

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: МХ - 54

Дипломний проєкт

здобувача освіти денного відділення

МХ 54. 016. 000 ДП

МАЄВСЬКОЇ АЛІНИ

ВАДИМІВНИ

**м. Одеса
2022 р.**

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

Спеціальність 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Монтаж і обслуговування
Холодильно-компресорних машин та
установок»
Група 4 МХ-54

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
МХ 54. 016. 000 ДП

До дипломного проєкту на тему:

Проєкт компресорного цеху заготівельного холодильника ємністю 620
тон, м. Житомир

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

Дипломник _____ (Маєвська А.В.)

Керівник проєкту _____ (Рекеда Ю.Д.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Коробкіна О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

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

До захисту допущено

Голова предметної комісії _____ (Беркань Ір. В.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

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

Оцінка ЕК _____

Секретар ЕК

А.П. Селіванов

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

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

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

ЗАВДАННЯ

до дипломного проєктування

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

Тема дипломного проєкту: Проект компресорного цеху заготівельного холодильника ємністю 620 тон, м. Житомир

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

Вихідні дані для проєкту: температура літня 30 °С
відносна вологість повітря літня 70 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проєкту

Пояснювальна записка

Вступ

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

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

2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

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

3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

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

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

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

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

6 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Графічна частина

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

Графік виконання проєкту

Зміст	Термін виконання
1 Загальна частина	16 - 17.05.2022
2 Розрахунково-конструкторська частина	18 - 25.05.2022
3 Організаційна частина	26 – 27.05.2022
4 Аркуш 1	28 – 31.05.2022
5 Економічна частина	01 – 06.06.2022
6 Аркуш 2	07 – 09.06.2022
7 Охорона праці	11 - 12.06.2022
Попередній захист	15.06.2022
Захист дипломного проєкту	22 - 30.06.2022

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 5 від “ 14” грудня 2021 р.

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проєкту _____ (Рекеда Ю.Д.)

З М І С Т

Стор.

Вступ

1. Загальна частина

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

2. Розрахунково-конструкторська частина

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

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

					МХ 54 016. 000. ДП ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Масвська			Проект компресорного цеху заготівельного холодильника ємністю 620 тон, м. Житомир		
Пров.		Рекеда Ю.					
Н.контр.							
Утв.							
					Лит.	Лист	Листов
					ВСП «ОТФК ОНТУ», 2022 р.		

3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Організація ремонту та монтажу, експлуатації холодильної установки.....

3.2 Автоматизація холодильної установки.....

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Вихідні дані

4.2 Розрахунок капітальних вкладень.....

4.3 Розрахунок цехових витрат.....

4.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду.....

4.5 Основні техніко-економічні показники.....

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

6 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

ВСТУП

Завданнями холодильного підприємства є термічна обробка і зберігання великих мас швидкопсувних продуктів, організація безперервного холодильного ланцюга і виробництво продукції з використанням штучного холоду, створення спеціального технологічного режиму на всіх стадіях її промислової переробки, систематичне підвищення ефективності виробництва шляхом найбільш повного використання виробничих ресурсів робочого часу.

Широке застосування холоду в усіх галузях харчової промисловості дозволяє забезпечити ритмічність виробництва, раціональне використання основних фондів, високу якість продукції. В даний час стоїть задача створення і впровадження у виробництво сучасних і високопродуктивних і цілком автоматизованих технологічних апаратів для збереження і переробки харчових продуктів.

Ємність внутрішнього ринку холодильних складів далека від насичення, тому що запити клієнтів часто є унікальними, що обумовлює необхідність проектування «під замовника», але при цьому лише деякі великі компанії мають можливість побудувати холодильні склади для власних потреб у зв'язку з високою вартістю таких робіт. Біля однієї третини (29,4%) споживачів будуть мати потребу в холодильних складах вже через 1-2 роки, що свідчить про значний потенціал ринку.

Як відзначають експерти ринку, в продажах нового холодильного обладнання основну частку становить обладнання з хладоном (більше 90% продажів), частка продажів нового обладнання з аміаком оцінюється лише в 5-7%.

Основними споживачами промислового холодильного устаткування є мережеві супермаркети, харчові комбінати, пивзаводи і великі сховища. У той же час, за оцінками фахівців, у країнах заходу основна частка поставок

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

		Маєвська								Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54. 016. 000 ДП ПЗ					

холодильного обладнання у вартісному вираженні припадає на масштабні проекти в хімічній, гірничодобувній, нафтопереробній галузях.

Розподільчі холодильники використовують для зберігання харчових продуктів, що перевозяться водним транспортом. У них здійснюється перевалка харчових продуктів з суден-рефрижераторів, залізничного та автомобільного транспорту. Будуються такі холодильники в крупних містах України. Такі холодильники призначаються для рівномірного забезпечення населення продуктами харчування, виробництво яких носить сезонний характер, протягом усього року.

Инв. № подл.	Подп. и дата					
	Инв. № дубл.					
	Взам. инв. №					
	Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ	Лист

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані

Таблиця 1.1

Місто	Географічна широта, град.	Розрахункова температура, °С			Відносна воложн., %	
		середньорічна	літня	зимова	літня	зимова
Житомир	50	6,8	30	-21	70	86

Сумарне навантаження на компресори

для температури кипіння -10,

$$Q_0 = 19,8 \text{ кВт}$$

Сумарне навантаження на компресори

для температури кипіння -30,

$$Q_0 = 38,5 \text{ кВт}$$

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

Завданням на дипломне проектування передбачено розробити проект компресорного цеху заготівельного холодильника ємністю 620 тон для кліматичної зони міста Житомира.

Будівлю холодильника виконую по каркасній конструктивній схемі. Покрівлю холодильника приймаю плоску, залізобетонні колони січенням 400x400 мм, прямокутні залізобетонні балки прольотом 12 метрів і залізобетонні ребристі плити розміром 6 x 3 метра марки ПГ для покриття будівлі. Приймаю окремо стоячі фундаменти.

Глибина закладки фундаментів не менше 0,8 метрів від поверхні ділянки забудови.

Двері холодильних камер - відкотні, не перешкоджають руху вантажно-розвантажних транспортних засобів.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Маєвська

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

На холодильнику, що проектується приймається централізоване холодопостачання з розміщенням в єдиному машинному відділенні компресорів, підключених на дві температури кипіння.

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

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

Система подачі холодильного агенту – насосно-циркуляційна. Така система забезпечує заповнення камерних приборів охолодження і практично виключає попадання рідкого холодильного агента в компресор. Циркуляційний ресивер виконує функції відділювача рідини. Обладнання системи циркуляції холодильного агенту розміщено в машинному відділенні.

Холодильним агентом вибраний аміак. Це зумовлено кращими його термодинамічними властивостями. Використовуючи аміак, застосовують сталеві безшовні труби, що значно дешевше труб з кольорових металів (при використанні хладонів). Аміак добре розщеплюється у воді, в присутності вологи пошкоджує кольорові метали. Аміак доступний та дешевий агент. Його недоліком залишається негативний вплив на організм людини. Тому при обслуговуванні холодильної машини треба дотримуватися правил безпеки. Застосовуючи аміак, ми, тим самим, зменшуємо розміри компресорів в порівнянні з фреоновими, так як він має більшу об'ємну холодопродуктивність.

Теплоізоляційним матеріалом вибраний пінополістирол ПСБ-С, що має низку переваг порівняно з іншими відповідними матеріалами:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54. 016. 000 ДП ПЗ	Лист

вологостійкість , вогнестійкість, не гниє , не знищується бактеріями та шкідниками , відносно дешевий. Пінополістирол має дуже низький коефіцієнт теплопровідності ($\lambda=0,05$ Вт/(м*К)) та не сприяє корозії металів.

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

Тому, на базі проведених розрахунків та вивчення конкурентоспроможності продукції можна зробити висновок, що втілення проекту є доцільним.

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність заготівельного холодильника ємністю 620 тон, м.Житомир низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,667 грн за 1000 кДж) у порівнянні з середньогалузевим рівнем, що вказує на високий рівень конкурентоспроможності на ринку холоду.

Низька собівартість одиниці холоду є результатом науково-обґрунтованого проектування з підбором високопродуктивного та високотехнологічного обладнання з економічними характеристиками.

Отже, проект заготівельного холодильника ємністю 620 тон, м.Житомир можна вважати доцільним та економічно вигідним.

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

		Маєвська			MX 54. 016. 000 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розрахункові дані

При місткості 620 тон камери зберігання морожених вантажів складають 50% з них:

яловичина, свинина - 50%,

камери зберігання охолоджених вантажів – 50% з них:

молочні продукти (сир) – 30 %

яйця курячі – 20%

$$E_{хр.мор.гр} = E_{общ} * 0,5 = 620 * 0,5 = 310t \quad (2.1)$$

$$E_{молоч.прод.} = E_{общ} * 0,3 = 620 * 0,3 = 186t \quad (2.2)$$

$$E_{яиц} = E_{общ} * 0,2 = 620 * 0,2 = 124t \quad (2.3)$$

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

$$F_{\sigma} = \frac{E}{q_v \cdot h_{вн} \cdot \beta}; \quad (2.4)$$

де E - місткість камери зберігання, тон;

q_v - норма завантаження на 1м² вантажного об'єму камери, тон/м³;

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

β - коефіцієнт використання будівельної площі камери, що враховує площу камери зайняту колонами, приладами охолодження, проходами.

Кількість будівельних прямокутників визначаємо за формулою:

$$n = \frac{F_{\sigma}}{f}; \quad (2.5)$$

де f – будівельна площа одного прямокутника,

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

що визначається вибраною сіткою колон, м².

Дійсна місткість камер зберігання :

$$E_{\partial} = E \frac{n_{\partial}}{n}; \quad (2.6)$$

де n_{∂} - дійсна кількість будівельних прямокутників.

Загальна площа камер зберігання

$$F_{к.хр} = F_1 + F_2 + F_3 \quad (2.7)$$

Площа допоміжних приміщень

$$F_{всп} = 0.15 * F_{к.хр} \quad (2.8)$$

Потрібна площа охолоджувального складу

$$F_{охл} = F_{к.хр} + F_{всп} \quad (2.9)$$

Площа службових приміщень

$$F_{с.пом} = 0.1 * F_{охл} \quad (2.10)$$

Площа машинного відділення

$$F_{м.о} = 0.1 * F_{охл} \quad (2.11)$$

Всі розрахунки зводимо в табл. 2.1

Таблиця 2.1

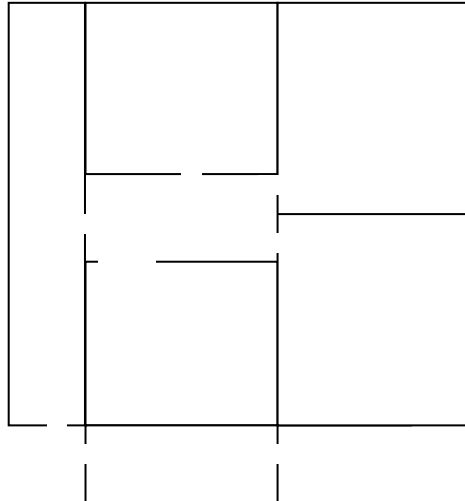
Назва камери	E	q _v	h _{гр}	β	F	f	n	n _д	Ед
	т	т/м	м		м ²	м ²	р	q	т
Мор. гр. гов.,свин.	310	0,35	3,5	0,7	361,52	72	5,02	5	308,7
Молоч. прод. (сир)	186	0,4	4	0,75	155,00	72	2,15	2	172,8
Яйця кур	124	0,3	4	0,75	137,78	72	1,91	2	129,6
Итого кам.зберіг.	620				654,29	72	9,09	9	611,1
Допоміжні приміщ					98,14	72	1,36	1	
Охол.склад					752,44	72	10,45	10	
Службові прим.					75,24	72	1,05	1	
Машинне від.					75,24	72	1,05	1	

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист



Мал. 2.1 Планування холодильника

- 1- камера з універсальним температурним режимом:
зберігання сиру: $t_k = -0 \div -20, ^\circ\text{C}$
зберігання мороженого м'яса: при $t_k = -0, ^\circ\text{C}$, $Q_{\text{обл.}} = 13,6 \text{ кВт}$
при $t_k = -20, ^\circ\text{C}$, $Q_{\text{обл.}} = 8,7 \text{ кВт}$
- 2- камера з універсальним температурним режимом:
зберігання яєць, $t_k = -0 \div -20, ^\circ\text{C}$
зберігання сиру: при $t_k = -0, ^\circ\text{C}$, $Q_{\text{обл.}} = 12,6 \text{ кВт}$
зберігання мороженого м'яса: при $t_k = -20, ^\circ\text{C}$, $Q_{\text{обл.}} = 8,5 \text{ кВт}$
- 3- камера зберігання мороженого м'яса, $t_k = -20, Q_{\text{обл.}} = 10,2 \text{ кВт}$
- 4- камера зберігання мороженого м'яса, $t_k = -20, Q_{\text{обл.}} = 9,5 \text{ кВт}$
- 5- коридор
- 6- автомобільна платформа
- 7- службові приміщення
- 8- машинне відділення

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Маєвська

MX 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

2.2 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер

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

Визначаємо холодопродуктивність компресорів, за формулою

$$Q_o = \frac{\Sigma Q_{км} * k}{b}, кВт \quad (2.12)$$

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

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

b - коефіцієнт робочого часу;

Визначаємо холодопродуктивність компресорів, за формулою

$$Q_o = \frac{\Sigma Q_{км} * k}{b}, кВт \quad (2.13)$$

$$Q_o = \frac{19,8 * 1,05}{0,85} = 24,5 кВт$$

$$Q_o = \frac{38,5 * 1,07}{0,85} = 48,5 кВт$$

2.3 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

Температура кипіння при безпосередньому охолодженні:

$$t_o = t_0 - (5 \div 10)^\circ C \quad (2.14)$$

$$t_{o1} = 0 - 10 = -10 \text{ C}$$

$$t_{o2} = -20 - 10 = -30 \text{ C}$$

Температура води яка подається на конденсатор:

$$t_{в1} = t_{м.т.} + (2 - 4)^\circ C \quad (2.15)$$

$$t_{в1} = 25 + 3 = 28 \text{ C}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Температура води яка виходить з конденсатора:

$$t_{вд2} = t_{вд1} + (3 \div 5) = 28 + 3 = 31^\circ\text{C}; \quad (2.16)$$

Температура конденсації :

$$t_k = t_{вд2} + (2 \div 4) = 31 + 3 = 34 \quad ^\circ\text{C}; \quad (2.17)$$

Температура переохолодження холодильного агента у конденсаторі:

$$t_{по} = t_{вд1} + (3 \div 5)^\circ\text{C}; \quad (2.18)$$

$$t_{по} = 28 + 3 = 31^\circ\text{C};$$

Температура всмоктування холодильного агенту:

$$t_{вс} = t_o + (5 \div 10)^\circ\text{C}; \quad (2.19)$$

$$t_{вс1} = -10 + 10 = 0 \quad ^\circ\text{C}$$

$$t_{вс2} = -30 + 10 = -20 \quad ^\circ\text{C}$$

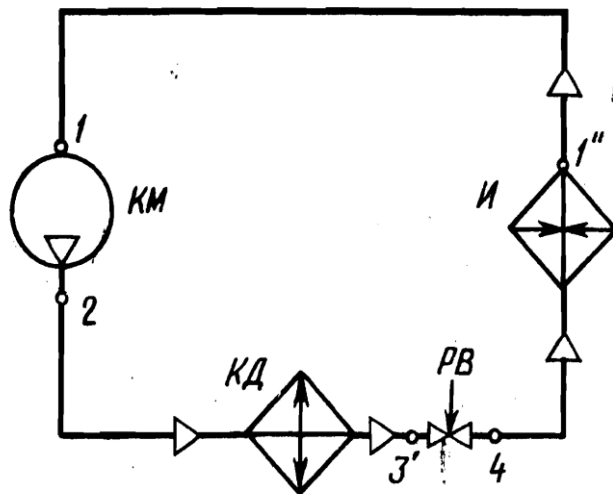
2.4 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок

Таблиця 2.2

Режим	P_0 МПа	P_k МПа	P_k / P_0	Вибір схеми	$P_{пр} = \sqrt{P_k P_0}$ МПа
$t_0 = -10^\circ\text{C}$	0,29	1,311	4,521	одноступеневе стиснення	
$t_0 = -30^\circ\text{C}$	0,12	1,311	10,925	двоступеневе стиснення	0,397 $t_{пр} = -2^\circ\text{C}$

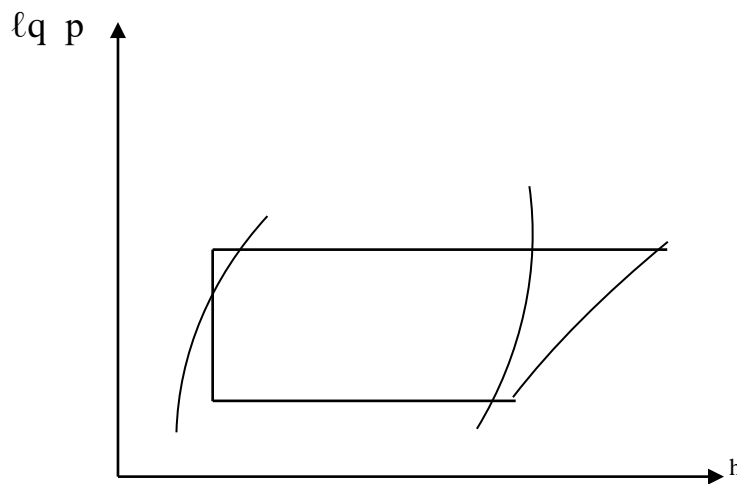
Підп. и дата
Инд. № дубл.
Взам. инв. №
Підп. и дата
Инд. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ	Лист



Мал.. 2.1

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



Мал. 2.2

Таблиця 2.3

Параметри вузлових точок

Режим $t_0 = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$	Одиниці Виміру	0	1'	2	3 ¹	3	4
P	мПа	0,29	0,29	1,31	1,31	1,31	0,29
t	$^{\circ}\text{C}$	-10	0	107	34	31	-10
i	кДж/кг	1670	1695	1915	579	565	565
v	$\text{м}^3/\text{кг}$	--	0,44	--	--	--	--

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

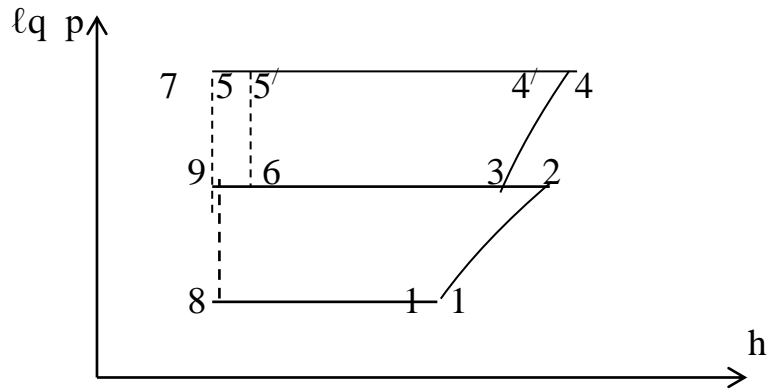
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Маєвська

MX 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

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



Мал. 3.4

Таблиця 2.4 Параметри вузлових точок

- 30	Ед. изм.	1 ¹	1	2	3	4	4 ¹	5 ¹	5	6	7	8	9
P	МПа	0,12	0,12	0,396	0,396	1,31	1,31	1,31	1,31	0,397	1,31	0,12	0,397
t	°С	-30	-20	55	-2	82	34	34	31	-2	1	-30	-2
i	кДж/кг	1642	660	1820	1680	1855	1708	579	565	565	423	423	409
v	м ³ /кг	--	0,98	--	0,32	--	--	--	--	--	--	--	--

$$x_6=0,123$$

2.5 Тепловий розрахунок і добір компресора

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

Питома масова холодопродуктивність q_0 , кДж/кг;

$$q_0 = i_0 - i_4 \quad (2.20)$$

$$q_0 = 1670 - 565 = 1105, \text{ кДж/кг}$$

Масова витрата холодоагенту M , кг/с :

$$M = \frac{Q_0}{q_0} \quad (2.21)$$

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

Маєвська			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп. Дата

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

$$M = \frac{24,5}{1105} = 0,022 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Об'ємна витрата холодоагенту V_o , м³/с

$$V_o = M \cdot v_1 \quad (2.22)$$

$$V_o = 0,022 \cdot 0,44 = 0,0098 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

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

$$V_h = \frac{V_o}{\lambda} \quad (2.23)$$

$$V_h = \frac{0,0098}{0,71} = 0,0137 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

де λ - коефіцієнт подачі компресора;

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{\omega} \quad (2.24)$$

$$\lambda_i = 0,84 * 0,86 = 0,72$$

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{ec}}{p_o} - c * \left(\frac{p_k + \Delta p_h}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{ec}}{p_o} \right) \quad (2.25)$$

$$\lambda_i = \frac{290 - 5}{290} - 0,05 * \left(\frac{1311 + 10}{290} - \frac{290 - 5}{290} \right) = 0,84$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{T_o}{T_k} \quad (2.26)$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{263}{307} = 0,86$$

Теоретична потужність компресора N_m , кВт

$$N_m = M(i_2 - i_1) \quad (2.27)$$

$$N_m = 0,026 * (1915 - 1695) = 5,62 \text{ кВт}$$

Дійсна потужність компресора N_i , кВт

$$N_i = \frac{N_m}{\eta_i} \text{ кВт}; \quad (2.28)$$

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

$$N_i = \frac{5,62}{0,75} = 7,49 \text{ кВт};$$

де η_i – індикаторний коефіцієнт корисної дії (ККД).

Ефективна потужність на валу компресора N_e , кВт

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m} \text{ кВт}; \quad (2.29)$$

$$N_e = \frac{7,49}{0,85} = 8,81 \text{ кВт};$$

де η_m – механічний ККД, враховуючи витрати на тертя.

Електрична потужність електродвигуна $N_{ел}$, кВт

$$N_{ел} = \frac{N_e}{\eta_m} \text{ кВт}; \quad (2.30)$$

$$N_{еел} = \frac{8,81}{0,87} = 10,13 \text{ кВт};$$

Тепловий потік у конденсатор Q_k , кВт

$$Q_k = Q_o + N_i \quad (2.30)$$

$$Q_k = 24,6 + 8,81 = 35,7 \text{ кВт}$$

По $V_T = 0,0137 \text{ м}^3/\text{сек}$ підбираємо два одноступінчастих компресора марки W4NA з $\Sigma V_T = 0,0156 \text{ м}^3/\text{с}$.

Розрахунки зводимо до таблиці 2.

Таблиця 2.5

режим t =	q_o кДж/кг	Q_o кВт	M_T кг/с	V_d м/с	V_T м/с	λ	Марка КМ	кол шт.	$\Sigma V_{км}$ м/с	$\Sigma M_{км}$	$\Sigma Q_{км}$	N T кВт	N i кВт	N e кВт	N эл кВт	Q кд кВт
-10	1105	24,5	0,022	0,010	0,014	0,72	W4NA	2	0,016	0,026	28,2	5,62	7,49	8,81	10,13	35,7

Таблиця 2.6 Технічна характеристика компресора

Показники	W4NA
Холодопродуктивність, кВт при $t_o = -15^\circ\text{C}$ і $t_k = 30^\circ\text{C}$	16,03
Витрачена потужність, кВт при $t_o = -15^\circ\text{C}$ и $t_k = 30^\circ\text{C}$	4,31
Теоретична об'ємна продуктивність КМ, $\text{м}^3/\text{с}$	0,0077

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54. 016. 000 ДП ПЗ	Лист

Показники	W4NA
Кількість циліндрів	2
Потужність ел. двигуна, кВт	8,6
Кількість масла Clavus-G68 , дм ³	1,75
Частота обертання , с ⁻¹	24
Габаритні розміри, мм	
Довжина	391
Ширина	310
Висота	398
Маса, кг	52
Умовний діаметр трубопроводів, мм	
На вході холодоагенту	25
На виході холодоагенту	20
На вході і виході охолоджувальної води	R 1 2 ^{//}
Регулювання холодопродуктивності	від 100 до 50%

Розрахунок холодильної машини двоступеневого стиснення,

$$t_0 = -30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Визначаємо питому холодопродуктивність q_0 , кДж/кг 1 кг холодоагенту

$$q_0 = i_1 - i_8 \quad (2.31)$$

Масова витрата пару в с.н.т. M_1 , кг/с

$$M_1 = \frac{Q_0}{q_0} \quad (2.32)$$

Масова витрата пару в с.в.т. M_2 , кг/с

$$M_2 = \frac{i_2 - i_7}{(i_3 - i_9) * (1 - x_6)} * M_1 \quad (2.33)$$

Визначаємо дійсну об'ємну витрату хладагенту V_d , м³/с

$$\text{в с.н.т.} \quad V_q = M_1 * v_1 \quad (2.34)$$

$$\text{в с.в.т.} \quad V_q = M_2 * v_3 \quad (2.35)$$

де v_1 , v_3 - питомих об'єм пар, всмоктуємого

$$\text{с.н.т. } i \quad \text{с.в.т. } , \text{ м}^3 / \text{кг}$$

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

Маєвська			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Дата

MX 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

Теоретична об'ємна подача компресора V_T , м³/с

$$\text{с.н.т} \quad V_T = \frac{V_q}{\lambda_1} \quad (2.36)$$

$$\text{с.в.т} \quad V_T = \frac{V_q}{\lambda_2} \quad (2.37)$$

де λ_1 , λ_2 - коефіцієнти подачі компресора с.н.т. и с.в.т.

визначаю в залежності від відношення

тисків $P_{пр} / P_0$ і $P_K / P_{пр}$

Визначаю теоретичну адиабатну потужність компресора N_T , кВт

$$\text{с.н.т} \quad N_T = M_1 * (i_2 - i_1) \quad (2.38)$$

$$\text{с.в.т} \quad N_T = M_2 * (i_4 - i_3) \quad (2.39)$$

Дісна індикаторна потужність компресора N_i , кВт

$$\text{с.н.т} \quad N_i = \frac{N_T}{\eta_i} \quad (2.40)$$

$$\text{с.в.т} \quad N_i = \frac{N_T}{\eta_i} \quad (2.41)$$

де η_i - індикаторний ККД (для малих и середніх компресорів $\eta = 0,7 - 0,8$)

Визначаємо потужність на валу компресора

$$\text{с.н.т} \quad N_i = \frac{N_T}{\eta_m} \quad (2.42)$$

$$\text{с.в.т} \quad N_i = \frac{N_T}{\eta_m} \quad (2.43)$$

де $\eta_{мех}$ - механічний ККД компресора, визначення якого залежить від відношення тиску при $P_K/P_0 = 5 - 7$ $\eta = 0,9$ при $P_K/P_0 = 11 - 13$ $\eta = 0,8$

Визначаємо електричну потужність, тобто, потужність, спожиту електродвигуном з мережі N_e , кВт

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

$$\text{с.н.т} \quad N_{ел} = \frac{N_e}{\eta_{эл}} \quad (2.44)$$

$$\text{с.в.т} \quad N_{ел} = \frac{N_e}{\eta_{эл}} \quad (2.45)$$

де $\eta_{эл}$ - ККД електродвигуна малих компресорів $\eta = 0,85-0,9$;
для крупних $\eta = 0,9 - 0,95$)

Визначаємо дійсний тепловий потік у конденсатор Q_k , кВт

$$Q_{kd} = Q_0 + (N_{снд} + N_{свд}) \quad (2.46)$$

По $V_T = 0,047 \text{ м}^3/\text{сек}$ підбираємо два одноступінчастих компресора марки OSNA 7451-K з $\Sigma V_T = 0,055 \text{ м}^3/\text{с}$.

Таблиця 2.7

t	Q ₀	q ₀	M1	M2	V _г V _г	V _T V _T	λ 1 λ 2	Марка	Кол	V V	N _T N _T	N _i N _i	N _e N _e	N _{эл} N _{эл}	Q
	кВт	кДж	кг/с	кг/с	м ³ /с	м ³ /с				м/с	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт
-30	48,5	1237	0,039	0,049	0,038	0,047	0,82	OSNA	2	0,055	6,978	9,968	11,075	11,658	58,5
					0,016	0,019	0,83	7451-K							

Таблиця 2.8 Характеристики компресорів

Показники	OSNA 7451-K
Холодопродуктивність, кВт при t ₀ =-15°C і t _к =30°C	25,4
Витрачена потужність, кВт при t ₀ =-15°C и t _к =30°C	13,89
Теоретична об'ємна продуктивність КМ, м ³ /с	0,027
Кількість циліндрів	Гвинтовий
Потужність ел. двигуна, кВт	15,97
Кількість масла Clavus-G68 , дм ³	5,0
Частота обертання, с ⁻¹	24
Габаритні розміри, мм	
Довжина	461
Ширина	332
Висота	352
Маса, кг	65
Об'ємна витрата мастила, м ³ /годину	0,88

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

Маєвська			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Дата

MX 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

Показники	OSNA 7451-K
Потужність мастило охолоджувача, кВт	9,9
Режим експлуатації	ECO
COP	1,86
Регулювання холодопродуктивності	від 100 до 75%

2.6 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора

Площа теплообмінної поверхні конденсатора F , m^2 знаходимо за формулою:

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \Theta_m}; \quad (2.48)$$

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

k – коефіцієнт теплопередачі конденсатора, $Вт/м^2К$;

приймаємо $k=700 \div 800$ $Вт/м^2К$ — для горизонтальних кожухотрубних конденсаторів.

Θ_m – середня логарифмічна різниця температур, між холодильним агентом та охолоджуючим середовищем, $^{\circ}C$

Середню логарифмічну різницю температур θ_m , $^{\circ}C$ знаходимо за формулою:

$$\Theta_m = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{2,3 \lg \frac{t_k - t_{w1}}{t_k - t_{w2}}}; \quad (2.49)$$

$$\Theta_m = \frac{31 - 28}{2,3 \lg \frac{34 - 28}{34 - 31}} = 4,33C;$$

$$F = \frac{94,2}{0,75 \cdot 4,33} = 29m^2$$

Приймаю один конденсатора КТГ-32 з сумарною площею внутрішньої теплообмінної поверхні $\Sigma F_{вн} = 32 m^2$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

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

$$V_w = \frac{Q_k}{c_w \cdot \rho_w \cdot \Delta t_w}; \quad (2.50)$$

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, 4°C .

$$V_w = \frac{94,2}{4,19 \cdot 1000 \cdot 3} = 0,0075 \text{ м}^3/\text{с} = 7,5 \text{ л/с}$$

За витратою охолоджуючої води підбираємо центробіжний насос К20/30 з подачею 8 л/с, плюс один резервний

Таблиця 2.9 Технічні характеристики конденсатора

Показник	
Площа внутрішньої теплообмінної поверхні, м^2	32
Габаритні розміри, мм	
Діаметр кожуху	500
Довжина	4430
Ширина	810
Висота	910
Кількість труб	144
Довжина труб, мм	4000
Діаметр умовного проходу приєднувальних патрубків, мм	
вода (вхід і вихід)	65
Холодоагенту : вхід	50
вихід	20
Об'єм між трубного простору, м^3	0,52
Об'єм трубного простору, м^3	0,19
Маса, кг	1155

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Маєвська		Лист	
MX 54. 016. 000 ДП ПЗ			

Таблиця 2.10 Технічні характеристики насосів

Марка	Подача, л/с	Повний напір, м	ККД	Потужність ел. дв., кВт	Част. обер.хв ⁻¹
K20/30	8,0	26,0	63	4	2900

2.7 Розрахунок та вибір обладнання камер

Площа теплообмінної поверхні повітроохолоджувачів F , м² знаходимо за формулою:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \cdot \Delta t} \quad (2.51)$$

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

k – коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження, Вт/м²К

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

Кількість повітроохолоджувачів n ,

$$n = \frac{F}{F_{п/о}} \quad (2.52)$$

де $F_{п/о}$ – площа поверхні повітроохолоджувачів, м²

The screenshot shows a software interface for configuring air conditioning units. It includes sections for 'Конфигурация' (Configuration), 'Термические данные' (Thermal data), 'Хладагент' (Refrigerant), 'Режим работы' (Operating mode), 'Тип и серия устройства' (Type and series of device), 'Расх. воздуха' (Air flow), 'Мотор' (Motor), and 'Материал трубы' (Pipe material). A table at the bottom shows the results of calculations for three models: BL.76, BL.77, and BL.78.

Кол. устр-в	Модель	Мощность кВт	Запас %	Шум дБ(А)	Расх. воздуха м3/ч
1	BL.76	10,67	-21,6	53,0	4681
1	BL.77	14,12	+3,8	54,8	7360
1	BL.78	16,60	+22,1	54,8	7017

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

Маєвська			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп. Дата

MX 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 2.13

Технічна характеристика батарей

Стандартні батареї і секції	Умовні позначення	довжина мм.	висота мм	шаг труб мм.	число труб	Площа поверхні, м ² ,	Вага при кроці ребер 30 мм
одноколек торні	СК	2750	960	160	6	17,5	110,6
середні	СС	4250	960	160	6	27	162,0

2.8 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки

Лінійний ресивер

Об'єм лінійного ресивера $V_{лр}$, м³ знаходимо за формулою

$$V_{лр} = 0,6V_{в.с.} \cdot 1,2 / 0,5 = 1,44 \cdot V_{в.с.}; \quad (2.53)$$

де $V_{в.с.}$ – місткість випарювальної системи по аміаку, м³;

Місткість випарювальної системи складається з місткості по аміаку
випарювачів

$$V_{в.с.} = V_u; \quad (2.54)$$

$$V_{в.с.} = 1,44 \cdot (0,03 + 0,7) = 1,05 \text{ м}^3$$

Приймаємо лінійний ресивер марки 1,5 РД

Дрінажний ресивер

Об'єм дренажного ресивера $V_{др}$ м³ обираємо так,

$$V_{др} = \frac{V_{в.с.}}{0,8} \cdot 1,2 \quad (2.55)$$

де $V_{в.с.}$ - місткість випарювальної системи по аміаку

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

		Маєвська			МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

самої великої камери, м³;

$$V_{op} = \frac{0,2}{0,8} \cdot 1,2 = 0,3 \text{ м}^3$$

Приймаємо дренажного ресивер марки 0,75 РД

Таблиця 2.14 Технічні характеристики горизонтальних ресиверів

Марка	Розміри, мм		Ду патрубків, мм			Місткість, м ³	Маса, кг
	DxS	H	d1	d2	Dy		
0,75 РД	600x6	3020	32	25	труб 1/2"	0,77	340
1,5РД	800x8	3610	50	25	Труб 1/2"	1,65	670

Циркуляційний ресивер

Об'єм циркуляційного ресивера $V_{ц.р.}$ м³, знаходимо за формулою

$$V_{ц.р.} = V_{бат.} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (2.56)$$

де K_1 - коефіцієнт , враховуючий заповнення труб батарей

$$K = 0,7$$

K_2 - коефіцієнт , враховуючий кількість аміаку, що викидається з приладів охолодження, $K = 0,3$

K_3 - коефіцієнт , враховуючий місткість колекторів і трубопроводів , $K = 1,2$

K_4 - коефіцієнт , враховуючий робоче заповнення ресиверів для забезпечення стійкої роботи насосів, $K = 1,55$

K_5 - коефіцієнт , враховуючий припустиме заповнення ресиверів, $K = 1,45$

K_6 - коефіцієнт , враховуючий запас місткості, $K = 1,2$

Для $t_0 = -30$ °С

K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	$\Sigma V_{бат}$	$V_{цр}$
0,7	0,3	1,2	1,55	1,45	1,2	0,7	0,48

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

$$V_{up} = 1,1 \cdot 0,7 \cdot 0,3 \cdot 1,2 \cdot 1,55 \cdot 1,45 \cdot 1,2 = 0,48 \text{ м}^3$$

Підбираємо циркуляційний ресивер марки 1.5 РДВ

Таблиця 2.15 Технічна характеристика циркуляційного ресивера

Марка ресивера	Размери, мм		Диаметри условного прохода патрубков, м				Вместимость, м ³	Масса, кг
	D x S мм	H мм	d ₁ мм	d ₂ мм	d ₃ мм	d ₄ мм		
1.5 РДВ	800*8	3380	150	80	40	15	1,4	710

Аміачні насоси

Подачу насоса $V_n, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ находимо за формулою:

$$V_n = m \cdot v_{ж} \cdot a, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (2.57)$$

де m – масова витрата х/а, кг/с

a - кратність циркуляції х/а

$v_{ж}$ - питомий об'єм рідкого х/а, м³/кг

	a	$v_{ж}$	m	$V_n, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	$V_n, \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$
-30	5	0,00148	0,038	0,000281	1,012

$$V_n = 0,00148 \cdot 0,038 \cdot 5 = 0,000281 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 1,012 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Підбираємо два аміачних насоса 1,25ХГ-6-2,8, один з яких резервний.

Таблиця 2.16 Технічна характеристика аміачного насоса

Марка насоса	Подача, м ³ /ч	Напірання рідкого амміака	Число ступенів	Частота обертання, с ⁻¹	Потужність, кВт
1,25ХГ-6-2,8	5.5- 12	19 – 15	1	49,5	2,8

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ	Лист

Мастилозбирачі

Мастилозбирачі встановлюються для перепуску в них масла з апаратів та подальшого виділення його з системи при низькому тиску.

На температури кипіння $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$, -30°C підбираємо Мастилозбирачі 150 CM

Таблиця 2.17 Технічна характеристика мастилозбирача

Марка	D	S	B	H	h	h	h	h	d	d	d	Місткість, м ³	Маса, кг
150 CM	159	4,5	600	770	665	430	180	465	140	150	18	60	85

Відділювач рідини

Для захисту компресора від гідравлічного удару до схеми на температуру кипіння -10°C включаємо відділювач рідини. Підбираємо відділювач рідини за діаметром всмоктуючого патрубка компресора.

Таблиця 2.18 Технічна характеристика відділювача рідини

Марка відділювача	Розміри, мм			Діаметри умовних патрубків, мм			Ємкість, м ³	Вага, кг
	D x S	ширина	височина	d	d ₁	d ₂		
70 ОЖ	462x10	850	1730	65	20	40	0,18	201

Розрахунок та підбір градирні

Градирню обираємо за площиною поперечного перетину $F_{n.c.}, \text{м}^2$, котру знаходимо за формулою:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54. 016. 000 ДП ПЗ	Лист

$$F_{n.c.} = \frac{Q_k}{q_f}; m^2; \quad (2.58)$$

де Q_k - теплове навантаження на градирню, кВт;

q_f - питоме теплове навантаження на 1 м² поперечного перетину насадки у градирні, кВт/м²;

q_f	$Q_{гр}$	F_{nc}
40	94,2	2,36

$$F_{n.c.} = \frac{94,2}{40} = 2,36 m^2$$

За площиною поперечного перетину підбираємо градирню ГПВ-160

Таблиця 2.19 Технічні характеристики градирні

Показники	
Теплова продуктивність при $t_{н.м.} = \text{ }^\circ\text{C}$; $\Delta t\omega = \text{ }^\circ\text{C}$, кВт	186
Площа поперечного перетину, м ²	3,92
Об'ємна витрата циркулюючої води, л/с	8,9
Параметри осьового вентилятора: діаметр крильчатки, мм частота обертання, 1/с споживаєма потужність, кВт	1250 12,0 8,5
Параметри форсунки водорозподільника: діаметр отвору, мм кількість, шт.	8 9
Місткість резервуару, м ³	1,1
Витрата свіжої води, л/с	0,089
Витрата повітря, м ³ /с	10,20
Габаритні розміри, мм:	
Основа	2210*2250
Висота	2520
Маса, кг	1170

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

3 ОРГАНІЗАЦІЙ НА ЧАСТИНА

3.1 Організація ремонту, монтажу, експлуатації холодильного устаткування

У процесі експлуатації холодильної установки відбувається знос усіх її елементів, що призводить до зниження її продуктивності. При значному зносі вузлів і деталей з'являється небезпека аварії. Щоб уникнути цього необхідно своєчасне проведення профілактичних оглядів і ремонтів. Розрізняють механічний, хімічний і тепловий знос. У процесі експлуатації холодильного устаткування виникають раптові і поступові відмови устаткування. Раптові відмови пов'язані з наявністю прихованих дефектів деталей і помилками допущеними при монтажі. Вони виражаються в поломці деталей і вузлів, партертя, тріщин і розривів, такі відмови не піддаються прогнозуванню.

Поступові відмови відбуваються в результаті природного зносу тертьових частин, корозії, засмічення теплообмінної поверхні апаратів. При цьому відбуваються зменшення продуктивності, збільшення витрати електроенергії, води й масла. Прогнозування поступових відмов відбувається виходячи з досвіду експлуатації однотипного устаткування, на підставі даних лабораторних досліджень. Для того щоб холодильне устаткування знаходилося в справному стані, повинне провадитися комплексне виконання робіт із його ремонту й обслуговування.

Профілактичні огляди і ремонти здійснюються з метою попередження відмов унаслідок поломки деталей, що швидко зношуються, самовідгвинчуючих різьбових з'єднань, передчасного зносу базових деталей абразивними частинками, раптовою поломкою деталей.

Монтаж холодильного устаткування - це комплекс робіт із його настанови, наладці і пуску в експлуатацію. Розрізняють три основних засоби ведення монтажних робіт. Господарчий, підрядний, і змішаний. Фундаменти машин і апаратів не повинні бути пов'язані з фундаментами стін і колон

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

будинку машинного відділення. При монтажі компресорів найкращим є таке їхнє розміщення, коли вони встановлені в один або два ряди, а передня частина компресорів виходить убік центрального проходу, що має мінімальну ширину 1,5 м. Прохід між виступаючими частинами компресора повинний бути не менше 1,0 м. Після застигання бетону фундаменту під компресор, подальша послідовність робіт повинна бути такою: видаляють шаблон, очищають поверхню фундаменту від забруднень, на поверхні роблять насічку для руйнації цементної плівки, що забезпечує гарне схоплення з подальшою бетонною підливою; у безпосередній близькості від фундаментних болтів укладаються пакети підкладок, що мають ухил 1:10 або 1:20, різьбу фундаментах болтів очищають і змашують; нижню частину компресора промивають і очищають від бруду, встановлюють на пакети підкладок виставляють компресор у двох взаємно перпендикулярних площинах за рівнем, що розміщують у вертикальних компресорів на верхній поверхні блока циліндрів. Припустима негоризонтальність компресора уздовж осі колінчатого вала $0,1 \div 0,2$ мм, поперек - $0,2 \div 0,3$ мм на 1 м погонної довжини.

Ревізія компресора. Розрізняють повну і неповну ревізію компресора. Неповна ревізія компресора здійснюється при дотриманні правил транспортування і збереження устаткування не більш ніж 6 місяців. Вона містить у собі перевірку якості зборки, стан шатунно-поршневої групи, системи мастила, КВП і автоматики, розміри мертвого простору і висоти підйому пластин усмоктувальних клапанів, легкості обертання колінчатого вала. Повна ревізія відбувається при роботі компресора більш 6 місяців, або наявності в нього ушкоджень.

Монтаж апаратів. З метою підвищення безпеки експлуатації холодильної установки рекомендується конденсатори, лінійні ресивери й мастиловідокремлювачі /апарати високого тиску/ із великою кількістю холодильного агента, розміщати зовні машинного відділення. Це

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

устаткування, як і ресивери для збереження запасу холодоагенту, повинно бути огорожено металевим бар'єром із входом, що замикається. Ресивери повинні бути захищені від сонячних променів і осадків. Апарати і судини встановлені в помешканні, можуть розміщатися в компресорному цеху або спеціальному помешканні апаратної, якщо воно має окремий вихід назовні. Прохід між гладкою стіною й апаратом повинний бути не менше 0,8 м, але припускається установка апаратів у стін без проходів. Відстань між виступаючими частинами апаратів повинна бути не менше 1,0 м, а якщо цей прохід є основним - 1,5 м. При монтажі посудин і апаратів на кронштейнах або консольних балках останні повинні бути забиті в капітальну стіну на глибину не менше 250 мм. Припускається установка апаратів на колонах за допомогою хомутів. Забороняється пробивати отвори в колонах для кріплення устаткування.

Для монтажу і подальшого обслуговування конденсаторів і ресиверів улаштовуються металеві площадки з огороженням і сходами. При довжині площадки більш 6 метрів сходів повинно бути дві. Площадки і сходів повинні мати поруччя. Висота поручнів 1 м. Відстань між стійками поручнів не більш 2 м.

Експлуатація холодильної установки містить у собі такі операції: пуск у роботу і вимикання, регулювання режиму роботи, технічне обслуговування і ремонт. У ході експлуатації необхідний аналіз роботи установки з метою своєчасного визначення й усунення неполадок.

Насоси холодної води і холодоносія запускають із закритою засувкою на нагнітанні. Засувку повільно відчиняють при досягненні повного тиску насоса. У системі холодильного агента відкривають усі вентиля, за винятком регулюючих. На компресорі при наявності байпаса останній відкритий, всмоктуючий і нагнітаючий вентиля закриті. Пуск компресора

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

		Маєвська			МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

проводиться у напівавтоматичному режимі. Перевіряють наявність різниці тисків мастила по манометрах на сальнику і картері.

Перед зупинкою компресора закривають РВ і відсмоктують холодильний агент із випарника, не допускаючи підвищення температури нагнітання більш 160°C. Це роблять із метою зниження рівня холодильного агента у випарнику для полегшення наступного пуску. Потім закривають усмоктувальний вентиль компресора.

Відсмоктують пар із картера компресора до тиску 0,1 МПа. Зупиняють компресор, закривають нагнітальний вентиль. Після цього зупиняють насоси води і холодоносія. Оптимальним є режим роботи, при якому вартість експлуатації мінімальна, забезпечена довговічність машин і апаратів і безпека роботи всієї холодильної установки.

Найбільше економічний режим роботи установки, коли температура кипіння максимально висока, а температура конденсації - низька. Основні відхилення від оптимального режиму: знижена температура кипіння; підвищена температура конденсації, нагнітання, і вологий хід компресора.

3.2 Автоматизація холодильної установки

Для ефективної роботи холодильної установка необхідно підтримувати в заданих межах або змінювати значення одного або одночасно декількох параметрів. Фізична величина, значення якої не повинні виходити за визначені межі називається керованим або регульованим розміром.

Під автоматизацією розуміють комплекс технічних заходів частково або цілком виключити участь обслуговуючого персоналу в експлуатації холодильної установки. При частковій автоматизації устрої автоматично управляють деякими операціями і роблять захист від небезпечних режимів роботи. При частковій автоматизації холодильної установки потрібно безупинне спостереження за установкою протягом її роботи, проте при цьому

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Маєвська

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

можливо скорочення чисельності обслуговуючого персоналу завдяки зміні трудомісткості обслуговування.

Проектом передбачається часткова автоматизація холодильної установки. Регулювання температури повітря в камерах за допомогою температурного реле ТР-1-02 і працюючого разом із ним терморегулюючим гвинтилем. Терморегулюючий гвинтиль є виконавчим механізмом, призначеним припиняти подачу ХА у випадку якщо температура повітря в камері зменшиться нижче необхідну і відчиняти подачу ХА .

При зниженні температури розсолу до заданого значення термореле вимикає компресор, а також закріє СВ подачі води на конденсаторі РД-1 зупинить КМ при аварійному зниженні тиску у випарнику, або підвищенні тиску у КД. При зупинці розсільних насосів зупиняється КМ.

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 ВХІДНІ ДАНІ

Таблиця 4.1 - Вхідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1.	Найменування об'єкту	Заготівельний холодильник ємністю 620 тон, м.Житомир
2.	Система охолодження	безпосередня
3.	Холодоагент	аміак
4.	Марка масла	Clavus-G68
5.	Наявність градирні	-
6.	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	1808
7.	Ступінь автоматизації	Повна
8.	Кількість змін праці	3
9.	Витрати мастила на 1 компресор, кг	1.75; 5.0
10.	Витрати аміаку на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	2.8
11.	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	2.49
12.	Ціна 1 кг аміаку, грн.	9.5
13.	Ціна 1 кг мастила, грн.	280

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	холодопродуктивність, кВт	t ₀ °С	Номінальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна одиниці, грн.
1	Компресор	W4NA	2	24.5	-10	8.6	42000
2	Компресор	OSNA 7451-K	2	48.5	-30	15.97	54000
3	Конденсатор	КТГ-32	1				6000
4	Насос	K20/30	2			4.0	6000
5	Повітроохолоджувач	BL-77	2			3*0.48	10000
6	Насос аміачний	1,25ХГ-6-2,8	2			2.8	8500
7	Градирня	ГПВ-160	1			8.5	7800
8	Лінійний ресивер	1.5РД	1				2300
9	Дренажний ресивер	0.75 РД	1				2100
10	Циркуляційний ресивер	1,5 РДВ	1				2300
11	Масилозбирач	150СМ	2				2000
12	Відділювач рідини	70 ОЖ	1				1200

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

4.2 РОЗРАХУНОК КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

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

де C_H – ціна одиниці обладнання, грн.

K_H – кількість даного найменування обладнання, шт.

$$C_M = 42000 \cdot 2 = 84000$$

Розрахунки заносимо в таблицю.

Таблиця 4.3 - Загальна вартість обладнання

№	Найменування обладнання	Тип, марка	Кількість, шт.	Ціна за 1 обладнання, грн.	Сумарна вартість, грн
1	Компресор	W4NA	2	42000	84000
2	Компресор	OSNA 7451-к	2	54000	108000
3	Конденсатор	КТГ-32	1	6000	6000
4	Насос	K20/30	2	6000	12000
5	Повітроохолоджувач	BL-77	2	10000	20000
6	Насос аміачний	1,25ХГ-6-2,8	2	8500	17000
7	Градирня	ГПВ-160	1	7800	7800
8	Лінійний ресивер	1.5РД	1	2300	2300
9	Дренажний ресивер	0.75 РД	1	2100	2100
10	Циркуляційний ресивер	1,5 РДВ	1	2300	2300
11	Мастилозбирач	150СМ	2	2000	4000
12	Відділювач рідини	70 ОЖ	1	1200	1200
13	Разом сумарна вартість основного обладнання				266700
14	Вартість іншого обладнання (10%)				26670
15	Витрати на монтаж і транспорт (15%)				44005,5
16	Загальна вартість				337375,5

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

	Маєвська			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

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

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

$$K_B = 0 + 337375,5 = 337375,5$$

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

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

4.3 РОЗРАХУНОК ЦЕХОВИХ ВИТРАТ

4.3.1 Розрахунок кількості виготовленого холоду (виробнича потужність)

Виготовлення холоду в стандартних умовах $Q_{ст}$ в тис кДж, розраховується за формулою :

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

$$Q_{ст-10} = 24,5 \cdot 0,76 \cdot 19440 = 361973 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{ст-30} = 48,5 \cdot 2,2 \cdot 19440 = 2074248 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{ст. заг} = 2436221 \text{ тис.кДж}$$

де Q_0 – сумарна розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;

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

4.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали містять в собі витрати на поповнення системи аміаком(або аміаком), змащуючим мастилом.

Розрахунки проводяться у таблиці 4.4

Таблиця 4.4-Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення та розрахунок	Сума, грн.
1.Сумарна холодопродуктивність, кВт	$\sum Q_0$	73,00
2.Середня питома норма расходу аміаку, кг/1кВт	q_a	2,80
3.Середній коефіцієнт втрат аміаку при ремонтах	K_p	1,05
4. Ціна 1 кг аміаку, грн.	$Z_{x.a.}$	9.50
5.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1,15
6.Витрати на поповнення системи аміаком, грн.	$C_{x.a.} = \sum Q_0 \cdot q_a \cdot K_p \cdot Z_{x.a.} \cdot K_{x.a.}$	117236,18

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	M	$(5,00+1.75)/2=3.38$
Кількість компресорів, шт;	N	4,00
Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	K_g	1,20
Кількість разів змін масла за рік	R	2,00
Середня ціна 1 кг мастила, грн;	Z_M	280,00
Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	K_M	1,14
Витрати на поповнення мастила, грн	$C_{M=m} * n * K_B * R * Z_M * K_M$	10357
Разом:	$C_p = C_{x.a} + C_M$	127593
Інші витрати (6%)	$C_i = C_p * 6/100$	7212,45
Усього:	$C_{д.м} = C_p + C_i$	134805.45

4.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергії

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

Таблиця 4.5-Розрахунок споживання силових електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Номинальна потужність, кВт	Коефіцієнт використання обладнання	Кількість устаткування	Фонд робочого часу, годин	Загальна потреба в електроенергії, кВт.годин	Витрати на силову електроенергію в грн,
	Вихідні дані табл. 4.2		Wh.	Кв.об..	Ку ст.	Чрік	$W_{заг} = Wh * K_{в.о} * 6 * K_{уст.} * Чрік$	$C_w = W_{заг} * C_e$
1	Компресор	W4NA	8,60	0,85	2	5400	73100	182019
2	Компресор	OSNA 5351-K	15,97	0,85	2	5400	146604,6	365045,454

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

3	градирня	ГПВ-160	8,50	0,6	1	3000	27540	68574,6
4	Насос	K20/30	4,00	0,6	2	3000	7200	17928
5	Повітроохолоджувач	BL-77	1,44	0,6	2	3000	9331,2	23234,688
6	Насосаміачний	1,25XГ-6-2,8	2,80	0,6	2	5000	10080	25099,2
вс ьо го	X	X	X	X	11	X	273855,8	681900,942

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

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

C_e- ціна 1кВт електроенергії , грн(2.49 грн за 1кВт.годину)

4.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху

З урахуванням повної автоматизації обладнання приймаємо 4 працівника для обслуговування холодильної установки з річним фондом робочого часу -1808 годин.

4.3.5 Розрахунок річного фонду заробітної платні виробничого персоналу компресорного цеху

Погодинна тарифна ставка кожного розряду розраховується від тарифної ставки першого розряду.

Тарифна ставка першого розряду розраховується за формулою:

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

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

де:

Зп – мінімальна заробітна платня, встановлена державою, грн.

Г – кількість годин роботи у місяць.

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

		Маєвська								Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ					

Мінімальна зарплата у погодинному вимірі з 01.10.2022 по 31.12.2022 (Див. <https://www.golovbukh.ua/article/ru/9085-chasovye-tarifnye-stavki-v>) дорівнює 6500грн.

6500 грн – мінімальна місячна заробітна плата, грн

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

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

Тарифна ставка другого та послідуєчих розрядів розраховується за формулою:

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

де: ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу

Розрахунок тарифної ставки 6 розряду:

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

Где ТК – тарифний коефіцієнт до тарифної ставки 6 розряду

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

Розраховуємо середню тарифну ставку:

$$T_{c. \text{ Сер.}} = (40.62 + 71.21) / 2 = 55.90$$

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу розраховується за формулою

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

де: T_c – середня годинна тарифна ставка, грн

E_{ϕ} – ефективний фонд робочого часу, годин

K – кількість працівників компресорного цеху.

Основний фонд заробітної плати розраховуються за формулою:

$$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D, \text{ грн} \quad (4.9)$$

де: T_{ϕ} – тарифний фонд зарплати, грн;

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

		Маєвська			MX 54. 016. 000 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

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

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

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

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

де: d – процент додаткового фонду(10%)

Річний фонд розраховується за формулою:

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

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

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

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

Розрахунки заносяться у таблицю 4.6.

Таблиця 4.6. Розрахунок фонду оплати праці виробничого персоналу

Назва показника	Формула	Розрахунок
T_c – середня годинна тарифна ставка, грн	T_c	55.90
E_{ϕ} – ефективний фонд робочого часу, годин;(365-108-13-18)*8=1808	E_{ϕ}	1808
K – кількість працівників компресорного цеху	K	4
T_{ϕ} - тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу	$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K$, грн	404 268,8
D - сума доплат за умови праці та нічний час, грн.(45% від тарифного фонду	$\sum D = T_{\phi} * 25 / 100$, грн	101 067,2

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Маєвська

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

заробітної плати).		
Оф - основний фонд заробітної плати	$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D$	505 335,2
Дф - додатковий фонд заробітної плати	$D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d)/100$, грн	40426.8
Рф - річний фонд	$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}$, грн.	545 761,2
Вс - відрахування від річного фонду заробітної плати	$B_c = (P_{\phi} \cdot p)/100$, грн	120 067

4.4 РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ОДИНИЦІ (1000 КДЖ) ХОЛОДУ

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

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

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

$$C_{ст.1000 кДж} = 1\,625\,422,2 / 2436221 = 0,667 \text{ грн}$$

де $C_{ст}$ – цехова собівартість, грн.

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

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

Усі розрахунки заносяться у таблицю.

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 4.7 -Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

№	Статті витрат	Сума витрат, грн.	
		На річний виробіток холоду	На одиницю холоду, грн.
1	Допоміжні матеріали(Сд.м.-таб.2.4)	134805,42	0.057
2	Зарплата виробничих працівників	545 761,2	0.222
3	Відчислення від зарплати	120 067.8	0.0943
4	Електроенергія силова	681900,9	0.226
5	Цехові витрати(ЗПвир.прац.*(0.2)	109 152,2	0.036
6	Амортизація обладнання(10%)	33737,5	0.005
7	Разом цехова собівартість (Сст)	1 625 422,2	0.667

4.5. ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1	Найменування об'єкту	Заготівельний холодильний емністю 620 тон, м.Житомир
2	Система охолодження	безпосередня
4	Холодильний агент	Аміак
5	Марка масла	Clavus-G68
6	Ступінь автоматизації	Повна
7	Сума капіталовкладень, грн	337375,5
8	Холодопродуктивність компресорів , кВт	48,5; 24,5

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

	Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Дата

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

9	Кількість компресорів, шт	4
10	Річний виробіток холоду, тис. кДж.	2436221
11	Цехова собівартість, грн	1 625 422,2
12	Собівартість одиниці холоду, грн..	0.667
13	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	4

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Вступ

Одним з резервів підвищення ефективності виробництва є вдосконалення методів забезпечення безпеки праці, тому що травматизм визначає істотну частину непродуктивних втрат робочого часу, а боротьба з травматизмом, крім гуманістичного спрямування, має чітко виражений економічний аспект.

Безпека праці виступає і як один з факторів, які забезпечують високу продуктивність праці. Доведено, що висока продуктивність праці може бути досягнута тільки в умовах, коли забезпечена її безпека.

В розділі охорона праці дипломного проекту вирішується питання проектування компресорного цеху заготівельного холодильника ємністю 620 тон та безпеки праці робітників.

5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих чинників, що впливають на працівника.

Фактори виробничого середовища в першу чергу впливають на функціонування органів дихання, слуху, системи кровообігу людини, а також це метеорологічні умови виробничих приміщень, стан повітряного середовища, освітленість робочої зони, шум, вібрація тощо.

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

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

		Маєвська		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54. 016. 000 ДП ПЗ

Лист

5.2 Розробка заходів з охорони праці

Безпечні умови праці на підприємстві досягаються за рахунок забезпечення безпеки виробничих процесів, які обґрунтовані і прийняті в технологічній частині дипломного проекту.

5.2.1 Виробничі приміщення

На підприємствах, де використовують аміачні холодильні установки приміщення машинних відділень відносять до категорії вибухонебезпечних.

Машинне відділення треба розташовувати тільки на першому поверсі, відокремлюючи його капітальною стіною від інших приміщень будівлі. Над машинними відділеннями не дозволено розташовувати приміщення, де постійно працюють люди.

Згідно з вимогами безпечної експлуатації, аміачні машинні відділення повинні мати не менше ніж два виходи, максимально віддалені один від одного, причому двері повинні відчинятися в напрямку виходу з цеху, до того ж один з виходів слід зробити зовнішнім.

5.2.2 Мікроклімат робочої зони працівників, вентиляція.

Для підтримки необхідної температури й вологості робоче приміщення оснащено системами опалення й вентиляції, що забезпечують постійне й рівномірне нагрівання, циркуляцію, а також очищення повітря від пилу й шкідливих речовин.

Дипломним проектом передбачено установа в машинному відділенні примусової припливної і витяжної механічної вентиляції з кратністю повітрообміну в годину, не менше 3 для притоку і 4 для витоку повітря. Витяжна вентиляція одночасно є аварійною. Вимоги до параметрів мікроклімату в цілому виконані.

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

		Маєвська								Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54. 016. 000 ДП ПЗ					

5.2.3 Освітлення робочого місця, шум, вібрація

Проектом передбачено використання в виробничих приміщеннях холодильників змішаного освітлення, тобто сполучення природного і штучного освітлення.

Для забезпечення вимог до норми рівня шуму та вібрації проектом передбачено виконання наступних заходів:

- правильна експлуатація обладнання та проведення своєчасних профілактичних ремонтів;

Припустимий рівень шуму – 80 Дцб, рівень вібрації – 92 Гц. Зони, де рівень шуму вищий 80 Дцб позначені знаками небезпеки.

5.2.4 Безпека під час експлуатації компресорних установок

З метою забезпечення безпечної роботи компресорів при монтажу, експлуатації, обслуговуванні і ремонті повинні бути виконані вимоги, закладені у ГОСТ12.1.004-76 "Пожежна безпека".

Вимоги, до безпечної експлуатації компресорних установок визначені Правилами влаштування і безпечної експлуатації стаціонарних установок повітропроводів і газопроводів.

Частини компресора, детандера та насосу, що обертаються, повинні мати захисне огородження. Під час роботи компресора, детандера та насосу огородження (кожухи, щити, кришки тощо) повинні знаходитися на своїх місцях. Пуск вказаного обладнання без огородження або зняття огородження при роботі установки не допускається.

Усім робітникам, що обслуговують компресорні установки, видається інструкція з безпечної їх експлуатації. До обслуговування компресорних установок допускаються особи не молодші 18 років, які мають посвідчення на право їх експлуатації, відповідний стан здоров'я та знання з питань промислової і пожежної безпеки.

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

		Маєвська			MX 54. 016. 000 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Для отримання низьких температур технологічними схемами багатьох промислових підприємств харчової та переробної промисловості передбачено застосування різних речовин – холодоагентів. Холодоагент – робоча речовина холодильної машини, яка при кипінні або в процесі розширення забирає теплоту від охолоджуваного об'єкта і потім після стиснення передає її охолоджувальному середовищу.

В дипломному проекті в якості холодоагенту використовується аміак. Аміак належить до групи помірних холодоагентів. **Аміак**, NH_3 — неорганічна сполука, безбарвний газ із різким задушливим запахом, легший за повітря, добре розчинний у воді

Недоліками його є токсичність, вибухонебезпека. Аміак також є агресивним до деталей з міді та її сплавів.

Головними перевагами аміаку, як холодоагента є:

- продуктивність роботи компресора з аміаком приблизно у 3,5 рази вища ніж з іншими холодоагентами;
- має різкий запах, що дозволяє своєчасно виявити протікання;
- не руйнує озоновий шар і не впливає на глобальне потепління, на відміну від фреонів.

Аміачно-холодильні установки, які зараз розробляються, відповідають всім вимогам безпеки, що не виключає можливості виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з викидом (виливом) аміаку. Одним із найкращих способів попередження витоку аміаку з холодильної машини є вчасне інформування про можливість аварійної ситуації, а також навчання персоналу готовності до дій у таких ситуаціях.

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

		Маєвська			MX 54. 016. 000 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

5.3 Пожежна безпека.

Протипожежний захист приміщення забезпечується застосуванням автоматичної установки пожежної сигналізації, наявністю засобів пожежогасіння, застосуванням основних будівельних конструкцій будинку з регламентованими межами вогнестійкості, організацією своєчасної евакуації людей.

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

В будівлях пожежні крани встановлюють в коридорах, на майданчиках сходових кліток. Кожний пожежний кран укомплектований пожежним рукавом і розміщений відповідних ящиках, які знаходяться на висоті 1.35 м від полу. В приміщеннях холодильників водопровід проектується об'єднаним. В охолоджених приміщеннях прокладка водопроводу не допускається.

Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовуються вогнегасники. У виробничих приміщеннях це головним чином пінні та вуглекислотні вогнегасники, достоїнством яких є висока ефективність гасіння пожежі, збереження електричного устаткування. Розташовують вогнегасники на видних місцях, на висоті не більше як 1,5 м від полу.

Будівлі укомплектовані пожежними щитами з набором інструментів – лому, багра, сокири з дерев'яною ручкою, щільного полотна (азбест, войлок), біля щитів – бочки з водою, ящики з піском. Паління на підприємстві допускається тільки в спеціальних місцях, обладнаних надписом – «Місце для паління».

Виробничі приміщення мають запасні виходи. Двері повинні мати освітлений надпис « Запасний вихід». План евакуації вивішується на видному місці у основного виходу із приміщення.

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

		Маєвська			MX 54. 016. 000 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

