МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет)_____ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого_____
Кафедра ____теплоенергетики та холодильної техніки_____

«До захисту в ЕК»	«До захисту допущено»
Директор інституту(декан факультету)	Завідувач кафедри
_____ С.І.Блаженко	_____ В.П.Петренко
(підпис) (прізвище та ініціали)	(підпис) (прізвище та ініціали)
«___» _____ 2024 р.	«___» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МІГІСТРА

зі спеціальності_____142 Енергетичне машинобудування_____
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми_____Холодильні техніка та технології на тему: Аналіз можливості використання атмосферних опадів в ХУ фруктосховища місткістю 1500 тон

Здобувач 2 курсу, групи_ЗХМ-2-6М __Савотін Кирило Олександрович_
прізвище, ім'я, по батькові повністю)
Керівник __Форсюк Андрій Васильович _____ _____
(прізвище , ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти_____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)
_____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)
_____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)
Рецензент _____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Я як здобувач Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

_____Савотін Кирило
(підпис та прізвище здобувача)

Київ – 2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування
(код і назва)
Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технологогії

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТЕХТ
проф. Петренко В.П.
"01" жовтня 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Савотін Кирило Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Аналіз можливості використання атмосферних опадів в ХУ фруктосховища місткістю 1500 тон

керівник роботи к.т.н., проф, Форсюк А.В.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від 01.10.2024 року № 859-кс
2. Строк подання здобувачем роботи 02.12.2024 року
3. Вихідні дані до роботи Використання природних опадів (наприклад, снігу, льоду або дощової води) як джерело охолодження в холодильних камерах

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ 1. Технологічна частина 2. Розрахункова частина 3. Автоматизація основних елементів та вузлів холодильної установки 4. Компонування устаткування та його монтаж 5. Заходи щодо захисту навколишнього середовища 6. Заходи з охорони праці, тб, БЖД 7. Заходи щодо енергоефективності 8. Економічна частина 9. Висновки 10. Література

5. Перелік графічного матеріалу

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання____01.10.2024_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	01.10-10.10.2024	
	Виконання розділів кваліфікаційної роботи	10.10.24-29.11.2024	
	Оформлення ПЗ, презентація, консультація з розділів	29.11-02.12.2024	
	Подача роботи на перевірку тексту кваліфікаційної роботи на академічний плагіат	02.12-05.12.2024	

Здобувач _____ ____Савотін К.О._____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ ____Форсюк А.В._____
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Застосування природних опадів у холодильних системах: екологічні рішення для зниження енерговитрат

У статті розглядається зростання використання штучного холоду в різних галузях народного господарства та перспективи впровадження екологічно стійких рішень з використанням природних опадів. Описано технології заготівлі та застосування снігу й льоду для охолодження сховищ. Наведено історичні приклади використання льодосховищ та зазначено можливості впровадження подібних систем на сучасних об'єктах, зокрема на холодильному складі для зберігання фруктів у місті Дніпро.

Ключові слова: *штучний холод, природні опади, екологічна стійкість, енергозбереження, холодильні системи, льодосховища, холодильні камери.*

ABSTRACT

Application of Natural Precipitation in Refrigeration Systems: Ecological Solutions for Energy Consumption Reduction

The article examines the increasing use of artificial cold in various sectors of the national economy and the prospects for implementing environmentally sustainable solutions using natural precipitation. Technologies for harvesting and applying snow and ice for cooling storage facilities are described. Historical examples of ice storage facilities are provided, and possibilities for implementing similar systems at modern facilities are indicated, particularly at a refrigerated warehouse for fruit storage in Dnipro city.

Keywords: *artificial cold, natural precipitation, environmental sustainability, energy saving, refrigeration systems, ice storage, refrigeration* chambers.

Зміст

Вступ 3
1. Технологічна частина 4
1.1 Призначення об’єкту завдання 4
1.2 Технологія зберігання харчових продуктів 5
2. Розрахункова частина 6
2.1 Об’ємно-планувальне рішення холодильника 6
2.1.1 Вибір структури холодильника 6
2.1.2 Визначення будівельної площі холодильника 6
2.1.3 Складання плану охолоджувального приміщення 9
2.1.4 Характеристика холодильних камер 10
2.2 Призначення, вибір та розрахунок ізоляційного шару 11
2.3 Розрахунок теплового навантаження 12
2.4 Вибір системи охолодження і типу холодильної установки 18
2.5 Розрахунок та вибір основного обладнання холодильної установки. 22
2.5.1 Вибір температурних режимів роботи холодильної установки 22
2.5.2 Визначення холодопродуктивності компресорів 23
2.5.3 Побудова циклу холодильної установки та розрахунок параметрів 24
2.5.5 Розрахунок і підбір конденсатора 30
2.5.6 Розрахунок і підбір приладів охолодження 31
2.6 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки 32
2.7 Зведена таблиця технологічних та монтажних характеристик обладнання 34
2.8 Принцип дії холодильної установки 36
3. Автоматизація основних елементів та вузлів холодильної установки 37
3.1 Автоматичний захист 37
3.2 Автоматичне регулювання 38
3.3 Автоматична сигналізація 42
3.4 Контрольно-вимірювальні прилади 43
4. Компонування устаткування та його монтаж 46

					КР000.142.003.002.2024.РПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Савотін К.О.			Аналіз можливості використання атмосферних опадів в ХУ фруктосховища місткістю 1500 тон	Літ.	Арк.	Акрушів
Керивник		Форсюк А.В						
Консульт.						ННІТІ, ЗХМ-2-6м		
Консульт.								
Затвердив		Петренко В.П.						

5. Заходи щодо захисту навколишнього середовища 49
6. Заходи з охорони праці, тб, бжд 51
6.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів об'єкта проектування і їх вплив на вибір конструкції, архітектурно-планувальних рішень і навколишнє середовище 59
6.2 Техніка безпеки при експлуатації холодильної установки 61
6.3 Виробнича санітарія 62
6.4 Протипожежні заходи 66
7. Заходи щодо енергоефективності 70
8. Економічна частина 71
8.1 Розрахунок капітальних вкладень 73
8.1.1 Розрахунок кількості виробленого холоду за рік 74
8.2 Розрахунок цехових витрат за рік. 74
8.2.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали 74
8.2.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію 76
8.2.3 Розрахунок витрат на воду для виробничих цілей 77
8.2.4 Розрахунок річного фонду заробітної платні виробничого персоналу компресорного цеху 77
8.2.5 Розрахунок річного фонду заробітної плати цехового персоналу 80
8.2.6 Розрахунок суми амортизації обладнання та будівлі компресорного цеху 81
8.2.7 Розрахунок витрат по охороні праці 81
8.2.8 Розрахунок витрат на утримання обладнання 81
8.2.9 Розрахунок витрат на утримання будівлі компресорного цеху 82
8.2.10 Розрахунок цехових витрат компресорного цеху 84
8.3 Розрахунок собівартості одиниці (1000 кдж) холоду 85
8.4 Розрахунок економічної ефективності проекту 86
8.5 Основні техніко-економічні показники проекту 86
9. Висновки 91
10. Література 92

Вступ

В останні роки штучний холод все ширше застосовують у багатьох галузях народного господарства. Зростає споживання холоду на підприємствах м'ясної, молочної, харчової, рибної промисловості, в торгівлі, транспорті, особливо для зберігання продуктів, які швидко псуються. Із ростом споживання штучного холоду постійно розвивається холодильне машинобудування, змінюються типи холодильних компресорних машин, збільшується ступінь їх автоматизації, впроваджуються сучасні імпортні холодильні установки, вдосконалюються обладнання та технології.

Використання природних опадів (наприклад, снігу, льоду або дощової води) як джерело охолодження в холодильних камерах – це цікаве та екологічно стійке рішення. Такий підхід може застосовуватися для зниження енерговитрат та зменшення залежності від традиційних систем охолодження. Ось кілька способів використання природних опадів:

Використання снігу та льоду

• Заготівля снігу та льоду взимку: Сніг або лід можна збирати в зимовий період, ущільнювати та зберігати у ізольованих сховищах (наприклад, у ямах чи спеціальних контейнерах).

• Охолодження сховища: Лід використовується для зниження температури всередині холодильної камери. Повітря або рідина (наприклад, вода або розсіл) циркулюють через крижану масу, охолоджуючись і передаючи холод камеру.

• Приклад: Льодосховища широко використовувалися в доіндустріальні часи для збереження продуктів влітку.

Холодильний склад для зберігання фруктів розташований у місті Дніпро.

1.1 Призначення об’єкту завдання

Склад для зберігання 1500 т. , який розташовується в м. Дніпро. Він призначений для зберігання фруктів.

Клімат міста типовий для клімату степового півдня України і є сухостеповий. У слідстві глобальної зміни клімату на Землі набуває характеристики типового середземноморського клімату, з прохолодною, дощовою зимою і жарким, сухим літом. Зима порівняно м’яка, з похмурою погодою, частими відлигами і туманами. Середня температура в січні -3,6оС. Літо тепле, в окремі роки посушливе. Фактично триває з травня по кінець вересня. Середня температура в липні +22-+25оС. Середні денні температури часто досягають +32-35, а максимальні +37-42оС. За рік випадає 570 мм. опадів. У літній період часті грози.

Тому я обрав середню температуру по м. Дніпро +32оС.

1.2 Технологія зберігання харчових продуктів

В холодильній камері зниження концентрації O2 і підвищення CO2 призводить до значного уповільнення усіх метаболічних процесів, що відбуваються у плодах. В результаті терміни їх зберігання продовжуються на 2-3 місяці, максимально зберігаються їх смакові та харчові властивості, а втрати знижуються у 2-3 рази. Значення концентрацій O2 і CO2 залежать від виду продукту, умов вирощування та інших факторів. Технологія постійно вдосконалюється. В даний час в інших країнах використовується технологія з ультранизькими концентраціями кисню (ULO). За кордоном, та вже й у нашій країні, замість РА частіше використовується термін ULO.Для реалізації цієї технології необхідно мати холодильні камери необхідної герметичності та відповідне технологічне обладнання. Воно включає в себе генератор азоту, адсорбер CO2 і систему автоматичного обладнання.

Генератор азоту призначений для первинного зниження в камерах концентрації O2, адсорбер забезпечує періодичне видалення CO2, що виділяє продукція, а система автоматичного управління здійснює періодичне вимірювання концентрації CO2, O2, температури і на підставі цього - включення відповідного обладнання для коригування режимів.

В якості генераторів азоту для цієї технології найбільше поширення в даний час отримали мембранні або **абсорбційні газороздільні установки**. Мембранні

установки засновані на використанні мембран, що мають селективну проникність для O2 і N2, а абсорбційні – на використанні молекулярних сит, які селективно адсорбують один з цих газів.
Для видалення CO2 використовують адсорбери різної конструкції на основі адсорбенту, що поглинає цей газ з регенерацією і продуванням чистим атмосферним повітрям.

За останні п'ять років технологія зберігання в РА починає все ширше застосовуватися і в нашій країні. Це здійснюється як шляхом будівництва нових холодильників з РА, так і шляхом реконструкції існуючих холодильників або просто виробничих будівель під цю технологію. Кожен їх цих варіантів має свої переваги і недоліки. Так, при будівництві нового можна отримати оптимальні за розміром і висотою камери, наявність залу товарної обробки з експедицією та відвантажувальними шлюзами, реалізувати розміщення технологічного обладнання на технологічному поверсі над транспортним.

2. Розрахункова частина

2.1 Об’ємно-планувальне рішення холодильника

2.1.1 Вибір структури холодильника

Холодильники місткістю 1500 т є одноповерховим.

Основний об’єм, що охолоджує, займають камери схову заморожених продуктів і камери, які використовуються для зберігання охолоджених продуктів [Л1, т.7.4].

Камери виходять в коридор шириною 6 м.

Сітка колон для одноповерхового холодильника місткістю 1500 т 6х12 м. Після складання попереднього планування охолоджуваного складу на плані наносять корпус, у якому розташовані машинне відділення й службові приміщення. Площа службових приміщень приймають рівної (0,2-0,4) F_{ox} , а площа машинного відділення – (0,05-0,35) . Згідно з [Л1, т.7.4] вибираємо склад холодильника, який повинен включати камери зберігання морожених продуктів 75% (4 камери) та камери зберігання охолоджених продуктів – 25% (2 камери).

2.1.2 Визначення будівельної площі холодильника

Будівельну площу (площа підлоги) охолоджуваного складу, рівну сумі будівельних площ камер схову Fкск і допоміжних приміщень Fдоп визначаємо за формулою [Л1, ф.7.1]:

$$F_{ox} = F_{ксх} + F_{доп}, \text{ м2} \quad (2.1)$$

Будівельна площа камер схову охолоджених продуктів без підвісних шляхів:

$$F_{к.сх} = \frac{B_к}{q_v \cdot h_{гр} \cdot \beta}, \text{ м2} \quad (2.2)$$

де $B_к$ – місткість камер схову, відповідно охолоджених продуктів , т;

q_v – норма навантаження на 1 м3 вантажного обсягу камери;

$h_{гр}$ – вантажна висота штабеля, м;

β – коефіцієнт використання будівельної площі камери.

$$F_{к.сх} = \frac{0{,}75 \cdot 1500}{0{,}43 \cdot 5{,}0 \cdot 0{,}8} = 655 \text{ м2},$$

$$F_{ун.к} = \frac{0{,}25 \cdot 1500}{0{,}3 \cdot 5{,}0 \cdot 0{,}8} = 315 \text{ м2}.$$

Значення $B_к$ вибирають залежно від призначення й структури холодильника; значення q_v – для умовного вантажу приймають рівним 0,43 т/м3 , 0,3 т/м3 .Вантажну висоту визначають із [Л1, табл.7.5]. Коефіцієнт використання будівельної площі β приймаємо 0,8 [Л1, стр.39].

При цьому кількість будівельних прямокутників знаходимо за формулою [Л1, ф.7.6]:

$$n = \frac{F_{буд}}{f_{буд}}, \quad (2.3)$$

де $F_{буд}$ – будівельна площа камер, м2;

$f_{буд}$ – будівельна площа одного прямокутника (6 х12=72 м2).

$$n = \frac{655}{72} = 10$$.

$$n = \frac{315}{72} = 5$$.

Загальна площа основних камер схову:

$$F_{ксх} = F_{к.сх} + F_{ун.к} = 655 + 315 = 970$$ м2.

Площа допоміжних приміщень приймають рівної 25-40% суми будівельних площ камер схову.

$$F_{доп} = 0{,}35 \cdot 970 = 340$$ м2. (2.4)

Необхідна площа охолоджуваного складу за формулою (2.1).

$$F_{ох} = 970 + 340 = 1310$$ м2.

Потрібна площа машинного відділення:

$$F_{мо} = 0{,}1 \cdot F_{охл} = 0{,}1 \cdot 1310 = 135$$ м2.

Необхідна площа службових приміщень (20-40% $F_{охл}$):

$$F_{сл} = 0{,}3 \cdot F_{охл} = 0{,}3 \cdot 1310 = 395$$ м2.

Загальна площа холодильника:

$$F = 655 + 315 + 340 + 135 + 395 = 1840$$ м2.

2.1.3 Складання плану охолоджувального приміщення

Вхід в камери передбачають через коридор шириною 6 м.

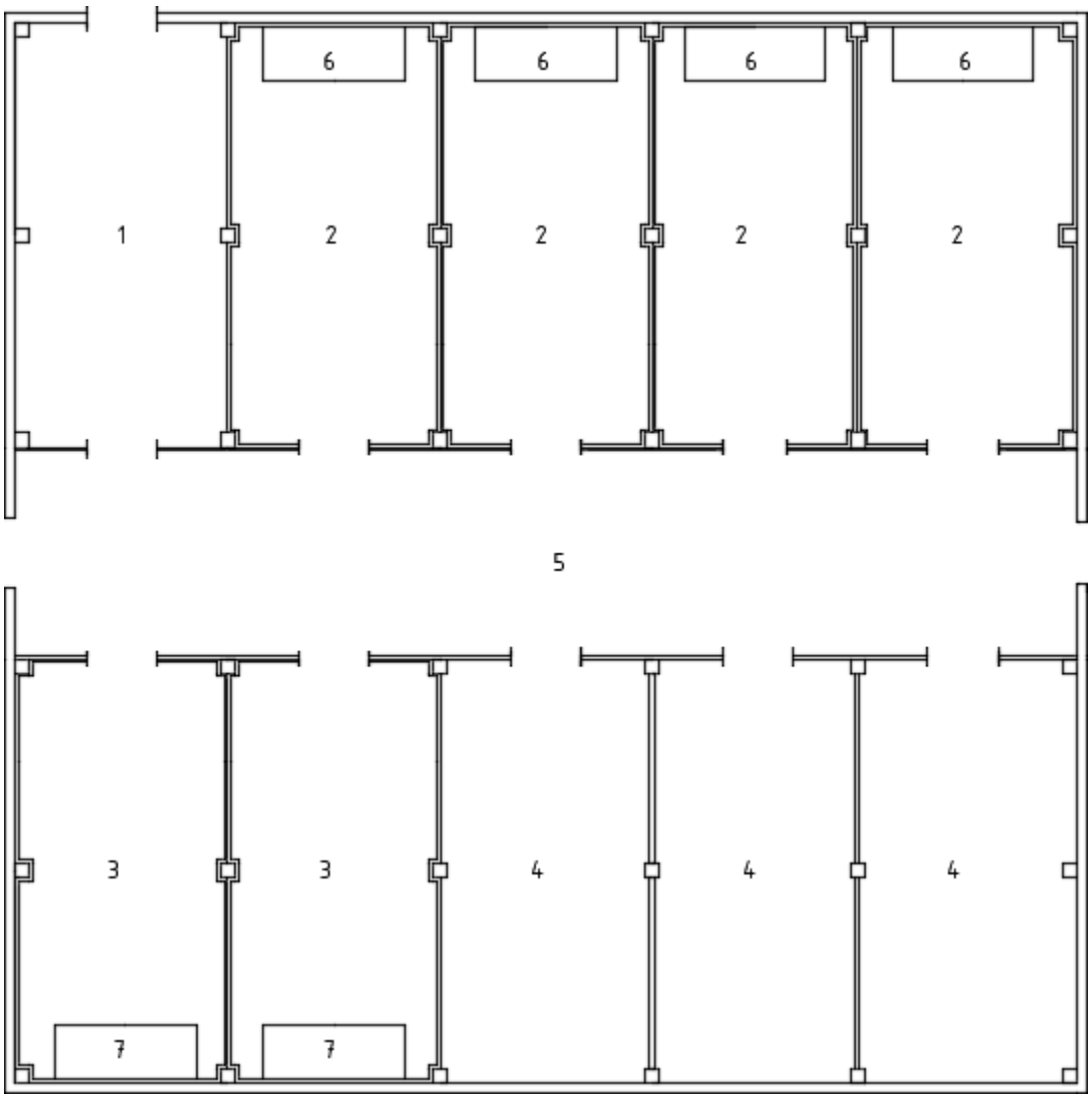

Рисунок 2.1. План холодильника

1 – машинне відділення

2 – камери схову заморожених вантажів (4)

3 – камери схову охолоджених вантажів(2)

4 – службове приміщення

5 – коридор

Холодильник складається з наступних основних частин: головного корпусу, що включає охолоджуваний склад з теплоізольованим зовнішніми

огородженнями, блок службових приміщень і машинного відділення, що примикають до однієї з торцевих стін охолоджуваного складу.

2.1.4 Характеристика холодильних камер

Камери групують за температурним режимом й призначенню. Камери схову охолоджених фруктів. У камерах підтримують температуру повітря від 0 до -20°С і відносну вологість від 70 до 95%. Камери схову завантажують однорідними продуктами. За товарною спеціалізацією й відповідним температурним режимом від 0 до -20 °С – камери для зберігання фруктів.

Камери холодильника споруджені з багатошарової теплоізоляційної панелі, серцевина якої виконана з пенополіуретану завтовшки 80 [мм] для камери з температурним режимом 0 до -20оС. Панелі збираються так, щоб запобігти виникненню теплових мостів, і з'єднуються між собою за допомогою спеціальної фурнітури. Конструкція теплоізоляції дверей виконана з пінополіуретанової панелі.

Продукти які зберігаються в камері з температурним режимом 0 до +10оС у тарі з термопластичних матеріалів. Вантажна висота холодильних камер становить 5 метрів.

2.2 Призначення, вибір та розрахунок ізоляційного шару холодильних камер

В охолоджувальні приміщення холодильника проникає тепло від більш теплого зовнішнього повітря й ґрунту. Для зменшення теплоприпливів огородження холодильника (стіни, підлоги, стелі) покривають шаром ізоляції. Сучасне виробництво конструкцій, що обгороджують, пропонує для будівництва швидкозводимих будинків тришарові сендвіч-панелі з різними видами утеплювачів. Для холодильника обрані панелі типу сендвіч. Як теплоізоляційний матеріал застосовуємо пінополіуретан (ППУ або PUR), що є абсолютним лідером по теплоізоляційних якостях. Він має поліпшені показники пожежної безпеки й відповідає за цим критерієм всім необхідним

нормативам, коефіцієнт теплопровідності якого $\lambda_{из}$=0,03÷0,04 Вт/(м К). Зовнішнє обшивання панелей виконано з сталі нержавіючої з $\lambda_{ал}$=15 Вт/(м К) товщиною $\delta_{ал}$=1 мм.

Товщину необхідної теплоізоляції знаходимо з [Л1, ф.8.2]:

$$\delta_{из} = \lambda_{из}\left[\frac{1}{k} - \left(\left(\frac{1}{\alpha_{зов}} + \sum\frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{вн}}\right)\right)\right], \text{ м} \qquad (2.5)$$

де k – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м2 К) [Л1, т.8.2];

$\alpha_{зов}$, $\alpha_{вн}$ – коефіцієнт віддачі з зовнішньої і внутрішньої стін, Вт/(м2 К) [Л1, т.8.1];

λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м К);

δ – товщина теплоізоляційного слою, м.

Для камери з температурним режимом 0оС:

$$\delta = 0{,}03 \cdot \left[\frac{1}{0{,}39} - \left(\frac{1}{23{,}2} + 2 \cdot \frac{0{,}001}{15} + \frac{1}{8{,}7}\right)\right] = 0{,}073 \text{ м.}$$

Приймаємо $\delta = 80 мм$

Дійсний коефіцієнт теплопередачі k_D знаходимо за [Л1, ф.8.3]:

$$K_д = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_{зов}} + \sum\frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{вн}}\right) + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}}}, \qquad (2.6)$$

$$K_д = \frac{1}{\left(\frac{1}{23{,}2} + 2 \cdot \frac{0{,}001}{15} + \frac{1}{8{,}7}\right) + \frac{0{,}08}{0{,}03}} = 0{,}35 \text{ Вт/(м2 К).}$$

Дійсний коефіцієнт теплопередачі $K_д$ = 0,35 Вт/(м2 К).

Для камери з температурним режимом 10оС:

$$\delta = 0{,}03 \cdot \left[\frac{1}{0{,}23} - \left(\frac{1}{23{,}2} + 2\frac{0{,}001}{15} + \frac{1}{8{,}7}\right)\right] = 0{,}13 \text{ м.}$$

Приймаємо $\delta = 140 мм$

$$K_д = \frac{1}{\left(\frac{1}{23,2} + 2\frac{0,001}{15} + \frac{1}{8,7} + \frac{0,14}{0,03}\right)} = 0,24$$ Вт/(м2 К).

2.3 Розрахунок теплового навантаження

Розрахунок теплоприпливів виконують для визначення потужності холодильної установки, а також для визначення теплового навантаження на компресори й камерне встаткування. Загальна кількість тепла, що надходить в охолоджуване приміщення холодильника Q0 визначається [Л1, ф.9.1].

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4, \text{ Вт} \quad (2.7)$$

де Q1 – теплоприплив через конструкції, що обгороджують, камери, Вт;

Q2 – теплоприплив від продуктів при холодильної обробці, Вт;

Q3 – теплоприплив від вентиляції, Вт;

Q4 – теплоприплив, пов'язаний з експлуатацією камери, Вт;

Теплоприплив від навколишнього середовища Q1 виникає в результаті дії двох процесів:

- теплоприпливи через огородження в наслідку наявності різниці температур (tн-tпм) зовнішнього середовища й повітря усередині приміщення, Q1T; для перегородок з не охолоджуваними приміщеннями сполученими із зовнішнім повітрям $\Delta t = 0,7(t_н - t_{пм})$, для перегородок з не охолоджуваними приміщеннями не сполученими із зовнішнім повітрям $\Delta t = 0,6(t_н - t_{пм})$;
- теплопередачі через огородження в наслідку поглинання зовнішньою поверхнею теплоти сонячної радіації Q1C.

Таким чином: Q1= Q1T+ Q1C.

Теплоприпливи через конструкції, що обгороджують, Q1T визначається як сума теплоприпливів через зовнішні стіни, перегородки, покриття й підлогу. Для кожного з огородження теплоприплив визначається за формулою [Л1, ф.9.1]

$$Q_{1T} = K_д \cdot F_{огр}\left(t_н - t_{пм}\right), \text{ Вт} \quad (2.8)$$

де $K_д$ – дійсний коефіцієнт теплопередачі, Вт/м2 К;

$t_н$ – температура за огородженням, °С;

$t_{пм}$ – температура в камері, °С;

$F_{огр}$ – площа поверхні огородження, м2.

Для камери №II температура в камері tвн = -0°С, температура зовнішнього повітря tн = +32°С (м. Дніпро), температура під підлогою tп = +2°С.

- зовнішня стіна на південь:

$$Q_{1T} = K_д \cdot F_{огр}\left(t_н - t_{пм}\right) = 0{,}35 \cdot 36 \cdot \left(32 + 5\right) = 470 \text{ Вт;}$$

- внутрішня стіна з коридором:

$$Q_{1T} = K_д \cdot F_{огр}\Delta t = 0{,}36 \cdot 36 \cdot 0.6 \cdot \left(32 + 0\right) = 245 \text{ Вт;}$$

- зовнішня стіна на захід:

$$Q_{1T} = K_д \cdot F_{огр}\Delta t = 0{,}35 \cdot 72 \cdot \left(32 + 5{,}5\right) = 945 \text{ Вт;}$$

- підлога:

$$Q_{1T} = K_д \cdot F_{огр}\left(t_п - t_{пм}\right) = 0{,}35 \cdot 72 \cdot \left(2 + 0\right) = 50 \text{ Вт;}$$

перекриття:

$$Q_{1T} = K_д \cdot F_{огр}\left(t_н - t_{пм}\right) = 0{,}35 \cdot 72 \cdot \left(33 + 9{,}9\right) = 1055 \text{ Вт.}$$

Повний теплоприплив від навколишнього середовища для камери №II:

Q1=1055+50+945+470+245=2765 Вт.

Для камери № I «Схову охолоджених вантажів»: температура в камері tвн= -20°С, температура зовнішнього повітря tн = +32°С, температура під підлогою tп = +2°С.

- зовнішня стіна на північ:

$$Q_{1T} = K_д \cdot F_{огр}\left(t_н - t_{пм}\right) = 0{,}24 \cdot 36 \cdot \left(32 + 20\right) = 450 \text{ Вт;}$$

- зовнішня стіна на схід:

$$Q_{1T} = K_д \cdot F_{огр}\Delta t = 0{,}24 \cdot 72 \cdot \left(33 + 20 + 5\right) = 985 \text{ Вт;}$$

- внутрішня стіна з коридором:

$$Q_{1T} = K_д \cdot F_{огр} \Delta t = 0{,}24 \cdot 36 \cdot 0.6 \cdot (32 + 20) = 270 \text{ Вт;}$$

підлога:

$$Q_{1T} = K_д \cdot F_{огр} (t_п - t_{пм}) = 0{,}24 \cdot 72 \cdot (2 + 20) = 380 \text{ Вт;}$$

перекриття:

$$Q_{1T} = K_д \cdot F_{огр} (t_н - t_{пм}) = 0{,}24 \cdot 72 \cdot (32 + 20 + 9{,}9) = 1070 \text{ Вт.}$$

Повний теплоприплив від навколишнього середовища для камери №I:

Q1=450+985+270+380+1070=3155 Вт.

Теплоприплив при термообробці продуктів

Теплоприплив для камер схову охолоджених продуктів [Л1, ф.9.8].

$$Q_{прод} = \frac{m_{пр} \cdot c \cdot (t_2 - t_3)}{86400}, \text{ кВт} \qquad (2.9)$$

де mпр – маса продуктів, що надходять на термообробку, кг;

с – середня питома теплоємність в інтервалі температур від t2 до t3, кДж/кг·К;

86400 – число секунд у добі.

Повну місткість камери М, кг знаходимо за формулою [Л.2, ст. 21]:

$$M = F \cdot h_{шт} \cdot \rho_{укл} \cdot qF, \qquad (2.10)$$

де F – поверхня підлоги камери, м2;

hшт – максимальна висота штабелювання продукту, м;

ρукл – щільність укладання продукту, кг/м3:

ρукл = 910 кг/м3 [Л.2, табл. 2.7];

qF = 0,5.

M = 72·5·910·0,5=164000 кг.

Вважаючи, що добовий вантажообіг дорівнює 6% від повної місткості камер:

mпр = 0,6·164000= 9840 кг.

Фрукти при закладанні на зберігання мають температуру (0 ºС), а с = 2,05 кДж/кг·К [Л.2, табл. 1.1] та температура зберігання заморожених фруктів (-20 ºС).

$$Q_{прод} = \frac{9840 \cdot 20{,}5 \cdot (0 - (-20))}{86400} = 4{,}67\ кВт$$

.

Теплоприпливи від обмінної вентиляції

Розрахунок теплового навантаження від обмінної вентиляції знаходиться за формулою [Л.2, ст. 15]

$$Q_{вент} = G_{возд} \cdot \Delta i, \frac{ккал}{с}\ , \qquad (2.11)$$

n – степінь відновлення повітря,

$$n = \frac{70}{\sqrt{V_{ком}}}\ ,\quad n = \frac{70}{\sqrt{216}} = 4{,}75\ доби^{-1}\ ; \qquad (2.12)$$

$V_{ком}$ – об’єм холодильної камери, м3.

Для камери №2: $V_{ком}$ =216 м3

$$G_{возд} = \frac{V_{пр} \cdot \rho_{кам}}{86400}$$

$$G_{возд} = \frac{1026 \cdot 1{,}293}{86400} = 0{,}015 \frac{кг}{с}$$

ін=79, ік=7,5

$$\Delta i = 79 - (-7{,}5) = 86{,}5$$

Qвент = 0,015·86,5=1,3 кВт.

Експлуатаційні теплоприпливи. Розрахунок експлуатаційних теплоприпливів Q4 від різних джерел робимо по кожній статті окремо:

$$Q_4 = Q_4^1 + Q_4^2 + Q_4^3 + Q_4^4\ , \text{Вт} \qquad (2.13)$$

де Q_4^1 - теплоприплив від електричного висвітлення, Вт;

для камер схову [Л.2, ст. 26]:

$$Q_4^1 = \frac{n \cdot P \cdot \tau}{24}\ ,\ \text{Вт}, \qquad (2.14)$$

де n – число світильників;

P – потужність кожного світильника, Вт, включаючи потужність стартера для LED ламп;

τ – щоденний час роботи світильників, год/добу;

24 – число годин у добі.

Для камери №2: $Q_4^1 = \frac{4 \cdot 10 \cdot 4}{24} = 6{,}67 Вт$.

Для камери №1: $Q_4^1 = \frac{4 \cdot 10 \cdot 4}{24} = 6{,}67 Вт$

Q_4^2 - теплоприплив від електродвигунів розміщених у камері, Вт:

$$Q_4^2 = \frac{n \cdot P \cdot \tau}{24}, \text{ Вт,} \qquad (2.15)$$

n – число транспортних засобів даного типу;

P – потужність електроприводів, Вт;

τ – добова тривалість роботи підйомно-транспортного засобу в холодильній камері , год/добу;

24 – число годин у добі.

$Q_4^2 = \frac{1 \cdot 7500 \cdot 4}{24} = 1250\ Вт$.

Q_4^3 - теплоприплив від перебування людей, Вт [Л.2, ст. 26]:

$$Q_4^3 = \frac{n \cdot q_{перс} \cdot \tau}{24}, Вт, \qquad (2.16)$$

де n - число людей працюючих у приміщенні камери;

qперс – кількість тепла, що виділяється в одиницю часу однією людиною при середній активності, Вт;

τ – тривалість щоденного перебування одного співробітника в холодильній камері, год/добу;

24 – число годин у добі.

$Q_4^3 = \frac{2 \cdot 390 \cdot 4}{24} = 130\ Вт$ для камери №1

$Q_4^3 = \frac{2 \cdot 270 \cdot 4}{24} = 90\ Вт$ для камери №2

Q_4^4 - теплоприплив при відкриванні дверей, Вт [Л.1, ф. 9.17]:

$$Q_4^4 = KF \text{, Вт} \quad (2.17)$$

де K - питомий теплоприплив через двері, що залежать від розмірів і призначення камери, Вт/м2. [Л1, табл.9.2].

Камери II (для однієї камери):

$Q_4^4 = 22 \cdot 72 = 1600$ Вт.

Камери I (для однієї камери):

$Q_4^4 = 29 \cdot 72 = 2100$ Вт.

Сумарний теплоприплив для камери №I (t = -20°С):

Q=3155+4670+130+7+2100+1250=11300Вт =11,3 кВт. (Для однієї камери)

Сумарний теплоприплив для камері №II (t = 0°С):

Q =2765+1300+90+7+1600+1250=7000 Вт =7 кВт. (Для однієї камери)

Проміжне навантаження

Проміжне теплове навантаження визначається за формулою [Л1, ф.35].

$$Q_{пром} = \frac{24 \cdot Q_0}{\tau_p} \text{, Вт,} \quad (2.18)$$

де τр – щоденна тривалість роботи холодильної установки, год/добу;

24 – число годин у добі.

Для камер I (-20°С)

$$Q_{пром} = \frac{24 \cdot 45}{20} = 54\ кВт.$$

Для камер II (0°С)

$$Q_{пром} = \frac{24 \cdot 14}{20} = 16{,}8 кВт.$$

Попереднє теплове навантаження від роботи повітроохолоджувачів, що становить 10…20% від проміжної холодопродуктивності визначається за формулою[Л1, ф.37]:

$$Q_{пов.поп} = (0{,}1...0{,}2)Q_{пром} \text{, Вт.} \quad (2.19)$$

$Q_{пов.поп} = 0{,}1 \cdot 16800 = 1680\ Вт = 1{,}68 кВт,$

$Q_{пов.поп} = 0{,}1 \cdot 54000 = 5400\ Вт = 5{,}4 кВт.$

Попередня потрібна холодопродуктивність холодильної установки визначається за формулою [Л1, ф.38]:

Q0потр=Qпром+Qпов.поп (2.20)

Q0(-20)=16,8+1,68=18,48 кВт,

Q0(0)=54+5,4=59,4 Вт.

2.4 Вибір системи охолодження і типу холодильної установки

В дипломному проекті для складу-холодильнику обрана безпосередня система охолодження камер, за допомогою холодильного агента, що кипить в охолоджуваній камері. Переваги системи безпосереднього охолодження є довговічність та економічність. Економічність обумовлена відносно меншою витратою енергії, внаслідок роботи установки з мінімальним перепадом температур між повітрям охолоджувальної камери й температурою кипіння холодильного агента та меншою вартістю устаткування, у порівнянні із системою охолодження за допомогою холодоносія. Довговічність системи забезпечена практичною відсутністю руйнування системи корозією. Повітряне охолодження камер є перспективним способом охолодження. Його переваги: більш рівномірний розподіл температури й вологості по обсягу камери, прискорення процесів термообробки, можливість регулювання вологості повітря.

Відносно низьку температуру кипіння звичайно одержують за допомогою двоступінчастого агрегату.

Вибираємо для холодильника схему холодильної установки на дві температури кипіння.

2.4.1 Характеристика холодоагенту

Холодоагент R-717 (NHs), або аміак, є єдиним холодоагентом, який не входить в групу галоідоуглеродов, використовувану в даний час у великих кількостях. Аміак отруйний, вогнеопасний і, за деяких умов, є вибуховою речовиною, але через чудових теплових характеристик це домінуючий холодоагент в області виробництва продуктів. У аміаку найвища питома холодопродуктивність на фунт.

Незважаючи на досить високу питому обсяг пара, висока холодопродуктивність збільшує холодопродуктивність при відносно невеликому робочому обсязі поршня. У аміаку є ще одна перевага - це екологічно безпечний холодоагент. Олійниці, фабрики по виробництву морозива, фабрики по заморожуванню харчових продуктів, пристрої для охолодження і зберігання свіжих фруктів, склади низькотемпературного зберігання, обробка риби, птиці і м'яса, великі винні заводи, льдо-діяльною комбінати і заводи по хімічній обробці - всі основні галузі промисловості використовують аміак як холодоагент в своїх холодильних системах.

Параметри аміаку і компонентів системи наступні:

1. Точка кипіння при стандартному атмосферному тиску -2,22 ° С.
2. Тиск в випарнику при -15 ° С становить 237 кПа.
3. Тиск в конденсаторі при 30 ° С становить +1167 кПа.
4. Питома обсяг всмоктуваного пара 0,51 м3 / кг.
5. Питома холодопродуктивність 1102 кДж / кг.
6. Масова витрата холодоагенту на тонну 0,191 кг / хв.
7. Коефіцієнт стиснення 4,94.
8. Температура нагнітання компресора 98,9 ° С.
9. Потужність 737,8 Вт. 10. Холодильний коефіцієнт 4,77.

Помірний тиск систем з аміаком дозволяє використовувати легкі матеріали для котушок теплопередачі. Але відносно висока температура нагнітання вимагає скорочення до мінімуму будь-якого перегріву

всмоктуваного пара. Для зменшення теплового напруги і пов'язаного з ним зносу, який відбувається при високих температурах, компресор і циліндри часто охолоджують водою.

Хоча аміак можна використовувати у випарник з повітряним охолодженням і рідинних охолоджувачах, він найбільш часто використовується в охолоджувачах зануренням. У таких застосуваннях експлуатуються відносно висока теплопровідність аміаку і подальше збільшення інтенсивності теплопередачі. Крім того, завдяки високому значенню прихованої теплоти, поряд з низькою щільністю рідини, це ідеальний холодоагент для систем з рециркуляцією рідини.

Завдяки нижчому робочому об'єму компресора R-717 (0,1 м / хв) можна використовувати його в ротаційних, відцентрових компресорах і компресорах відкритого типу. Конденсатори з аміаком зазвичай охолоджуються водою або парою.

Аміак не змішується з маслом і, отже, не буде розчиняти його в картері компресора. Необхідно використовувати масловіддільник в нагнітальному трубопроводі всіх систем з аміаком і створити умови для видалення масла з випарника. Хоча чистий аміак некорозійний по відношенню до всіх металів холодильних систем, він небезпечний для кольорових металів, наприклад міді і латуні, при поглинанні вологи. Отже, не можна використовувати дані метали або інші мідні сплави в системах з R-717.

Системи з R-717 можна перевірити на витік Черенкова сірої, яка виробляє щільний білий дим в парах аміаку. Інший метод визначення витоку аміаку є використання новітніх газоаналізаторів (Наприклад: Testo 316-4)

Аміак – це високоенергетичний ефективний холодоагент, технологія застосування якого відрізняється від використання холодоагентів іншого типу, завдяки його високій теплоті випаровування. Водночас, низька плинність не дозволяє використовувати аміак у холодильних системах, що володіють малою холодопродуктивністю.

Аміачні установки завдяки грамотному проектуванню з використанням сучасних інноваційних технологій є дуже рентабельними та ефективними, а також більш безпечними і зручними в експлуатації, аніж їх попередники.

Сучасне аміачне холодильне обладнання відповідає всім європейським стандартам якості та безпеки, що гарантує максимальну вигоду при використанні холодильної системи аміачного типу.

Аміак є енергоефективним, доступним і найменш дорогим з холодоагентів. Завдяки цим трьом факторам, поряд з хімічною стабільністю, розчинність в воді і не змішуваності з маслом, аміак - ідеальний холодоагент для великих систем, де токсичність не головне.

2.5 Розрахунок та вибір основного обладнання холодильної установки.

2.5.1 Вибір температурних режимів роботи холодильної установки

Робочий режим холодильної установки характеризується температурами: кипіння t_0, конденсації $t_к$, переохолодження рідкого аміаку (R717) перед регулюючим вентилем, усмоктування - $t_{вс}$; для двоступінчастого стиску проміжною температурою - $t_{пр}$.

Всі камери холодильника розподіляємо по двом температурним режимам:

перший режим: $t_{пр}$ = -20°С (камери зберігання заморожених вантажів);

другий режим: $t_{пр}$ = -0°С (камера охолоджених вантажів).

Для процесу теплообміну між киплячим холодильним агентом і повітрям у камері необхідно забезпечити перепад температур між середовищами. Для систем з безпосереднім охолодженням температура кипіння визначається за наступною формулою : [Л.1, ф. 41]::

$$t_0 = t_{пр} - (7 \ldots 10) \tag{2.21}$$

перший режим: t_0 = -20 - 10 = -30°С;

другий режим: t_0 = -0 - 10 = -10 °С.

Для повітряної системи охолодження конденсаторів оптимальною можна вважати температуру конденсації $t_к$, що на 9...11 °С вище розрахункової температури повітря й визначається за формулою [Л.1, ф. 46]::

$$t_к = t_{пов} + \Delta t_{пов} + (2 \div 4), \text{ оС} \tag{2.22}$$

$$t_к = 29 \text{ °С}$$

Температуру вихідного повітря визначають обліком нагрівання його в конденсаторі на 6 градусів.

Температуру переохолодження рідкого холодильного агента перед регулюючим вентилем приймаємо на 5°С нижче температури конденсації:

$$t_n = t_k - 5°C \tag{2.23}$$

$t_n = 24°C$

Для безпечної роботи холодильної машини необхідно забезпечити усмоктування в компресор перегрітої пари. Температура пара залежить від температури кипіння й перегріву, що рекомендується на усмоктувальній стороні.

Для машини, працюючої на аміаку (R717):

$$t_{вс} = t_0 + (5 \div 15), \text{ оС} \tag{2.24}$$

де $t_{вс}$ - температура пари при усмоктуванні в компресор, °С

Перший режим: $t_{вс}$ = -30 + 10 = -20°С

Другий режим: $t_{вс}$ = -10 + 10 = 0°С.

Компресори розраховуються на кожну температуру кипіння. Підбір виробляється по обсязі, описуваному циліндрами й ефективної потужності.

2.5.2 Визначення холодопродуктивності компресорів

Розрахунок холодильного встаткування машинного відділення відбувається по сумарному тепловому навантаженню $Q_0^{км}{}_{расч}$ отримано в підсумку розрахунку теплоприпливів.

Розрахункове навантаження на компресор по кожній температурі кипіння, що враховує втрати при транспортуванні й коефіцієнт робочого часу визначається за формулою [Л.1, ф. 9.17]:

$$Q_0^{км}{}_{расч} = \frac{Q_0^{км}\rho}{\beta}, \text{ кВт} \tag{2.25}$$

де $Q_0^{км}{}_{расч}$ - розрахункове навантаження на компресор, кВт;

$Q_0^{км}$ - сумарне теплове навантаження на даний режим, кВт;

ρ - втрати при транспортуванні холодильного агента (для безпосередньої системи ρ=1,07);

β - коефіцієнт робочого часу, β = 0,8.

Перший температурний режим - t_0 = -30°С.

Навантаження на компресор:

$$Q_0^{км}{}_{расч} = \frac{54 \cdot 1,07}{0,8} = 72 \text{ кВт.}$$

Другий температурний режим - t_0 = -10°С:

$$Q_0^{км}{}_{расч} = \frac{16,8 \cdot 1,05}{0,8} = 22 \text{ кВт.}$$

2.5.3 Побудова циклу холодильної установки та розрахунок параметрів

Розрахунок і підбір компресорів на перший температурний режим. При температурі кипіння -30°С, для зниження втрат при стиску й дроселюванні переходимо до двоступінчастого стиску, тому що відношення Рк/Р0>8. Використовуємо цикл із застосуванням поршневих компресорів.

Цикл двоступінчастого стиску в діаграмі lgP-i представлений на рис. 2.1.

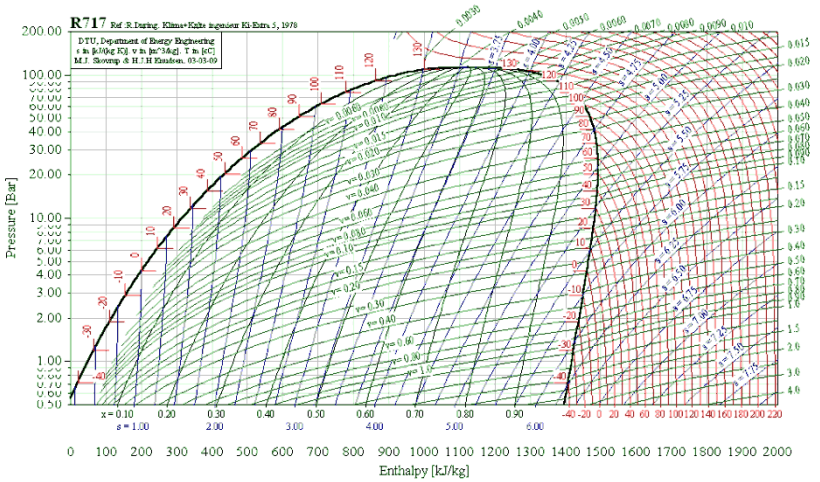

Рисунок 2.1 – Діаграма lgP-i

Проміжний тиск у циклі двоступінчастого стислу визначається за формулою: [Л.1, ф. 9.54]:

$$P_m = \sqrt{P_0 \cdot P_к} = \sqrt{1{,}3 \cdot 12} = 3{,}95 \text{ МПа}, \quad (2.26)$$

де $P_к$ - тиск конденсації, МПа,

P_0 - тиск кипіння, МПа.

Параметри вузлових точках циклу зводимо в таблицю (3.1)

Таблиця 3.1 Параметри вузлових точок циклу.

№ точки	*Р,МПа*	*t, °С*	*і, кДж/кг*	V, *м³/кг*
1	0,13	-30	1400	-
2	0,13	-20	1450	1,1
3	0,395	+70	1600	-
4	0,395	+10	14750	0,35
5	1,2	+90	1650	-
6	1,2	+29	350	-
7	1,2	+24	300	-
8	0,395	-3	350	-
9	0,395	-3	1450	-
10	0,13	-30	300	-

Масова витрата холодильного агента низького ступеня [Л.1, ф. .55]

$$G_a^{нс} = Q_0^{км}{}_{рас} / q_0, \text{ м/с} \quad (2.28)$$

де $G_a^{нс}$ - масова витрата холодильного агента низького ступеня, кг/с.

$G_a^{нс} = 72 / i_1 - i_{10} = 72/1100 = 0{,}07$ кг/с.

Масова витрата холодоагенту у СВТ знаходять із рівняння теплового балансу проміжної посудини : [Л.1, ф. .56]:::

$$G_a^{вс} = \frac{G_a^{нс}(i_3 - i_7)}{i_4 - i_8} = \frac{0{,}07 \cdot (1600 - 300)}{1475 - 350} = 0{,}05 \text{ кг/с} \quad . \quad (2.29)$$

Обсяг пари, яка відсмоктуються із випарної системи в СНТ:

$$V_q^{нс} = \frac{G_a^{нс} v_2}{\lambda_{нс}}, \quad \text{м/с} \qquad (2.30)$$

$V_q^{нс} =$ 0,04·1,1/0,83 = 0,053 м3/с.

В СВТ:

$$V_q^{вс} = \frac{G_a^{вс} v_4}{\lambda_{вс}}, \quad \text{м/с} \qquad (2.31)$$

$V_q^{вс} =$ 0,05·0,535/0,83 = 0,021 м3/с.

При використанні СНТ та СВТ окремих компресорів їх підбирають за отриманим значенням $V_q^{нс}$ й $V_q^{вс}$ так, щоб теоретична продуктивність одного або декількох паралельно включених компресорів була на 20-40% більше необхідної.

Питоме теплове навантаження на конденсатор:

$q_k = i_5 - i_7 = 1650 - 300 = 1350$ *кДж/кг*.

Сумарна потужність тиску:

$\sum N = G_a^{нс}(i_3 - i_2) + G_a^{вс}(i_5 - i_4) = 0{,}04 \cdot (1600 - 1450) + 0{,}05 \cdot (1650 - 1475) = 14{,}75$ *кВт*.

Індикаторна потужність компресора Ni = 14,75/0,95=15,5 кВт.

Підбираємо поршневий компресор серії NF-812 з холодопродуктивністю 70,5 кВт.

Теплове навантаження на конденсатор:

$Q^{кд} = Q_{0\ уст}^{км} + N_i = 70{,}5 + 15{,}5 = 86$ кВт.

Цикл роботи холодильної машини на другий температурний режим представлений у діаграмі lgP-i на рис. 2.2, параметри вузлових крапок наведені в таблиці 2.2.

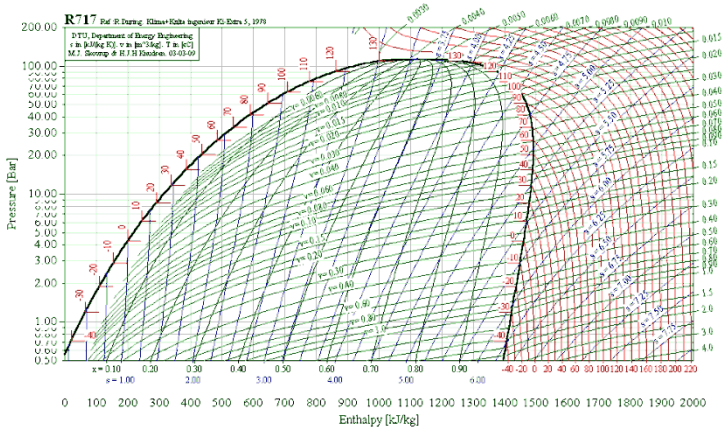

Рисунок 2.2 – Діаграма lgP-i

Таблиця 2.2 Параметри вузлових точок циклу

№ точки	*P,МПа*	*t, °C*	*i, кДж/кг*	V, *м³/кг*
1	0,3	-10	1450	-
1'	0,3	0	1475	0,45
2	1,2	+90	1675	-
3	1,2	+29	1680	-
4	1,2	+29	375	-
5	1,2	+24	325	-
6	0,3	–10	325	-

Питома масова холодопродуктивність

$q_0 = i_1 - i_6 =$ 1450 - 325 = 1125 кДж/кг.

Питома кількість енергії, яка затрачується на привід компресора [Л1, ф.49]:

l = i2 – i1' = 1675 – 1450 = 225 кДж/кг.

Питоме теплове навантаження на конденсатор [Л1, ф.50]:

qк = i2 – i5 = 1675-325=1350 кДж/кг.

Масова витрата холодильного агента:

$G_a = Q_0^{км}{}_{рас} / q_0 = 22/1125 = 0{,}02$ кг/с

Обсяг пари, яка відсмоктуються із випарної системи:

$V_q = G_a v_{1'} = 0{,}02 \cdot 0{,}45 = 0{,}009$ м3/с

Коефіцієнт подачі компресора приймається залежно від співвідношення РК/Р0 [Л8]

$\lambda = f(P_K / P_0) = f(1{,}8 / 0{,}3)$; $\lambda = 0{,}78$ [Л1, рис.11.2].

Теоретичний обсяг компресора визначається з формули:

$$V_h = \frac{V_д}{\lambda} = \frac{0{,}009}{0{,}78} = 0{,}009 \approx 0{,}01 \text{ м3/с.} \quad (2.32)$$

Індикаторний КПД приймається залежно від відношення РК/Р0:

$\eta_i = f(P_K / P_0) = f(1{,}8 / 0{,}3)$; $\eta_i = 0{,}94$ [Л2, табл.12].

Адіабатна потужність [Л1, ст.78]:

$$N_a = G_a^{нс}(i_2 - i_{1'}) = 0{,}015 \cdot 225 = 4{,}5 \text{ кВт} \quad 2.33)$$

Індикаторна потужність:

$$N_i = N_a / \eta_i = 3{,}375 / 0{,}94 = 3{,}6 \text{ кВт.} \quad (2.34)$$

Ефективна потужність:

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_{мех}} = \frac{3{,}6}{0{,}9} = 4 \text{ кВт} \quad (2.35)$$

Підбираємо поршневий компресор серії А-40-7-2 холодопродуктивністю 22 кВт.

Теплове навантаження на конденсатор [Л1, ф.53]:

$Q^{кд} = 22 + 4 = 26$ кВт.

2.5.4 Підбір компресорів

Поршневий аміачний компресорний агрегат типу А-40-7-2, аналог ДУО, 25-1.1 / 1720-М1-У2, аналог АУ-45

Призначення:

- для стиснення газоподібного аміаку, що виділяється зі сховищ рідкого аміаку.

- системах малої потужності.

- сервісний, для відкачування аміаку з системи в дренажний ресивер.

Охолодження 20 - 40 кВт при -15 / + 35

Об'ємна витрата хладогента - 45 м3 / год при 700 об / хв ..... 97 м3 / год при 1500 об / хв

Електродвигун 22кВт,

Споживання електроенергії 12 кВт на максимумі

Розмір 1050 * 516 * 700 мм

Робоча мережа: 0,4 кВ / 3ф / 50Гц Спосіб пуску мотора: ☆ - △, охолодження водяне

Регулювання продуктивності 0-100% без ступенів під керуванням ПЧ.

Поршневий аміачний компресорний агрегат NF-812.

1.Клапан поршневого компресора НФ-812 оптимізований для меншого опору і більш тривалого терміну служби.

2. Суцільнолиті поршневі кільця зберігають форму і еластичність більш тривалий час.

3. Завдяки токарній обробці, шліфовці, цементації і динамічному балансуванню колінчастий вал забезпечує гранично стабільну роботу при мінімальній вібрації.

4. Сорочки та гільзи циліндрів піддані електроіскровий обробці, завдяки чому характеризуються високою зносостійкістю.

5. Еластичні муфти забезпечують стабільну центрування, високу продуктивність і скорочують енергоспоживання поршневого компресора НФ-812.

6. Завдяки функції регулювання потужності холодильний поршневий компресор НФ-812 можна запускати при нульовому навантаженні і експлуатувати в режимі часткового навантаження, що істотно знижує витрату електроенергії.

Технічні параметри поршневого компресорного агрегату НФ-812:

1. Сумісність з холодоагентами R717 і R22.

2. Температура випаровування R717 двоступеневого компресорного агрегату: -20 ℃ ~ -50 ℃

3. Охолодження: 68 кВт при -40 / + 35.

4. Електродвигун 55кВт, 3Р, 380В, 50Гц.

5. Температура масла до 70 ℃, Метод охолодження масляного радіатора: водяне охолодження.

2.5.5 Розрахунок і підбір конденсатора

Площа теплопередаючої поверхні конденсатора [Л1, ф.11.26]

$$F = \frac{\sum Q^{кд}}{K \cdot \theta_{ср}}, \text{ м2} \qquad (2.36)$$

де $Q^{кд}$ - сумарне теплове навантаження на конденсатор, Вт;

K - коефіцієнт теплопередачі конденсаторів, Вт/м2·К;

$\theta_{ср}$ - середній розрахунковий температурний напір між температурами конденсації й холодного середовища.

Коефіцієнт теплопередачі для пластинчастих конденсаторів К=3000 Вт/м2•К. [Л2, табл.20].

Площа поверхні конденсатора:

$$F = \frac{\sum Q^{кд}}{K \cdot \theta_{ср}} = \frac{86000 + 26000}{3000 \cdot 2} = 18{,}67 \text{ м2} \qquad (2.37)$$

По розрахованій площі теплопередачі підбираємо конденсатор [Л2, дод.33] ALFA-LAVAL M20 F=20м2.

2.5.6 Розрахунок і підбір приладів охолодження

Розрахунок і підбор приладів охолодження зводиться до визначення поверхні охолодження й вибору стандартних пристроїв задовольняючі дані розрахунків. Поверхня повітроохолоджувача визначається за формулою: [Л2, ф.59].

$$F = \frac{Q_0^{об}}{K \cdot (t_{пм} - t_0)}, \text{ м2} \qquad (2.38)$$

де F - поверхня охолодження, м2;

К - коефіцієнт теплопередачі приладів охолодження, Вт/м2•К.

$Q_0^{об}$ - розрахункове теплове навантаження на повітроохолоджувачі, кВт

Δt-різниця температур середовищ, які обмінюються теплом

Камера №II (0 °С)

$Q_0^{об}$ = 18480 Вт, $t_{пм}$ = 0°С, t_0 =-10°С, К = 17 Вт/м2·К. [Л5]

$$F = \frac{18480}{17 \cdot (0 + 10)} = 110 \text{ м2}$$

Приймаємо 2 повітроохолоджувача марки CUBE-CD4563CI-HT фірми Garcia Camara

область застосування: великі холодильні склади;

діапазон потужності: 28 кВт;

холодоагент: NH3;

стандарт якості: ISO 9001.

Переваги:

- невелика займана площа;
- можливий приточний і витяжний варіант;
- широкий вибір комплектуючих;
- простий у чищенні (знімний піддон);
- не вимагає технічного обслуговування;
- крок ламелей 10 мм.

$F = 105$ м2.

Камера №I (-20°С)

$Q_0^{од}$=59400 Вт, $t_{пм}$= -20°С, t_0= -30°С, К = 13 Вт/м2•К. [Л5]

$$F = \frac{59400}{13 \cdot (-20 + 30)} = 460$$ м2

Приймаємо 4 повітроохолоджувачів марки CUBE-CD8063CI-HT фірми Garcia Camata F=470 м2.

2.6 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки

Розрахунок і підбор ресиверів холодильних установок робимо з урахуванням ємності випарної системи по холодильному агенті й способу подачі холодильного агента у випарну систему. Розрахунок ресиверів зводиться до визначення його ємності.

Лінейний ресивер служить для прийому рідкого аміаку з конденсатора й інших ємностей.

Ємність ресивера охолодження визначається за формулою [Л1, ф.14.2]:

$$V_{л.р.} \geq 0{,}3(V_б + V_{в.о}) \qquad 2.39)$$

де $V_б$ - геометричний обсяг батарей, м3;

$V_{в.о}$ - геометричний обсяг повітроохолоджувачів, м3.

Обсяг повітроохолоджувачів складе:

$$V_{в.о} = (4 \cdot 0{,}119 + 2 \cdot 0{,}026) = 0{,}528$$ м3.

Ємність лінійного ресивера складе:

$$V_{л.р.} \geq 0{,}3 \cdot 0{,}528 = 0{,}16$$ м3

Приймаємо горизонтальній ресивер 0,4 РВ.

Циркуляційний ресивер [Л2, ф.68].

$$V_{ц.р.} = K(0{,}5 \cdot V_{во}) = 2{,}0(0{,}5 \cdot 0{,}528) = 0{,}528$$ м3.

Приймаємо циркуляційні ресивери марки AS-ND-0,64.

Насоси холодильного агрегату

Для аміачних холодильних установок з насосно-циркуляційною схемою безпосереднього охолодження рекомендується застосовувати герметичні насоси, які варто роздільно встановлювати, для кожної випарної системи (по температурах кипіння). Насоси підбираємо по продуктивності в м3/с.

Продуктивність насоса холодильного агента розраховується по формулі [Л1, ф.14.2]:

$$V_x = \frac{Q_0^{км}{}_{уст} n}{\rho_0 r_0}, \qquad (2.40)$$

де $Q_0^{км}{}_{уст}$ - холодопродуктивність установки на дану температуру кипіння, кВт;

n - кратність циркуляції холодильного агента $n = 6$ [Л2]

ρ_0 - щільність холодильного агента при даної t_0, кг/м3;

r_0 - схована теплота пароутворення, кДж/кг.

Продуктивність насоса працюючого на перший температурний режим r_0 =1210 кДж/кг, ρ_0 =689,15 кг/м3, $Q_0^{км}{}_{уст}$ = 121 кВт.

$$V_x = \frac{121 \cdot 6}{689{,}15 \cdot 1210} = 0{,}001 \text{ м3/с}$$

Приймаємо насоси HRP 5050.

Для безперебійного режиму роботи холодильної установки необхідно встановити резервний насос HRP 5050, що міг би замінити кожний з робочих.

2.7 Зведена таблиця технологічних та монтажних характеристик обладнання

Тип, марка обладнання	Характеристика	К-ть
Двоступінчатий поршневий компресор NF-812	1. Сумісність з холодоагентом R717 2. Температура випаровування R717 двоступеневого компресорного агрегату: -20 ℃ ~ -50 ℃ 3. Охолодження: 68 кВт при -40 / + 35. 4. Електродвигун 55кВт, 3Р, 380В, 50Гц. 5. Температура масла до 70 ℃, Метод охолодження масляного радіатора: водяне охолодження 6. Маса – 123 кг 7. Розмір 2000*610*1380	1
Одноступінчастий поршневий компресор А-40-7-2	1. Холодопродуктивність 20 - 40 кВт при -15 / + 35 2. Об'ємна витрата холодоагента - 45 м3 / год при 700 об / хв ..... 97 м3 / год при 1500 об / хв 3. Електродвигун 22кВт, 3. Споживання електроенергії 12 кВт на максимумі 4. Розмір 1050 * 516 * 700 мм 5. Маса – 110 кг	1
Аміачний конденсатор Alfa-Laval M20	1. Максимальна робоча температура +150 °C 2. Максимальна площа теплообміну 105 м2 3. Розхід води 180 м3/ч 4. Максимальний робочій тиск до 32 бар 5. Матеріал прокладок EPDM 6. Матеріал пластин AISI 316 - 0,5 мм 7. Площа однієї пластини до 2,25 м2 8. Діаметр патрубків 200" 9. Маса 210 кг 10. 2260*780*900	1

• Повітроохолоджувач марки CUBE-CD4563CI-HT фірми Garcia Camara	1. $E_{пов}$ = 0,0026 м^3 2. F=105м^2 3. Маса – 125 кг 4. Розмір – 3037*784*742 5. Шаг робер – 10 мм 6. Максимальний тиск – 21 бар	2
Повітроохолоджувач марки CUBE-CD8063CI-HT фірми Garcia Camara	1. F =472,7м^2 2. $E_{пов}$ = 0,119 м^3 3. Маса – 140 кг 4. Розмір – 5250*1050*1582 5. Шаг робер – 10 мм 6. 6. Максимальний тиск – 21 бар	4
Лінійний ресивер марки 0,4 РВ	Внутрішній об'єм: 0,45 м^3, діаметр: Ø 530 мм, довжина: 2520 мм, висота: 1640 мм, маса: 310 кг	1
Циркуляційний ресивер марки AS-ND-0,64	Діаметр: Ø 620 мм, довжина: 2530 мм, висота: 1270 мм, маса: 540 кг	2
Аміачний насос WITT модель HRP 5050		3
Мастилозбірник: 150 СМ	Діаметр: Ø 159 мм, висота: 770 мм, маса: 16 кг	1
Промсосуд: марка 40 ПС	Висота: 2460 мм, діаметр: Ø 426 мм, маса: 380 кг	1
Мастиловіддільник: 50 МА	Діаметр: Ø 275 мм, довжина: 1238 мм, висота: 455 мм, маса: 90 кг	1
Дренажний ресивер марки AS-0,75	Об'єм: 0,78 м^3, Діаметр: Ø 600 мм, довжина: 3000 мм, висота: 1220 мм; маса: 480 кг	1
Градирня		1

2.8 Принцип дії холодильної установки

У схемі передбачена насосно-циркуляційна система з нижньою подачею рідини в прилади охолодження. Два циркуляційних ресивера працюють на температури кипіння: (-30 °С) і (-10 °С) зі своїми насосами. Пар, стиснений в одноступеневому компресорі до тиску конденсації поступає в конденсатор. Сконденсована рідина стікає в лінійний ресивер і звідти направляється в колектор регулюючої станції. Від колектора регулюючої станції рідкий холодоагент направляться в циркуляційний ресивер, а звідти насосом подається в прилади охолодження. Пар, який там утворився, разом із невипаровуванною рідиною через паровий колектор повертається до циркуляційного ресиверу, а пар відсмоктується одноступеневим компресором.

При двоступеневому стисненні пар стискається до проміжного тиску, надходить до промсосуду до переохолодження та поступає на ступінь високого тиску, де стискається до тиску конденсації й надходить до конденсатору. Сконденсована рідина стікає в лінійний ресивер і звідти частина рідини повертається до промсосуду, а основна частина – до циркуляційних ресиверів. Насосом подається в прилади охолодження, кипить, перетворюється в пар і через циркуляційний ресивер повертається на усмоктування компресора. Цикл замикається.

3. Автоматизація основних елементів та вузлів холодильної установки

3.1 Автоматичний захист

Вихід із ладу окремих вузлів і деталей холодильної машини викликає недопустимі зміни значень таких параметрів як підвищення тиску, температури, рівня, витрати, тощо. Якщо не будуть прийняті відповідні заходи, можуть бути пошкоджені компресори, теплообмінники та інше. Прилади захисту за відхилення параметра в той чи інший бік зупинять компресор і включать аварійну сигналізацію. Число параметрів, які можуть прийняти загрозливі значення, залежить від конструкції холодильної машини і схеми її включення.

Автоматизація холодильної установки передбачає оснащення об'єктів автоматизації (елементів холодильних установок) автоматичними пристроями (приладами і засобами автоматизації), за допомогою яких забезпечується безпечна робота холодильних установок та проведення виробничого процесу або окремих операцій без особистої участі обслуговуючого персоналу або з частковою його участю.

Автоматизація підвищує економічну ефективність роботи холодильних установок, тому що зменшується чисельність обслуговуючого персоналу, знижується витрата електроенергії, води й інших матеріалів, збільшується термін служби холодильних установок унаслідок підтримки автоматичними пристроями оптимального режиму їхньої роботи.

Автоматизація вимагає капітальних витрат, тому її рівень треба вибирати, ґрунтуючись на результатах техніко-економічного аналізу. Холодильну установку можна автоматизувати частково, комплексно або цілком.

Часткова автоматизація передбачає обов'язковий для всіх холодильних установок автоматичний захист, а також контроль, сигналізацію, і керування.

Обслуговуючий персонал регулює контрольовані параметри при відхиленні їх від заданих значень і при порушенні працездатності устаткування,

про що інформують системи контролю і сигналізації. Обслуговуючий персонал регулює контрольовані параметри при відхиленні їх від заданих значень і при порушенні працездатності устаткування, про що інформують системи контролю і сигналізації.

При комплексній автоматизації система автоматичного регулювання підтримує основні параметри (температури і вологості повітря в камерах, температури кипіння і конденсації холодильного агента і ті.), а деякі допоміжні періодичні процеси (відтаювання інею з поверхні охолоджувальних приладів видалення мастила з системи) викочується вручну.

Повна автоматизація охоплює всі процеси, зв'язані з підтримкою необхідних параметрів в охолоджуваних приміщеннях і елементах холодильної установки. Тому обслуговуючий персонал може бути присутній періодично. Повною автоматизацією оснащуються невеликі по потужності холодильні установки, що мають високі показники безвідмовності і довговічності.

Для великих промислових холодильних установок більш характерна комплексна автоматизація.

3.2 Автоматичне регулювання

Система автоматичного регулювання призначена для підтримки необхідних параметрів у заданих межах.

У холодильних установках автоматично регулюють наступні параметри:

1. Температуру кипіння холодоагенту у випарній системі.
2. Тиск конденсації.
3. Температура повітря в камерах.
4. Рівень рідкого холодоагенту в проміжних сосудах і циркуляційних ресиверах
5. Видалення інею.

Регулювання температури кипіння t_0

Виконується регулюванням тиску випарювання холодоагенту Ро, яке у свою чергу регулюється холодопродуктивністю компресорів. Існує ряд способів регулювання холодопродуктивності компресорів:

- пуск-зупинка компресорів,

- електромагнітний отжим всмоктувальних клапанів, тобто відключення частини циліндрів компресора, найбільш простим і розповсюдженим є спосіб регулювання холодопродуктивності пуском зупинкою компресорів за допомогою регуляторів температури. При цьому способі кожний з декількох компресорів включається і відключається своїм реле температури.

Настроювання реле виконується по температурі кипіння, по пропорційному чи астатичному кроковому закону.

Регулювання тиску конденсації

При високому тиску конденсації збільшується витрата електроенергії на стиснення парів, знижується надійність машини.

Небезпечні режими роботи на холодильних установках можуть викликати важкі наслідки для обслуговуючого персоналу і стану холодильного устаткування.

Високий тиск нагнітання

Приводить до порушення герметичності апаратів і трубопроводів, вибуху і витоку холодоагенту.

До підвищення тиску нагнітання приводить зменшення подачі повітря в конденсатори, пуск компресора на закритий вентиль. Захист забезпечується за допомогою реле тиску, відбір тиску виконується до реле до нагнітального, вентиля.

Знижений тиск всмоктування

Знижений тиск кипіння холодоагенту викликає небезпеку заморожування холодоносія у випарниках, а також до викиду мастила з картера компресора, а при тиску кипіння нижче атмосферного до підсмоктування повітря в систему.

Для захисту використовується реле низького тиску або блок низького тиску двоблочного реле тиску.

Підвищена температура нагнітання

Приводить до перегріву компресора, до розкладання мастила, його спалаху. До перегріву приводить знос деталей компресора, недостатнє змащення, потрапляння повітря в систему й ін.

Захист виконується за допомогою реле температури, термочутливий елемент якого встановлюється до нагнітального вентиля.

Вологий хід

Знижує холодопродуктивність компресора, створює небезпеку гідравлічного удару поршня по клапанній дошці. Причиною вологого ходу є неправильне заповнення випарників, переповнення холодоагентом випарника.

Технічні дані приладів автоматичного регулювання

Прилади автоматичного регулювання холодильної установки та їх технічні дані зведені до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Технічні дані приладів автоматичного регулювання

Параметр що регулюється	Марка приладу	Настройка
Температура кипіння хладагенту (холодопродуктивність)	ЕКА151	Пропорційно крокова
Температура повітря в камерах	ЕКА 151	По заданій ї об'єкту
Рівень холодоагенту у циркуляційному ресивері	Реле рівня AKS-38	80% об'єму ресивера
Рівень холодоагенту у циркуляційному ресивері	Реле рівня AKS - 38	30% об'єму ресивера
Тиск конденсації	Реле різниці температур	Δt = 5°C

Для захисту від вологого ходу в аміачних установках використовують реле рівня.

Для надійності спрацьовування встановлюють по 2 реле, що взаємодублюють один одного. Ці реле зупиняють компресори при переповненні сосудів з холодоагентом.

Захист електродвигунів

Короткі замикання і перевантаження електродвигунів викликають неприпустимий перегрів обмоток. Причинами цього можуть бути: обрив однієї фази, зниження напруги мережі, пуск при підвищеному тиску чи нагнітання всмоктування. Короткі замикання виникають при ушкодженні ізоляції обмоток.

Для захисту від короткого замикання застосовуються запобіжники, автоматичні вимикачі з електромагнітним відсіченням. Від перевантажень електродвигуни захищають тепловими або реле автоматами з тепловим захистом.

Датчик установлюється на кожні 75-100м площі машин його відділення.

Захист від підвищення концентрації аміаку в приміщенні

Підвищення концентрації аміаку в приміщенні до 0,5-1 тг/л. чи 0,07-0,14% є небезпечним. Прилад захисту посилає попереджувальний сигнал персоналу і включає приточно-витяжну вентиляцію. При підвищенні концентрації до 1,5 тг/л. прилад включає звуковий сигнал, відключає живлення холодильної установки, включає аварійну вентиляцію.

Датчик установлюється на кожні 75-100 м площі машинного відділення.

Технічні дані приладів автоматичного захисту

Таблиця 4.2 - Технічні дані приладів автоматичного захисту

а) захист електродвигунів

Небезпечний режим	Марка приладу	Настройка приладу
Коротке замикання	Автоматичний АП50-3МТ	$I/I_н > 10$
Токове перевантаження	Теплове реле ТРИ, ТРП	$I/I_н = 1,3$

б) захист від підвищеної концентрації аміаку

Небезпечний режим	Марка приладу	Настройка приладу
Висока концентрація аміаку	СКА-1 СКА-2	0,5-1 мг/л 1,5 мг/л

3.3 Автоматична сигналізація

Сигналізація розділяється на робочу й аварійну.

Робоча сигналізація (таблиця 4.3) інформує оперативний персонал про включення чи відключення устаткування, рівень у сосудах і т.д.

Аварійна сигналізація (таблиця 4.4) подає інформацію про вихід із заданих меж різних параметрів, тобто про необхідність уживання конкретних заходів. Аварійна сигналізація вказує на причини зупинок компресорів, насосів і ін. устаткування. Частина сигнальних приладів розміщають на місцевих щитах і пультах керування, а інші на головному щиті автоматики (ГЩА). На ГІДА винесена загальна (світлова і звукова) аварійна сигналізація. Для світлової сигналізації прийняті такі кольори:

- червоний (миготливий) - аварія;
- зелений - норма;
- жовтий - попередження.

Аварійний звуковий сигнал подається сиреною.

Таблиця 4.3 - Робоча сигналізація

Сигналізація	Прилади на ГЩА	Настроювання
Компресор включений	ЛС	Зелена
Компресор зупинений	ЛС	Червона
Аміачний насос включений	ЛС	Зелена
Аміачний насос зупинений	ЛС	Червона
Вентилятор включений	ЛС	Зелена
Вентилятор зупинений	ЛС	Червона

Таблиця 4.4 - Аварійна сигналізація

Сигналізація	Прилад	Настроювання
Аварія	ЛС	Червона мерехтлива

	Сирена	
Компресор зупинений захистом	ЛС на ГЩА	Червона мерехтлива
Високий тиск нагнітання Висока температура нагнітання Немає протока води Порушення режиму змащення	Пульт керування компресором по місцю	У відповідності с приладами захисту компресора
Аварійний контроль вПС вЦР вВР Низка температура усмоктування	ГГРУ-5	80% V
Аміачний насос «аварія»	РД1	0,8 Рн
Високий рівень холодоагенту в ЛР	ПРУ-5М	80% Ухо
Високий рівень холодоагенту в ЛР	ПРУ-5М	80% Ухо
Низький рівень холодоагенту в ДР	ПРУ-5М	20% Удр
Низький рівень холодоагенту в ДР	ПРУ-5М	20% Удо
Висока концентрація аміаку в приміщенні	СКА-1	0,5 мг/л
Висока температура мастила	Пульт керування компресором	Тм> 50 °С
Температура мастила "норма"		Тм = 30-35 °С

3.4 Контрольно-вимірювальні прилади

Для підтримки холодильного технологічного процесу необхідно знати його параметри: тиск, температуру, рівень і інші величини, що визначають за допомогою вимірювальних приладів.

У великих холодильних установках постійним оперативним персоналом використовується велика кількість місцевих і дистанційних вимірювальних приладів. У холодильних установках необхідно вимірювати температуру

об'єктах охолодження, камерах, температуру і тиск кипіння холодоагенту, температуру і тиск конденсації, температуру охолоджуючої води, температуру і тиск мастила, тиск після, насосів, рівні рідкого холодоагенту в ЛР, у конденсаторах і випарниках.

Для виміру зазначених параметрів використовуються технічні термометри, логометри, пружинні манометри, мановакуумметри і рівнеміри.

Вимірювальні прилади встановлюють безпосередньо на устаткуванні чи на місцевих приладових щитах в місцях, зручних для спостереження. Вторинні прилади дистанційних систем виміру встановлюють на ГЩА.

Технічні дані вимірювальних приладів

Таблиця 4.5 - Технічні дані вимірювальних приладів

Вимірювальний параметр	*Марка приладу*	*Місце установки*
Тиск нагнітання	АМВУ1-160	Компресор
Тиск усмоктування	АМВУ1-160	Компресор
Тиск мастила в картері	АМВУ1-160	Компресор
Тиск нагнітання мастила	АМВУ1-160	Мастилонасос
Тиск у мастиловідокремлювачі	АМВУ1-160	Мастиловідокремлювач
Тиск у конденсаторі	АМВУ1-160	Компресор
Тиск в лінійному ресивері	АМВУ 1-160	Лінійний ресивер
Тиск у ВР	АМВУ 1-160	Віддільник рідини
Температура нагнітання	ТТА	Компресор
Температура всмоктування	ТТЖА	Компресор
Температура мастила	ТТБ	Компресор
Температура води на вході в конденсатор	ТТА	Конденсатор
Вимірювальний параметр	Марка приладу	Місце установки
Температура води на виході з конденсатора	ТТА	Конденсатор
Температура кипіння холодоагенту	ТТЖБ	Випарник
Температура в камерах	ТТЖА	Камери

Рівень холодоагенту в випарнику	ВУУ-2	Випарник
Рівень холодоагенту в лінійному ресивері	ВУУ-2	Лінійний ресивер
Рівень холодоагенту в конденсаторі	ВУУ-2	Конденсатор
Рівень холодоагенту в віддільнику рідини	ВУУ-2	Віддільник рідини
Рівень масла в масловідокремлювачі	ВУУ-2	Масловідокремлювач

4. Компонування устаткування та його монтаж

У підготовчий період монтажу перевіряють обладнання на відповідність проекту та на комплектність: усувають із зовнішніх поверхонь антикорозійний шар мастила, з’ясовують умови зберігання обладнання та можливість монтажу його без додаткової ревізії компресора. Готують обладнання та фундамент згідно з проектом. Заготовляють і розміщують опорні конструкції для кріплення лебідок, талів і тросів. Перевіряють ще раз готовність фундаменту до монтажу.

Доставляють обладнання та матеріали до місця монтажу. Вирівнюють бетон фундаменту і розміщують на ньому підкладки та клинові пристрої. Вивіряють підкладки на фундаменті згідно з проектом.

Поверхню рами машини промивають водою, усуваючи всі забруднення з її поверхні, а поверхню бетону змочують для кращого схоплювання підливки з бетоном. Потім компресор та електродвигун розміщують на фундаменті і приступають до вивірення їх згідно з проектом та технічними умовами.

Після схоплювання і затвердіння бетону складають напівмуфти – одягають гумове кільце на напівмуфти та закріплюють його болтами таким чином: один бік кільця розташовують між натискним диском та диском підкладки, а другий – між диском та напівмуфтою електродвигуна. Болти затягують поступово та рівномірно до тих пір, поки гумове кільце не буде щільно, без перекошувань, закріплене. При надійному кріпленні кільця воно не повинно провертатися відносно напівмуфти.

Надійність кріплення кумового кільця перевіряють під час пробного пуску електродвигуна за рисками, нанесеними на гумове кільце та натискні диски у напівмуфтах. Риски мають залишатись у попередньому стані. Рівномірність затягування болтів гумового кільця перевіряють спеціальним глибиноміром, який вставляється в отвір диска. Допускається відхилення не більше 0,5мм. Перетягування або нерівномірність затягування гумового кільця призводить до розривання його.

Правильність складання приводу перевіряють під час пробного пуску компресора. При задовільних результатах перевірки при приводу електродвигун і компресор готують до обкатки.

При пасовому приводі електродвигун після встановлення на полозках перевіряють на горизонтальність вала, на зміщення канавок шківів, натягають паси, змащують підшипники, впевнюються у підступності перекошувань електродвигуна при кріпленні його болтами на полозках.

Роблять опалубку для полозок і підливають їх цементним розчином, потім встановлюють огорожу паса і шківа з маховиком.

Обкатку компресора здійснюють на холостому ході, щоб перевірити правильність складання механізму руху компресора, справність масляної системи.

При обкатці стежать за тим, щоб не було вібрації трубопроводів та компресорів, а також зайвих стуків. Перед обкаткою перевіряють величину мертвого простору циліндра, знімають кришку циліндрів, всмоктувальні та нагнітальні клапани. А потім ретельно промитий картер компресора заповнюють свіжим мастилом до рівня, що пропонується заводом. Знімають кришку фільтра всмоктувального трубопроводу компресора, виймають та обмотують сітку фільтра двома-трьома шарами марлі, змоченої холодильним маслом аміачного компресора, для того щоб захистити від попадання у них бруду, окалини та піску.

Обертають компресор за допомогою маховиків вручну не менше, ніж на два повних оберти вала. Перевіряють напрямок обертання вала компресора за стрілкою, нанесення на передній кришці компресора.

При неправильному обертанні валу компресор зупиняють, перемикають обмотки електродвигуна і ще раз перевіряють напрямок обертання валу.

Після закінчення підготовки до обкатки запускають компресор на 5 хв. Під час запуску уважно стежать за показанням моновакууметра масляної помни компресора. При несправній роботі масляної помпи компресор негайно зупиняють.

Після 5 хв нормальної роботи компресор зупиняють, впевнюються у відсутності підвищених нагрівань підшипників, циліндрів і в справній роботі масляної помпи. Потім запускають компресор для обкатки на холостому ході ще двох годин роботи.

5. Заходи щодо захисту навколишнього середовища

Обов`язковою вимогою, застосовуваним до усіх підприємств, являється очищення засміченого повітря, маючого різні різновиди промислової пилі та токсичні речовини.

Очищення повітря та газів від пилу. Вона може бути сухою або вологою.

До апаратів для сухого очищення відносять фільтри, гравітаційні та інерційні пило віддільники.

Широке застосування получили рукавні фільтри з ткані, у котрих засмічене повітря проходить крізь фільтруючу тканину, осаджаючи пил на внутрішній поверхні рукава. Пил видаляють періодичним зтрушуваням рукавів. У ефективності фільтруючих застосовують ткані з шерсті, капрону, нитрону та лавсану.

Для вологої очистки повітря та газів застосовують скрубери та пінні апарати.

Очищення повітря від шкідливих парів, газів та токсичних речовин. Її здійснюють абсорбційним, адсорбційним та термічним методами.

Абсорбційний метод застосовують для забирання парів та газів абсорберами, адсорбційні – на вилученні шкідливих домішок. Застосування адсорбційних методу просить переодичну заміну або регенерацію адсорбера. Ефективність очищення 99,5-99,8%.

Термічній метод полягає у тому, що спалюються шкідливі домішки при 950-1000 С або спалювані з каталізаторами при 200-300 С.

Очищення стійкових вод

Механічну очистку застосовують для знешкодження з стійкових вод забруднень, яків там є у твердому стані. Крупні частинки механічних процесів відділяються за допомогою грати та сіток, малі частинки та органічні забрудники – у відстійниках. За допомогою відстійників відділяють також суміші, піднімаючись на поверхню води. Для відділення від стійкових вод механічних домішок та зважених частинок широке застосування знаходять гідро циклони.

Хімічна очистка. Вона полягає у тому, що під час взаємодії на забруднену воду різних хімічних реагентів. Забруднення та реагенти роблять з`єднання, котрі виділяються у вигляді газів.

Фізико-хімічна очистка. Вана основана на використані процесів коагуляції, абсорбції та ін.. При коагуляції до забруднених стійкових вод додають розчин коагулянтів, вбиваючих заряд колоїдів, у результаті чого вони стікаються у крупні частинки та випадають в осадок під силою тяжіння. У якості адсорбера використовують активний вугіль та синтетичні смоли.

У більшості випадків фізико-хімічний метод очищення, як і хімічний, є багато стоючим.

Біохімічне очищення. Вона заснована на способі мікроорганізмів використовувати для своєї життєдіяльності органічних речовин. При цьому стає мінералізація органічних речовин, збільшення маси мікроорганізмів та виділення їх у вигляді активного мулу. Перегнивший мул використовують у засобі здобрення. Маючого ряд токсичних речовин у стійкових водах для того щоб не вмирали мікроорганізми не повинно перевищувати норми.

Аеротенки – залізобетонні басейни довжиною до 100 м та шириною до 10 м. Висотою аеротенків – 3-5 м. На дні аеротенків укладені пластини , через котрі механічно подається аеротами подається повітря.

Біофільтри – залізобетоні резервуари висотою до 2 м и більш, на дні котрих покладене ложко діркове дно, заповнене фільтруючим матеріалом.

Біологічні пруди – не природно створені водойми для біологічного очищення стійкових вод, зроблених на процесах самоочисних водойм.

Деструктивне очищення. Стійкові води, маючі шкідливі та важкі речовини, піддають деструктивному очищенню, тобто повному знешкодженню вогневим або іншими методами.

Зменшення забрудненості навколишньої середи на холодильних установках досягається підтримкою гіометричних систем холодоагенту, використанням зворотнього водо застосування, застосуванням конденсаторів повітряного охолодження замість конденсаторів, охолоджуємих водою.

6. Заходи з охорони праці, ТБ, БЖД

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) застосовують тоді, коли безпека робіт не може бути забезпечена конструкцією та розміщенням устаткуванням, організацією виробничих процесів, архітектурно-планувальними рішеннями та засобами колективного захисту.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» на роботах із шкідливими та небезпечними умовами праці, в особливих температурних умовах, в забрудненому середовищі робітникам та службовцям безкоштовно видається спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту.

ЗІЗ поділяються на засоби захисту органів дихання, спецодяг, спецвзуття, засоби захисту рук, голови, обличчя, очей, органів слуху, шкіри, засоби захисту від падіння з висоти та ін..

Захист органів дихання здійснюється за допомогою протигазів та респіраторів. За принципом дії протигази поділяються на фільтруючи та ізолюючи.

Респіратор – полегшений засіб захисту органів дихання від шкідливих газів, парів, аерозолів. Вони, як правило, складаються з двох елементів: півмаски, що ізолює органи дихання від забрудненої атмосфери, та фільтруючої частини.

До спецодягу відносяться: куртки, штани, комбінезони, халати, плащі тощо.

Виходячи із необхідних захисних властивостей, вибираються матеріали для виготовлення спецодягу.

Спеціальне взуття класифікується в залежності від захисних властивостей аналогічно спецодягу. Воно поділяється на чоботи, півчоботи, черевики, півчеревики, валянки, бахали.

Засоби захисту голови дозволяють не допустити травмування голови при виконанні монтажних, будівельних, навантажувально-розвантажувальних робіт, при видобутку корисних копалин.

Засоби захисту рук – це різні види рукавиць, рукавичок, напальчників, дерматологічних засобів. Засоби захисту рук за захисними властивостями класифікуються відповідно до єдиної класифікації аналогічно до спецодягу та спецвзуття.

До захисту очей від твердих частинок, бризок кислот, лугів та інших хімічних речовин, а також випромінювання застосовують такі засоби індивідуального захисту, як окуляри.

До засобів захисту обличчя відносяться ручні, наголовні та універсальні щитки.

1. Загальні вимоги безпеки

1.1. До самостійної роботи в якості машиніста аміачно холодильних установок можуть бути допущені особи, які не мають медичних протипоказань, які досягли 18-річного віку та пройшли:

• вступний інструктаж;

• інструктаж з пожежної безпеки;

• первинний інструктаж на робочому місці;

• навчання безпечним методам і прийомам праці за 20 годинною програмою

• інструктаж з електробезпеки на робочому місці і перевірку засвоєння його змісту.

1.2. Машиніст при обслуговуванні аміачно холодильних установок повинен проходити:

• повторний інструктаж з безпеки праці на робочому місці не рідше, ніж через кожні три місяці;

• позаплановий інструктаж: при зміні технологічного процесу або правил по охороні праці, заміні або модернізації виробничого обладнання, пристроїв та інструменту, зміні умов і організації праці, при порушеннях інструкцій з охорони праці, перервах в роботі більше, ніж на 30 календарних днів.

• диспансерний медичний огляд згідно з наказом.

1.3. Машиніст при обслуговуванні аміачно холодильних установок зобов'язаний:

• дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку, встановлені на підприємстві;

• дотримуватися вимог цієї інструкції, інструкції про заходи пожежної безпеки, інструкції з електробезпеки;

• дотримуватися вимог безпеки при експлуатації аміачно-холодильних установок.

• використовувати за призначенням і дбайливо ставитися до виданих засобів захисту.

1.4. Машиніст при обслуговуванні аміачно-холодильних установок повинен:

• вміти надавати першу (долікарську) допомогу потерпілому при нещасному випадку;

• знати місце розташування засобів надання долікарської допомоги, первинних засобів пожежогасіння, головних і запасних виходів, шляхів евакуації в разі аварії або пожежі;

• виконувати тільки доручену роботу і не передавати її іншим без дозволу майстра або начальника цеху;

• під час роботи бути уважним, не відволікатися і не відволікати інших, не допускати на робоче місце осіб, що не мають відношення до роботи;

• утримувати робоче місце в чистоті і порядку

1.5. Машиніст аміачно-холодильної установки повинен знати і дотримуватися правил особистої гігієни. Приймати їжу, курити, відпочивати

тільки в спеціально відведених для цього приміщеннях і місцях. Пити воду тільки зі спеціально призначених для цього установок;

1.6. При виявленні несправностей устаткування, пристосувань, інструментів та інші недоліки або небезпеки на робочому місці негайно повідомити майстру чи начальнику цеху. Приступити до роботи можна тільки з їхнього дозволу після усунення всіх недоліків.

1.7. При виявленні загоряння або у випадку пожежі:

• відключити обладнання;

• повідомити в пожежну охорону і адміністрації;

• приступити до гасіння пожежі наявними в цеху первинними засобами пожежогасіння у відповідність з інструкцією з пожежної безпеки. При загрозі життю - покинути приміщення;

1.8. При нещасному випадку надати потерпілому першу (долікарську) допомогу, негайно повідомити про те, що трапилося майстру або начальнику цеху, вжити заходів до

збереження обстановки події (стан устаткування), якщо це не створює небезпеки для оточуючих;

1.9. За невиконання вимог безпеки, викладених у цій інструкції,

робітник несе відповідальність згідно з чинним законодавством;

1.10. Відповідно до "Типових галузевих норм безплатної видачі робітникам і службовцям спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту" машиніст при обслуговуванні аміачно холодильних установок повинен бути забезпечений: комбінезоном бавовняним (термін носіння - 12 місяців), рукавицями комбінованими (термін носіння - 2 місяці) і протигазом (термін носіння - до зносу), окулярами захисними, навушниками;

1.11. Основними небезпечними факторами при певних обставинах можуть бути:

- вузли аміачно-холодильних установок;

-амміак- горючий газ з різким запахом, подразнює верхні дихальні шляхи, збуджує центральну нервову систему;

-електроток;

Підвищена рухливість повітря;

-наявність масла і води на підлозі;

- підвищений шум і вібрація.

1.12. При некруглосуточного обслуговуванні аміачно-холодильних установок машинні відділення повинні бути обладнані сигналізаторами аварійної сигналізації і фільтрують протигазами;

1.13. Для екстреного відключення електроживлення всього устаткування аміачно-холодильної установки і робочого освітлення повинні бути змонтовані зовні кнопки аварійного відключення;

1.14.Во уникнути ураження електричним струмом;

-не наближайтеся на відстань ближче 10 м до обірваних проводів, які лежать на землі;

-не торкайтеся до відкритих струмоведучих частин електроустаткування, клем, оголених проводів;

-не робите самовільних виправлень або підключень електропроводів і обладнання;

1.15. Розміщення і зберігання в машинному відділенні сторонніх прндметов, не пов'язаних з експлуатацією, забороняється.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Оглянути спецодяг і переконатися в її справності. Одягти спецодяг, застебнути її

на всі ґудзики, волосся прибрати під головний убір.

2.2. Перевірити своє робоче місце. Переконатися, що воно освітлено і не захаращене

сторонніми предметами.

2.3 .. Перевірити наявність і справність:

-Засобів пожежогасіння (вогнегасники, ящики з піском);

-переносного світильника, відповідного категорії приміщення;

-загородження електроприводів (муфт, ременів);

-наявність і справність заземлення компресорів, рессивера, двигунів, пускових пристроїв;

-манометри і запобіжних клапанів;

-витяжной і припливної вентиляції;

-запас масла і обтирального матеріалу;

2.4. Переконатися, що електрошафи закриті і замкнені на ключ.

2.5. Перевірити роботу телефонного зв'язку та аварійної сигналізації.

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1.Виполненіе робіт в машинних відділеннях і в холодильних камерах особами, не пов'язаними з технічним обслуговуванням аміачно-холодильної установки і експлуатацією камер (ремонт приміщення, фарбування), повинно проводитися після інструктажу і під наглядом лтца, відповідального за експлуатацію аміачно-холодильної установки.

3.2. За ступенем небезпеки ураження електричним струмом холодильні камери аміачно-холдільних установок відносяться до категорії приміщень з підвищеною небезпекою.

3.3. Аміачно-холодильні установки повинні бути укомплектовані КВП, приладами автоматічечкой захисту від небезпечних режимів роботи, запобіжними пристроями відповідно до вимог правил.

3.4.Система трубопроводів і судини аміачно-холодильних установок до пуску в роботу, періодично в процесі експлуатації м достроково піддаються технічному огляду.

3.5. Кількість аміаку в холодильних установках, розмішені в машинних приміщеннях, не обмежується.

3.7. Всі рушійні частини машини, а також машини, апарати і трубопроводи в місцях, де вони можуть піддаватися ударам, повинні бути огороджені.

3.8. Рівень освітленості в приміщеннях, де усановлени фреонові установки, повинен відповідати вимогам СНІП.

3.9. Температура в машинних приміщеннях повинна бути не нижче 16 град при непрацюючому обладнанні.

3.10. Припливна і витяжна вентиляція в машинних приміщеннях повинна бути примусовими з кратністю повітрообміну; припливна-не менше 3, витяжна - не менше 4.

3.11. У відділеннях аміачних компресорів щоб уникнути вибуху або пожежі не користуйтеся відкритим вогнем (сірниками, свічкою, запальничкою). У разі появи запаху аміаку в приміщенні надіньте протигаз, включіть вентиляцію і прийміть заходи по усуненню пропуску аміаку. Якщо не можете усунути пропуск аміаку своїми силами, скажіть начальнику зміни, викличте слюсаря, зробіть запис в журналі.

3.12. Слідкуйте за тиском в рессивера, не допускайте перевищення тиску, позначеного на табличці судини, один раз в зміну "підриває" запобіжний клапан, про це зробіть запис в журналі.

3.13. Своєчасно проводите продування вологомастиловідділювача від опадів.

3.14. При виявленні несправностей включите резервний компресор, вимкніть несправний і повинен майстру. Зробіть відповідний запис в журналі.

3.15. Експлуатація холодильних установок з несправними приладами захисту забороняється.

3.16 У приміщеннях, де знаходиться аміачно-холодильна установка, необхідно мати протигази марки А (кількість протигазів повинно відповідати числу робочих машинного приміщення), а також на випадок аварійного витоку аміаку з системи, для роботи в сильно загазованому приміщенні, не менше 2-х ізолюючих дихальних апаратів стиснутого типу АСВ

4.Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

4.1 При виявленні дії електроструму на корпусі обладнання і при раптовому припиненні подачі напруги відключити обладнення і вимкнути електрику.

4.2.Прі порушення герметичності аміачно-холодильної установки, відключити установку, для усунення несправності одягнути фільтруючий протигаз, (усувати несправність без протигаза забороняється) Довести до відома керівництво.

4.3. При виникненні пожежі вимкнути обладнання, повідомити в пожежну частину і керівництву, прийміть заходи по ліквідації пожежі первинними засобами пожежогасіння.

4.4. Щоб уникнути створення аварійної ситуації не включайте обладнання, робота на якому заборонена.

5. Вимоги безпеки після закінчення роботи

5.1. Привести в порядок робоче місце.

Пристосування і інструмент прибрати в спеціально відведене для цього місце. Промасленого ганчір'я, щоб уникнути самозаймання прибрати в металеву тару з кришкою.

5.2. Про всі мали місце недоліки повідомити майстру.

5.3. Зняти і прибрати в спеціально відведене місце (шафа) спецодяг.

5.4. Ретельно вимити руки і обличчя. По можливості прийняти душ.

5.5. Своєчасно ставте до відома адміністрацію і змінника про всі помічені недоліки в роботі обладнання, приладів та вжиті заходи. Зробіть відповідний запис в журналі.

6.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів об’єкта проектування і їх вплив на вибір конструкції, архітектурно-планувальних рішень і навколишнє середовище

Для аміачно-холодильної установки характерні наступні аварії: руйнування обладнання та комунікацій, що знаходяться під надлишковим тиском; вибух і згоряння аміачно-повітряної суміші при розгерметизації обладнання; поширення токсичної хмари аміаку, що утворюється в результаті викиду його із системи.

Аналіз аварій, що сталися на об’єктах хімічної небезпеки, дає змогу визначити їхні основні причини:

- порушення персоналом норм і правил виробничої та трудової дисципліни, своїх посадових обов’язків і правил з ремонту та експлуатації обладнання і систем;

- порушення норм технологічного режиму (в тому числі через відмову засобів контролю та управління), вихід заданих параметрів за допустимі регламентовані межі можливих змін, їх наближення до небезпечних граничних значень;

- розгерметизація технологічних систем;

- аварійна зупинка системи через несправність або з інших причин;

- виникнення на об’єкті будь-яких загорянь або вогнищ пожежі;

- зовнішній механічний вплив на елементи технологічної системи;

- природні небезпеки, акти саботажу (диверсії), небезпеки, пов’язані з рухом транспорту, а також з сусідніми виробництвами та об’єктами.

Під умовами праці розуміється сукупність факторів трудового процесу та виробничого середовища, в якій реалізується діяльність людини, що впливають на здоров'я і працездатність.

Під факторами трудового процесу маються на увазі основні його характеристики: важкість праці та напруженість праці. Важкість праці - характеристика трудового процесу, що відображає переважаючу навантаження

на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну та інші, що забезпечують його діяльність). Напруженість праці - характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуття, емоційну сферу працівника.

Під виробничою середовищем мається на увазі сукупність фізичних, хімічних, біологічних, психофізіологічних факторів на виробництві, впливають на людину. Всі ці фактори класифікуються як небезпечні та шкідливі.

Небезпечні виробничі фактори - ті, вплив яких на працівника призводить до травм, різкого погіршення здоров'я або до смерті.

Шкідливі виробничі фактори - ті, вплив яких на працівника може призвести до захворювання та зниження працездатності.

До фізичних небезпечних і шкідливих факторів відносяться:

- рухливі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання, пересуваються вироби (матеріали, заготовки);

- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;

- підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів, повітря робочої зони;

- підвищені рівні шуму, вібрації, ультразвуку, інфразвукових коливань;

- підвищений або знижений барометричний тиск і його різкі зміни;

- підвищена або знижена вологість, рухомість, іонізація повітря;

- підвищений рівень іонізуючих випромінювань, напруги в електромережі, статичної електрики, електромагнітних випромінювань, напруженості електричного і магнітного полів;

- відсутність або нестача природного світла, знижена контрастність, пряме і відбите блискотіння, підвищена пульсація світлового потоку;

- підвищені рівні ультрафіолетової та інфрачервоної радіації;

- гострі краї, шорсткість, задирки на поверхні заготовок, інструментів та обладнання;

- розташування робочого місця на значній висоті відносно землі (підлоги);

- невагомість.

До хімічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів належать хімічні речовини, які за характером дії на організм людини поділяються на токсичні, дратівливі, сенсибілізуючі, канцерогенні та мутагенні. Ці хімічні речовини впливають на репродуктивну функцію людини. За шляхами проникнення в організм людини вони поділяються на проникаючі через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірний покрив і слизові оболонки.

До біологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів належать патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, грибки, найпростіші) та продукти їх життєдіяльності, а також макроорганізми (рослини і тварини).

До психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносяться фізичні (статичні і динамічні) і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження).

6.2 Техніка безпеки при експлуатації холодильної установки

Вибухи при роботі компресорів можуть відбуватися внаслідок перевищення тиску стисненого повітря, підвищення його температури при стисненні та утворення вибухонебезпечних сумішей кисню з продуктами розкладу мастил, а також при порушенні вимог безпеки в процесі обслуговування, експлуатації та догляду за технічним станом компресорів. Вони призводять до руйнування обладнання, будівлі, а також можуть призвести до травмування обслуговуючого персоналу.

Холодильні установки небезпечні, тому що холодоагенти, які використовуються в них, можуть спричинити отруєння, а суміш холодоагента із повітрям може бути вибухонебезпечною.

Для безаварійної експлуатації компресорних і холодильних установок необхідно суворо дотримуватися правил безпеки.

Кожна компресорна установка повинна бути оснащена системою автоматики та контролю, арматурою, манометрами, запобіжними клапанами, термометрами і термопарами, контактними пристроями та іншими приладами контролю, що забезпечують її надійну і безаварійну роботу.

Вибухи та аварії холодильних установок інколи трапляються внаслідок гідравлічного удару, відмови запобіжних пристроїв і розриву нагнітального трубопроводу чи балонів з холодильним агентом та витоку холодоагента (аміаку або фреону) крізь нещільні з'єднання. Аміак утворює з повітрям вибухонебезпечну суміш, що особливо небезпечно при ремонтних роботах з відкритим полум'ям. Газоподібний аміак токсичний, його гранично допустима концентрація у повітрі робочої зони дорівнює 20 мг/м3. Рідкий аміак викликає тяжкі опіки шкіри та опіки очей, що може призвести до сліпоти.

Аміачні холодильні установки розміщують з дотриманням протипожежних норм. Машинне й апаратне відділення холодильних установок не слід з'єднувати проходом з виробничими приміщеннями. Вони обладнуються проточною вентиляцією з підігрівом повітря у холодний період року, яка забезпечує двократний повітрообмін, аварійною вентиляцію, аварійним освітленням та двома евакуаційними виходами.

6.3 Виробнича санітарія

Гігієнічна класифікація праці необхідна для оцінки конкретних умов та характеру праці на робочих місцях. На основі такої оцінки приймаються рішення, спрямовані на запобігання або максимальне обмеження впливу несприятливих виробничих факторів.

Оцінка умов праці проводиться на підставі «Гігієнічної класифікації умов праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого

середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Виходячи з принципів Гігієнічної класифікації, умови праці розподіляються на 4 класи:

1 клас – оптимальні умови праці – такі умови, при яких зберігаються лише здоров`я працюючих, а створюються передумови для підтримування високого рівня працездатності.

2 клас – допустимі умови праці – характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів для робочих місць, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни та не чинять несприятливого впливу на стан здоров`я працюючих і їх потомство в найближчому та віддаленому періодах.

3 клас – шкідливі умови праці – характеризуються наявністю шкідливих виробничих факторів, що перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працюючого та його потомство.

Шкідливі умови праці за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості змін в організмі працюючих поділяються на 4 ступені.

4 клас – небезпечні (екстремальні) – умови праці, що характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища, вплив яких протягом робочої зміни створює високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень, отруєнь, каліцтв, загрозу для життя.

Параметри мікроклімату справляють безпосередній вплив на самопочуття людини та його працездатності. Зниження температури за всіх інших однакових умов призводить до зростання тепловіддачі шляхом конвенції та випромінювання і може зумовити переохолодження організму.

Підвищення швидкості руху повітря погіршує самопочуття, оскільки сприяє підсиленню конвективного теплообміну та процесу тепловіддачі при випаровуванні поту.

При підвищенні температури повітря мають місце зворотні явища. Встановлено, що при температурі повітря понад 30 0С працездатність людини

починає падати. За такої високої температури та вологості практично все тепло, що виділяється, віддається у навколишнє середовище при випаровуванні поту. При підвищенні вологості не випаровується, а стікає краплинами з поверхні шкіри.

Недостатня вологість призводить до інтенсивного випаровування вилоги зі слизових оболонок, їх пересихання та розтріскування, збудження хвороботворними мікробами.

У машинному відділенні на видному місці повинні бути вивішені:

1) технологічна схема холодильної установки (ХУ) з пронумерованій запірною арматурою і коротким поясненням її функціонального призначення;

2) план розміщення основного холодильного устаткування, трубопроводів і отсечной запірної арматури;

3) режимна карта роботи ХУ;

4) інструкція по зупинці ХУ і діях при виникненні аварійної ситуації;

5) інструкція по дії персоналу при пожежі (для АХУ);

6) список посадових осіб та спецпідрозділів, які повинні бути негайно сповіщені про аварію або пожежу;

7) покажчики місцезнаходження засобів індивідуального захисту.

У машинному відділенні повинна бути аптечка загального призначення, що містить стерильні перев'язувальні матеріали; кровоспинні засоби; мазь Вишневського або пені цілліновую мазь; Двовуглекислий соду; темні захисні окуляри; дерев'яні лопатки для накладення мазі; нашатирний спирт і валеріанові краплі, амідопірин.

У протівоамміачной аптечці повинні бути 1-2% -ний розчин лимонної кислоти; 3% -ний розчин молочної кислоти; 2-4% -ний розчин борної кислоти, 1% -ний розчин новокаїну, кодеїн і спирт.

У протівохладоновой аптечці повинен бути нашатирний спирт (для дихання). Рекомендується мати балон з медичним киснем.

Як засоби індивідуального захисту від ураження аміаком можуть використовуватися протигази з фільтруючою коробкою типу КД, КД2, КДФ,

КД2Ф (колір коробок сірий з білою смугою; перші два захищають від суміші аміаку і гідриду сірки у вигляді туману, інші дві - від суміші аміаку і аерозолів); з фільтруючою коробкою типу К, К2, КФ, К2Ф (колір коробок зелений з білою смугою; перші два захищають від аміаку, інші дві - від аміаку, аерозолі); ізолюючий дихальний апарат стисненого повітря (можливе застосування ізолюючих протигазів ІП-4, ІП-45, ІП-4КМ); ізолюючий химзахисні костюм КИХ-4, КИХ-5, гумові рукавички.

Протигази типу КД (основні) зберігаються в шафі в машинному відділенні біля виходу. Запасні протигази зберігаються зовні машинного відділення в шафі поруч із вхідними дверима. Тут зберігаються запасні фільтруючі коробки протигазів.

У приміщеннях хладонових установок в заскленій шафі повинні знаходитися не менше двох пар гумових рукавичок і рукавиці, а також один ізолюючий протигаз ІП.

Вентиляція машинного і апаратного відділень аміачних холодильних установок повинна бути припливно-витяжної, примусової з наступними кратностями повітрообміну за 1 год: приплив - 2; витяжка - 4; аварійна витяжка - 11.

Вентиляція машинного і апаратного відділень хладонових установок (припливна і витяжна) повинна бути примусовою з кратністю повітрообміну за 1:00 не менше 3, а при аварії - не менше 5. Всмоктуючий пристрій витяжного вентилятора має бути розташоване на відстані 1,0-1,5 м від підлоги.

Освітлення в компресорному цеху комбіноване. Природне освітлення здійснюється через віконні отвори і КПО = 0,5%. Штучне освітлення здійснюється світильниками з лампами розжарювання та при загальному освітленні мінімальна освітленість повинна становити 200 лк для всіх світильників.

При комбінованому штучному освітленні (загальне і місцеве освітлення робочої поверхні) мінімальна освітленість їх повинна становити не менше 300 лк.

6.4 Протипожежні заходи

- Попередження пожеж від електроустановок

На виробництві велике значення має правильний вибір електрообладнання. З цією метою визначення класу вибухо - і пожежобезпеки повинно проводитися технологами спільно з енергетиками проектуючій або експлуатуючої організації. Біля входу в виробниче приміщення має бути напис із зазначенням його класу за вибуховою або пожежної небезпеки.

Всі електроустановки повинні бути захищені апаратами захисту від струмів короткого замикання та інших аварійних режимів, які можуть призвести до пожеж і загораниям. Плавкі вставки запобіжників повинні бути калібровані із зазначенням на клеймі номінального струму вставки. З'єднання, окінцювання та відгалуження жил проводів і кабелів щоб уникнути небезпечних у пожежному відношенні перехідних опорів необхідно здійснювати за допомогою обпресування, зварювання, паяння або спеціальних затискачів.

Переносні світильники повинні бути обладнані захисними скляними ковпаками і сітками. Конструкція світильників з дуговими ртутними лампами (ДРЛ) повинна виключати випадання з них ламп. Світильники з лампами розжарювання повинні мати суцільне силікатне скло, яке захищає лампу. Вони не повинні мати відбивачів і розсіювачів з горючих матеріалів.

У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу складських приміщень світильники з люмінесцентними лампами не повинні мати відбивачів і розсіювачів з горючих матеріалів.

Прокладання електричних проводів і кабелів транзитом через складські, виробничі та іншого призначення приміщення не допускається.

У виробничих і складських приміщеннях з наявністю горючих матеріалів, а також виробів в спаленної упаковці електричні світильники повинні мати закрите або захищене виконання (із скляними ковпаками). Освітлювальна

електромережа повинна бути змонтована так, щоб світильники не стикалися з дахом конструкціями будівель та горючими матеріалами.

При експлуатації електроустановок забороняється:

• використовувати електродвигуни та інше електрообладнання, поверхні якого при роботі нагріваються більш ніж на 40 °С порівняно з температурою навколишнього повітря;

• використовувати кабелі і проводи з пошкодженою ізоляцією і з ізоляцією, яка в процесі експлуатації втратила необхідні електроізоляційні властивості;

• залишати під напругою електричні проводи і кабелі з неізольованими кінцями;

• користуватися пошкодженими розетками, ответвительными та з'єднувальними коробками, рубильниками та іншими електроустановочними виробами.

При несправності в електромережах та электроаппаратуре, які можуть викликати іскріння, коротке замикання, перегрів ізоляції кабелів і проводів, необхідно прийняти заходи до відключення таких ділянок електромережі до приведення їх у пожежобезпечний стан.

У відповідності з ПУЕ вибір і встановлення електрообладнання проводять з урахуванням класифікації вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зон.

- Пожежна безпека при експлуатації аміачних холодильних установок

У приміщеннях, де експлуатуються аміачні холодильні установки, обов'язкова установка сигналізаторів витоку і аварійної концентрації парів аміаку в повітрі. Сигналізатор витоку повинні давати попереджувальний сигнал у приміщення постійного поста охорони і вмикати припливно-витяжну вентиляцію при концентрації аміаку вище 0,5-1,0 мг/л (0,07-0,14%).

При досягненні концентрації 1,5 мг/л (0,21%) сигналізатори аварійної концентрації повинні вимикати електроживлення всієї холодильної установки і

одночасно включати аварійну вентиляцію і світлозвуковусигналізацію в приміщенні постійного поста охорони і над входом в машинне відділення.

Число сигналізаторів (або датчиків) витоку повинно вибиратися з розрахунку одного приладу (датчика) не більше ніж на 75-100 м2 площі приміщення.

У кожному приміщенні має бути встановлено не менше двох незалежно діючих сигналізаторів аварійної концентрації.

Огороджувальні конструкції будівлі машинного і апаратного відділень повинні мати легкоскидні елементи (вікна, двері тощо) загальною площею не менше 0,03 м2 на 1 м3 об'єму будівлі. При цьому віконні плетіння повинні бути засклені звичайним віконним склом.

Електророзподільні пристрої та трансформаторні підстанції не допускається розміщувати безпосередньо в приміщеннях машинних і апаратних відділень.

Аварійний і витяжний вентилятори машинного і апаратного відділень повинні бути в іскробезпечним, а їх електродвигуни - у вибухозахищеному виконанні, припливні вентилятори - у звичайному, а їх електродвигуни - в закритому виконанні при розміщенні їх у вентиляційних камерах та встановлення на повітроводах зворотних клапанів. Приміщення вентиляційних камер машинного і апаратного відділень повинні бути відокремлені від вентиляційних камер, які обслуговують інші приміщення, і мати евакуаційні виходи назовні.

Приміщення машинного і апаратного відділень, а також існуючих підземних прохідних каналів і тунелів з аміачними трубопроводами та розподільної арматурою повинні мати аварійне освітлення від незалежного джерела (акумуляторні батареї). Воно повинно автоматично включатися при відключенні основного джерела освітлення.

Для місцевого освітлення при огляді, ремонті, чищенні і т. п. всередині апарату, судини, компресора і т. д. повинні застосовуватися світильники будь-якого вибухозахищеного виконання або рівня напруги не більш 12 Ст.

Біля основного входу в машинне відділення встановлюється пожежний щит з набором: вогнегасників-2, ящиків з піском - 1, азбестових полотен - 1, ломи - 2, сокир - 2, лопат - 2, металевих багров - 1.

7. Заходи щодо енергоефективності

Згідно з рекомендаціями наукових фахівців НААНУ до комплексу технічних заходів щодо зменшення споживання енергоресурсів бюджетними установами та організаціями належать :

- заміна вікон та утеплення приміщень;

- запровадження автономних систем електроопалення і водопідігріву акумуляційного типу;

- впровадження енергозберігаючих ламп освітлення;

- модернізація чи заміна систем опалення в адміністративних будівлях;

- встановлення приладів обліку теплової енергії, холодної і гарячої води та двотарифних лічильників електроенергії.

До організаційних заходів відноситься:

- раціональне використання енергоресурсів працівниками бюджетних установ;

- нормативно-правове забезпечення та фінансове стимулювання.

1. Вдосконалення теплоізоляції будівель

Покращити теплові характеристики приміщень і зменшити вихід тепла на вулицю можна зробити за рахунок утеплення стін, підвалу, покриття і перекриття будинку, утеплення/заміни вікон, утеплення/заміни вхідних дверей до будинку, переобладнання вентиляційної системи, оптимізації системи централізованого опалення тощо.

Всі ці та інші заходи входять до поняття термомодернізація будинку. Як результат термомодернізації будинку бюджетні установи та організації отримують не тільки більш комфортні умови для працівників, але й

зниження плати за комунальні послуги, продовження терміну експлуатації будинку. Якщо стіни суцільні, вони також можуть бути утеплені ззовні.

Загальна втрата тепла через вікна складає до 20 %, тому одним з кардинальних заходів є заміна вікон на багатокамерні склопакети.

В разі відсутності можливості для заміни вікон доцільно, як тимчасовий захід, використовуваптися ущільнення вікон. Для цього тріщини в стеклах і стики герметизують спеціальним клеєм для стекол – силіконом. Водонепроникний силіконовий герметик забезпечує повну герметизацію вікон. У місцях, де скло неплотно прилягає до рами, необхідно зробити латочки з шматочків скла і герметизувати водонепроникним силіконом. Далі, використовуючи насос або повітрозабірник, викачується повітря між герметичними стеклами, таким чином, без капітальних вкладень створюються подібність сучасного склопакета.

Доцільно установити тепловідбивні екрани, оскільки стіна за радіатором може нагріватися до 50оС. На практиці, тепловідбивним екраном може бути закріплений на стіні за радіатором лист фольги, який буде відбивати тепло в приміщення та підвищить ефективність обігріву кімнати.

2. Раціональне споживання електроенергії

В умовах зростання тарифів на електроенергію питання її економії, впровадження енергозберігаючих заходів (та відповідне зменшення витрат бюджетних коштів на оплату едектроенергії) бюджетними установами набуває дедалі більшої актуальності.

Енергозбереження передбачає раціональне використання енергоресурсів, шляхом отримання більшого обсягу корисної роботи електроприладів за рахунок тієї ж кількості електроенергії.

Розумне користування електроенергією дозволяє зменшити платежі за світло у 2-3 рази, або ж без додаткових витрат отримувати у 2-3 рази більше користі від власних електроприладів.

3. Модернізація систем теплопостачання

Одним з найпростіших заходів цього напрямку є заміна чавунних радіаторів на нові біметалічні радіатори, які об'єднують переваги сталевих і алюмінієвих радіаторів. Вони мають високу ефективність теплопередачі з максимальним запасом міцності. Завдяки физико-хімічним властивостям алюмінію радіатор здатний нагрівати повітря в приміщенні в 5 разів швидше, ніж звичайні радіатори. Біметалічні радіатори складаються з блоків по 2 або 3 секції, що зменшує кількість між секційних з'єднань, підвищує запас міцності і герметичності приладу. Контроль з'єднань проводять під тиском, що перевищує робочий тиск, що забезпечує гарантію якості збірки нагрівального приладу. Крім того, ці радіатори не піддаються дії води в процесі експлуатації і не іржавіють, як чавунні радіатори. Термін гарантійного використання – 15 років, що робить установку таких нагрівальних приладів справою досить вигідною.

Крім того, доцільно встановити термостатичний вентиль на радіатор, що дозволить регулювати кількість теплоносія, яка споживається.

4. Регулювання напруги за допомогою реле непріорітетних навантажень

У сучасних умовах, використання великої кількості електроприладів призводить до того, що навантаження на електричні мережі перевищують нормативні вимоги у декілька разів. Це викликає перевантаження або короткі замикання в електричній мережі. Використання існуючих застарілих норм монтажу внутрішньої електропроводки позбавляє, по-перше, можливості встановити сучасне захисне устаткування для електромереж, по-друге, користуватися сучасною побутовою технікою, що підвищує комфорт при одночасній економії електроенергії. Але вихід з положення, що створилося, є. Можна провести реконструкцію електричних розподільних мереж, збільшивши їх потужність. Реле непріорітетних навантажень дозволяє споживачеві збільшувати у використанні кількість побутових електроприладів, не створюючи навантаження на електричні мережі. Принцип дії даного реле досить простий. В разі використання електроприладів, сумарна потужність яких перевищує нормативну, один або декілька приладів, підключених як

непріорітетниє, відключаються. Наприклад, в пріоритет виділяються прилади першої необхідності, куди також відносяться розетки, використовувані для живлення лабораторного обладнання, комп'ютера і тому подібне. А інші прилади будуть автоматично відключаться і підключаться, завдяки чому навантаження на електромережі не перевищать допустимих норм.

Іншим заходом регулювання енергоспоживання є обладнання світильників в під'їзді й на сходових прольотах бюджетних установ сенсорами руху, що дозволить їх використовувати (включати освітлення) лише за призначенням.

Вартість приладів для регулювання завантаження у декількаа разів менше, порівняно з вартістю реконструкції електричних мереж, та значно менше вартості використовуваних електроприладів.

5. Встановлення обладнання, що працює на твердому біопаливі.

Використання твердого біопалива для роботи котелень, забезпечують опалення та гаряче водопостачання приміщень бюджетних установ, розташованих у сільській місцевості доцільна за умови наявності місцевих ресурсів біопалива (соломи, тирси, торфу).

8. Економічна частина

Таблиця 8.1 Вихідні дані

№	*Показники*	*Найменування, кількість*
1	Найменування об’єкту	Склад для кондитерської сировини на 1500 т
2	Площа будівлі компресорного цеху ($м^2$)	135 $м^2$
3	Площа холодильних камер ($м^2$)	970 $м^2$
4	Місткість холодильника, т/добу	1500 т/добу
5	Кількість робочих часів на рік	5400
6	Кількість змін праці	3
7	Ступінь автоматизації	*повна / часткова*
8	Система охолодження	*безпосередня/розсільна/змішана*
9	Наявність градирні	Є
10	Холодильний агент	R717 Аміак

11	Витрати холодильного агенту за рік на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності	2,8
12	Тип мастила	*синтетичне / мінеральне*
13	Витрати мастила на 1 компресор, кг	10 кг
14	Річні витрати солі, кг/м^3	-
15	Тарифні ставки робочих, грн.	30 грн
16	Ціна 1 т холодильного агенту, грн.	24000 грн/т
17	Ціна 1 т машинного мастила, грн.	35000 грн/т
18	Ціна 1 т умовного палива, грн.	6000
19	Ціна 1 т солі, грн.	-
20	Ціна 1 кВТ електроенергії, грн.	2
21	Ціна 1 м^3 води на побутові потреби, грн.	15
22	Ціна 1 м^3 виробничої води, грн.	10

На основі свого варіанту завдання і сучасних розцінок на ресурси заповнити таблиці 8.1, 8.2.

Таблиця 8.2 Технічна характеристика обладнання

№	*Перелік обладнання*	*Марка*	*Кількість*	*Холодопродуктивність, кВт*	*Номінальна потужність, кВт*	*Температура кипіння хладоагенту*
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
1	Компресор одноступеневий	А-40-7-2	1	22	22	-30
2	Компресор двоступеневий	NF-812	1	70	55	-10
3	Конденсатор	ALFA-LAVAL M20	1		15	

4	Циркуляційний ресивер	AS-ND-0,64	2			
5	Лінійний ресивер	0,4 РВ	1			
6	Дренажний ресивер	AS-0,75	1			
7	Насос аміачний	HRP 5050	3		10	
8	Повітроохолоджувач	CUBE-CD8063CI-HT	4		50	
9	Повітроохолоджувач	CUBE-CD4563CI-HT	2		20	
10	Маслозбирач	150 СМ	1			
11	Мастиловіддільник	50 МА	1			
12	Промсосуд	40 ПС	1			
13	Градирня		1			

8.1 Розрахунок капітальних вкладень

Потреби в розрахунках на вартість будівництва немає, тому що проект-модернізація, який передбачає заміну обладнання.

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню См, грн, розраховується за формулою:

$$Соб. = Цоб. * Коб. \quad (8.1)$$

де: Цоб. – ціна одиниці обладнання, грн;

Коб. – кількість даного найменування обладнання, шт.

Загальна вартість капіталовкладень на будівлю і обладнання компресорного цеху Кв, грн, розраховується за формулою:

$$Кв = Сзагоб = 1543300 \quad (8.2)$$

де: Сзагоб – загальна вартість обладнання, грн.

Розрахунки заносимо в таблицю 8.3.

Таблиця 8.3 Загальна вартість обладнання

№	*Найменування обладнання*	*Кількість, шт*	*Ціна за одиницю обладнання, грн.*	*Сумарна вартість, грн*
1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	Компресор одноступеневий А-40-7-2	1	30000	30000
2	Компресор двоступеневий NF-812	1	50000	50000
3	Повітроохолоджувач CUBE-CD8063CI-HT	4	140000	560000

4	Повітроохолоджувач CUBE-CD4563CI-HT	2	95000	190000
4	Циркуляційний ресивер AS-ND-0,64	2	20000	40000
5	Лінійний ресивер 0,4 РВ	1	14000	14000
6	Насос аміачний HRP 5050	3	20000	60000
7	Дренажний ресивер AS-0,75	1	15000	15000
8	Конденсатор Alfa-Laval M20	1	150000	160000
9	Маслозбирач 150 СМ	1	6000	6000
10	Градирня вентиляторна	1	25000	25000
11	**Разом сумарна вартість обладнання**			**1150000**
12	Вартість іншого обладнання (10%)			115000
13	**Разом розрахункова вартість обладнання**			**1265000**
14	Витрати на упаковку та транспортування (7%)			88550
15	Витрати на монтаж (15%)			189750
16	**Загальна вартість обладнання ($C_{заг}^{об}$)**			**1543300**

8.1.1 Розрахунок кількості виробленого холоду за рік

Кількість виробленого холоду Qст, тис. кДж, розраховується за формулою:

Qст1 = Qо * Кшт. * Кп * 19440тис.кДж = 70 * 1 * 0,76 * 19440тис =

= 1034208тис.кДж (1.3)

Qст2 = Qо * Кшт. * Кп * 19440тис.кДж = 22 * 1 * 1,8 * 19440тис =

=769824тис.кДж

Qст = Qст1 + Qст2 = 1034208 + 769824 = 1804032тис.кДж

де: Qо – розрахункова погодинна холодопродуктивність одного компресора, кВт;

Кп – коефіцієнт перекладу із робочих умов в стандартні (див. додаток 2);

Кшт. – кількість компресорів однієї холодопродуктивності, шт.;

19440 кДж – коефіцієнт споживання компресора за рік (див. додаток 7).

8.2 Розрахунок цехових витрат за рік.

8.2.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

У витрати на допоміжні матеріали включаються витрати на холодоагент, мастило та сіль.

а) Розрахунок потреби у холодоагенті Gx, т:

$$G_x = A\sum Q_o * k_p / 1000 = 2{,}8 * (70 + 22) * 1{,}2 / 1000 = 0{,}31m \quad (8.4)$$

де: А- витрати аміаку (фреону) на 1 кВт холодопродуктивності, кг;

ΣQ о – сумарна погодинна холодопродуктивність компресорів, кВт;

kp – коефіцієнт витрат холодоагенту при ремонтних роботах (k=1,2).

б) Розрахунок витрат на холодоагент Сх, грн:

Сх = Gx * Zx * Кт = 0,31*24000*1,04= 7737,6 грн (8.5)

де: Zx – ціна 1 т холодоагенту, грн;

Кт – коефіцієнт транспортних витрат (Кт =1,04).

в) Розрахунок потреби у мастилі:

Gм= Σ (mi*Кшті*ni)*kp/1000=((10*1*2)+(10*1*2))*1,3/1000=0,052 (8.6)

де: mi – витрата мастила на поповнення системи на 1 компресор (див. Явнель;10кг) ;

Кшті – кількість компресорів однієї групи з відповідною витратою мастила, шт.;

ni – кількість разів заміни мастила у рік; (1 – 2рази)

kp – коефіцієнт витрат мастила на ремонтних роботах (k = 1,3).

г) Розрахунок витрат на мастило :

См = Gм * Zм * Кт = 0,052*35000*1,04=1892,8 (8.7)

де:Zм – ціна 1т мастила, грн;

Кт – коефіцієнт транспортних витрат (Кт =1,04)

Таблиця 8.4 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	***Умовні значення***	***Сума. грн***	***Примітка***
Поповнення системи холодоагентом	$С_{х.а}$	7737,6 грн	
Змащувальні мастила	$С_м$	1892,8 грн	
Разом:	-	9630,4 грн	
Інші витрати (5%)	-	481,52 грн	

Усього:	-	10111,92 грн	

8.2.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Річне споживання електроенергії W,кВт / годин, розраховується за формулою:

$$W = Wh * Куст * Кв.об * Чрік$$

де: Wh – номінальна потужність, кВт;

Куст - кількість устаткування цього виду обладнання, шт.;

Кв.об - коефіцієнт використання обладнання (таблиця 8.5);

Чрік – річний час праці обладнання, годин(таблиця 8.5)

Розрахунок заноситься в таблицю.

Таблиця 8.5 Розрахунок споживання силової енергії

№ з/п	*Споживачі електроенергії*	*Тип, марка обладнання*	*Номінальна потужність, кВт*	*Коефіцієнт використання обладнання*	*Кількість устаткування*	*Фонд робочого часу, годин*	*Загальна потреба в електроенергії, кВт/ годин*
1.	Компресор одноступеневий	А-40-7-2	22 кВт	0,8	1	5400	95040 кВт/год
2.	Компресор двоступеневий	NF-812	55 кВт	0,8	1	5400	237600 кВт/год
3.	Повітроохолоджувач	CUBE-CD8063CI-HT	50 кВт	0,8	4	3000	480000 кВт/год
4.	Повітроохолоджувач	CUBE-CD4563CI-HT	20 кВт	0,8	2	3000	96000 кВт/год
5.	Конденсатор	Alfa-Laval M20	15 кВт	0,8	1	5400	64800 кВт/год
6.	Аміачний насос	HRP 5050	5 кВт	0,8	3	5000	60000 кВт/год
Всього:							1033440 кВт/год

Витрати на силову електроенергію Cw, грн, розраховуємо за формулою:

$$Cw = Wз * Zw = 1033440*2=2066880 \text{ грн} \quad (8.8)$$

де: Zw – середня ціна за 1 кВт/ годину електроенергії, грн.(додаток 15)

8.2.3 Розрахунок витрат на воду для виробничих цілей

Річне споживання води Gв., м3/рік, розраховується за формулою:

Gв. = qв * Qст = 0,005*1804032= 9020,16 м3 (8.9)

де: qв – питомі витрати води, м3 / тис. кДж (додаток 9);

Qст – розрахункова виробітка холоду, тис. кДж.

Витрати води на охолоджуючі пристрої при зворотному водопостачанні Gзв, м3/рік, розраховуються за формулою:

Gзв = Gв * 0,15 = 9020,16*0,15=1353,024 м3 (8.10)

де 0,15 – коефіцієнт поповнення.

Вартість води на охолодження компресорів і конденсаторів Св, грн, розраховується за формулою:

Св = Gзв * Zв = 1353,024*10=13530,24 грн (8.11)

де: Zв – ціна 1м2 води, грн.(додаток 15).

8.2.4 Розрахунок річного фонду заробітної платні виробничого персоналу компресорного цеху

Чисельність машиністів та слюсарів в цілому для холодильної установки Чзаг, людей, розраховується за формулою:

$$Ч_{заг} = ч_{бр} * \sum Ч_i \quad (8.12)$$

Чзаг(М)=2*2,08=4людей

Чзаг(С)=2*0,26= 1 людина

де: Чбр – число бригад при 3 – х змінній роботі;

Чі – норматив чисельності по кожній групі холодильних компресорів, які диференційовані за холодопродуктивністю.

Нормативи чисельності Чі по кожній групі розраховуються за формулою:

Чі = Чр * Кі * Кбі (8.13)

де: Чр – норматив чисельності на 1 компресор (додаток 10);

Кі – кількість компресорів цієї групи, шт.;

Кбі – поправочний коефіцієнт зниження нормативів чисельності компресорів у групі (додаток 12).

Розрахунки заносимо в таблицю:

Таблиця 8.6 Розрахунок нормативної чисельності машиністів і слюсарів

Холодо-продуктивність Компресору, кВт	*Конструктивні особливості*	*Холодильний агент*	*Ступінь автоматизації*	*Нормативна чисельність на 1 компресор*		*Кількість компресорів, шт*	*Поправочний Коефіцієнт*	*Розрахункова чисельність*	
				Маш	*Слюс*			*Маш*	*Слюс*
22 кВт		R717	Повна	0,8	0,1	1	1	0,9	0,1
70 кВт		R717	Повна	0,8	0,1	1	1	0,9	0,1
Разом:								1,8	0,2

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу Тф, грн, розраховується за формулою:

$$Тф = Тс * Еф * К \quad (8.14)$$

де: Тс – годинна тарифна ставка, грн;

Еф – ефективний фонд робочого часу, годин;

К – кількість людей даного розряду.

Ефективний фонд робочого часу розраховується за формулою:

$$Еф = (Д - Н)р=(365-125)*8=1920$$

де: Д – календарний фонд часу за рік (365 днів),

Н – кількість днів неявки на роботу з різних причин (вихідні, відпустка та інше), дні,

р – тривалість робочого дня, години.

Основні фонди заробітної плати Оф, грн, розраховуються за формулою:

$$Оф = Тф + \Sigma Д \quad (8.15)$$

де: Тф – тарифний фонд зарплати, грн;

Σ Д – сума усіх доплат, грн.(таблиця 8.8).

Додатковий фонд заробітної плати Дф, грн, розраховуємо за формулою:

$$Дф = (Тф * d) / 100 \quad (8.16)$$

де: d – процент додаткового фонду

Річний фонд Рф, грн, розраховується за формулою:

$$Рф = Оф + Дф \quad (8.17)$$

Нарахування на річний фонд заробітної плати Вс, грн, виконуються за формулою:

$$Вс = (Рф * р) / 100 \quad (8.18)$$

де: р – процент нарахувань на річний фонд.

Розрахунки заносимо в таблицю 8.7.

Таблиця 8.7 Розрахунок річного фонду заробітної плати виробничого персоналу

Найменування професії	Розряд	Чисельність людей	Ефективний фонд робочого часу, годин	Годинна тарифна ставка, гривень	**Тарифний фонд зарплати, гривень**	***Доплати, гривень***				Основний фонд зарплати, гривень	Додатковий фонд зарплати 8%	**Річний фонд зарплати, гривень**	***Нарахування, (ЄСВ) 22%, гривень***
						За умови праці 10%	За відпустку 7%	За інше 1%	За нічний час 25%				
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
Машиніст	4	4	1920	30	230400								
Слюсар	4	1	1920	30	57600								

Разом		5			288000	123840	411840	230400	434880	95673,6

8.2.5 Розрахунок річного фонду заробітної плати цехового персоналу

Тарифний фонд заробітної плати цехового персоналу Тф, грн, розраховується за формулою:

$$Тф = Т * t * п \quad (8.19)$$

де: Т – встановлений місячний оклад, грн;

n – кількість працюючих, які мають цей оклад, людей;

t – період праці, місяців,(11).

Чисельність працівників цехового персоналу розраховується в залежності від ємкості холодильника (дивиться додаток 13).

Таблиця 8.8 Розрахунок річного фонду заробітної плати цехового персоналу

Найменування посади	Кількість людей	Річний фонд часу, місяців	Місячний оклад, гривень	**Тарифний фонд зарплати, гривень**	***Доплати 18%, гривень***			**Основний фонд зарплати, гривень**	Додатковий фонд зарплати, гривень (8%)	**Річний фонд зарплати, гривень**	***Нарахування (ЄСВ) 22%, гривень***
					За умови праці, 10%	За відпустку, 7%	Інше 1%				
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**			**7**	**8**	**9**	**10**
Начальник цеху	1	12	8000	96000							
Механік	2	12	6000	144000							
Прибиральниця	1	12	4200	50400							
Слюсар-монтер	1	12	6000	72000							
Акумуляторщик	1	12	6000	72000							

Черговый слюсар	1	12	6000	72000					
Разом	7	12	42200	506400	91152	597552	40512	638064	140374

8.2.6 Розрахунок суми амортизації обладнання та будівлі компресорного цеху

Сума амортизації Азаг, грн, розраховується за формулою:

$$Азаг = Аоб + Абд = 138897 + 0 = 138897 \text{ грн} \quad (8.20)$$

де: Аоб – сума амортизації обладнання, грн;

Абд – сума амортизації будівлі компресорного цеху, грн.

Сума амортизації обладнання Аоб, грн, розраховується за формулою:

$$A_{об} = \frac{C_{заг}^{об} - Слікв.}{T} = \frac{1543300 - 154330}{10} = 138897 грн \quad (8.21)$$

де: Сзагоб – загальна вартість обладнання, грн;

Слікв.об. – ліквідаційна вартість обладнання, грн.;

Т – корисний строк використання обладнання (додаток 14).

Витрати на поточний ремонт Пр, грн, **розраховуються** за формулою:

$$Пр. = Азаг * 0,5 = 138897 * 0,5 = 69448,5 \text{ грн} \quad (8.22)$$

8.2.7 Розрахунок витрат по охороні праці

Витрати по охороні праці Сох. пр, грн, розраховуються за формулою:

$$Сох. пр = Вох. пр * Чпвп = 1000*12=12000 \text{ грн} \quad (8.23)$$

де: Вох. пр – витрати на охорону праці на одного працюючого промислово-виробничого персоналу, грн. (додаток 14);

Чпвп - чисельність промислово- виробничого персоналу, людей.

8.2.8 Розрахунок витрат на утримання обладнання

Витрати на утримання обладнання Су. об, грн, розраховуються за формулою:

$$C_{у.об.} = \frac{C_{заг}^{об} * 1,5}{100} = \frac{1543300 * 1,5}{100} = 23150 \quad (8.24)$$

1,5 – коефіцієнт витрат на огляд і ремонт обладнання.

8.2.9 Розрахунок витрат на утримання будівлі компресорного цеху

Витрати на утримання будівлі компресорного цеху містять в собі витрати на **паливо, енергію та воду** на господарсько – побутові цілі.

1. Річна потреба палива на опалення будівлі Gt, тонн, розраховується за формулою:

$$G_t = \frac{T * V * t}{k_T * 1000 * j_k} = \frac{20 * 135 * 4000}{29400 * 1000 * 0,75} = 0,49m \quad (8.25)$$

де: Т – нормативні витрати тепла на 1м2 будівлі компресорного цеху, ккал/годину;

V – об'єм будівлі компресорного цеху, м2;

t – час опалювального сезону, годин;

kt – теплотворна спроможність умовного палива, ккал; (Дивись додаток 16)

jk – КПД котельної.

Річна потреба умовного палива на підігрів води на господарсько – побутові потреби Gg, тонн, розраховується за формулою:

$$G_g = \frac{g * n * Ч_{пвп}}{1000} = \frac{0,5 * 100 * 12}{1000} = 0,6m \quad (8.26)$$

де: g – нормативні витрати умовного палива на 1 помивку, кг. (дод. 16);

n – кількість помивок у рік, шт (90-100);

Чпвп – чисельність промислово- виробничого персоналу, людей.

Загальні потреба палива Gзаг, тонн, розраховуються за формулою:

$$Gзаг = Gt + Gg = 0,49+0,6=1,09 \text{ т} \quad (8.27)$$

Витрати на паливо СП, грн, розраховуються за формулою:

$$СП = Gзаг * ZП * Кт = 1,09*6000*1,04=6801,6 \text{ грн} \quad (8.28)$$

де: ZП – ціна 1т умовного палива, грн. (додаток 15);

Кт – коефіцієнт, який враховує транспортні витрати (Кт = 1,04).

2. Річна потреба в електроенергії для освітлення будівлі компресорного цеху Qw, кВт, розраховується за формулою:

$$Q_w = \frac{q_w * S * T_{осв}}{1000} = \frac{11*135*4700}{1000} = 6979,5 \text{ грн} \quad (8.29)$$

де: qw – нормативні витрати електроенергії на 1м2 площі компресорного цеху, кВт

(qw = 11 Вт/годину);

S – площа компресорного цеху, м2;

Тосв – час освітлення, годин (додаток 16).

Витрати на освітлення компресорного цеху Сосв, грн, розраховуються за формулою:

$$Сосв = Qw * Zw = 6979,5*2.45=13959 \text{ грн} \quad (8.30)$$

де: Qw – розрахункова потреба в електроенергії на освітлення, кВт;

Zw – ціна 1 кВт електроенергії, грн.(додаток 15).

3.Розрахунок потреби води на господарсько – побутові ціні виконуємо у таблиці 8.9.

Таблиця 8.9. Розрахунок потреби води на господарсько – побутові цілі.

№	*Найменування*	*Дійсний фонд робочого часу, днів (на 1 людину)*	*Норма витрати води на добу, м³(на 1 людину)*	*Чисельність персоналу, чоловік*	*Загальні річні витрати води, м³*
1	Господарсько – побутові цілі	230 днів	0,15	12	414
2	Душова	230 днів	0,04	5	46
	Разом:				***$Q_{ВП}$ =460***

Витрати на воду для господарсько – побутових цілей Свп, грн., розраховуються за формулою:

$$Свп = Qвп * Zвп = 414*15=6210 \text{ грн} \quad (8.31)$$

де: Qв.п. – річні витрати води на господарсько – побутові цілі, м3;

Zв.п. – ціна 1м3 водопровідної (питної) води, грн. (додаток 15).

Узагальнимо витрати на утримання будівлі компресорного цеху в таблиці 8.10.

Таблиця 8.10. Зведений розрахунок витрат на утримання будівлі цеху.

№	*Найменування витрат*	*Умовне позначення*	*Сума, грн..*
1	Витрати на паливо	$C_П$	6801,6
2	Витрати на освітлення	$C_{осв}$	13959
3	Витрати на воду для господарсько-побутових цілей	$C_{ВП}$	6210
	Разом:	$C_{у. бд.}$	26970,6

Витрати на утримання будівлі та обладнання компресорного цеху Сбд, грн, розраховуються за формулою:

$$Сбд = Су. об. + Су. бд. = 23150 + 26970,6 = 50120,6 \text{ грн} \quad (8.32)$$

8.2.10 Розрахунок цехових витрат компресорного цеху

Узагальнимо показники розділу 8.4 цієї методики, тобто цехові витрати.

Для розрахунку цехових витрат компресорного цеху складаємо кошторис, який заносимо у таблицю 8.11.

Таблиця 8.11. Цехові витрати компресорного цеху.

№	*Статті витрат*	*Сума, гривень*
1	Заробітна плата цехового персоналу (табл.1.8, кол.9)	638064
2	Нарахування на зарплату цехового персоналу (табл. 1.8, кол.10)	140374
3	Амортизація будівлі та обладнання (формула 1.25)	138897
4	Поточний ремонт будівлі та обладнання (формула 1.28)	69448,5
5	Охорона праці (формула 1.29)	12000
6	Знос малоцінного та швидкозношуваного інвентарю	----
7	Утримання будівлі та обладнання (формула 1.38)	50120,6

8	Раціоналізація та винахідництво (додаток 17)	800
9	Всього	1049704,1
10	Інші витрати (0,5 % від суми попередніх статей витрат)	5248,5
	Разом витрат ($С_{цех.}$):	1054952,6

8.3 Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

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

Спочатку необхідно знайти загальну цехову собівартість, для цього заповнюємо стовбець 3 таблиці 8.12. Потім річну суму витрат по кожній статті (стовбець 3) ділимо на річну виробітку холоду (Q ст.. заг. , формула 8.5), і таким чином знаходимо суму витрат по кожній статті на виробітку одиниці холоду (стовбець 4, таблиця 8.12).

Усі розрахунки заносяться у таблицю 8.12.

Таблиця 8.12. Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж).

№	*Статті витрат*	*Сума витрат, гривень*	
		На річну виробітку	*На одиницю холоду*
1	**2**	**3**	**4**
1	Допоміжні матеріали (таблиця 8.4)	10111,92	
2	Заробітна плата виробничих працівників (таблиця 8.7, стовбець 13)	434880	
3	Нарахування на заробітну плату (таблиця 8.7, стовбець 14)	95673,6	
4	Електроенергія силова (формула 8.8)	2066880	
5	Вода виробнича (формула 8.11)	13530,24	
6	Цехові витрати (таблиця 8.11)	1054952,6	
	Разом цехова собівартість ($С_{ст..заг.}$)	3676028,36	

Собівартість одиниці холоду Сст. заг. 1000кДж, розраховується за формулою:

$$C_{ст.заг.1000кДж} = \frac{C_{ст.заг}}{Q_{ст.заг.}} = \frac{3676028{,}36}{1804032} = 2{,}04 \qquad (8.33)$$

де: Сст. заг. – загальна цехова собівартість, грн;

Qст. заг. – річна виробітка холоду, тис. кДж.

8.4 Розрахунок економічної ефективності проекту

Розрахунок економічної ефективності – це заключний розділ роботи. Цей розрахунок дозволяє визначити техніко-економічну ефективність проекту.

Приймаємо термін окупності 2 роки, тоді очікуваний річний прибуток складе:

$$П_р = \frac{К_в}{2} = \frac{1543300}{2} = 771650грн$$

Визначимо частку прибутку, що припадає на охолодження 1т продукції:

МХр = МХд * 360 = 1500 * 360 = 540000 тон/рік

$$П_1 = \frac{П_р}{МХ_р} = \frac{771650}{540000} = 1{,}4грн$$

Визначимо частку витрат, що припадають на охолодження 1т продукції:

$$С_1 = \frac{С_{ст.заг}}{МХ_р} = \frac{3676028{,}36}{540000} = 6{,}8грн$$

Вартість охолодження 1т продукції складе:

В1 = П1 + С1 = 1,4 + 6,8 = 8,2 грн

Визначимо рентабельність проекту:

$$Р = \frac{П_р}{С_{ст.заг}} * 100\% = \frac{771650}{3676028{,}36} * 100\% = 21\%$$

8.5 Основні техніко-економічні показники проекту

Показники проекту заносимо в таблицю 8.13.

Таблиця 1.13. Основні техніко-економічні показники проекту

№	*Показники*	*Одиниці виміру*	*Кількість*
1	Місткість холодильника	тонн/добу	1500
2	Річна холодопродуктивність	тис. кДж	1804032
3	Тип холодильної установки	-	аміачна
4	Кількість компресорів	штук	2
5	Капітальні вкладення	гривень	1543300

6	Річне споживання електроенергії	кВт/годин	1033440
7	Собівартість 1000 кДж холоду	гривень	2,04
8	Термін окупності проекту	років	2

8.6 Шляхи зниження собівартості холоду

В результаті виконання роботи було визначено, що капітальні вкладення складають 1543300 грн, а собівартість 1000 кДж холоду 2,04 грн. річне споживання складає 1033440 кВт/год.

З кошторисних витрат видно, що найбільшу питому вагу має витрата на електроенергію. Проект можна зробити більш ефективним завдяки використанню альтернативних джерел електроенергії.

Таблиця 8.14. Кошторис витрат.

№	*Найменування*	*Сума, гривень*	*Питома вага, %*
1	Допоміжні матеріали	10111,92	0,275
2	Заробітна плата виробничих працівників	434880	11,83
3	Відчислення від заробітної плати	95673,6	2,6
4	Електроенергія силова	2066880	56,225
5	Вода виробнича	13530,24	0,37
6	Цехові витрати	1054952,6	28,7
	Разом:	3676028,36	100

9. Висновки

Збір дощової води

• Зберігання та охолодження: Дощова вода може бути зібрана в резервуарах та охолоджена за рахунок нічного охолодження або контакту з холодною поверхнею. Після охолодження воду можна використовувати у системах водяного охолодження.

• Випарне охолодження: Вода застосовується для створення ефекту випарного охолодження, де зниження температури відбувається за рахунок випаровування рідини.

Переваги використання природних опадів

• Економія енергії: використання природного холоду дозволяє знизити витрати на електрику.

• Екологічність: Зменшується вуглецевий слід завдяки мінімізації використання холодильних агрегатів.

• Довговічність системи: Менше навантаження на обладнання збільшує термін служби.

Енергоефективність будь-якої холодильної установки значною мірою також залежить від правильного вибору огороджуючих конструкцій (теплоізоляії). Тому ретельне слідкування за ринком енергозберігаючих товарів, а головне застосування нового менш енергоємкого обладнання, яке разом з цим не поступається старому в продуктивності значно зменшить енерговитрати на підприємстві.

Я обрав темою дипломного проекту розрахунок та вибір основного та допоміжного обладнання для складу на 1500 т фруктів, який знаходиться в м.Дніпро. За години проектування я ознайомився з посібниками, каталогами та іншими допоміжними засобами, які мені допомогли розробити дипломний проект.

У розрахунковій частині виконано розрахунок площі холодильника, вибрано тип ізоляції та її розрахунок, виконали тепловий розрахунок.

Спроектована аміачна холодильна установка на дві температури кипіння. В якості холодильного агента застосували фреон R717a.

У технологічній частині розглянуто принцип роботи холодильної установки. Схема автоматизована.

Установка економічно вигідна, так як термін окупності – 2 роки.

10. Література

1. Явнель Б.К. Курсове та дипломне проектування холодильних установок та систем кондиціювання повітря. – М. Агропромиздат. – 264
2. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи та економічної частини дипломного проекту з дисципліни «Економіка енергетики» для студентів спеціальності 5.05060403 «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок» денної і заочної форми навчання. –2014.
3. Холодильні установки. Проектування / И.Г. Чумак, В.П. Чепуренко, А.Е. Лагутин и др. – Одесса: Рефпринтинфо, 2005. – 479 с.
4. Г.К. Мнацаканов. Особливості визначення теплового навантаження. Холод. 2005. №2. с. 33-35.
5. Холодильні установки / І.Г. Чумак, В.П. Чепуренко, С.Ю. Ларяновський та інш. – Одеса: Рефпринтінфо, 2006. – 560 с.
6. Желєзний В.П. Холодоагенти, їхні властивості і застосування. – Холод, 2005, №2, с.10-15, №3, с. 14-20.
7. Рафал Флоре, Степан Решевський. Мастила у холодильних та кліматичних установках. Холод, 2006, №1, с. 22-25, №2, с.20-24.
8. Проблеми виробу холодильних агентів. Холод, 2007, 2007, с. 24-27.
9. Желєзний В.П., Проценко Д.О. Компресорні мастила для холодильних машин. Холод, 2004, №1, с. 10-13, №2, с.16-21.

10. Чернецький А.М. Холодильно-компресорні машини і установки: Навчальний посібник для курсового та дипломного проектування, 2009.
11. Оніщенко В.П. Холодоносії.-Холод, 2005, № 5, с.26-31.
12. Г.К. Мнацаканов. Особливості визначення теплового навантаження. Холод. 2005. № 2 с. 33-35.
13. Руцкой А.В. Холодильна техніка та технології, М. ИНФРА-М, 2000.
14. Примак Т.О. Економіка піддриємства: Навч. посіб. -К: Вікар, 2003.
15. Б.А. 2.4-4-2009 «Основні вимоги до проектної та робочої документації».
16. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 Будівлі підприємств. Параметри.
17. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення.
18. ДБН А.3.1-5-2009 організація будівельного виробництва.
19. ДБН В.2.5-28:2006. Природне і штучне освітлення.
20. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель.
21. ДБН В.1.2-7-2008. Пожежна безпека.
22. ДСТУП –П OHSAS 18001: 2006 Системи управління безпекою та гігієною праці. Вимоги.
23. EN 378 1-4 Холодильне обладнання та теплові насоси: вимоги по техніці безпеки та впливу на навколишнє середовище.
24. EN 13480 Металеві промислові трубопроводи.
25. Європейський стандарт EN 378: Холодильне обладнання та теплові насоси.
26. Економіка підприємства /За заг. ред. С.Ф. Покропивного. - К.: Вид-во КНЕУ, 2000.
27. Бондар Н.М. Економіка підприємства. – К.: А.С.К., 2005. - 400 с.
28. Бойчик І. М., Харів П.С., Хопчан М.І., Піча Ю.В. Економіка підприємства. – Київ:"Каравела"; Львів: "Новий світ", 2001.
29. Примак Т.О. Економіка підприємства: Навч. посіб. – К.: Вікар, 2003.
30. Макаровська Т. П., Бондар Н.М. Економіка підприємства. – К.: МАУП, 2003.

31.Проблеми вибору холодильних агентів. Холод, 2007, №2, с. 24-27.
32.Форс Пирсон. Как повысить энергетическую эффективность холодильного оборудования. Холодильний бизнес, 2004, № 7, с. 43-47.
33.ДСТУ Б.А.2.4-4-99 «Основні вимоги до проектної та технічної документації»
34.Бойко М.М. «Монтаж ремонт та технічне обслуговування холодильних установок» - Харків: Компанія СМІТ, 2004. – 512.
35.Холодильні установки І.Г. Чумака. – Одеса «рефпринтінфо» 2006.