

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. 004. 000 ДП

Гордієнко Кірілла
Сергійовича

м. Одеса - 2023 р

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

Спеціальність 142
Енергетичне машинобудування
Група 4 МХ- 55

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
МХ 55.004.000 ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка холодильної установки торгового-заготівельного холодильника
при ринку ємністю 130т., м. Кропивницький

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

Дипломник _____ (Гордієнко К.С.)

Керівник проекту _____ (Рекеда Ю.Д.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Шимко О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

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

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

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

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

Секретар ДЕК _____ (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: Гордієнко Кірілла Сергійовича
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок»

Тема дипломного проекту: **Розробка холодильної установки торгового-заготівельного холодильника при ринку ємністю 130т., м. Кропивницький**

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

Вихідні дані для проекту: температура літня 32 °С
відносна вологість повітря літня 63 %

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	10 – 11.04.2023
2 Технологічна частина	12 - 13.04.2023
3 Розрахунково-конструкторська частина	14 – 24.04.2023
4 Організаційна частина	25 – 27.04.2023
5 Аркуш 1,2	28 – 30.04.2023
6 Економічна частина	01 – 07.05.2023
7 Аркуш 3	08 - 09.05.2023
8 Охорона праці	10 - 11.05.2023
Попередній захист	15. 05.2023
Захист дипломного проекту	20 - 22.05.2023

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 2 від “13” вересня 2022

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Рекеда Ю.Д.)

З М І С Т

Стор.

Вступ	
1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	
1.1 Вихідні дані.....	
1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту.....	
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів.....	
2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання.....	
3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	
3.1 Розрахункові дані.....	
3.2 Розрахунок будівельних площ.....	
3.3 Вимоги до планування холодильника.....	
3.4 Планування холодильника.....	
3.5 Розрахунок ізоляції огорожень.....	
3.6 Тепловий розрахунок.....	
3.7 Визначення навантаження на компресор та камерне обладнання.....	
3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки.....	
3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок	
3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресора.....	
3.11 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора.....	
3.12 Розрахунок та вибір обладнання камер.....	
3.13 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання.....	
3.14 Розрахунок та вибір градирні.....	
4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	
4.1 Організація монтажу, експлуатація та ремонту холодильного обладнання	
4.2 Автоматизація холодильної установки.....	

					МХ 55. 004. 000 ДП ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гордієнко К.С.			Розробка холодильної установки торгового-заготівельного холодильника при ринку ємністю 130т., м. Кропивницький	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Рекеда Ю.Д.						
Реценз.								
Н. Контр.								
						ВСП «ОТФК ОНТУ», 2023		

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

- 5.1 Розрахунок капітальних вкладень.....
- 5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду.....
- 5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат.....

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

					МХ 55. 004. 000 ДП ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гордієнко К.С.			Розробка холодильної установки торгового-заготівельного холодильника при ринку ємністю 130т., м. Кропивницький	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Рекеда Ю.Д.						
Реценз.						ВСП «ОТФК ОНТУ», 2023		
Н. Контр.								

долею великих промислових установок, повертається в малі холодильні машини.

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

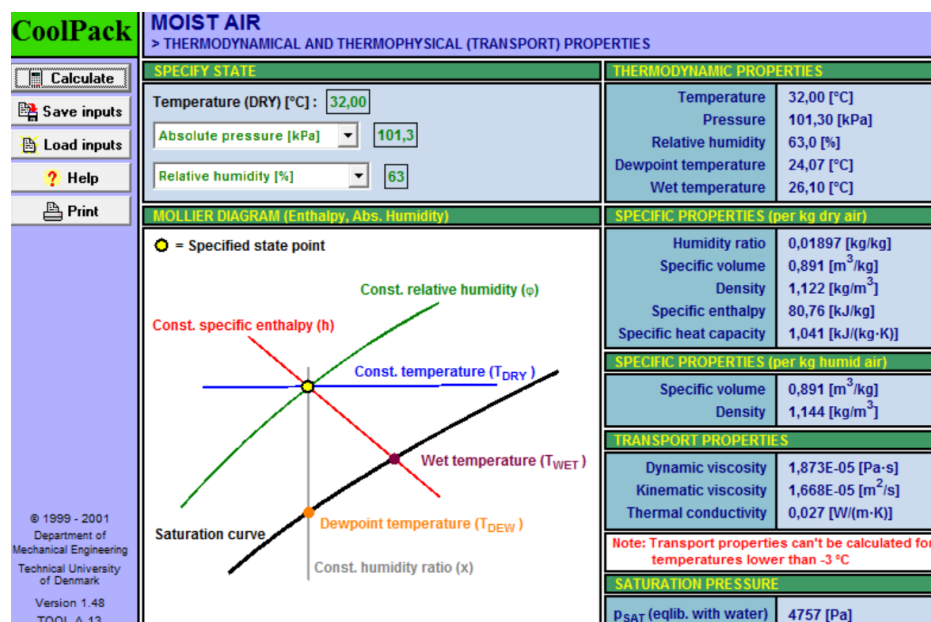
В даному дипломному проекті в якості холодильного агенту вибраний озонобезпечний R134 (HCFC).

					MX 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані

Ємність одноразового зберігання	130 тона
Місце передбачуваного будівництва	м. Кропивницький
Для міста Кропивницький:	
розрахункова літня температура	32 °С
розрахункова зимова температура	- 21 °С
відносна літня вологість повітря	63 %
відносна вологість повітря взимку	88 %
середньорічна температура	7,5 °С
географічна широта	48
Характеристика вантажу:	
зберігання морожених продуктів	60%
зберігання охолоджених продуктів	40%



Мал.1.1

1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Проектований холодильник ємністю 130 тони призначений для зберігання харчових продуктів в умовах штучного охолодження.

Доцільність будівництва торгово-заготівельних холодильників при ринках доведена практикою, тому що вони дозволяють на протязі року постачати населення міста якісними незамінними продуктами

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ

Достоїнствами системи безпосереднього охолодження є довговічність й економічність.

Холодильна установка, що працює на HCFC робочій речовині відноситься до категорії Д «Негорючі речовини і матеріали в холодному стані» і може бути розташована в окремому машинному відділенні, а також безпосередньо біля камери зберігання.

Довговічність системи порозумівається тим, що в ній практично відсутня корозія. Економічність цієї системи обумовлена відносно меншою витратою енергії внаслідок роботи установки з мінімальним перепадом між температурами повітря охолоджуваної камери й кипіння х/а в порівнянні із системою охолодження за допомогою рідкого холодоносія. При включенні системи безпосереднього охолодження швидко досягається ефект охолодження.

Статистичні дані й досвід проектування показують, що будівництво торгово-заготівельного холодильника при ринку в місті Кропивницький буде доцільним і строк окупності буде менше нормативного.

					MX 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика швидкооохуєних продуктів

На торгово-заготівельний холодильник при ринку надходять продукти тваринного походження. Це - заморожене м'ясо і субпродукти в блоках і охолоджена яловичина в четвертинах.

Найбільш повноцінним по живильних і смакових якостях є охолоджене м'ясо. В охолодженому м'ясі температура усередині самої товстої частини гаси повинна бути не нижче 0°C и не вище 4°C. Щоб м'ясо не підморозилося його варто проохолоджувати до температури поверхні напівтуші близької до кріоскопической $-1 \div -1,5$ °C.

Тривалість холодильного зберігання м'яса без відчутної втрати товарної якості й живильної цінності залежить від первісної якості, умов холодильної обробки, умов зберігання й упакування м'яса. Чим нижче температура, тим довше зберігатися м'ясо. М'ясо при зберіганні групують по видах (яловичина, свинина, баранина) і категоріям угодованості. Норма завантаження 1 м³ вантажного об'єму камер схову м'яса в блоках умовно приймаємо 0,6 т, охолоджене в четвертинах – 0,4 відповідно

2.2 Обгрунтування вибору температурного режиму зберігання

При високій температурі на вологій поверхні м'яса й м'ясопродуктів створюються умови, сприятливі для життєдіяльності мікроорганізмів. У результаті свого розвитку мікроорганізми виробляють ферменти. Під дією цих ферментів і ферментів самого м'яса відбувається розпад білків, вуглеводів і жирів, накопичуються продукти розпаду.

З метою зниження активності мікроорганізмів, швидкості процесів розпаду м'язової тканини й збільшення строків зберігання м'ясо тварин у тушах, напівтушах із цеху забою й оброблення туш відразу направляють на холодильну обробку й зберігання.

Найбільш ефективно гальмування небажаних процесів у м'ясі досягається при швидкому охолодженні.

					MX 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1

Параметри повітря, що рекомендують, і припустимі строки зберігання охолодженого й підмороженого м'яса

Вид м'яса	температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Припусти мі строки зберігання ,доба
Охолоджене м'ясо: яловичина	0 ÷ -1,5	85-90	10-16
телятина	0 ÷ -1	85-90	7-12
свинина	0 ÷ -2	85-90	7-14
баранина	-1 ÷ -2	85-90	7-12
Підморожене м'ясо – всі види	-2 (± 0,5)	85-95	15-17
Заморожене м'ясо	-18	85-95	До 3 місяців

Для проектованого холодильника приймаємо:

для камери схову сировини

температура повітря – 18, +3 °С,
відносна вологість повітря - 85-90%

					МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площа службових приміщень

$$F_{с.пом} = 0.2 * F_{охл} \quad (3.7)$$

Площа машинного відділення

$$F_{м.о} = 0.1 * F_{охл} \quad (3.8)$$

Усі розрахунки зводимо в таблицю 3.1

Таблиця 3.1 Розрахунок будівельних площ

	E т	qv т/м	h _{гр} м	β	F м ²	f м ²	n р	n _д q	Ед т
Морожені вантажі	97,5	0,6	3	0,75	72,22	36	2,01	2	97,2
						36			
Охолод.вантажі	32,5	0,4	3	0,75	36,11	36	1,00	1	32,4
Всього кам.збер.	130				108,33	36	3,01	3	129,6
Допоміжн.приміщ.					32,50	36	0,90	1	
Охолодж.склад					140,83	36	3,91	4	
Служб. приміщ.					28,17	36	0,78	1	
Машинне відділ.					28,17	36	0,78	1	

3.3 Вимоги до планування холодильника

Планування холодильника - це розміщення всіх камер схову й допоміжних приміщень холодильника з урахуванням їх призначення, кількості й розмірів.

Дане планування сприяє зменшенню первісних витрат на будівництво холодильника. Це досягається застосуванням типових будівельних елементів і конструкцій, використанням місцевих будівельних матеріалів, скороченням площі допоміжних приміщень.

Планування забезпечує дешеву й зручну експлуатацію холодильника.

Розміри холодильника 12 x 24 метрів, забезпечують широту маневру вантажно-розвантажувальних і транспортних засобів.

Планування відповідає прийнятій системі охолодження.

Для охолодження стаціонарних камер у проекті передбачене використання малих холодильних машин на HCFC робочих речовинах.

Дані холодильні машини виконуються у вигляді комплексної установки, всі її елементи зібрані й випробувані в заводських умовах.

Переваги блокових машин обумовлені невеликим обсягом робіт на місці монтажу. Їх необхідно встановлювати поруч із охолоджуваними камерами, що й передбачено в даному проекті.

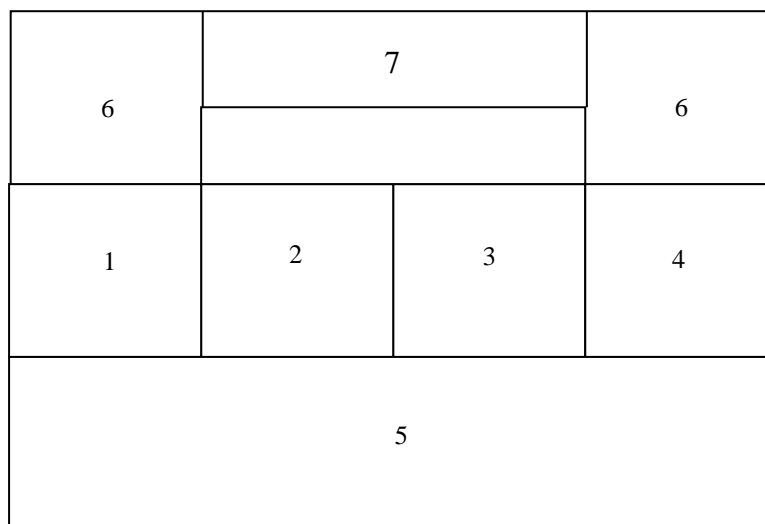
При складанні планування передбачені місця для монтажу встаткування камерних розподільних колекторів.

					MX 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Планування забезпечує можливість розширення холодильника. Для цього залишаємо вільної східної й західну торцеві стіни.

Дане планування відповідає вимогам правил техніки безпеки й пожежної безпеки.

3.4 Планування холодильника



Мал. 3.1

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

3.5 Розрахунок ізоляції огорожень

Товщина ізоляційного шару огороження визначається по формулі:

$$\delta_{из}^{mp} = \lambda_{из} * \left[\frac{1}{K_{mp}} - \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right] \quad (3.9)$$

де λ з - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного шару й будівельних матеріалів, що становлять конструкцію огороження, Вт/м*К,

- $\kappa_{тр}$ - оптимальний коефіцієнт теплопередачі огороження, прийнятий залежно від характеру огороження й температур по обох сторони від нього, Вт/м²*К
- α_n - коефіцієнт тепловіддачі із зовнішньої або більше теплої сторони огороження,
- α_v - коефіцієнт тепловіддачі із внутрішньої або більше холодної сторони огороження, Вт/м²*К
- δ_i - товщина окремих шарів конструкції огороження, м
- λ_i - коефіцієнт теплопровідності будівельних шарів конструкції, Вт/м*К,

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі визначаємо по формулі:

$$K^{\circ} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v}\right) + \frac{\delta_{из}^{\circ}}{\lambda_{из}}} \quad (3.10)$$

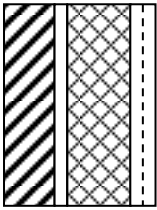
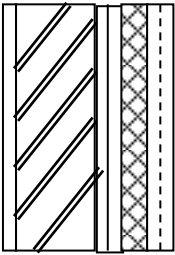
де $\delta_{из}^{\circ}$ - прийнята товщина ізоляційного шару,
Всі розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 3.2

ограждения	λ	t в	а н	а в	R н	R в	ΣR	$\delta_{из}^{тр}$	$\delta_{дст}^{тр}$	K тр	K дст
	Вт/мК	С	Вт/м ² К	Вт/м ² К	м ² К/Вт	м ² К/Вт	м ² К/Вт	м	м	Вт/м ² К	Вт/м ² К
Зовн.ст кам.	0,05	-18	23	9	0,043	0,111	0,546	0,165	0,175	0,25	0,24
Зовн.ст кам.	0,05	3	23	9	0,043	0,111	0,108	0,115	0,125	0,39	0,36
Вн.ст. с кор.	0,05	-18	8	9	0,125	0,111	0,543	0,133	0,15	0,29	0,26
Вн.ст. с кор.	0,05	3	8	9	0,125	0,111	0,543	0,060	0,075	0,51	0,44
Вн.ст. с м/о	0,05	-18	8	9	0,125	0,111	0,546	0,133	0,125	0,29	0,30
Перегородка	0,05	18/18	9	9	0,111	0,111	0,077	0,071	0,075	0,58	0,56
Перегородка	0,05	3/-18	9	9	0,111	0,111	0,077	0,165	0,175	0,28	0,26
Покриття	0,05	-18	23	7	0,043	0,143	0,079	0,195	0,2	0,24	0,23
Підлога	0,05	-18		7		0,143	2,43	0,071	0,075	0,25	0,25

Таблиця 3.3

Конструкції огорожень

найменування та конструкція огорожень	№ сло- я	Найменування і матеріал шаруючи	Тол- щина м.	Коефіціє- нт теплопро- відності Вт/мК	Тепловий опір м К /Вт
Зовнішня стенна панель 	1	Штукатурка складним розчином по метал. сітці.	0,020	0.98	0.020
	2	Теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ-С	вимагає опреде- лити	0,05	вимагає определити
	3	Пароізоляція-2 шаруючи гідроізола на бітум- ний мастиці.	0,004	0.30	0,013
	4	Зовнішній шар з важкого бетону.	0,140	1,86	0.075 = 0,108
Внутрішня стіна із цегельної кладки 	1	Штукатурка слож- ным розчином по метал. сітці.	0,020	0.98	0.020
	2	Теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ-С	вимагає опреде- лити	0.05	вимагає определити
	3	Пароізоляція- 2шаруючи гідроізола на бітумній мастиці.	0.004	0.30	0.013
	4	Штукатурка центно- піщана.	0,020	0.93	0.022
	5	Кладка цегельна на цементному розчині.	0.380	0,81	0.469
	6	Штукатурка слож- ным розчином.	0,020	0.93	0.022 = 0.546

Арк.

МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ

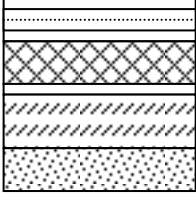
Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

<p>Внутрішня стенова панель</p> 	1	Панель із керамзитобетона	0.240	0.47	0,51
	2	Пароізоляція-2 шаруючи гідроізола на бітумний мастиці.	0.004	0.30	0,30
	3	Теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ-С	вимагає опреде лити	0.05	вимагає определити
	4	Штукатурка складним Розчином по метал сітці.	0.020	0.98	0,02
<p>Перегородка між камерами</p> 	1	Штукатурка сложным розчином по метал. сітці	0.020	0.98	0.020
	2	Теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ-С	вимагає опреде лити	0.05	вимагає определити
	3	Пароізоляція-2 шаруючи гідроізола на бітумний мастиці.	0.004	0.30	0.013
	4	Шар з важкого бетону	0.080	1.86	0.075 = 0.076
<p>Покриття охолоджуваних приміщень</p> 	1	5 шарів гідроізола на бітумній мастиці	0.012	0.3	0.040
	2	Стяжка з бетону по метал. сітці	0.040	1,86	0.022
	3	Пароізоляція(шар пергаміну)	0.001	0.15	не враховуємо
	4	Плитна теплоізоляція- пінопласт полістирольний ПСБ-С	вимагає опреде лити	0.05	вимагає определити
	5	Залізобетонна плита покриття	0.035	2.04	0.017 = 0.079

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ

Арк.

Підлоги охолоджуваних приміщень 	1	Монолітне бетонне покриття з важкого бетону	0.040	1,86	0.022
	2	Армобетонная стяжка	0.080	1,86	0.043
	3	Пароізоляція (1 шар пергаменту)	0,001	0,15	не учитываем
	4	Плитна теплоізоляція (пеношар полістирольний ПСБ-С)	Требується определити	0,05	Требуется определить
	5	Цементно-піщаний розчин	0,025	0,98	0,026
	6	Ущільнений пісок	1,35	0,58	2,338
	7	Бетонна підготовка з електронагрівниками	-	-	-
					= 2,43

3.6 Тепловий (калорический) розрахунок

Теплоприпливи через конструкції, що обгороджують, Q_1 визначаємо по формулі:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C} \quad (3.11)$$

де: Q_{1T} - теплопритоки через стіни, перегородки, перекриття, підлоги

Q_{1C} - теплоприток від сонячної радіації.

Теплопритоки через огороження розраховуємо по формулі:

$$Q_{1T} = k_d F \theta * 10^{-3} = k_d F * (t_n - t_g) * 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.12)$$

де: k_d - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження обумовлений при розрахунку товщини ізоляційного шару $\text{Вт/м}^2\text{К}$

F - площа поверхонь огороження, м^2

t_n - розрахункова температура повітря із зовнішньої сторони огороження, $^{\circ}\text{C}$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ					

t_v - розрахункова температура повітря усередині охолоджуваного приміщення, °С

Δt - розрахункова різниця температур (температурний напір), °С

При розрахунку теплопритоків через внутрішні огороження, що виходять у неохолоджувані приміщення, температурний напір приймаємо як частину розрахункової різниці температур для зовнішніх стін:

$0,7 * (t_n - t_v)$, якщо ці приміщення повідомляються із зовнішнім повітрям

$0,6 * (t_n - t_v)$, якщо не повідомляються.

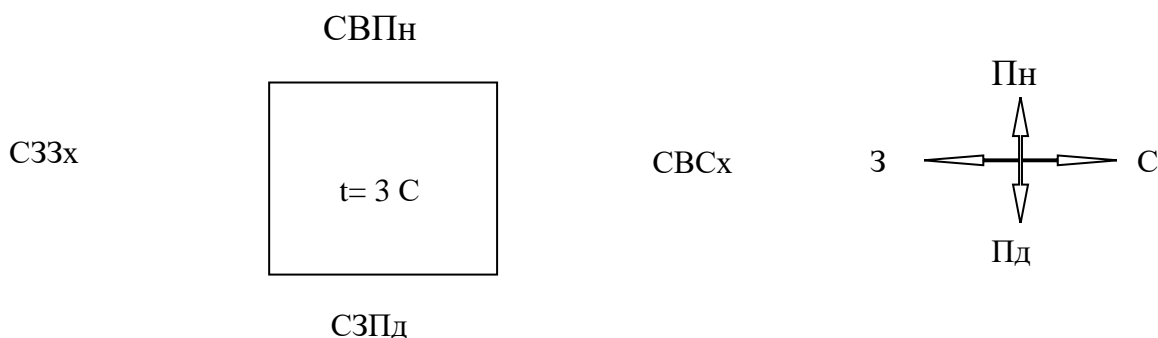
Теплоприток від сонячної радіації визначаємо по формулі:

$$Q_{1c} = k_d F \Delta t_c * 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.13)$$

де: k_d - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/м² К

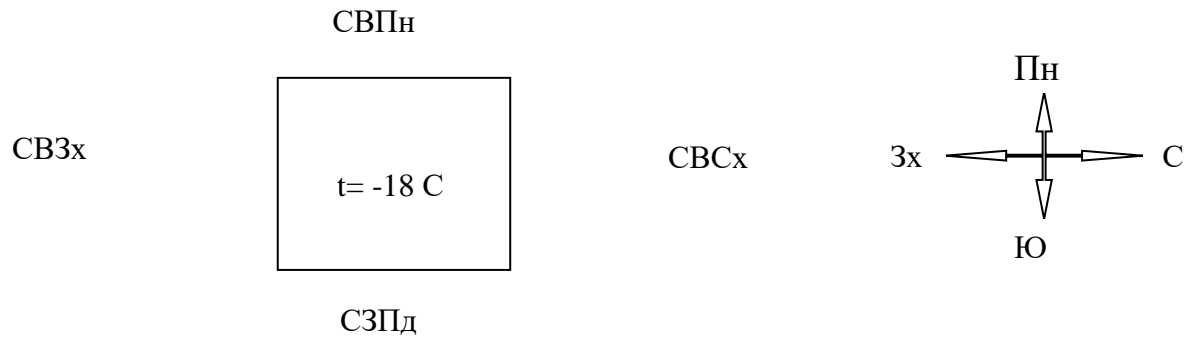
F - площа поверхні огороження, що опромінює сонцем, м²

Δt_c - надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літню пору, °С



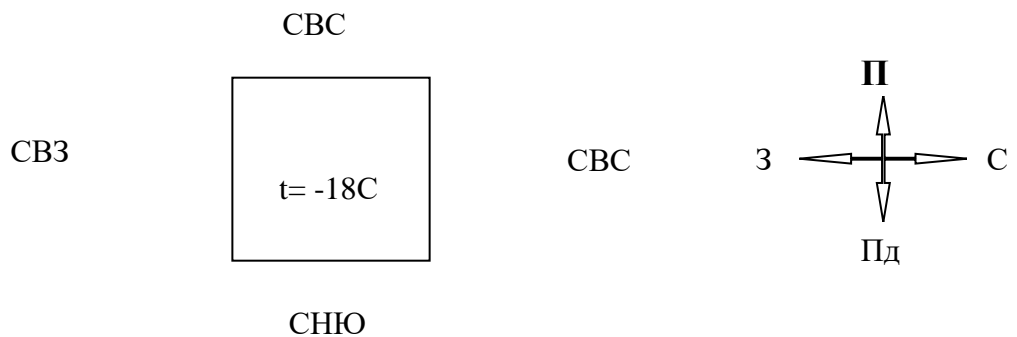
Таблиця 3.4 Розрахунок теплоприпливів крізь огороження в камеру №1 зберігання охолоджених вантажів

Огороження	K_d Вт/м ² К	F м ²	t_n С	t_v С	θ С	$Q_{1т}$ кВт	t_c С	Q_{1c} кВт	Q_1 кВт
СВПн	0,44	27		3	17,4	0,207	0	0	0,21
СВСх	0,278	27	-18	3	-21	-0,158	0	0	0,00
СЗЗх	0,36	27	32	3	29	0,282		0	0,28
СЗПд	0,31	27	32	3	29	0,243	0	0	0,24
покриття	0,23	36	32	3	29	0,240	14,9	0,123	0,36
підлога	0,25	36	1	3	-2	-0,018	0	0	0,00
									1,09



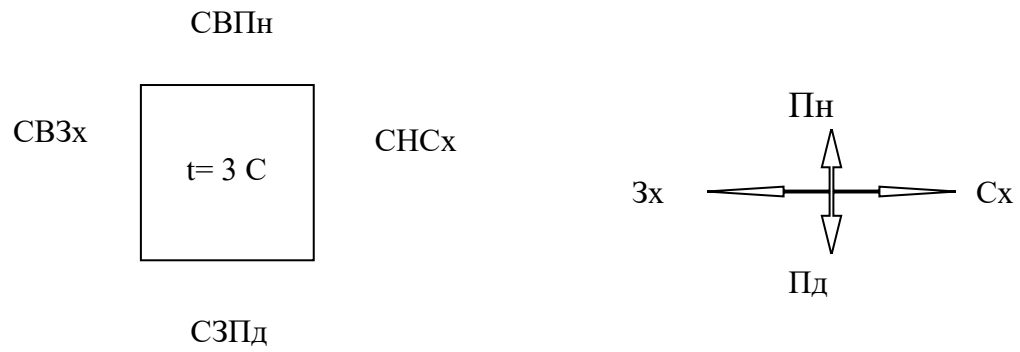
Таблиця 3.5 Розрахунок теплоприпливів огороження в камеру №2 зберігання морожених вантажів

Огородження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СВПд	0,3	27		-18	24	0,194	0	0	0,19
СВСх	0,56	27	-18	-18	0	0,000	0	0	0,00
СЗПд	0,24	27	32	-18	50	0,324		0	0,32
СВЗх	0,26	27	3	-18	21	0,147	0	0	0,15
покриття	0,23	36	32	-18	50	0,414	14,9	0,123	0,54
підлога	0,25	36	1	-18	19	0,171	0	0	0,17
									1,37



Таблиця 3.6 Розрахунок теплоприпливів через огороження в камеру №3 збереження морожених вантажів

Огородження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СВПн	0,3	27		-18	24	0,194	0	0	0,19
СВСх	0,56	27	-18	-18	0	0,000	0	0	0,00
СЗПд	0,24	27	32	-18	50	0,324		0	0,32
СВЗх	0,26	27	3	-18	21	0,147	0	0	0,15
покриття	0,23	36	32	-18	50	0,414	14,9	0,12	0,54
підлога	0,25	36	1	-18	19	0,171			0,17
									1,37



Таблиця 3.7 Розрахунок теплоприпливів огороження в експедицію

	Вт/м ² К	м ²	С	С	С	кВт	С	кВт	кВт
СВПн	0,44	27		3	17,4	0,207	0	0	0,21
СЗСх	0,36	27	32	3	29	0,282	0	0	0,28
СЗПд	0,36	27	32	3	29	0,282		0	0,28
СВЗх	0,26	27	-18	3	-21	-0,147	0	0	0,00
покриття	0,23	36	32	3	29	0,240	14,9	0,123	0,36
підлога	0,25	36	1	3	-2	-0,018			0,00
									1,13

Теплоприпливи від вантажів при холодильній обробці Q₂.

Теплоприпливи Q₂ при охолодженні продуктів у камерах схову визначаємо по по формулі:

$$Q_{2np} = M_{np} \Delta i \frac{10^3}{24 * 3600}, \text{кВт} \quad (3.14)$$

де M_т - добове надходження продуктів, т/сут.

Δ i - різниця питомих ентальпій продуктів, що відповідають початкової й кінцевої температура продукту кдж/кг.

При цьому припускаємо, що продукти надходять у камеру рівномірно в плинні доби. Добове надходження продуктів у камери виробничих холодильників становить 10% місткості

Теплоприток від тари Q_{2т} (в кВт)

$$Q_{2т} = M_{т} c_{т} (t_1 - t_2) \frac{10^3}{24 * 3600} \quad (3.15)$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ

де M_T - добове надходження тари, прийняте пропорційно добовому надходженню продукту, т/сут

c_T - питома теплоємність тари, кДж/кгК

t_1 t_2 - початкова й кінцева температури тари (приймаємо рівними початковій і кінцевій температурам продукту), С.

Всі розрахунки зводимо в таблицю

Таблиця 3.8

Розрахунок теплопритоків від вантажів при холодильній обробці

№ камери	В тонн	М пр т/сут	t1 С	t2 С	разн t С	i 1 кДж/кг	i 2 кДж/кг	різн i кДж/кг	Q2 пр кВт	Mт т/сут	Ст кДж/кг*К	Q2т кВт	Q2 кВт
Камера 1	32,4	3,2	12	3	9,0	271,0	242,0	29,0	1,1	0,3	2,3	0,08	1,2
Камера 2	48,6	4,9	-8	-18	10,0	39,4	4,6	34,8	2,0	0,5	2,3	0,13	2,1
Камера 3	48,6	4,9	-8	-18	10,0	39,4	4,6	34,8	2,0	0,5	2,3	0,13	2,1

Експлуатаційні теплопритоки Q_4

Експлуатаційні теплопритоки визначаються, як сума теплопритоків(кВт) окремих видів:

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad (3.16)$$

Теплоприток від висвітлення q_1 (кВт) розраховуємо по формулі:

$$q_1 = AF * 10^{-3}, кВт \quad (3.17)$$

Де А - теплота, виділювана джерелами висвітлення в одиницю часу на 1 м площі підлоги, Вт/м ;для камер зберігання А= 2,3 Вт/м, для камер холодильної обробки і експедицій А= 4,7 Вт/м.

F - площа наф камери, м²

Теплоприток від перебування людей q_2 (кВт)

$$q_2 = 0.35n, кВт \quad (3.18)$$

де 0,35 - тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, кВт;

n - число людей, що працюють у даному приміщенні, при площі

камери до 200 м - 2-3 чоловік, при площі камери більше 200 м - 3-4 чоловік;

					MX 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплоприток від працюючих електродвигунів q_3 (кВт) при розташуванні електродвигунів в охолоджуваному приміщенні визначаємо по формулі:

$$q_3 = N_3, кВт \quad (3.19)$$

де N_3 - сумарна потужність електродвигунів, кВт у попередніх розрахунках можна орієнтовно приймати: для камер схову 2-4

Теплоприток при відкриванні дверей q_4 (кВт) розраховуємо по формулі:

$$q_4 = KF * 10^{-3}, кВт \quad (3.20)$$

де K - питомий приплив теплоти від відкривання дверей, Вт/м залежить від призначення й площі приміщення;
 F - площа камери, м²

Всі розрахунки зводимо в таблицю 3.9

Таблиця 3.9 Розрахунок експлуатаційних теплопритоків

№ камери	F м ²	A Вт/м	n чел.	N э кВт	коэф	K Вт/м	q 1 кВт	q 2 кВт	q 3 кВт	q 4 кВт	Q 4 кВт
Кам.1	36	2,3	1	1,5	0,35	21,75	0,08	0,35	1,5	0,78	2,72
Кам.2	36	2,3	1	1,5	0,35	16,5	0,08	0,35	1,5	0,59	2,53
Кам.3	36	2,3	1	1,5	0,35	16,5	0,08	0,35	1,5	0,59	2,53
експедиція	36	4,7	1	1,5	0,35	58,5	0,17	0,35	1,5	2,11	4,13

3.7 Визначення навантаження на компресор і камерне встаткування

Камерні прилади охолодження у відповідності зі своїм призначенням знімають 100% теплового навантаження від всіх видів теплоприпливів.

При визначенні навантаження на компресор, ряд теплопритоків розраховується не повністю, а частково залежно від технологічного призначення холодильника.

Для зручності зводимо дані в таблицю.

					MX 55. 004. 003 ДП ПЗ						Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Таблиця 3.10 Зведена таблиця теплоприпливів

№ камери	Q 1		Q 2		Q 4		Q об	Q км
	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км		
t=-10 C								
Кам. 1	1,09	1,09	1,20	1,20	2,72	2,04	5,01	4,33
експедиц	1,13	1,13	0,00	0,00	4,13	3,10	5,26	4,23
								8,56
t=- 28C								
Кам.2	1,37	1,37	2,10	2,10	2,53	1,90	6,00	5,37
Кам.3	1,37	1,37	2,10	2,10	2,53	1,90	6,00	5,37
								10,74

Розрахункова холодопроизводительность для підбора компресора.

$$Q_o = \frac{\sum Q_{км} * k}{b}, кВт \quad (3.21)$$

Q _{км}	b	k	Q _o
8,56	0,8	1,052	11,26
10,74	0,8	1,07	14,36

$$Q_o = \frac{8,56 \cdot 1,052}{0,80} = 11,26 кВт$$

$$Q_o = \frac{10,74 \cdot 1,07}{0,80} = 14,36 кВт$$

3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

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

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

Температура кипіння

$$t_o = t_b - (10 - 15) \quad (3.22)$$

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

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

Температура води на вході в конденсатор

$$t_{в1} = t_{м.т.} + (2- 4) \text{ C} \quad (3.23)$$

$$t_{в1} = 25,55 + 3,45 = 29 \text{ C}$$

					МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура води на виході з конденсатора

$$t_{в2} = t_{в1} + (2 - 5) \text{ C} \quad (3.24)$$

$$t_{в2} = 29 + 3 = 32 \text{ C}$$

Температура конденсації

$$t_{к} = t_{в2} + (3 - 5) \text{ C} \quad (3.25)$$

$$t_{к} = 32 + 3 = 35 \text{ C}$$

Температура усмоктування

$$t_{вс} = t_0 + (15 - 20) \text{ C} \quad (3.26)$$

$$t_{вс1} = -10 + 20 = 10 \text{ C}$$

$$t_{вс2} = -28 + 20 = -8 \text{ C}$$

Температура переохолодження холодоагенту визначається з рівняння теплового балансу РТО

$$t_{о1} = -10 \text{ C}$$

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

$$t_{о2} = -28 \text{ C}$$

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

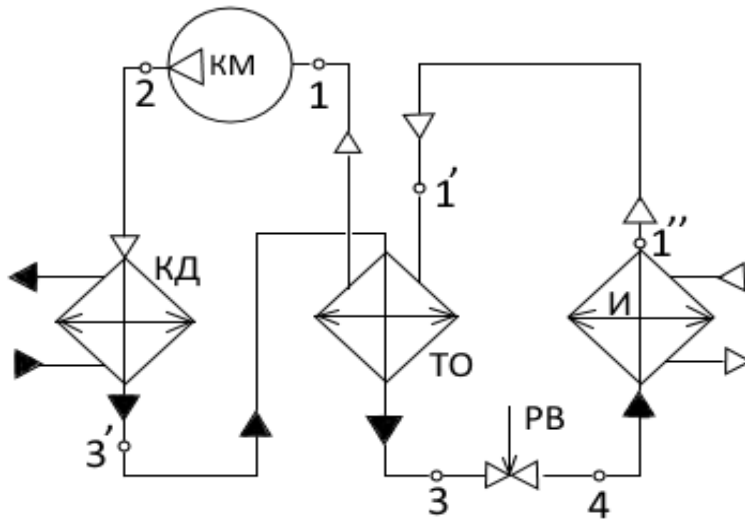
$$t_{по 1,2} = 29 \text{ C}$$

3.9 Побудова циклу холодильної машини, зняття параметрів вузлових крапок

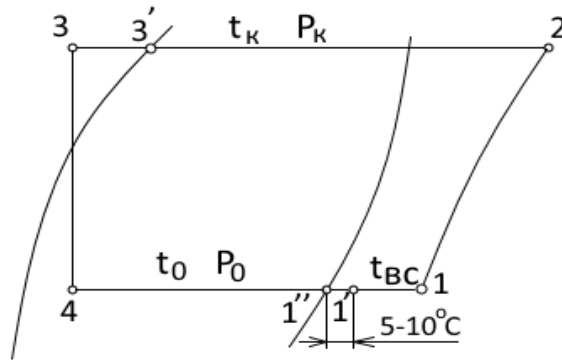
Таблиця 3.11

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

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



Мал. 3.2



Мал.3.3

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ

Арк.

Таблиця 3.12

№ крапки	Температура ° С	Тиск МПа	Ентальпія, кДж/ кг	Питомий об'єм ,м ³ /кг
1 ^{//}	-10	0,2007	391	
1 [']	0	0,2007	400	
1	+10	0,2007	409	0,1088
2	59,4	0,8868	443	
3 [']	35	0,8868	249	
3	29	0,8868	240	
4	-10	0,2007	240	

Таблиця 3.13

№ крапки	Температура, ° С	Тиск, МПа	Ентальпія, кДж/ кг	Питомий об'єм ,м ³ /кг
1 ^{//}	-28	0,093	380	
1 [']	-20	0,093	388	
1	-8	0,093	397	0,224
2	64,1	0,8868	448	0,027
3 [']	35	0,8868	249	
3	29	0,8868	240	
4	-28	0,093	240	

					МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресорів

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

Питома масова холодопродуктивність q_0 , кДж/кг;

$$q_0 = i_0 - i_4 \quad (3.27)$$

Масова витрата холодоагенту M , кг/с :

$$M = \frac{Q_0}{q_0} \quad (3.28)$$

Об'ємна витрата холодоагенту V_0 , м³/с

$$V_0 = M \cdot v_1 \quad (3.29)$$

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

$$V_h = \frac{V_0}{\lambda} \quad (3.30)$$

де λ - коефіцієнт подачі компресора;

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{\omega'} \quad (3.31)$$

$$\lambda_i = \frac{p_0 - \Delta p_{sc}}{p_0} - c * \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_0} - \frac{p_0 - \Delta p_{sc}}{p_0} \right) \quad (3.32)$$

$$\lambda_{\omega'} = \frac{T_0}{T_k}$$

(3.33)

Теоретична потужність компресора N_m , кВт

$$N_m = M(i_2 - i_1) \quad (3.34)$$

Дійсна потужність компресора N_i , кВт

$$N_i = \frac{N_m}{\eta_i}, \text{кВт}; \quad (3.35)$$

де η_i – індикаторний коефіцієнт корисної дії (ККД).

Ефективна потужність на валу компресора N_e , кВт

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m} \text{кВт}; \quad (3.36)$$

де η_m – механічний ККД, враховуючи витрати на тертя.

Електрична потужність електродвигуна $N_{ел}$, кВт

$$N_{ел} = \frac{N_i}{\eta_m} \text{кВт}; \quad (3.37)$$

Тепловий потік у конденсатор Q_k , кВт

$$Q_k = Q_0 + N_i \quad (3.38)$$

Розрахунки зводимо до таблиці

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ

Таблиця 3.14

Розрахунок компресорів

режим	q_0	Q_0	M_T	V_D	V_T	λ	Марка	кол	ΣV_{KM}	ΣM_{KM}	ΣQ_{KM}	N_T	N_i	N_e	$N_{эл}$	$Q_{кд}$
$t =$	кДж/кг	кВт	кг/с	м/с	м/с		КМ	шт.	м/с	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт
-10	169	11,3	0,067	0,007	0,009	0,79	4CES-	1	0,009	0,065	11,1	2,23	2,97	3,49	4,01	14,0
							6,2Y									

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

Technical Data	
Displacement (1450 RPM 50Hz)	32,48 m ³ /h
Displacement (1750 RPM 60Hz)	39,20 m ³ /h
No. of cylinder x bore x stroke	4 x 55 mm x 39,3 mm
Weight	90,5 kg
Max. pressure (LP/HP)	19 / 32bar
Connection suction line	28 mm - 1 1/8"
Connection discharge line	22 mm - 7/8"
Oil type R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32(Standard) / R134a tc>70°C. BSE55 (Option)
Oil type R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)
Motor data	
Motor version	2
Motor voltage (more on request)	380-420V Y-3-50Hz
Max operating current	17.7 A

Мал. 3.4

Таблиця 3.15

Технічна характеристика компресорів

Показники	4CES-6,2Y
Холодопродуктивність, кВт	11,46
Витрачена потужність, кВт	3,59
Теоретична об'ємна продуктивність КМ, м ³ /г	32,48
Кількість циліндрів	4
Потужність ел. двигуна, кВт	4,13
Діаметр циліндра на хід поршня, мм	55 x 39,3
Частота обертання, м ⁻¹	1450
Марка масла	Bse (option)
Заправка масла, дм. куб.	2,0
Маса, кг	90,5
COP	3,19

Арк.

MX 55. 004. 003 ДП ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Показники	4CES-6,2Y
Габаритні розміри, мм	
Довжина	387
Ширина	353
Висота	304

Таблиця 3.16 Розрахунок компресорів

режим	q_0	Q_0	M_T	V_d	V_T	λ	Марка	кол	ΣV_{KM}	ΣM_{KM}	ΣQ_{KM}	N_T	N_i	N_e	$N_{эл}$	$Q_{кд}$
t =	кДж/кг	кВт	кг/с	м/с	м/с		КМ	шт.	м/с			кВт	кВт	кВт	кВт	кВт
-28	157	14,4	0,091	0,020	0,029	0,71	6H-	1	0,031	0,097	15,3	4,96	6,62	7,78	8,95	21,9
							2Y									

По $V_T = 0,028 \text{ м}^3/\text{сек}$ підбираємо один одноступінчастий компресор марки 6H-2Y фірми BITZER з $\Sigma V_T = 0,031 \text{ м}^3/\text{с}$.

Таблиця 3.17 Технічна характеристика компресорів

Показники	
Холодопродуктивність, кВт	13,95
Витрачена потужність, кВт	7,48
Теоретична об'ємна продуктивність КМ, $\text{м}^3/\text{г}$	110,5
Кількість циліндрів	6
Потужність ел. двигуна, кВт	8,6
Діаметр циліндра на хід поршня, мм	70 x 55
Частота обертання, м^{-1}	1450
Марка масла	BSE 32
Заправка масла, дм. куб.	5,0
СОР	1,87
Маса, кг	153
Габаритні розміри, мм	
Довжина	640
Ширина	455
Висота	492

3.10 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора

Теплове навантаження – $14 + 21,9 = 35,9 \text{ кВт}$

Температура води на вході до конденсатора $t_{в1} = 29 \text{ }^\circ\text{C}$

Температура води на виході з конденсатора $t_{в2} = 32 \text{ }^\circ\text{C}$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ

Таблиця 3.18 Технічна характеристика конденсаторів

Конденсатор	Продуктивність конденсації, кВт	Довжина труб, ℓ , м	Діаметр обичайки, D, мм	Число проходів	Швидкість х/а, м/с	Вага, кг
К 573Н	35.9	1,176	216	2	1,03	65

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

$$V_w = \frac{Q_k}{c_w \cdot \rho_w \cdot \Delta t_w}; \quad (3.41)$$

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

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

ρ_w - густина води , 1000 кг/м^3 ;

Δt - підігрів води у КД , 3°C .

$$V_w = \frac{35,9}{4,19 \cdot 1000 \cdot 3} = 0,0029 \text{ м}^3/\text{с} = 2,86 \text{ л/с}$$

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

Таблиця 3.19 Технічна характеристика водяних насосів

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

3.12 Розрахунок та вибір обладнання камер

Площа теплообмінної повітроохолоджувачів $F, \text{м}^2$

знаходимо за формулою:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \cdot \Delta t} \quad (3.42)$$

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

тепловим розрахунком, кВт

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

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

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ					

$$V_{исп} = \Sigma V_{в/о}$$

$\Sigma V_{в/о}$	$V_{пр}$
0,18	0,26

Підбираємо лінійний ресивер місткістю 30 дм³

Теплообмінники

Теплообмінники підбираємо по площі теплообмінної поверхні змійовика, м²

$$F_{m.o.} = \frac{Q_{m.o.}}{k \cdot \theta}$$

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

Теплова навантаження на теплообмінник, кВт

$$Q_{т.о.} = m \cdot (h_3 - h_{3'}) = m \cdot (h_1' - h_1)$$

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

Підбираємо для холодильної машини (t=-10 °С) теплообмінник марки SLHE 3/4

Теплове навантаження на теплообмінник, кВт

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

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

Підбираємо для холодильної машини (t=-28 °С) теплообмінник марки SLHE 1

Таблиця 3.22 Технічна характеристика теплообмінників

	SLHE 3/4	SLHE 1
Номінальна продуктивність, кВт	0,55	0,74
Діаметр патрубків, мм		
Рідини	3/8	3/8
Пара	5/8	5/8
Габаритні розміри, мм		

					MX 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення зносів проводиться по параметрах режиму роботи, зовнішнім оглядом, акустичним методом. Після розробки та промивки визначають знос деталей: обмірок магнетичний метод та ін..

Машини та апарати холодильних установок розміщують так, щоб забезпечувалося їх нормальне обслуговування і ремонт.

Обслуговування холодильної установки полягає в підготовці її до роботи, пуск, регулювання подачі холодоагенту у випарну систему, догляді за холодильною установкою під час роботи, зупинці і відключенні машин і апаратів, дотриманні правил техніки безпеки, підтримці в чистоті і справності машин і робочих приміщень, а також заповненні необхідної звітної документації.

Вступ на чергування змінного персоналу починається з перевірки записів в журналі роботи холодильної станції, а закінчується контролем температур в основних точках холодильного циклу і перевіркою роботи обладнання холодильної станції.

Особлива увага повинна бути приділена перевірці стану компресорів і насосів, роботи системи з оливою, клапанів і сальників.

У різних місцях холодильної установки влаштовують також гнізда для приладів, потрібних як для постійного контролю за роботою установки, так і для періодичних випробувань. Манометри, термометри, амперметри та інші вимірювальні прилади встановлюють так, щоб при пуску установки вони перебували в полі зору машиніста і його помічника.

Автоматичну регулюючу арматуру зазвичай дублюють ручною. Це дозволяє продовжувати вироблення холоду при виході з ладу частини приладів автоматичного регулювання.

Для полегшення роботи персоналу в апаратному відділенні холодильної станції вивіщують схеми трубопроводів, плани розташування обладнання, відомості про основні параметри холодильних установок, норми витрати холодоагенту, оливи, електроенергії, плакати з техніки безпеки, графіки профілактичних оглядів і ремонтів.

З метою орієнтації обслуговуючого персоналу в розгалужених схемах трубопроводів їх фарбують в умовні кольори. Найчастіше застосовують наступну забарвлення:

для трубопроводів холодоагенту: нагнітальних - червоний колір, рідинних - жовтий, всмоктуючий - синій;

для трубопроводів води: напірних - блакитний, зворотних - фіолетовий.

При наявності декількох параметрів холоду на пофарбовані трубопроводи наносять ще й умовні кільця, що показують, до якої машини відноситься даний трубопровід.

					MX 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ефективна і надійна робота будь-якої холодильної установки залежить не тільки від хорошого технічного стану обладнання, а й від грамотної експлуатації. Безпосереднє спостереження за роботою обладнання ведуть апаратники, чергові слюсарі та електрики, підлеглі начальнику зміни холодильної станції.

Основне їхнє завдання - підтримка заданих параметрів роботи холодильних машин з найменшими витратами енергії і експлуатаційних матеріалів і строгим виконанням правил техніки безпеки.

Для успішного виконання завдань, що стоять перед експлуатаційним персоналом, необхідні:

- висока якість і справність обладнання;
- забезпеченість контрольно-вимірювальними приладами;
- наявність запасних частин, інструменту та ремонтних пристроїв;
- наявність холодоагенту, холодоносія, води, мастильних масел, повітря КВП, експлуатаційних матеріалів і енергетичних ресурсів;
- правильне заповнення систем робочими речовинами;
- відсутність забруднень на поверхнях теплопередачі;
- своєчасна профілактика і проведення ремонтів;
- ведення змінного журналу з виявленням порушень режиму роботи;
- висока кваліфікація обслуговуючого персоналу.

Експлуатація холодильних установок регламентується спеціальними інструкціями. Недотримання їх може привести до порушення технологічного процесу у споживачів холоду і підвищення витрати енергії на отримання холоду.

Послідовність окремих операцій при пуску і зупинці і порядок обслуговування залежать від конструктивних і експлуатаційних особливостей холодильної установки, які обов'язково повинні бути вказані в інструкції з обслуговування.

Персонал холодильних станцій щорічно здає іспити кваліфікаційній комісії. Результати іспитів оформляють протоколом. Особам, які склали ці іспити, видають спеціальні посвідчення.

Система планово-застережного ремонту.

Профілактичний огляд компресорів проводиться з метою виявлення у системі поломки швидко зношуючі деталей: базових деталей та ін..

Технічне обслуговування передбачає роботи, виконанні в час кожної зміни.

Малий ремонт КМ передбачає ревізію клапанів зі зміною пружин, огляд машинно-поршневих груп зі зміною поршневих кілець. Зміна тонкостінних

					MX 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вкладишів рекомендується до появи крайнього зносу якщо будуть в роботі абразивні частини, втіленні в анти фракційний шар.

Середній ремонт робиться з метою відтворення машин до стану, по своїм характеристикам та практичності будуть відповідати новому.

Капітальний ремонт апаратів закладається в новій заміні труб . При високій культурі експлуатації довжина шиноремонтного ухилу можна буде збільшити у 1.5 - 2 рази.

4.2 Автоматизація холодильної установки

Мета автоматизації холодильних установок - заміна ручної праці, точну підтримку заданих параметрів, запобігання аваріям, збільшення терміну служби обладнання, скорочення витрат, підвищення культури виробництва.

Експлуатація автоматизованих холодильних установок обходиться дешевше, так як відпадає необхідність в частині обслуговуючого персоналу, зайнятого ручними операціями по пуску, регулюванню та зупинці холодильного обладнання, візуальному спостереженню за роботою машин і апаратів.

Пристрої автоматизації можуть виконувати як окремі операції: контроль, сигналізація, включення і виключення виконуючих механізмів, так і сукупність цих операцій: автоматичний захист і регулювання.

Автоматизація процесів регулювання і захисту необхідна в тих випадках, коли ці процеси вимагають затрат ручної праці і коли апаратчик не може забезпечити точне регулювання і надійний захист. Дуже важливо також

автоматизувати роботи у шкідливих і вибухонебезпечних приміщеннях.

Основними частинами будь-якої автоматичної системи є: вимірювальний (чутливий) елемент, або датчик, що сприймає зміна регульованої величини; регулюючий орган, що змінює по сигналу вимірювального елемента подачу речовини або енергії в регульований об'єкт, і передавальний пристрій, що з'єднує датчик з виконавчим механізмом. Вимірювальний елемент забезпечений зазвичай пристосуванням для настройки на задане значення регульованої величини.

Прилади автоматичного управління повинні включати або вимикати компресори і насоси при змінах навантаження. Компресорами керують за допомогою реле температури, що зупиняють компресори при зниженні температури розсолу або тиску в випарниках нижче заданої межі і включають їх при підвищенні температури в випарнику.

Прилади автоматичного регулювання призначені для підтримки заданих

					MX 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

параметрів роботи холодильної установки: температури, тиску, рівня.

Регулювання подачі холодоагенту у випарник переслідує дві мети: забезпечення безпечної роботи компресора, шляхом захисту його від гідравлічного удару і зменшення або збільшення холодопродуктивності установки.

Автоматична сигналізація оповіщає про зміни режиму, які можуть спричинити за собою спрацьовування елементів автоматичного захисту і сповіщає про включенні і виключенні машин, магнітних вентилів, засувки і приладів. Прикладом сигнального приладу служить дистанційний показник рівня, що сполучається з виконавчими механізмами - соленоїдними вентилями або звуковими сигнальними пристроями - ревунами.

Автоматичний захист дозволяє уникати небезпечних для холодильної машини наслідків надмірного підвищення тиску нагнітання, зниження тиску і температури випаровування, порушень режиму роботи мастильних пристроїв.

Для захисту установок від аварійного режиму в схемах автоматизації передбачають прилади, що відключають холодильні агрегати при різких порушеннях режиму роботи.

Комплексна автоматизація холодильної установки полягає в оснащенні її пристроями автоматичного управління, регулювання та захисту, а також засобами контролю і сигналізації, що забезпечують справну роботу цих пристроїв.

					MX 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні витрати складаються з витрат на обладнання і будівлі холодильника:

$$KB_{хол} = B_{хол} + B_{об} \quad (5.1)$$

Вартість будівлі холодильника визначається по укрупненим показникам:

$$B_{хол} = V * Ц_{хол} \quad (5.2)$$

де V - об'єм будівлі холодильника, м³;

$Ц_{хол}$ - вартість будівлі холодильника, грн.

$$B_{хол} = 126 * 2700 = 340\,200 \text{ грн.}$$

Вартість обладнання визначаємо по прейскуранту і зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 Вартість обладнання

№ з/п	Найменування обладнання	Марка	Кількість	Вартість одиниці обладнання, грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
1	Компресор	4CES- 6.2Y-40S	1	59 000	59000
2	Компресор	6H- 2 Y	1	41 000	41000
3	Конденсатор	K573H	1	35 000	35000
4	Водяний насос	K8/18	2	6 800	13600
5	Повітроохолоджувач	TFGE-401	2	12 000	24000
6	Повітроохолоджувач	TBL-66	2	16 000	32000
7	Теплообмінник	SLHE 3/4	1	9000	9000
8	Теплообмінник	SLHE 1	1	9000	9000
9	Градижня	ГПВ - 80	1	55000	55000
10	Лінійний ресивер	30м3	1	3500	3500
Сумарна вартість обладнання			281100		
Вартість іншого обладнання 10%			28110		
Розрахункова вартість обладнання			309210		
Витрати на транспортування 15%			46381,50		
Витрати на монтаж 20%			61842		
Разом вартість обладнання (Воб)			417434		

Тоді сума капітальних вкладень по проекту складає:

$$KB_{хол} = 340\,200 + 417\,434 = 757\,634 \text{ грн.}$$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ

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;

$$Q_{0cm} = ((11,46 * 1,1 * 1 * 0,76) + (13,95 * 1,15 * 1 * 1,5)) * 19\,440\,000 = 9,58 + 24,06 = 33,64 * 10^9 \text{ кДж}$$

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

До експлуатаційних (поточних) витрат відносяться витрати на:

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

5.3.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів відносяться:

- а) холодоагент;
- б) змащувальні матеріали.

Розрахунок вартості річної потреби холодоагенту:

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

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

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

Річна потреба холодильного агента при ремонті

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

де k^{\prime} – коефіцієнт, який враховує втрати холодильного агента при ремонтних роботах;

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

$$G_{xa} = (0,5 * 25,41 * 1,2) / 1000 = 15,25 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 15,25 * 450 = 6\,861 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості річної потреби змащувальних матеріалів:

					MX 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

G_M - річна потреба змащувальних матеріалів, кг

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

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

n - кількість компресорів;

R – кількість разів заміни масла на рік;

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

$$G_M = 3,5 * 2 * 2 * 1,2 = 16,8 \text{ кг}$$

$$B_M = 16,8 * 380 = 6\,384 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 Допоміжні матеріали

№ з/п	Стаття витрат	Витрати, грн.
1.	Вартість холодоагенту	6 861
2.	Вартість змащувальних матеріалів	6 384
	Разом	13 245
	Витрати на інші допоміжні матеріали (5%)	662
	Всього	13 907

5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою (5.8):

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

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	3,59	5400	0,7	13 570
2	Компресор	1	7,48	5400	0,7	28 274

											Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ						

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

5.3.6 Амортизація холодильного обладнання

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

$$В_а = В_{об} * Н_а / 100\%, \text{ грн.} \quad (5.14)$$

$$В_а = 340\ 200 * 5 / 100 + 417\ 434 * 20 / 100 = 100\ 497 \text{ грн.}$$

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

$$В_{п.р} = 100\ 497 * 0,1 = 10\ 050 \text{ грн.}$$

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

$$В_{ін} = (27\ 312 + 1\ 166\ 947 + 46\ 600 + 600\ 076 + 194\ 998 + 19\ 500) * 0,05 = 100\ 442 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 Експлуатаційні (поточні) витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	13 907
2	Електроенергія	253 797
3	Вода	21 188
4	Зарплата виробничих робочих	55 382
5	Амортизація холодильного обладнання і будівлі	100 497
6	Витрати на поточний ремонт обладнання і будівлі	10 050
7	Інші поточні витрати	21 682
Всього		476 502

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ

Арк.

5.3.7 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

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

де V_p - річні витрати на виробництво холоду, грн.

$$C_{1000} = (476\,502 * 1000) / (0,65 * 10^9) = 0,73 \text{ грн}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.6.

Таблиця 5.6 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Ємність камери	N	т	130
2	Холодопродуктивність	Q	кВт	25,41
3	Кількість компресорів	n	шт	2
4	Кількість обслуговуючого персоналу	K_p	осіб	1
5	Капітальні вкладення	KB	грн.	417434
6	Експлуатаційні витрати	V_p	грн.	476 502
7	Собівартість 1000кДж холоду	C_{1000}	грн.	0,73

6.5 Вимоги безпеки при експлуатації компресорних установок.

Компресор – пристрій для стиску і подачі будь - якого газу під тиском. Компресорна установка – це пристрій для утворення стиснутого повітря, який під впливом сильного тиску приводить в дію пневматичне обладнання і сприяє механізації виробництва. Правила безпечної експлуатації компресорних установок є такими ж як і правила установки та експлуатації стаціонарних установок повітро-та газопроводів..

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

Основним елементом конструкції компресору є повітрозбірник (ресивер), що поглинає потоки повітря, які утворюються в компресорній установці, і вирівнює пульсацію тиску в трубопроводі.

Для того, щоб запобігти можливим аваріям, ресивер установлюють окремо, поза спорудою компресорної установки, та доповнюють манометром, масло- і водозбірниками. Перед початком роботи, ресивер необхідно перевірити під тиском, у півтора рази більшим від робочого. Протоколи перевірки підлягають реєстрації у спеціальному журналі, що ведеться за участі органів Держпраці.

Роботодавець повинен до обслуговування компресорних установок допускати спеціалістів:

- що досягли 18 років;
- які не мають лікарських протипоказань до цієї роботи;
- пройшли навчальний курс за відповідною програмою і отримали свідоцтво на право експлуатації компресорних установок.

Особи, що працюють в компресорних станціях, зобов'язані щорічно проходити регулярну перевірку знань в сфері безпечної експлуатації компресора.

6.6 Безпека робочої речовини.

У торгівельному холодильному обладнанні як холодильний агент використовуються хладони

Холодоагентом (скорочення від слів «холодильний агент») прийнято називати робочу речовину з низькою температурою кипіння

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МХ 55. 004. 003 ДП ПЗ

понаднормовою кількістю пожежних щитів з набором первинних засобів пожежогасіння.

На пожежному щиті вказують порядковий номер після літерного індексу «ПЩ» та номер телефону для виклику пожежно-рятувальних підрозділів. Пожежні щити мають забезпечувати: захист вогнегасників від потрапляння прямих сонячних променів; захист знімних комплектувальних виробів від використання не за призначенням; зручність та оперативність зняття (витягання) закріплених комплектувальних виробів. Пожежні щити встановлюють так, щоб вони не створювали перешкоди під час евакуації людей у разі пожежі.

					MX 55. 004. 003 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

