температур по обох боку від нього, Вт/(м² К)

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої або більш теплої боку огороження, Вт/(м² К)

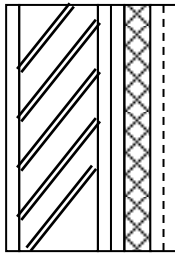
$\alpha_в$ - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої або більш холодної боку огороження, Вт/(м² К)

Після вибору дійсної товщини ізоляції визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі K_d , Вт/(м² К), за формулою:

$$K_d = 1 / (1/\alpha_3 + \sum + 1/\alpha_в) + \delta_{із} / \lambda_{із} \quad (3.2)$$

Усі розрахунки зводимо в табл.

Таблиця 3.3-Конструкція огорожень

Найменування і конструкція огорожень	Найменування і матеріал шару	На шару δ_i , м	Коеф. теплопровідності λ_i , Вт/мК	Тепловий опір R_i м ² К/Вт
Зовнішня стіна (з цегли) 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	2. Теплоізоляція ПСБ-С	треб. визн.	0,05	треб. визн.
	3. Пароізоляція-2шару гідроізолю на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	4. Штукатурка цементно-піщана	0,20	0,93	
	5. Кладка цегляна на цементному розчині	0,500	0,81	0,022
	6. Штукатурка складним розчином	0,020	0,93	0,469
				0,022
				$\Sigma=0,546$

Таблиця 3.4-Розрахунок товщини теплоізоляційного шару

Огородження	$t_{\text{кам}}$ °C	α_v Вт/м²К	α_z Вт/м²К	$\sum Ri$ м²К/Вт	Товщина теплоізоляційного шару		Коефіцієнт теплопередачі	
					$b_{\text{із,тр}}$ м	$b_{\text{із,д}}$ м	$k_{\text{тр}}$ Вт/м²К	$k_{\text{д}}$ Вт/м² К
Внутрішня стіна в тамбур	0	9	8	0,543	0,069	0,075	0,465	0,439
Перегородка 2 -2	-2	9	9	0,077	0,080	0,1	0,525	0,435
Внутрішня стіна в тамбур	-2	9	8	0,543	0,075	0,075	0,437	0,439
Внутрішня стіна в мВ	2	9	8	0,543	0,062	0,075	0,493	0,439
Зовнішня стіна	2	9	23	0,546	0,084	0,1	0,42	0,370
Зовнішня стіна	4	9	8	0,546	0,075	0,1	0,44	0,359
Внутрішня стіна в тамбур	4	9	8	0,543	0,057	0,075	0,52	0,439
Перегородка 2 4	2	9	9	0,077	0,076	0,075	0,55	0,556
Зовнішня стіна	0	9	23	0,546	0,090	0,1	0,4	0,370
Перегородка +4 0	0	9	9	0,077	0,080	0,1	0,525	0,435
Перегородка 0 0	0	9	9	0,077	0,071	0,075	0,58	0,580
Покриття	-2	9	23	0,079	0,131	0,15	0,35	0,309

					МХ 55. 009. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6 Тепловий розрахунок

Теплоприпливи через огородження Q_1 , кВт, розраховуємо за формулою:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1c} \quad (3.3)$$

де Q_{1c} теплоприплив від сонячного впливу:

$$Q_{1c} = k_d F \Delta t_c \cdot 10^{-3} \quad (3.4)$$

де: k_d - дійсний коефіцієнт теплопередачі огородження, Вт/м²*К
 F - площа огородження, м²
 Δt_c - надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літню пору, °С

$$Q_{1T} = k_{\Sigma} F \Delta t \cdot 10^{-3} \quad (3.5)$$

де: Δt – температурний напір між внутрішнім і зовнішнім середовищем, С.
 Теплоприплив через підлогу розраховуємо за формулою,

$$Q_{1T} = \sum (k_{ум} * F_{зони}) (t_{н} - t_{к}) * 10^{-3} \quad (3.6)$$

I зона шириною 2м; $k_I = 0,47$ Вт/(м²К)
 II зона шириною 2м. і $k_{II} = 0,23$ Вт/(м²К)
 III зона шириною 2м. і $k_{III} = 0,12$ Вт/(м²К)
 IV зона, вся залишкова площа, $k_{IV} = 0,07$ Вт/(м²К)
 Усі розрахунки зводимо до таблиць

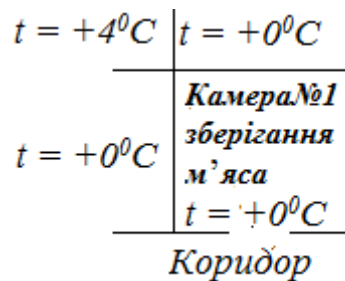


Рисунок 3.2-«Камера №1»

Таблиця 3.5-Розрахунок теплоприливів в камеру №1

Огородження	$K_q^0, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$F, \text{м}^2$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_e, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_c, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$Q_{1m}, \text{Вт}$	$Q_{1c}, \text{Вт}$	$Q_1, \text{Вт}$
СхЗС	0,37	9,9	0	31	31	9,8	0,114	0,036	0,149
ПдВС	0,439	9,9	0	31	18,6	0	0,081	0,000	0,081
ЗВС	0,439	9,9	0	31	18,6	0	0,081	0,000	0,081
Покриття	0,309	9	0	31	31	14,9	0,086	0,041	0,128
Підлога									0,182
Усього по камері									0,621

Розрахунок теплоприливів через підлогу по зонам в камеру № 1

Номер зони	$F_{\text{зони}}, \text{м}^2$	$K_{\text{усл}}, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$Q_{m1}, \text{Вт}$
1	12	0,47	31	0	31	0,175
2	1	0,23	31	0	31	0,007
Усього						0,182

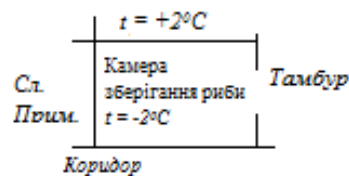


Рисунок 3.3-«Камера №2»

Таблиця 3.6-Розрахунок теплоприливів в камеру №2

Огородження	$K_q^0, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$F, \text{м}^2$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_e, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_c, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$Q_{1m}, \text{Вт}$	$Q_{1c}, \text{Вт}$	$Q_1, \text{Вт}$
ПнВС	0,435	9,9	-2	2	4	0	0,017	0,000	0,017
СхВС	0,439	6,6	-2	31	19,8	0	0,057	0,000	0,057
ПдВС	0,439	9,9	-2	31	19,8	0	0,086	0,000	0,086
ЗхВС	0,439	6,6	-2	31	23,1	0	0,067	0,000	0,067
Покриття	0,309	6	-2	31	33	14,9	0,061	0,028	0,089
Підлога									0,155
Усього по камері									0,471

Розрахунок теплоприливів через підлогу по зонам в камеру № 2

Номер зони	$F_{\text{зони}}, \text{м}^2$	$K_{\text{усл}}, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$Q_{m1}, \text{Вт}$
1	10	0,47	31	-2	33	0,155

									Арк.
МХ 55. 009. 003 ДП ПЗ									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

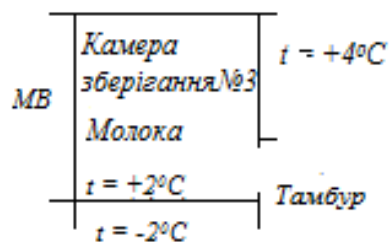


Рисунок 3.4-«Камера №3»

Таблиця 3.7-Розрахунок теплоприливів в камеру №3

Огородження	$K_q^0, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$F, \text{м}^2$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_e, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_c, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$Q_m, \text{Вт}$	$Q_{lc}, \text{Вт}$	$Q_1, \text{Вт}$
ПнЗС	0,37	9,9	2	31	31	0	0,106	0,000	0,106
СхВС	0,556	6,6	2	4	2	0	0,007	0,000	0,007
СхВС	0,439	3,3	2	31	17,4	0	0,025	0,000	0,025
ЗхВС	0,439	9,9	2	31	20,3	0	0,088	0,000	0,088
Покриття	0,309	9	2	31	29	14,9	0,081	0,041	0,122
Підлога									0,170
Усього по камері									0,519
<i>Розрахунок теплоприливів через підлогу по зонам в камеру № 3</i>									
Номер зони	$F_{\text{зони}}, \text{м}^2$	$K_{\text{усл}}, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$Q_{m1}, \text{Вт}$			
1	12	0,47	31	2	29	0,164			
2	1	0,23	31	2	29	0,007			
Усього						0,170			

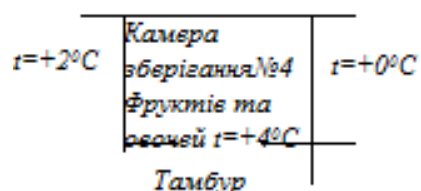


Рисунок 3.5-«Камера №4»

Таблиця 3.8-Розрахунок теплоприливів в камеру №4

Огородження	$K_q^0, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$F, \text{м}^2$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_e, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_c, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$Q_m, \text{Вт}$	$Q_{ic}, \text{Вт}$	$Q_1, \text{Вт}$
ПнЗС	0,359	9,9	4	31	27	0	0,096	0,000	0,096
ПдВС	0,439	9,9	4	31	16,2	0	0,070	0,000	0,070
Покриття	0,309	6	4	31	27	14,9	0,050	0,028	0,078
Підлога									0,076
Усього по камері									0,320

Розрахунок теплоприливів через підлогу по зонам в камеру № 4

Номер зони	$F_{зони}, \text{м}^2$	$K_{усл}, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$Q_{m1}, \text{Вт}$
1	6	0,47	31	4	27	0,076

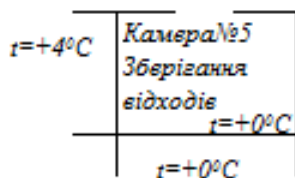


Рисунок 3.6-«Камера №5»

Таблиця 3.9-Розрахунок теплоприливів в камеру №5

Огородження	$K_q^0, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$F, \text{м}^2$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_e, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_c, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$Q_m, \text{Вт}$	$Q_{ic}, \text{Вт}$	$Q_1, \text{Вт}$
ПнЗС	0,37	9,90	0	31	31	0	0,114	0,000	0,114
СхЗС	0,37	6,6	0	31	31	9,8	0,076	0,024	0,100
ПдВС	0,58	9,9	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000
ЗВС	0,435	6,6	0	4	4	0	0,011	0,000	0,011
Покриття	0,309	6	0	31	31	14,9	0,057	0,028	0,085
Підлога								0,000	0,146
Усього по камері									0,455

Розрахунок теплоприливів через підлогу по зонам в камеру № 5

Номер зони	$F_{зони}, \text{м}^2$	$K_{усл}, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_6, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$Q_{m1}, \text{Вт}$
1	10	0,47	31	0	31	0,146

Теплоприлив від вантажів при холодильній обробці Q_2 , в кВт, визначаємо за формулою:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

МХ 55. 009. 003 ДП ПЗ

$$Q_2 = Q_{2\text{пр}} + Q_{2\text{тар}} \quad (3.7)$$

Теплоприплив від продуктів $Q_{2\text{пр}}$, в кВт, визначаємо за формулою:

$$Q_{2\text{пр}} = M \Delta i * 1000 / 24 * 3600 \quad (3.8)$$

де: M - добове надходження продукту в камеру, т/добу.

Δi - ентальпія початкової і кінцевої температури продукту, Дж/кг, або прийняти теплоємність продукту, кДж/кг*К

24 - тривалість холодильної обробки продукту, ч

1000 – коефіцієнт переводу із тон у кг

3600 – коефіцієнт переводу із годин у секунди

Теплоприплив від тари $Q_{2\text{тар}}$, в кВт, визначаємо за формулою:

$$Q_{2\text{тар}} = M_{\text{тар}} C_{\text{тар}} (t_1 - t_2) * 1000 / 24 * 3600 \quad (3.9)$$

де: $M_{\text{тар}}$ - добове надходження тари, т/добу

$C_{\text{тар}}$ - питома теплоємність тари, кДж / (кг К)

t_1, t_2 - температура тари до надходження в камеру і після термообробки, °С

Всі розрахунки зводимо в таблицю 3.10

Таблиця 3.10-Теплоприпливи від продукції

№кам	В т	М т/д	t1 °С	t1 °С	Δi кДж/кг	Q2пр Вт	Mт т/д	Cт Дж/кгК	Qt кВт	Q2 кВт
1	1,13	0,339	5	0	20	0,055	0,034	1,7	0,003	0,058
2	1,32	0,66	-6	-2	14	-0,384	0,066	1,7	-0,005	-0,389
3	1,53	0,459	8	2	-50,3	0,143	0,046	1,7	0,005	0,149
4	0,6	0,3	20	4	60	0,208	0,030	1,7	0,009	0,218

Якщо невідомі ентальпії продуктів $Q_{2\text{пр}}$ визначається через теплоємність продукту

№кам	В т	М т/д	t1 °С	t1 °С	Δt °С	Cпр	Q2пр Вт	Mт т/д	Cт Дж/кг*К	Qt кВт	Q2 кВт
5	1,2	0,6	20	0	20	3	0,417	0,6	1,7	0,024	0,440

Теплоприплив від зовнішнього повітря:

$$Q_3 = M_{\text{вз}} (i_3 - i_{\text{в}}) \quad (3.10)$$

де $M_{\text{вз}}$ - масова витрата вентиляційного повітря, кг/с

					MX 55. 009. 003 ДП ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 3.12-Експлуатаційні теплоприпливи

№ Камери	F м ³	A Вт/ м ³	q1 кВт	n	q2 кВт	N кВт	q3 кВт	K Вт/м ³	q4 кВт	Q4 кВт
Мясо	9	2,3	0,028	1	0,35	0,5	0,5	11,6	0,139	1,017
Риба	6	2,3	0,014	1	0,35	0,5	0,5	11,6	0,070	0,933
Молоко	9	2,3	0,028	1	0,35	0,5	0,5	11,6	0,139	1,017
Фрукти	6	2,3	0,014	1	0,35	0,5	0,5	11,6	0,070	0,933
Відходи	6	2,3	0,014	1	0,35	0,5	0,5	11,6	0,070	0,933

Теплоприпливи від фруктів та овочей при “диханні” враховують лише на спеціалізованих холодильниках для зберігання овочем та фруктів та в таких же камерах розподільчих холодильників:

$$Q_5 = V_k (0,1q_n + 0,9q_{зб}) 10^{-3} \quad (3.16)$$

де V_k - місткість камери, т

q_n , $q_{зб}$ – тепловиділення плодів при температурі надходження та зберігання, Вт/т

Розрахунки зводимо в табл. 3.13

Таблиця 3.13-Теплоприпливи від фруктів та овочей при “диханні”

№ Камери	V_k т	q_n Вт/т	$q_{зб}$ Вт/т	Q_5 кВт
Фрукти	0,6	213	32	0,030

Приймаємо для камери відходів $Q_5=0,05$ кВт

					МХ 55. 009. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.7 Визначення навантаження на компресор і камерне устаткування

Таблиця 3.14-Навантаження на компресор і камерне устаткування

Камера	Q1		Q2		Q3		Q4		Q5		ΣQ	
	Кам обл	КМ	Кам обл	КМ	Кам обл	КМ	Кам обл	КМ	Кам обл	КМ	Кам обл	КМ
T ₀ =-8 °C												
М'ясо	0,621	0,559	0,058	0,058			1,017	0,661			1,696	1,278
Риба	0,471	0,424	0	0	0,068	0,068	0,933	0,607			1,473	1,099
Відходи	0,455	0,410	0,440	0,440	0,219	0,219	0,933	0,607	0,050	0,050	2,098	1,675
Усього												4,052
T ₀ =-4 °C												
Молоко	0,519	0,467	0,149	0,149			1,017	0,661			1,685	1,277
Фрукти	0,320	0,288	0,218	0,218	0,059	0,059	0,933	0,607	0,030	0,030	1,560	1,171
Усього												2,448

Холодопродуктивність компресорів розраховуємо по формулі

$$Q_0 = \frac{k \cdot Q_k}{b} \quad (3.17)$$

де k - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах, апаратах холодильної установки.

Q_k - сумарне навантаження на компресори для даної температури кипіння, прийнята по зведеній таблиці теплоприпливів, кВт

b - коефіцієнт робочого часу.

$$Q_{0(-4)} = \frac{1,04 \cdot 2,448}{0,8} = 3,183 \text{ кВт}$$

$$Q_{0(-8)} = \frac{1,045 \cdot 4,052}{0,8} = 5,293 \text{ кВт}$$

					МХ 55. 009. 003 ДП ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

3.8 Вибір температурних режимів роботи холодильної машини

Температура кипіння:

$$t_o = t_{\text{кам}} - (6 \div 10) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.18)$$

$$t_{o1} = +4 - 8 = -4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{o1} = +2 - 6 = -4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{o2} = 0 - 8 = -8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{o2} = -2 - 6 = -8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура конденсації

$$t_k = t_n + (10 \div 12) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.19)$$

$$t_k = 31 + 10 = 41 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура усмоктування

$$t_{\text{вс}} = t_o + (15 \div 20) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.20)$$

(хладонові, з РТО)

Для $t_o = -8^\circ\text{C}$:

$$t_{\text{вс}} = -8 + 20 = 12^\circ\text{C}$$

Для $t_o = -4^\circ\text{C}$:

$$t_{\text{вс}} = -4 + 20 = 16^\circ\text{C}$$

					МХ 55. 009. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.9 Побудова циклів холодильної машини зняття параметрів вузлових точок

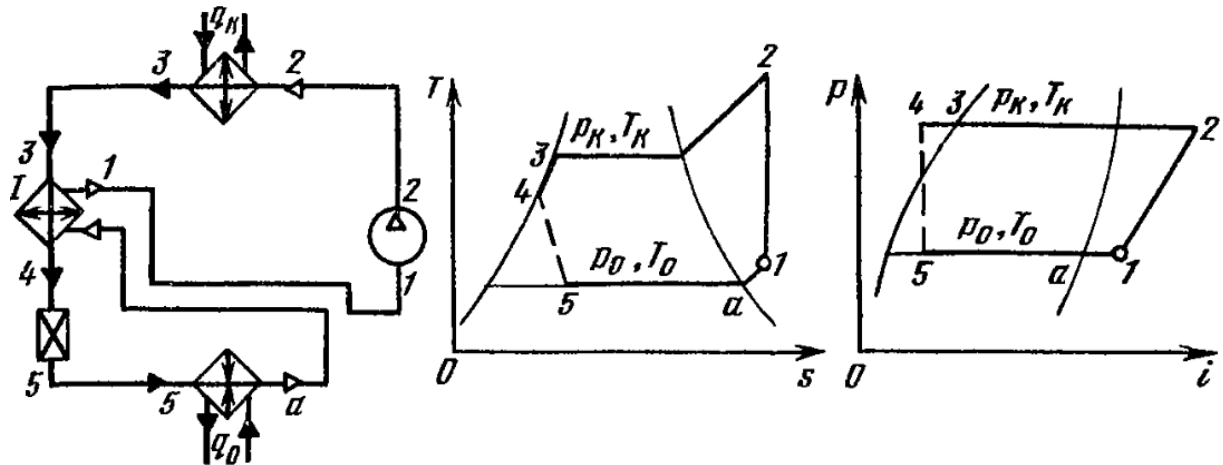


Рисунок 3.2 Схема і цикл хладонової машини з РТО

Таблиця 3.15-Зняття параметрів вузлових точок при $t_0 = -4^\circ\text{C}$

Номер точки	Параметри			
	$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{МПа}$	$h, \text{кДж/кг}$	$V, \text{м}^3/\text{кг}$
1 ^{//}	-4	0,253	395	
1 [']	1	0,253	400	
1	16	0,253	413	0,087
2	64	1,044	445	
3	41	1,044	258	
3 [']	32	1,044	245	
4	-4	0,253	245	

$$i_3' = i_3 - (i_1 - i_1') \quad (3.21)$$

$$i_3' = 258 - (413 - 400) = 245 \text{ Кдж/кг}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Таблиця 3.16-Зняття параметрів вузлових точок при $t_0=-8^{\circ}\text{C}$

Номер точки	Параметри			
	$t,^{\circ}\text{C}$	$P, \text{МПа}$	$h, \text{кДж/кг}$	$V, \text{м}^3/\text{кг}$
1''	-8	0,217	392	
1	-3	0,217	397	
1	12	0,217	410	0,101
2	65	1,044	445	
3	41	1,044	258	
3'	32	1,044	245	
4	-8	0,217	245	

$$i_3' = 258 - (410 - 397) = 245 \text{ Кдж/кг}$$

					МХ 55. 009. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.10 Тепловий розрахунок і добір компресора

Розрахунок одноступінчатого компресору

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента:

$$q_0 = h_1 - h_4 \quad (3.22)$$

Масова витрата пару

$$M_d = Q_0 / q_0 \quad (3.23)$$

де Q_0 - навантаження на компресор з обліком витрат, кВт

Дійсна об'ємна подача:

$$V_d = m_d v_1 \quad (3.24)$$

де v_1 - питомий обсяг усмоктуваного пару, м³/кг

Коефіцієнт подачі компресору:

$$\lambda = \lambda_c \lambda_w \quad (3.25)$$

Коефіцієнт подачі компресору

$$\lambda_c = 1 - c \left(\frac{p_k^{1/m}}{p_o} - 1 \right) \quad (3.26)$$

Коефіцієнт невидимої витрати компресору

$$\lambda_w = T_o / T_k \quad (3.27)$$

Теоретична об'ємна подача

$$V_T = V_d / \lambda \quad (3.28)$$

Адіабатна потужність:

$$N_a = m_d (h_2 - h_1) \quad (3.29)$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії:

$$\eta_i = \lambda_w + b t_o, \quad b = 0,001 \quad (3.30)$$

Індикаторна потужність:

					MX 55. 009. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_i = N_a / \eta_i \quad (3.31)$$

Потужність тертя:

$$N_{тр} = V_{тр} P_{тр}, \quad P_{тр} = 50-60 \text{ Н} \quad (3.32)$$

Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{тр} \quad (3.33)$$

Потужність на валу двигуна:

$$N_{дв} = (1,1 \div 1,12) N_e / \eta_{п} \quad (3.34)$$

Ефективна питома холодопродуктивність, чи холодильний коефіцієнт:

$$\varepsilon_e = Q_o / N_e \quad (3.35)$$

Тепловий потік в конденсаторі Q_k , в кДж/кг визначається за формулою:

-теоретичний $Q_k = m_d (i_2 - i_3) \quad (3.36)$

-дійсний $Q_{кв,д} = Q_o + N_i \quad (3.37)$

Таблиця 3.17-Розрахунок КМ

t_o , °C	Q_o , кВт	q_o , кД/кг	m_d , кг/с	V_d , м³/с	λ_i	λ_w	λ	V_m , м³/с	Тип ком- пу	Кіль- кість, шт
-4	3,183	168	0,019	0,0017	0,776	0,906	0,857	0,002	2GES	1
-8	5,293	165	0,032	0,0032	0,747	0,886	0,844	0,0038	2CES	1

Продовження таблиці 3.17

N_a , кВт	η_i	N_i , кВт	$P_{тр}$, Н	$N_{тр}$, кВт	N_e , кВт	$N_{дв}$, кВт	E_o	$Q_{кд}^m$, кВт	$Q_{кд}$, кВт
0,608	0,853	0,713	50	0,1	0,813	0,993	3,915	3,553	3,896
1,152	0,836	1,378	50	0,19	1,568	1,916	3,338	6,4	6,671

					MX 55. 009. 003 ДП ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 3.18-Технічні дані компресорів

Показник	2GES-2Y-40S	2CES-3Y-40S
Холодопродуктивність, кВт	3,28	6,26
Вживана потужність, кВт	1,07	2,09
Теоретична об'ємна холодопродуктивність КМ м ³ /год	7,58	16,24
Масова витрата холодильного агенту кг/год	68,5	130,3
Частота обертання с ⁻¹	1450	1450
Кількість зарядженого масла, дм ³	1,0	1,5
Потужність двигуна кВт	2,7	5
Габаритні розміри		
Ширина, мм	202	241
Висота, мм	273	307
Маса, кг	45	70
Діаметр трубопроводів, мм		
На вході х/а	12	16
На виході	16	22

					МХ 55. 009. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.11 Тепловий розрахунок і добір конденсаторів

Площа поверхні конденсатора $F, м^2$, визначається за формулою: $м^2$

$$F = \frac{Q_k}{k \theta_m} \quad (3.38)$$

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

k - коефіцієнт теплопередачі конденсатора, Вт/м² К

θ_m - середня логарифмічна різниця температур між конденсуючимся хладоном і охолоджуючим середовищем, °С

$$F = \frac{10,567 * 10^3}{25,5 * 10} = 41,44 м^2$$

Підбираємо 1 повітряний конденсатор ACQ501B

Таблиця 3.19-Характеристики конденсатора

Марка	Alfa Green ACQ501B
Площа внутрішньої теплопередаючої поверхні, м ²	42,2
Габаритні розміри, мм	
Висота	830(V)/950(H)
Глибина	530(V)/870(H)
Довжина	1142
Вага, кг	61
Потужність, кВт	10,6
Температура повітря на вході, °С	31
Температура повітря на виході, °С	40,4
Витрата повітря, м ³ /год	3605
Кількість вентиляторів	1

					MX 55. 009. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування

Лінійний ресивер

Об'єм ресиверу $V_{л.р.}$, в m^3 , визначається за формулою:

$$V_{л.р.} = V_p * 12,876 \quad (3.40)$$

$$V_{л.р.} = 8,88 / 0,75 = 12,86 \text{ м}^3$$

Підбираємо лінійний ресивер FS126

Таблиця 3.22-Технічні дані лінійного ресиверу

Показники	FS126
Розміри, мм	
Ширина	260
Висота	440
Впускне з'єднання KL	12
Впускне з'єднання FL	12
Максимальне заповнення холодильним агентом, m^3	14,3
Об'єм	13

Регенеративний теплообмінник

Теплообмінники підбирають по площі теплообмінної поверхні зміювика $F_{m.o}$ m^2 визначається за формулою:

$$F_{m.o} = Q_{m.o} / k * \Theta \quad (3.41)$$

$$F_{m.o} = 0,247 / 270 * 32 = 0,029 \text{ м}^2$$

$$F_{m.o} = 0,494 / 270 * 28 = 0,051 \text{ м}^2$$

де: k - коефіцієнт теплопередачі теплообмінника, $Вт/м^2К$

Теплове навантаження на теплообмінник Q_{to} , $кВт$, визначається за формулою:

					MX 55. 009. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{mo}=m*(h_3-h_3^1)=m*(h_1^1-h_1) \quad (3.42)$$

$$Q_{mo}=0,019*(258-245) = 0,019*(413-400) = 0,247 \text{ кВт}$$

$$Q_{mo}=0,038*(258-245) = 0,038*(410-397) = 0,494 \text{ кВт}$$

де: Θ - середній температурний напір в теплообміннику, °С :

$$\Theta=t_{cp,p}-t_{cp,n} \quad (3.42)$$

$$\Theta=(41+32)/2+(-3+12)/2 =32 \text{ °С}$$

$$\Theta=(41+32)/2+(1+16)/2 =28 \text{ °С}$$

Таблиця 3.23-Технічна характеристика регенеративного теплообмінника

Показники	SLHE 1/2	SLHE 3/4
Номінальна продуктивність	0,37	0,55
Діаметр патрубків, дюйм:		
рідини	1/4	3/8
газоподібного	1/2	5/8
Габаритні розміри, мм:		
довжина	373	323
ширина	30,2	36,2
	25	40
Внутрішня порожнина см ³	45	100

					МХ 55. 009. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.14 Визначення діаметру трубопроводів холодильної установки

Діаметр патрубків подачі і відходу холодильного агенту визначаємо по формулі

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4Gv}{\pi \cdot \omega}} \quad (3.41)$$

де: V – об’ємна витрата рідини або газу, м³/с (з розрахунків)
 G – масова витрата рідини або газу, кг/с (з розрахунків)
 ω – швидкість руху рідини або газу, м/с
 v – об’єм рідини або газу, м³/кг

Діаметр трубопроводу від конденсатора до лінійного визначаємо по формулі

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4G}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}} \quad (3.42)$$

Масова витрата холодильного агенту

$$G = Q_k / (i^2 - i^3)$$

$$G = Q_k / (i^2 - i^3) = 10,567 / (445 - 245) = 0,053 \text{ кг/с}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,053}{3,14 * 1241 * 1}} = 0,007 \text{ м}$$

Таблиця 3.24-Визначення діаметру трубопроводу

Найменування трубопроводу	G, кг/с	ω , м/с	v , м ³ /кг	двн.тр, м	двн.дій, м
Всмоктування $t_0 = -4^\circ\text{C}$	0,019	10	0,087	0,015	16
Всмоктування $t_0 = -8^\circ\text{C}$	0,038	10	0,101	0,018	21
Нагнітання $t_0 = -4^\circ\text{C}$	0,019	15	0,022	0,006	7
Нагнітання $t_0 = -8^\circ\text{C}$	0,038	15	0,022	0,006	7
Рідкий холодильний агент	0,053	1	1241	0,007	8

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	MX 55. 009. 003 ДП ПЗ					

Таблиця 3.25-Характеристика труб

Умовний прохід труби d_y , мм	Зовнішній діаметр d_z , мм	Внутрішній діаметр $d_{вн}$, мм	Площа поперечного перетину $F_{тр} \cdot 10^3 \text{ м}^2$	Вага 1 м, кг
16	18	16	0,201	0,475
20	24	21	0,346	0,943
6	9	7	0,0385	0,224
8	10	8	0,0505	0,252

					МХ 55. 009. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Разом вартість обладнання (Воб)	226463
---------------------------------	--------

5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо сумарний виробіток холоду за рік в стандартних умовах:

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

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

k – коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах;

n – кількість компресорів даного типу, од.

k_n – коефіцієнт переведення роботи компресора з робочих умов в стандартні

t – час роботи компресора за рік, секунд;

$$Q_{0cm} = ((3,28*1*1*0,42)+(6,26*1,1*1*0,6)) * 19\,440\,000 = 0,11 * 10^9 \text{ кДж}$$

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

До експлуатаційних (поточних) витрат відносяться витрати на:

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

5.3.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів відносяться:

- а) холодоагент;
- б) змащувальні матеріали.

Розрахунок вартості річної потреби холодоагенту:

$$B_{xa} = G_{xa} * C_{xa} \quad (5.4)$$

де G_{xa} – річне поповнення системи холодоагентом, т;

C_{xa} – ціна холодильного агента за 1т, грн.

Річна потреба холодильного агента при ремонті

					MX 55.009.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

$$G_{xa} = (2,0 * 9,64 * 1 * 1,2) / 1000 = 22,9 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 22,9 * 450 = 10\,303 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості річної потреби змащувальних матеріалів:

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

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

G_M - річна потреба змащувальних матеріалів, кг

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

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

n - кількість компресорів;

R - кількість разів заміни масла на рік;

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

$$G_M = 1,25 * 2 * 2 * 1,2 = 6,0 \text{ кг}$$

$$B_M = 6,0 * 380 = 2\,280 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 Допоміжні матеріали

№ з/п	Стаття витрат	Витрати, грн.
1.	Вартість холодоагенту	10 303
2.	Вартість змащувальних матеріалів	2 280
	Разом	12 583
	Витрати на інші допоміжні матеріали (5%)	629
	Всього	13 212

5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою (5.8):

					MX 55.009.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$n_{дв}$ – кількість електродвигунів;

T – тривалість роботи при максимальному навантаженні;

K – коефіцієнт використання обладнання

Таблиця 5.3 Розрахунок споживання силової електроенергії

№	Назва обладнання	Кількість одиниць	Потужність, кВт	Тривалість роботи за рік, годин	Коефіцієнт використання обладнання	Загальна потреба в електроенергії, кВт-годину
1	Компресор	1	2,7	5400	0,7	10 206
2	Компресор	1	5	5400	0,7	18 900
3	Конденсатор	1	10,86	5400	0,7	41 051
4	Повітроохолоджувач	1	1,94	3000	0,7	4 074
5	Повітроохолоджувач	1	1,62	3000	0,7	3 402
6	Повітроохолоджувач	1	2,17	3000	0,7	4 557
7	Повітроохолоджувач	1	1,68	3000	0,7	3 528
8	Повітроохолоджувач	1	1,84	3000	0,7	3 864
	Разом					74 021

Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою (5.9):

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

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

$$B_{ел} = 74 021 * 4,3 = 318 289 \text{ грн.}$$

5.3.3 Визначення кількості виробничого персоналу

					MX 55.009.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З урахуванням повної автоматизації приймаємо 1 працівника по обслуговуванню холодильної установки VI розряду з річним фондом робочого часу 440 годин.

5.3.4 Розрахунок витрат на заробітну плату

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

Основна заробітна плата визначається за формулою:

$$ЗПосн = ГТС_i * Теф * Кр \quad (5.10)$$

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

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

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

$$ГТС_i = ГТС_{\min} * ТК_i \quad (5.11)$$

де $ГТС_{\min}$ – мінімальна годинна тарифна ставка, грн.;

$ТК_i$ - тарифний коефіцієнт відповідного розряду

Годинна тарифна ставка працівника VI розряду:

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

Основна заробітна плата визначається за формулою:

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

Додаткова заробітна плата становлять 50 % від основної заробітної плати.

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

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

Таблиця 5.4 Заробітна плата виробничих робочих з нарахуваннями

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

5.3.5 Амортизація холодильного обладнання

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

$$V_a = V_{об} * N_a / 100\%, \text{ грн.} \quad (5.12)$$

$$V_a = 53460 * 5 / 100 + 152500 * 20 / 100 = 47\,966 \text{ грн.}$$

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

$$V_{п.р} = 47\,966 * 0,1 = 4\,797 \text{ грн.}$$

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

$$V_{ін} = (46\,088 + 442\,434 + 55\,382 + 204\,593 + 20\,459) * 0,05 = 38\,448 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 Експлуатаційні (поточні) витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	13 212
2	Електроенергія силова	318 289
3	Зарплата виробничих робочих	55 382
4	Амортизація холодильного обладнання і будівель	47 966
5	Витрати на поточний ремонт	4 797
6	Інші поточні витрати	21 802
Всього		461 628

5.3.6 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

$$C_{1000} = V_p * 1000 / Q_{0\text{ст}} \quad (5.13)$$

де V_p - річні витрати на виробництво холоду, грн.

$$C_{1000} = (461\,628 * 1000) / (0,11 * 10^9) = 4,31 \text{ грн}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.6.

					MX 55.009.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.6 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Кількість посадкових місць студентського кафе	S	місць	130
2	Холодопродуктивність	Q	кВт	9,54
3	Кількість компресорів	n	шт	2
4	Кількість обслуговуючого персоналу	Kp	осіб	1
5	Капітальні вкладення	KB	грн.	226463
6	Експлуатаційні витрати	Bp	грн.	461 628
7	Собівартість 1000кДж холоду	C_{1000}	грн.	4,31

					МХ 55.009.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Вступ

Безпека праці, як галузь практичної діяльності, спрямована на створення небезпечних і нешкідливих умов праці. На сучасному етапі розвитку виробництва вона набуває все більше важливого значення.

В дипломному проєкті розглядається питання холодозабезпечення студентського кафе на 130 посадкових місць, м. Київ. Тому до розгляді беремо питання створення безпечних і здорових умов праці при обслуговуванні працівниками холодильної установки.

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

Основним шкідливим чинником в моєму проєкті є робота з токсичними речовинами, такими як фреон. Хоч він і являється екологічно безпечним для навколишнього середовища, але для людини він являється токсично небезпечним, незважаючи на степінь його очищення.

Також до шкідливих і небезпечних чинників можна віднести:

- рухливі частини обладнання, такі як вентилятори повітроохолоджувачів, двері в камери зберігання;
- замикання електричних ланцюгів через тіло людини;
- недостатню освітленість робочої зони, а саме камер зберігання, огороження компресорів, автоплатформи;
- загоряння або задимлення пожежонебезпечних речовин, таких як мастило;
- неправильна експлуатація холодильного обладнання;
- робота з автовантажувачем;
- робота з приладами високого тиску.

6.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища.

Холодильні установки призначені для підтримки визначеної температури у холодильних камерах. У зв'язку з наявністю у холодильних установках холодоагентів – хладонів, що знаходяться під значним тиском і мають небезпечні властивості, експлуатація їх вимагає суворого дотримання техніки безпеки і технічних

					MX 55. 009. 006. ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

бути запломбовані у відкритому положенні. У місцях, де арматура і трубопроводи можуть бути пошкоджені транспортними засобами або вантажами, встановлюються металеві захисні огорожі. У кожухотрубних апаратах, посудинах і ресиверах є оглядове скло для візуального контролю рівня рідини.

6.4 Гігієнічні вимоги до виробничого обладнання, середовища

Збереження якості продуктів при холодильному зберіганні в значній мірі залежить від санітарного стану камер. Тому необхідно періодично проводити мікробіологічний контроль камер для своєчасного виявлення ступеня їх обсіменіння плісняви. Камери, заражені цвіллю, слід дезінфікувати згідно «Санітарних правил для підприємств холодильної промисловості».

Експлуатоване холодильне обладнання повинно утримуватися в належному санітарному стані. Для цього холодильне обладнання не рідше одного разу в тиждень слід промивати теплою водою з милом, після чого змивати теплою чистою водою, протирати насухо ганчіркою і залишати на ніч відкритим для провітрювання. Зовнішні хромовані і нікельовані частини холодильного обладнання необхідно щодня протирати ганчір'ям, змоченими вазеліновим технічним маслом.

Підлоги в камерах і коридорах, сходові клітки та ліфти для підйому харчових продуктів з холодильних камер в виробничі приміщення і прибирають у міру їх забруднення, але не рідше одного разу на зміну. Жирні і слизькі підлоги і двері в холодильних камерах з плюсовою температурою, в коридорах і сходових клітинах промивають гарячим розчином мила або лугу і протирають насухо.

Для прибирання холодильного обладнання використовують спеціальний інвентар і зберігають його окремо від інвентарю, застосовуваного для прибирання інших приміщень і обладнання.

Для усунення сторонніх запахів в холодильних камерах їх періодично провітрюють або обробляють озоном.

6.5 Вимоги безпеки при роботі холодильної установки

Завантаження холодильного обладнання та розміщення продуктів в ньому проводиться згідно з технічними вимогами. При правильному завантаженні продукти укладають рівномірно по всій площі полиць таким чином, щоб вони не торкалися стінок охолоджувальної камери і між ними залишився прохід для повітря. При неправильній завантаженні або перевантаженні устаткування продуктами погіршуються умови циркуляції повітря, що призводить до нерівномірного їх

					MX 55. 009. 006. ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

тації. Всі записи механіка в журналі перевіряє і підписує адміністрація підприємства. Журнал повинен зберігатися у директора підприємства або його заступника.

6.6 Пожежна безпека

Належний рівень організації пожежної безпеки — один із ключових елементів промислової безпеки підприємства. Щоб його досягнути, необхідно вжити низку заходів, зокрема забезпечити території підприємств, будинків, споруд, приміщень, технологічних установок первинними засобами пожежогасіння, які використовують на початку боротьби з пожежами, для їхньої локалізації та ліквідації. Це передбачено п. 3.6 глави 3 розділу V Правил пожежної безпеки в Україні, затвердженими наказом МВС від 30.12.2014 № 1417 (далі — Правила № 1417)

Вимоги щодо забезпечення первинними засобами пожежогасіння поширюються також на будівлі, споруди та приміщення, обладнані будь-якими типами систем пожежогасіння, пожежної сигналізації або внутрішніми пожежними кран-комплектами.

Первинні засоби пожежогасіння це технічні засоби, речовини або їх комплекс, придатні для використання людиною для локалізації і ліквідування пожежі на її початковій стадії (ДСТУ 2272:2006 «Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять»)

До первинних засобів пожежогасіння належать: вогнегасники; ящики з піском; бочки з водою; покривала з негорючого теплоізоляційного матеріалу; пожежні відра, совкові лопати, пожежний інструмент — кирки, сокири, багри, ломы тощо. Ці засоби використовують на початку боротьби з пожежами, щоб їх локалізувати та ліквідувати. Найефективнішим первинним засобом пожежогасіння є вогнегасник. Місця розміщення вогнегасників повинні бути в межах гарної видимості і доступності в разі виникнення вогнища загоряння або задимлення. Рекомендовано розміщення в безпосередній близькості від потенційних вогнищ виникнення загоряння, шляхів евакуації, входів і виходів з приміщення.

Однак необхідно дотримуватися вимоги про те, що вогнегасники не повинні заважати вільному виходу людей з охопленого вогнем приміщення. Вогнегасники повинні бути розташовані на вертикальній перегородці або стіні, на спеціальних кронштейнах або в пожежних шафах.

					МХ 55. 009. 006. ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



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

					MX 55. 009. 006. ДП ПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

7. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М.Г. Хмельнюк, О.Сгф. 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, СЮ.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. Б.К. Явнель Курсове та дипломне проектування холодильних установок і систем кондиціонування повітря . - 5 - е изд . перераб . і доп . - М .: Агропромиздат , 2005 - 315 с.
6. Канторович В.И., Подлипенцева З.В. Основы автоматизации холодильных установок.- 3-е изд, перераб. и доп.- М.: ВО "Агропромиздат", 1987
7. Справочник. Теплообменные аппараты, приборы автоматизации и испытания холодильных машин / Под ред. А.В. Быкова.- М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984.
8. Богданов С.Н., Иванов О. П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ. Справочник. Изд. 2-е, доп. и переработ. "Машиностроение",1976.
9. Самойлов А.И., Игнатьев В.Г. Охрана труда при обслуживании холодильных установок.- 2-е изд. -М.: Агропромиздат, 1989.
10. Канторович В.И. Гиль И. М. Устройство, монтаж и ремонт холодильных установок. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1985.
11. Справочник из серии "Холодильная техника" под редакцией А.В. Быкова Применение холода в пищевой промышленности, 1979
12. Журнали "Холодильная техника", "Холод", 2020 - 2022 г
13. Закон України "Про підприємства в Україні" // Відомості Верховної ради України.-1992.-№24.с
14. Бріганті А. Керівництво з технічного обслуговування холодильних установок і установок для кондиціонування повітря . - М .: Евроклимат , 2004. - 311 с.
15. Дячок П.І. Холодильні машини і установки . Ростов Н / Д : Фенікс , 2007. - 423 с .
16. Експлуатація холодильників . Справ. - М .: Харчова промисловість , 2007. - 208 с . "Основи охорони праці" Купчик М.П., Гандзюк М.П., К., 2000р.
17. Діаграми і таблиці стану хладонів.

					MX47.00 28.007 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

18. Аналіз забруднених біосередовищ і харчових продуктів : практичне керівництво Ю.С. Другов , А.А. Родін М .: БІНОМ 2007 р

17. Інформаційні ресурси

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

					МХ47.00 28.007 ДП ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

