

**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»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Сергій Блаженко _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2023р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Валентин Петренко _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2023р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності _____ 142 «Енергетичне машинобудування» _____
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми _____ холодительні техніка та технології _____

на тему: Проект холодильника овочесховища місткістю 200 т з
одноступеневою холодильною машиною в м.Житомир.

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ХМ-4-9н

_____ Ляшенко Ілля Дмитрович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник _____ Масліков М.М. _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2023р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) _____ ННІТІ імені акад. І.С. Гулого _____
Кафедра _____ теплоенергетики та холодильної техніки _____
Освітній ступінь _____ бакалавр _____
Спеціальність _____ 142 «Енергетичне машинобудування» _____
(код і назва)
Освітньо-професійна програма _____ Холодильні техніка та технології _____
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри _____ **ТЕХТ** _____

_____ Валентин ПЕТРЕНКО _____

_____ "17" квітня 2023 року _____

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

_____ Ляшенка Іллі Дмитровича _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодильника овочесховища місткістю 200 т з
одноступеневою холодильною машиною в м.Житомир.

керівник роботи доц., к.т.н., Масліков М.М.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "14" квітня 2023 року №233-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 07 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Тип продукції що зберігається: овочі. Тип
холодоагенту R404 фреон. Тип ситсеми-централізована, насосно-
циркуляційна.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) 1. Вступ, 2. Розділи холодильної частини проекту, 3. Охорона
праці, 3. Економічна частина, 4. Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу

1). Розріз конденсатора.

2). Схема трубопроводів

3). Схема холодильника

Анотація

Проект овочесховища місткістю 200 т з одноступеневим холодильником у Житомирі має на меті розробку та встановлення ефективної холодильної системи для забезпечення оптимальних умов зберігання овочів. Проект передбачає вибір відповідних промислових холодильників відповідно до кількості овочів, а також компресорів та допоміжного обладнання для забезпечення ефективної роботи системи.

Також будуть проведені теплові розрахунки для забезпечення оптимальної тепловіддачі та постійної температури в овочесховищі. Крім того, будуть розглянуті питання охорони праці та безпеки, а також проведені економічні розрахунки для визначення вартості проекту та його економічної ефективності.

Ключові слова: промислові холодильники, вибір компресора, допоміжне обладнання, теплові розрахунки, охорона праці, економічні розрахунки, R404, зберігання овочів.

Зміст

1 Вступ.....	6
2 Технологічна схема холодильного оброблення продукції.....	9
3. Вихідні дані для проектування.....	16
4 Визначення числа і розмірів холодильної камери . Планування холодильника.....	17
5. Вибір будівельних конструкцій та ізолюючих матеріалів.....	22
6. Розрахунок ізоляції.....	24
7 Тепловий розрахунок холодильних камер	26
8. Вибір системи охолодження і типу холодильної установки.....	35
9 Розрахунок і підбір основного обладнання	36
10 Розрахунок і підбір допоміжного обладнання.....	45
11 Складання і опис схеми холодильної установки	48
12. Охорона праці	50
13. Економічний розрахунок	59
14 Література	73

<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>		
<i>Розроб.</i>		Ляшенко І.Д.			<i>Проект холодильника овочесховища місткістю 200 т з одноступеневою холодильною машиною в м.Житомир</i>							
<i>Перевір.</i>		Масліков М.М								2	72	
<i>Реценз.</i>								НУХТ гр. ХМ-4-9н				
<i>Н. Контр.</i>												
<i>Затверд.</i>		Петренко В.П										

Вступ

Сучасний стан технічних питань, на які спрямований проект "Проектування овочесховища на 200 т з одноступінчастим охолодженням в м. Житомир", полягає в розробці та застосуванні передових технологій в галузі холодильних систем для зберігання овочевої продукції. Дослідження в цій галузі спрямовані на підвищення якості зберігання овочів, зменшення втрат продукції та підвищення ефективності роботи холодильного обладнання.

Одним з основних напрямків досліджень є вибір найбільш підходящих промислових чиллерів і компресорів, здатних забезпечити необхідні волого-температурні умови для зберігання овочів. Іншою метою досліджень є розробка теплових розрахунків для забезпечення оптимальної тепловіддачі та стабільних умов зберігання відповідно до характеристик овочів.

До уваги також беруться питання охорони здоров'я та безпеки, захисту навколишнього середовища та сталого розвитку. Дослідження також включає економічні розрахунки для визначення витрат на проект та оцінки його економічної ефективності.

Таким чином, сучасний стан технічних питань, на які спрямований проект "Проектування овочесховища на 200 тонн з одноступінчастим охолодженням в м. Житомир", полягає в застосуванні передових технологій в галузі холодильних систем для зберігання овочів з акцентом на ефективність, якість зберігання, охорону праці та безпеку, а також економічну ефективність.

Дослідження в галузі холодильних систем для зберігання овочів спрямовані на вирішення низки технічних проблем та вдосконалення в наступних напрямках

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. енергоефективність: Зменшення споживання енергії є однією з основних цілей поточних досліджень. Розробляються методи підвищення ефективності холодильних систем та оптимізації енергоспоживання.

2. забезпечення якості зберігання: Овочі потребують оптимальних умов зберігання з точки зору температури, вологості та рівня газів. Розробляються технології, що забезпечують тривале зберігання овочів без шкоди для їхньої якості.

3. оптимізація процесів: Оптимізація охолодження, зберігання та розміщення овочів у холодильних системах також вивчається. Це включає розробку нових конструкцій, режимів охолодження та систем контролю параметрів.

4. охорона праці та безпека: Робота з холодильними системами вимагає дотримання правил охорони праці та техніки безпеки. Ці дослідження спрямовані на виявлення потенційних небезпек і розробку заходів безпеки для запобігання нещасним випадкам і забезпечення безпечних умов праці.

5. економічні розрахунки: розробка холодильних систем також включає в себе економічні аспекти. Дослідження проводяться для визначення ефективності та прибутковості проекту і встановлення оптимальних параметрів економічної життєздатності.

Таким чином, сучасний стан технічних проблем, на які спрямований проект "Проектування овочесховища на 200 т з одноступінчастим охолодженням в м. Житомир", полягає в пошуку передових рішень в області холодильних систем для забезпечення оптимальних умов зберігання овочів, енергоефективності, охорони здоров'я та безпеки праці, а також економічної ефективності. Він повинен бути включений до Це

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дослідження спрямоване на розробку нових технологій, матеріалів і методів, які допоможуть поліпшити якість зберігання овочів і забезпечити ефективну роботу холодильних систем.

										Арк.
										8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

2. Технологічна схема холодильного оброблення продукції

Методи та режими охолодження фруктів і овочів

Ефективність попереднього охолодження продукції значною мірою залежить від способу та режиму попереднього охолодження. Залежно від виду і сорту фруктів і овочів, а також конкретних умов їх вирощування, методи і режими попереднього охолодження можуть відрізнятися.

Для попереднього охолодження фруктів застосовуються різноманітні методи, такі як охолодження повітряним потоком, охолодження крижаною водою через зрошування або занурення, обсипання снігом, вакуумне охолодження за допомогою спеціальних вакуумних охолоджувачів і комбіноване охолодження. Якщо говорити про швидкість охолодження, то найбільш ефективним методом є вакуумне охолодження, після нього слідує гідроохолодження, обсипання снігом і повітряне охолодження. Проте найпоширенішим методом, що використовується в сучасній практиці, є повітряне охолодження з використанням різних варіантів його застосування.

Повітряне охолодження фруктів і овочів здійснюється наступними методами:

у стандартних холодильних камерах, де швидкість вітру становить приблизно 1-1,5 м/с і циркуляція повітря має помірну швидкість 30-40 об'ємів на годину,

у камерах попереднього охолодження тунельного типу та інших сховищах при відносно високій швидкості вітру (3-4 м/с) і високій швидкості циркуляції повітря (60-100 об'ємів на годину); та

Системи централізованого повітряного охолодження з високою швидкістю вітру (до 5 м/с) і високою швидкістю циркуляції повітря (до 150 одиниць/год)

Відмінності у післязбиральному дозріванні та затримці старіння між фруктами та ягодами відіграють важливу роль у регулюванні попереднього

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охолодження. Затримка дозрівання спостерігається більшою мірою у ягід, ніж у фруктів. Інтенсивність дихання значно знижується, але попередньо охолоджені плоди накопичують менше неорганічного фосфору, що свідчить про більш значне зниження енергетичної активності дихання. Вміст протопектину в плодах після попереднього охолодження зменшується повільніше, ніж у свіжих, а розм'якшення тканин затримується. Вміст органічних кислот також зменшується, що призводить до повільнішого накопичення барвних речовин і повільнішого зростання цукрово-кислотного індексу.

Важливим фактором у технологіях попереднього охолодження є час між збором врожаю і початком охолодження. Більшість ягід, фруктів і овочів слід охолоджувати якомога швидше після збору врожаю. Стиглі помідори слід охолодити протягом 1-4 годин після збору, оскільки втрати будуть в 1,5-2 рази більшими. Швидкість охолодження має значний вплив на втрату ваги та товарний вигляд. Продукти мають кращий термін зберігання при швидкому охолодженні.

Якщо немає спеціальної шафи для попереднього охолодження, це можна зробити, використовуючи внутрішню частину наявного холодильника. Протягом 1-2 днів після збору врожаю, залежно від виду, температуру продукту слід знизити до $-1,1^{\circ}\text{C}$. Інтенсифікуючи процес, повітряне охолодження можна скоротити до 16-80 хвилин, а гідроохолодження ще більше прискорює процес.

Попереднє охолодження овочів відбувається як перед транспортуванням, так і перед зберіганням. Більшість овочів виділяють значну кількість тепла під час дихання і тому потребують швидкого охолодження. Залежно від методу охолодження, час охолодження може варіюватися від декількох хвилин до декількох годин або навіть днів.

Перед короткостроковим або довгостроковим зберіганням овочі охолоджують повітрям у спеціальних холодильних камерах або тунелях до температури $2-15^{\circ}\text{C}$, залежно від особливостей овочевої культури. Час

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охолодження варіюється від 3-5 хвилин до 80-100 хвилин і більше. Швидке зниження температури сприяє збільшенню терміну зберігання овочевого продукту. Стручкова квасоля та огірки охолоджуються і зберігаються при температурі 5-9°C протягом 20 днів і 9 днів відповідно. Цвітна капуста може зберігатися при 0°C протягом 30-40 днів, а болгарський перець при температурі 2°C - до 35 днів.

Метод охолодження овочів повітрям залежить від двох факторів: їхнього стану зрілості та призначення.

Для недозрілих томатів рекомендується більш повільне зниження температури до 8°C яка відбувається протягом 96 годин, а після цього, під час зберігання, періодично підвищувати температуру до 20°C два-три рази протягом трьох днів.

Для стиглих плодів, ефективним є швидке зниження температури до 0°C, що призводить до зменшення втрат сухої речовини втричі і сприяє збереженню на 4-7 днів.

Виходячи з досвіду транспортування швидкопсувних продуктів, Міжнародна асоціація рефрижераторів розробила загальні рекомендації щодо температурного режиму для овочевої продукції, яка завантажується в рефрижераторні транспортні засоби. Наприклад, огірки перед транспортуванням повинні бути охолоджені до 10-15°C, перець - до 7-10°C, дині - до 4-10°C, капуста - до 0-8°C, зелень - до 0-10°C.

Для оптимізації процесу попереднього охолодження регулюється вологість повітря: 85-90%, що зменшує втрату ваги овочів і забезпечує їх тривале зберігання. Підвищення вологості до 98-100% під час охолодження та зберігання позитивно впливає на збереження моркви, ріпи, турнепсу, буряка, пастернаку, цвітної та брюссельської капусти. Це може зменшити втрату ваги, зберегти ніжність тканин, а в деяких випадках зменшити виділення мікроорганізмами ферментів, що розщеплюють пектин, і сповільнити розм'якшення тканин. Підтримання високої відносної вологості при постійній температурі запобігає замерзанню та утворенню

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конденсату на поверхні овочів, значно подовжуючи термін їх зберігання. Поєднання високої відносної вологості та покращеного газового середовища може збільшити вихід стандартної продукції на 10-30%. Підтримка високої відносної вологості особливо важлива для охолодження та зберігання зелених і листових овочів. Сніг або покриття овочів лускатим льодом є ефективним способом захисту овочів під час короткочасного транспортування. Це допомагає підтримувати високу вологість за відсутності більш досконаlih засобів і швидко охолоджувати продукцію.

Деякі овочі (наприклад, моркву, капусту) охолоджують до температури 0-5°C, щоб зменшити втрату ваги і швидше охолодити (3-30 хвилин). Час охолодження залежить від типу продукту, початкової та кінцевої температури і методу гідроохолодження. Найчастіше використовується метод зрошення, коли продукт у контейнерах переміщується по конвеєру в тунелі і зрошується холодною водою під тиском з розпилювальних форсунок. У воду додають консерванти, щоб запобігти розвитку фітопатогенних мікроорганізмів в умовах високої вологості.

Вакуумне випаровування може бути використане для охолодження овочів з великою площею поверхні. Цей метод передбачає розпорошення охолоджуючої рідини на поверхню овочів, після чого вона випаровується за допомогою вакуумного середовища.

Процес вакуумного випаровування дозволяє швидко випарувати рідину з поверхні овочів, що призводить до відбирання тепла та охолодження продукту. Застосування вакууму забезпечує зниження точки кипіння рідини, що дозволяє випаровуванню відбуватись при нижчих температурах.

Цей метод особливо ефективний для охолодження овочів з великою площею поверхні, таких як листові зелені овочі або розрізані овочі.

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вакуумне випаровування дозволяє швидко та рівномірно охолодити ці продукти, забезпечуючи збереження їхньої свіжості та якості.

Застосування вакуумної обробки обмежується тим, що видаляється не тільки водяна пара, а й газів, які мають значний вплив на перебіг біохімічних і фізіологічних процесів у тканинах. При цьому легка вакуумна обробка лише покращує газообмін, тим самим затримуючи дозрівання. З іншого боку, багаторазове швидке вакуумування прискорює біохімічні процеси. Основним фактором у цьому випадку є раптове підвищення тиску (розрядка вакууму), що спричиняє мікро пошкодження тканини, стимулює ранову реакцію і таким чином прискорює дозрівання.

При комбінованому охолодженні продукт спочатку охолоджується у вакуумі до температури 10-15°C, а потім охолоджується повітрям у холодильній камері. Це дозволяє швидко зняти теплове навантаження під час початкового періоду охолодження.

Вакуумне охолодження використовується в промислових масштабах в інших країнах для охолодження грибів, листових овочів і салату.

Оптимальні умови зберігання овочів і фруктів

Оптимальні умови зберігання фруктів та овочів включають температуру, вологість, рівень газів та освітлення. Дотримання цих умов є важливим для збереження якості продукції, запобігання втраті поживних речовин та подовження терміну зберігання. Нижче наведені оптимальні умови для деяких типових фруктів і овочів:

Овочі:

- **зелень (салат, шпинат, петрушка):** температура 0-2°C, вологість: 95-100%, рівень газів: низький CO₂, високий O₂.
- **Капуста, броколі, кольрабі** Температура 0-2°C, вологість: 90-95%, рівень газів: низький CO₂, високий O₂.
- **Морква, картопля** Температура 0-4°C, вологість: 90-95%, рівень газів: низький CO₂, високий O₂.

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- Цибуля, часник Температура 0-4°C, вологість: 65-70%, вміст газів: низький CO₂, високий O₂.
- Томати Температура 10-13°C, вологість: 85-90%, вміст газів: низький рівень CO₂, високий рівень O₂.

Фрукти:

- Яблука, груші Температура 0-4°C, вологість: 90-95%, рівень газів: низький CO₂, високий O₂.
- Цитрусові (апельсин, лимон, лайм): температура 4-10°C, вологість: 85-90%, вміст газів: низький CO₂, високий O₂.
- Банан: температура 13-15°C, вологість: 85-90%, вміст газів: низький CO₂, високий O₂.
- Ківі Температура 0-2°C, вологість: 85-90%, рівень газу: низький CO₂, високий O₂.
- Виноград Температура 0-2°C, вологість: 85-90%, рівень газу: низький CO₂, високий O₂.

Ці умови можуть відрізнятися для різних видів фруктів і овочів. Для забезпечення оптимальних умов зберігання в промислових масштабах важливо враховувати ряд факторів, таких як холодильна техніка, контроль вологості, регулювання рівня газів і використання відповідних систем управління.

Додатково до оптимальних умов зберігання овочів і фруктів, важливими факторами є правильне управління етиленом, світлом і вентиляцією.

- Етилен: деякі фрукти та овочі виділяють газ етилен, який може прискорити старіння та псування інших фруктів. Контроль рівня етилену в холодильнику та використання фільтрів для його поглинання може допомогти зберегти свіжість і термін зберігання.

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- . Світло: деякі фрукти та овочі особливо чутливі до світла, і високий рівень освітленості може прискорити їх псування. Зберігання їх у темних або малоосвітлених місцях допоможе зберегти їхню якість та поживну цінність.
- Провітрювання: хороша вентиляція в холодильниках і овочесховищах допомагає зберігати продукти свіжими, забезпечуючи рівномірну температуру і вологість, запобігаючи утворенню конденсату і поширенню бактерій.

Сучасні дослідження у сфері зберігання фруктів та овочів зосереджені на розробці нових пакувальних матеріалів, покращенні атмосфери зберігання, методах обробки поверхні для запобігання псуванню та гниттю, а також ефективних системах моніторингу та контролю параметрів зберігання.

Ці напрямки досліджень мають на меті максимізувати термін зберігання фруктів та овочів, зменшити втрати продуктів харчування та підвищити їхню якість і безпеку.

						Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Вихідні дані для проектування

Середньорічна температура $t_{ср.р.} = 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Зовнішня температура $t_3 = 31 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Камера №1

Умовна місткість $M_k = 100 \text{ т}$

Температура надходження $t_{надх.} = +5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Температура зберігання $t_{зб.} = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Відносна вологість $\phi = 95 \text{ \%}$

Технологія зберігання

Продукт овочі

Камера №2

Умовна місткість $M_k = 100 \text{ т}$

Температура надходження $t_{надх.} = +5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Температура зберігання $t_{зб.} = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Відносна вологість $\phi = 95 \text{ \%}$

Технологія зберігання

Продукт овочі

Камера №3

Вантажообіг $M_{\partial} = 20 \text{ т/добу}$

Температура надходження $t_{надх.} = +25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Температура випуску $t_{вих} = +5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Час циклу $\tau_{ц} = 24 \text{ години}$

Відносна вологість $\phi = 95 \text{ \%}$

Технологія охолодження

Продукт овочі

									Арк.
									16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

4. Визначення числа і розмірів холодильних камер. Планування холодильника

2.1 Будівельна площа камери зберігання F^p_z визначається за формулою:

$$F^p_z = \frac{M_k}{q_v \cdot h \cdot \beta_F}; M^2 \quad (2.1)$$

де M_k - місткість камери, т;

q_v - норма навантаження на 1 м³ об'єму камери, т/м³ ;

h - вантажна висота штабелю, м;

β_F - коефіцієнт використання площі камери ([1] с. 39).

$$F^p_z = \frac{100}{0,35 \cdot 3,5 \cdot 0,75} = 108 M^2$$

2.2 Будівельна площа камер термічної обробки F^p_T визначається за формулою:

$$F^p_T = \frac{M_o \tau}{q_F 24}; M^2 \quad (2.2)$$

де τ - час холодильної обробки, год. ([2] с. 7-8);

q_F - норма завантаження на 1 м² будівельної площі камери, т/м² ([1] с. 39).

$$F^p_T = \frac{20 \cdot 24}{0,1 \cdot 24} = 200 M^2$$

2.3 Приймаємо стандартну сітку колон 6х12 м.

Число будівельних прямокутників n_p , для камери зберігання визначається за формулою:

$$n_p = \frac{F^p}{f}, \quad (2.3)$$

де f - будівельна площа прямокутника, м²:

$$f = 6 \cdot 12 = 72 M^2$$

						Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_p = \frac{108}{72} = 1,5 \approx 2$$

Приймається дійсне число прямокутників $n_d = 2$ та визначається дійсна площа F_d :

$$F_d = n_d \cdot f = 2 \cdot 72 = 144 \text{ м}^2$$

2.4 Будівельна площа експедиції $F^p_{сек}$ для камери зберігання визначається за формулою:

$$F^p_{сек} = \frac{0,5M_d}{0,35}; \text{м}^2 \quad (2.4)$$

де M_d - добова видача вантажу, т/добу;

0,35 - норма навантаження на 1 м² будівельної площі.

$$F^p_{сек} = \frac{0,5M_d}{0,35} = \frac{0,5 \cdot 16}{0,35} = 23 \text{ м}^2$$

2.5 Будівельна площа камер холодильника $\Sigma F^p_{хол}$ визначається за формулою:

$$\Sigma F^p_{хол} = \Sigma F^p_3 + \Sigma F^p_T; \text{м}^2 \quad (2.5)$$

де ΣF^p_3 - будівельна площа камер зберігання вантажів м²;

ΣF^p_T - будівельна площа камер термічної обробки, м²

$$\Sigma F^p_{хол} = \Sigma F^p_3 + \Sigma F^p_T = 2 \cdot 108 + 200 = 416 \text{ м}^2$$

2.6 Допоміжна площа холодильника $F^p_{доп}$ визначається за формулою:

$$F^p_{доп} = (0,2 \div 0,4) \Sigma F^p_{хол}; \text{м}^2 \quad (2.6)$$

$$F^p_{доп} = (0,2 \div 0,4) \Sigma F^p_{хол} = 0,2 \cdot 416 = 83 \text{ м}^2$$

2.7 Будівельна площа машинного відділення $F^p_{маш}$ визначається за формулою:

$$F^p_{маш} = (0,1 \div 0,2) \Sigma F^p_{хол}; \text{м}^2 \quad (2.7)$$

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F^p_{\text{маш}} = (0,1 \div 0,2) \Sigma F^p_{\text{хол}} = 0,1 \cdot 416 = 42 \text{ м}^2$$

2.8 Будівельна площа службового приміщення $F^p_{\text{сл}}$ визначається за формулою:

$$F^p_{\text{сл}} = (0,1 \div 0,2) \Sigma F^p_{\text{хол}}; \text{м}^2 \quad (2.8)$$

$$F^p_{\text{сл}} = (0,1 \div 0,2) \Sigma F^p_{\text{хол}} = 0,1 \cdot 416 = 42 \text{ м}^2$$

2.9 Дійсна будівельна площа холодильника в контурі ізоляції $F^\partial_{\text{к.із}}$ визначається за формулою:

$$F^\partial_{\text{к.із}} = \Sigma F^p_{\text{хол}} + F^\partial_{\text{екс}} + F^\partial_{\text{доп}}; \text{м}^2 \quad (2.9)$$

$$F^\partial_{\text{к.із}} = \Sigma F^p_{\text{хол}} + F^\partial_{\text{екс}} + F^\partial_{\text{доп}} = 416 + 72 + 144 = 632 \text{ м}^2$$

2.10 Дійсна загальна площа холодильника F^∂ визначається за формулою:

$$F^\partial = F^\partial_{\text{к.із}} + F^\partial_{\text{маш}} + F^\partial_{\text{сл}}; \text{м}^2 \quad (2.10)$$

$$F^\partial = F^\partial_{\text{к.із}} + F^\partial_{\text{маш}} + F^\partial_{\text{сл}} = 632 + 72 + 72 = 776 \text{ м}^2$$

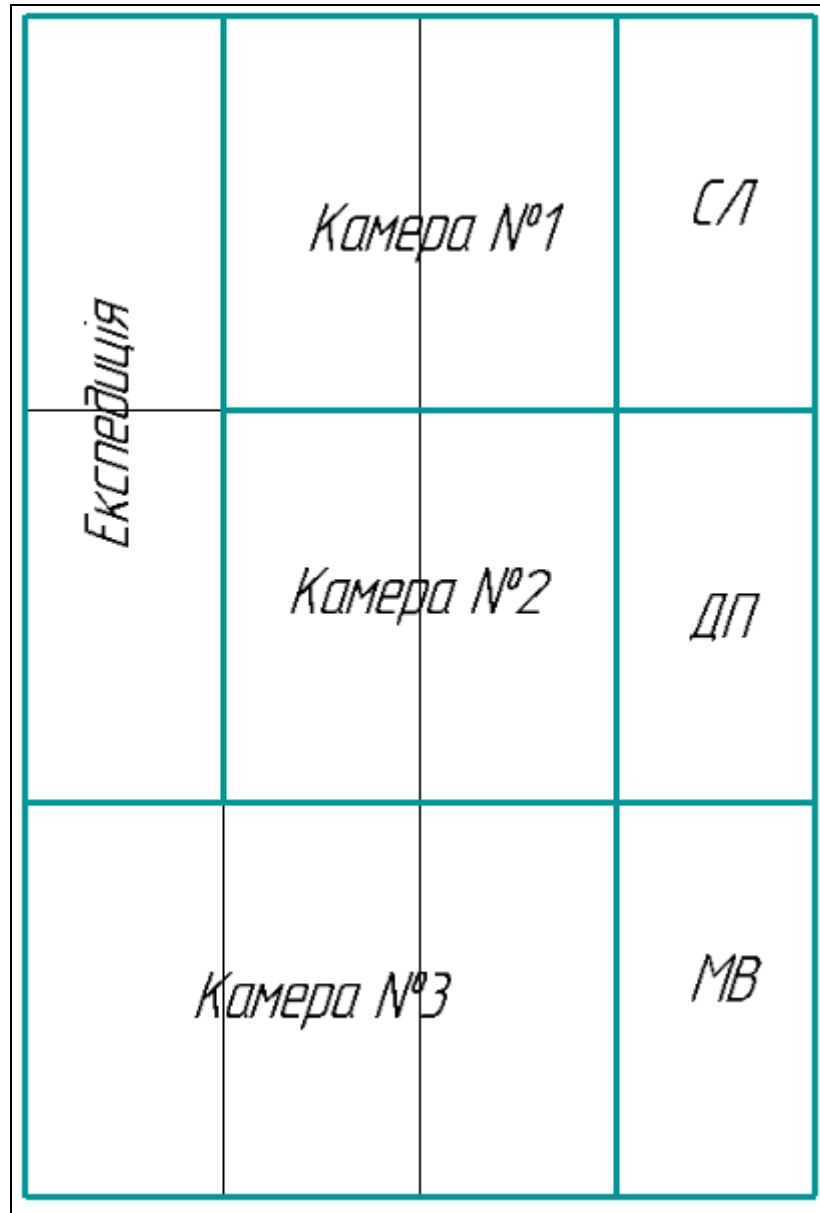
Всі розрахунки заносяться до таблиці 2.1

						Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1

Назва камер	Добове нарахування вантажу	Час збереження продукту	Ємкість камери	Норма завантаження на 1 м^3	Норма завантаження на 1 м^2	Коефіцієнт використання площі	Висота штабелю вантажу	Площа прямокутника	Розрахункова площа камери	Розрахункове число прямокутників	Дійсне число прямокутників	Дійсна площа камер
	M_d т/доб	$t_{доб}$ (год)	M_k т	q_v т/м ³	q_f т/м ²	β_F	h м	f м ²	F_p м ²	n_p	n_d	F_d м ²
Камера холодильної обробки	20	24	20	-	0,1	0,75	3,5	72	200	2,8	3	216
Камера зберігання	8	-	100	0,35	-	0,75	3,5	72	108	1,5	2	144
Камера зберігання	8	-	100	0,35	-	0,75	3,5	72	108	1,5	2	144
Експедиція	-	-	-	-	-	-	-	72	23	0,3	1	72
Допоміжні приміщення	-	-	-	-	-	-	-	72	95	1,3	2	144
Машинне відділення	-	-	-	-	-	-	-	72	47	0,7	1	72
Службові приміщення	-	-	-	-	-	-	-	72	47	0,7	1	72
Площа холодильника в контурі ізоляції	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	632
Загальна площа холодильника	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	776

Планування холодильника представлено на малюнку 2.1.



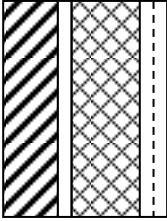
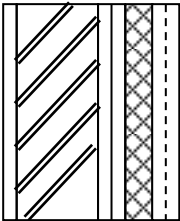
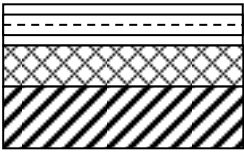
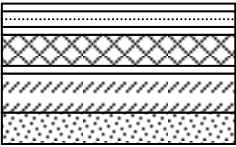
Мал. 2.1 Планування холодильника

МВ – машинне відділення

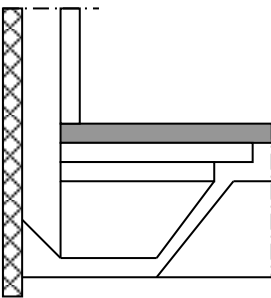
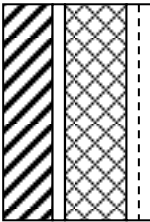
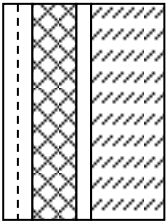
СП – службове приміщення

ДП – допоміжне приміщення

5 Вибір будівельних конструкцій та ізолюючих матеріалів

Найменування і конструкція огорожень	Найменування і матеріал шару	На шару $\delta_i, \text{м}$	Коеф. теплопровідності $\lambda_i, \text{Вт/мК}$	Тепловий опір $R_i, \text{м}^2\text{К/Вт}$
<p>Зовнішня стінова панель</p> 	<ol style="list-style-type: none"> Штукатурка складним розчином по метал. сітці Теплоізоляція ПСБ-С Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці Зовнішній шар з важкого бетону 	<p>0,02</p> <p>треба визнач.</p> <p>0,004</p> <p>0,140</p>	<p>0,98</p> <p>0,05</p> <p>0,30</p> <p>1,86</p>	<p>0,020</p> <p>треба визнач.</p> <p>0,013</p> <p>0,075</p> <p style="text-align: right;">$\Sigma=0,108$</p>
<p>Зовнішня стіна (з цегли)</p> 	<ol style="list-style-type: none"> Штукатурка складним розчином по метал. сітці Теплоізоляція ПСБ-С Пароізоляція - 2шару гідроізола на бітумній мастиці Штукатурка цементно-піщана Кладка цегляна на цементному розчині Штукатурка складним розчином 	<p>0,02</p> <p>треба визнач.</p> <p>0,004</p> <p>0,20</p> <p>0,500</p> <p>0,020</p>	<p>0,98</p> <p>0,05</p> <p>0,30</p> <p>0,93</p> <p>0,81</p> <p>0,93</p>	<p>0,020</p> <p>треба визнач.</p> <p>0,013</p> <p>0,022</p> <p>0,469</p> <p>0,022</p> <p style="text-align: right;">$\Sigma=0,546$</p>
<p>Покриття охолоджуваних приміщень</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 5 шарів гідроізола на бітумній мастиці Стяжка з бетону по метал. сітці Пароізоляція (шар пергаміну) Плитна теплоізоляція ПСБ-С Залізобетонна плита покриття 	<p>0,012</p> <p>0,040</p> <p>0,001</p> <p>треба визнач.</p> <p>0,035</p>	<p>0,3</p> <p>1,86</p> <p>0,15</p> <p>0,05</p> <p>2,04</p>	<p>0,040</p> <p>0,022</p> <p>не врах. треба визнач.</p> <p>0,017</p> <p style="text-align: right;">$\Sigma=0,079$</p>
<p>Підлога камер схову</p> 	<ol style="list-style-type: none"> Монолітне бетонне покриття з важкого бетону Армобетона стяжка Пароізоляція (1шар пергаміну) Плитна теплоізоляція ПСБ-С Цементно-піщаний розчин Ущільнений пісок Бетонна підготовка з електор нагрівальним устроєм 	<p>0,040</p> <p>0,080</p> <p>0,001</p> <p>треба визнач.</p> <p>0,025</p> <p>1,35</p> <p>—</p>	<p>1,86</p> <p>1,86</p> <p>0,15</p> <p>0,05</p> <p>0,98</p> <p>0,58</p> <p>—</p>	<p>0,022</p> <p>0,043</p> <p>не врах.</p> <p>треба визнач.</p> <p>0,026</p> <p>2,338</p> <p>—</p> <p style="text-align: right;">$\Sigma=2,43$</p>

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	22

Найменування і конструкція огорожень	Найменування і матеріал шару	На шару $\delta_i, \text{м}$	Коеф. теплопровідності $\lambda_i, \text{Вт/мК}$	Тепловий опір $R_i, \text{м}^2\text{К/Вт}$
<p>Підлога охолоджувальних приміщень</p> <p>$t_{\text{кам}} \geq 0$</p> 	1. Монолітне бетонне покриття з важкого бетону	0,050	1,86	0,027
	2. Армобетонна стяжка	0,080	1,86	0,043
	3. Керамзитобетонна стяжка.	0,001	0,15	не врах.
	4. Засипний теплоізоляційний матеріал (керамзитовий гравій)	треба визнач.	0,13	треба визнач.
	5. Насипний ґрунт	—	—	—
	6. Бетонна підготовка М100	0,100	2,04	не врах.
	7. Ґрунт основи	—	—	—
<p>Перегородка між камерами</p> 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	2. Теплоізоляція ПСБ-С	треба визнач.	0,05	треба визнач.
	3. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	4. Зовнішній шар з важкого бетону	0,080	1,86	0,043
				$\Sigma=0,077$
<p>Внутрішня стінова панель</p> 	1. Панель з керамзитобетону ($\rho=1100 \text{ кг/м}^3$)	0,240	0,47	0,51
	2. Пароізоляція – 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	3. Плитна теплоізоляція ПСБ-С	треба визнач.	0,05	треба визнач.
	4. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,020	0,98	0,020
				$\Sigma=0,543$

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Розрахунок ізоляції

Якщо температура в кожній кімнаті нижче 50 °С, немає необхідності виконувати розрахунок для кожної кімнати.

Розрахуйте для приміщення з найнижчою температурою і використовуйте результат для всіх приміщень.

На практиці проводиться визначення коефіцієнтів теплопередачі та необхідної товщини ізоляції для різних елементів конструкцій, таких як зовнішні та внутрішні стіни (між приміщеннями, які потребують охолодження, та тими, що не потребують), перегородки, підлоги та стелі. 4.1. Товщина теплоізоляційного шару огороження, δ_{i3} , м. визначається за формулою:

$$\delta_{i3} = \lambda_{i3} \left[\frac{1}{k_0} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right] \quad (4.1)$$

де λ_{i3} , λ_j - коефіцієнт теплопровідності ізоляційного і будівельного матеріалу, що складають конструкцію огороження

k_0 - Необхідний коефіцієнт теплопередачі огорожень
Визначається за таблицею в залежності від конструкції огорожі та температур по обидва боки від неї. Вт/м²•К;

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої або найбільш теплої сторони огороження, вибирається в залежності від типу огороження і типу поверхні;

α_B - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої або найбільш холодної сторони огороження;

δ_j - товщина окремих шарів конструкції огороження приймається з малюнку 3.1.

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 Тепловий розрахунок холодильних камер

5.1 Навантаження на обладнання визначається, як сума теплопритоків за формулою:

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5; \text{кВт}, (5.1)$$

де Q_1 - теплопритоки через огороження, кВт; Q_2 - теплопритоки від вантажу, кВт;

Q_3 - теплопритоки від зовнішнього повітря при вентиляції;

Q_4 - експлуатаційні теплопритоки, кВт;

Q_5 - теплопритоки від "дихання" продуктів, кВт

5.2 Теплопритоки через огороження

Теплові потоки, що проникають через огорожуючі конструкції, позначені як Q_1 (у кВт), визначаються як сума теплових потоків через стіни, перегородки, покриття, перекриття та підлогу (позначені як Q_t), а також за рахунок сонячної радіації (позначена як Q_s), що проникає через покриття та зовнішні стіни..

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C} \quad (5.2)$$

5.2.1 Теплопритоки через стіни, перегородки, покриття визначаються за формулою 9.3

$$Q_{1T} = k_{\theta} \theta \cdot 10^{-3} = k_{\theta} F (t_3 - t_{\theta}) 10^{-3}, \text{кВт} \quad (5.3)$$

де k_{θ} - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження;

F - площа поверхні огороження, м;

θ - розрахункова різниця температур, $^{\circ}\text{C}$;

t_3 - температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

t_{θ} - температура внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

5.2.2 Теплопритоки через підлогу визначаються за формулою 9.4

$$Q_{1T} = k_{\theta} F (t_3 - t_B) 10^{-3}, \text{кВт} \quad (5.4)$$

						Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.3 Теплопритоки від сонячної радіації визначаються за формулою

$$Q_{1T} = k_{\partial} F \Delta t_c \cdot 10^{-3}, \text{кВт} , \quad (5.5)$$

де Δt_c - це надлишкова різниця температур, яка виникає внаслідок впливу сонячної радіації влітку, виміряна у градусах Цельсія. Значення Δt_c залежить від типу огороження та орієнтації відносно світових сторін.

Всі розрахунки заносяться до таблиці 5.1

									Арк.
									27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

5.3 Теплопритоки від вантажів при термічній обробці

Визначимо теплоприток для камери зберігання.

5.3.1 Теплові потоки Q_2 (у кіловатах) складаються з теплових потоків від продуктів, що піддаються тепловій обробці в камерах (охолодження, заморожування - позначені як $Q_{2пр}$, у кіловатах), а також теплових потоків від упаковки - $Q_{2Т}$ (у кіловатах).- $Q_{2Т}$, кВт:

$$Q_2 = Q_{2пр} + Q_{2Т}, \text{ кВт} \quad (5.6)$$

Дані теплопритоки розраховуються за формулами 9.9 і 9.11 ([1] с. 59); 3.6 і 3.7 ([2] с. 62-63).

$$Q_2 = 1,4 + 0,2 = 1,6, \text{ кВт}$$

5.3.2 Теплопритоки від надходжующих продуктів визначаються за формулою:

$$Q_{2пр} = M_{пр} \Delta i \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ кВт} \quad (5.7)$$

де $M_{пр}$ - добове надходження продуктів, т/добу;

Δi - різниця питомих ентальпій продуктів, які відповідають початковій і кінцевій температурам продукту, кДж/кг ([1] с. 217) ([2] с. 63);

τ - тривалість холодильної обробки, годин;

1000 - перевідний коефіцієнт з тон в кг;

3600 - перевідний коефіцієнт з годин в секунди.

$$Q_{2пр} = 8(286,7 - 271,7) \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 1,4, \text{ кВт}$$

5.3.3 Теплопритоки від тари визначаються за формулою

$$Q_{2Т} = M_T C_T (t_1 - t_2) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ кВт} \quad (5.8)$$

де M_T - добове надходження тари, яка приймається пропорційно добовому надходженню продукту, т/добу;

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C_T - питома теплоємність тари, кДж/(кг·К)

$t_1 - t_2$ - початкова і кінцева температура тари °С.

$$Q_{2T} = 1,6 \cdot 2,3(5 - 0) \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,2, \text{ кВт}$$

Маса тари складає 10÷20% від маси продукту, а для скляної тари -100%.
Питому теплоємність тари (в кДж/(кг·К)) приймають: для дерев'яної і картонної тари $C_T=2,3$; скляної $C_T=0,8$; пластмасової $C_T=1,1$.

Всі розрахунки заносяться до таблиці 5.2

Таблиця 5.2

Назва камер	t , ГОДИН	$M_{пр}$, Т/ДОБ	M_T , Т/ДОБ	C_T , кДж/кгК	i_n , кДж/кг	i_k , кДж/кг	Δi , кДж/кг	t_1 , °С	t_2 , °С	Δt , °С	$Q_{2пр}$, кВт	Q_{2T} , кВт	Q_2 , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Камера №1	24	8	1,6	2,3	286,7	271,7	15	5	0	5	1,4	0,2	1,6
Камера №2	24	8	1,6	2,3	286,7	271,7	15	5	0	5	1,4	0,2	1,6
Камера №3	24	20	4	2,3	365,6	286,7	78,9	25	5	20	18,3	2,1	20,4

5.4 Теплопритоки при вентиляції приміщення

Теплопритоки від зовнішнього повітря при вентиляції Q_3 (кВт) слід враховувати тільки при проектуванні спеціальних холодильників і камер для зберігання фруктів і овочів.

5.4.1 Теплопритоки від зовнішнього повітря при вентиляції визначаються за формулою:

$$Q_3 = M_{пов}(i_3 - i_в), \text{ кВт (5.9)}$$

де $M_{пов}$ - масові витрати повітря, кг/с;

$(i_3, i_в)$ - питома ентальпія зовнішнього і внутрішнього повітря в камері, кДж/кг. Визначається з діаграми I-d для вологого повітря (додаток).

$$Q_3 = 0,043(18-10) = 0,3, \text{ кВт}$$

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4.2 Масові витрати повітря визначаються за формулою 9.12 ([1] с.60):

$$M_{\text{пов}} = \frac{V_k a \rho_{\text{пов}}}{24 \cdot 3600}, \text{ кг/с} \quad (5.10)$$

де V_k - об'єм камери, м³;

a - кратність обміну повітря (приймається 3-4);

$\rho_{\text{пов}}$ - густина повітря, кг/м³ (в залежності від температури і вологості $\rho_{\text{пов}}=1,30-1,40$);

3600 - перевідний коефіцієнт з годин в секунди.

$$M_{\text{пов}} = \frac{691,2 \cdot 4 \cdot 1,35}{24 \cdot 3600} = 0,043 \text{ кг/с}$$

Всі розрахунки заносяться до таблиці 5.3

Таблиця 5.3

Назва камери	V_k , м ³	$\rho_{\text{пов}}$, кг/м ³	a	$M_{\text{пов}}$, кг/с	i_v , кДж/кг	i_z , кДж/кг	Q_z , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8
Камера №1	691,2	1,35	4	0,043	10	18	0,3
Камера №2	691,2	1,35	4	0,043	10	18	0,3
Камера №3	1036,8	1,35	4	0,065	10	18	0,52

5.5 Експлуатаційні тепло притоки

Визначимо теплоприток для камери зберігання.

5.5.1 Експлуатаційні теплопритоки визначаються за формулою 9.18 ([1] с. 61); 3.13 ([2] с. 67):

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4, \text{ кВт}, \quad (5.11)$$

де q_1 - теплоприток від освітлення, кВт;

q_2 - теплоприток від перебування людей, кВт;

q_3 - теплоприток від працюючих людей, кВт;

q_4 - теплоприток при відкриванні дверей, кВт.

$$Q_4 = 0,3 + 1,05 + 2 + 1,7 = 5,1, \text{ кВт}$$

						Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.5.2 Теплоприток від освітлення визначається за формулою 9.13 ([1] с. 60):

$$q_1 = AF \cdot 10^{-3} \text{кВт}, \quad (5.12)$$

де A - теплота, яка виділяється джерелами освітлення, Вт/м²

Приймається: - для камер зберігання 2,3;
- для виробничих приміщень 4,7.

F - площа камер, м².

$$q_1 = 2,3 \cdot 144 \cdot 10^{-3} = 0,3, \text{ кВт},$$

5.5.3 Теплоприток від перебування людей визначається за формулою

$$q_2 = 0,35n, \text{ кВт} \quad (5.13)$$

де Теплове виділення однієї людини при фізичній роботі становить 0,35 кВт. Позначимо кількість людей, які працюють в одному приміщенні, як "n"..

При площі камери до 200 м² - 2-3 чол.

При площі камери більше 200 м² - 3-4 чол.

$$q_2 = 0,35 \cdot 3 = 1,05, \text{ кВт}$$

5.5.4 Теплоприток від працюючих електродвигунів визначається за формулою

$$q_3 = N_{ел}, \text{ кВт} \quad (5.14)$$

де $N_{ел}$ - Сумарна потужність електродвигунів позначається і вимірюється в кВт Для камер охолодження, сумарна потужність електродвигунів знаходиться в діапазоні від 3 до 8 кВт

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.5.5 Теплоприток від відкривання дверей визначається за формулою 9.17 ([1] с. 61); 3.12 ([2] с. 66):

$$q_1 = KF \cdot 10^{-3}, \text{кВт} \quad (5.15)$$

де K - питомий теплоприток при відкриванні дверей, Вт/м², таблиця 3.3 ([2] с. 67);

F - площа камери, м²

$$q_1 = 12 \cdot 144 \cdot 10^{-3} = 1,7, \text{кВт}$$

Всі розрахунки заносяться до таблиці 5.4

таблиці 5.4

Камери	F, м ²	A, кВт/м ²	q ₁ , кВт	n	q ₂ , кВт	N _{еп} , кВт	q ₃ , кВт	K, кВт/м ²	q ₄ , кВт	Q ₄ , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№1	144	2,3	0,3	3	1,05	2	2	12	1,7	5,1
№2	144	2,3	0,3	3	1,05	2	2	12	1,7	5,1
№3	216	4,7	1,02	3	1,05	5	5	12	2,6	9,7

5.6 Теплопритоки від фруктів і овочів при «диханні»

Теплоприток можна визначити за допомогою формули:

$$Q_5 = M_k \cdot (0,1 \cdot q_{надх} + 0,9 \cdot q_{зб}), \text{кВт}$$

де q – теплоємність продукту при температурах надходження та зберігання

Визначаємо для камери зберігання.

$$Q_5 = 125 \cdot (0,1 \cdot 34 + 0,9 \cdot 20) \cdot 10^{-3} = 2,7, \text{кВт}$$

Визначаємо для камери охолодження.

$$Q_5 = 20 \cdot (0,1 \cdot 175 + 0,9 \cdot 20) \cdot 10^{-3} = 0,7, \text{кВт}$$

5.7 Для визначення навантаження на обладнання в приміщенні використовується сума всіх теплових потоків, які входять в дане приміщення.

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

Навантаження на компресор складається з усіх видів теплопритоків, але

										Арк.
										33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

враховується не повністю, а частково, в залежності від типу і призначення холодильника ([1] с. 61-62), ([2]с. 69-71).

Отримані значення теплопритоків вносяться в графу "Камерне обладнання". Навантаження на компресори для підприємств харчової промисловості за статтями Q2, Q3 і Q5 вважаються рівними навантаженню на обладнання в камерах. Навантаження на компресор Q1 становить 80-90% від навантаження на камерне обладнання. Навантаження на компресор Q4 становить 65-75% від навантаження на камерне обладнання. Результати теплового розрахунку заносяться до таблиці 5.5.

Таблиця 5.5

Назва камери	t _к , °С	Q ₁ , кВт		Q ₂ , кВт		Q ₃ , кВт		Q ₄ , кВт		Q ₅ , кВт		ΣQ, кВт	
		Q _{1обл}	Q _{1км}	Q _{2обл}	Q _{2км}	Q _{3обл}	Q _{3км}	Q _{4обл}	Q _{4км}	Q _{5обл}	Q _{5км}	ΣQ _{об}	ΣQ _{км}
№ 1	0	4,6	3,7	1,6	1,6	0,3	0,3	5,1	3,6	2,7	2,7	14,3	11,9
№ 2	0	4	3,2	1,6	1,6	0,3	0,3	5,1	3,6	2,7	2,7	13,7	11,4
№ 3	0	7,1	5,7	20,4	20,4	0,52	0,52	9,7	6,8	0,7	0,7	38,4	34,1

Холодопродуктивність компресора визначається за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \Sigma Q}{B}, \text{ кВт}$$

де k - Коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах і апаратах холодильної установки, можна визначити. Для системи безпосереднього охолодження цей коефіцієнт (позначений як k) дорівнює 1,05, а для розсільного охолоджувача - 1,10.

B - коефіцієнт робочого часу роботи обладнання. Для малих підприємств $B = 0,7$; для середніх $B = 0,8$; для великих, $B = 0,9$.

ΣQ - сумарне навантаження на компресор для групи камер, що мають одну температуру кипіння.

$$Q_0 = \frac{1,05 \cdot (11,9 + 11,4 + 34,1)}{0,8} = 75, \text{ кВт}$$

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Вибір системи охолодження і типу холодильної установки

Для охолодження камер буде застосована одноступінчата холодильна машина з регенеративним теплообмінником.

В якості холодильного агента буде використовуватись фреон R404, який має високу ефективність при роботі компресорів з високою холодопродуктивністю.

Для камер буде використовуватись система безпосереднього охолодження, яка вважається кращим рішенням.

Батарейний спосіб охолодження буде використовуватись для камер, оскільки в них мається невеликий перепад температури.

										Арк.
										35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

9 Розрахунок і підбір основного обладнання

7.1 Вибір температурних режимів роботи холодильної установки

7.1.1 Температура кипіння t_0 , $^{\circ}\text{C}$ в установках розраховується згідно рекомендацій.

При проектуванні хладонових холодильних установок

$$t_0 = t_{кр} - (10 \div 30)^{\circ}\text{C} \quad (7.1)$$

де $t_{кр}$ - температура камери, $^{\circ}\text{C}$.

$$t_0 = t_{кр} - (10 \div 30) = 0 - 15 = -15 \quad ^{\circ}\text{C}$$

7.1.2 Вибір температурного режиму конденсатора базується на визначенні значень температури вхідної води, що поступає до конденсатора ($t_{\theta 1}$), вихідної температури води, що виходить з конденсатора ($t_{\theta 2}$), та температури конденсації (t_k).

$$t_{\theta 1} = t_{M.T} + (3 \div 4)^{\circ}\text{C} \quad (7.2)$$

де $t_{M.T}$ - температура мокрого термометра, $^{\circ}\text{C}$, визначається по d-i діаграмі вологого повітря (див. розділ 1).

$$t_{\theta 1} = 23 + 4 = 27 \quad ^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\theta 2} = t_{\theta 1} + (3 \div 5)^{\circ}\text{C} \quad (7.3)$$

$$t_{\theta 2} = 27 + 3 = 30 \quad ^{\circ}\text{C}$$

Температура конденсації:

$$t_k = t_{\theta 2} + (2 \div 4)^{\circ}\text{C} \quad (7.4)$$

$$t_k = 30 + 2 = 32 \quad ^{\circ}\text{C}$$

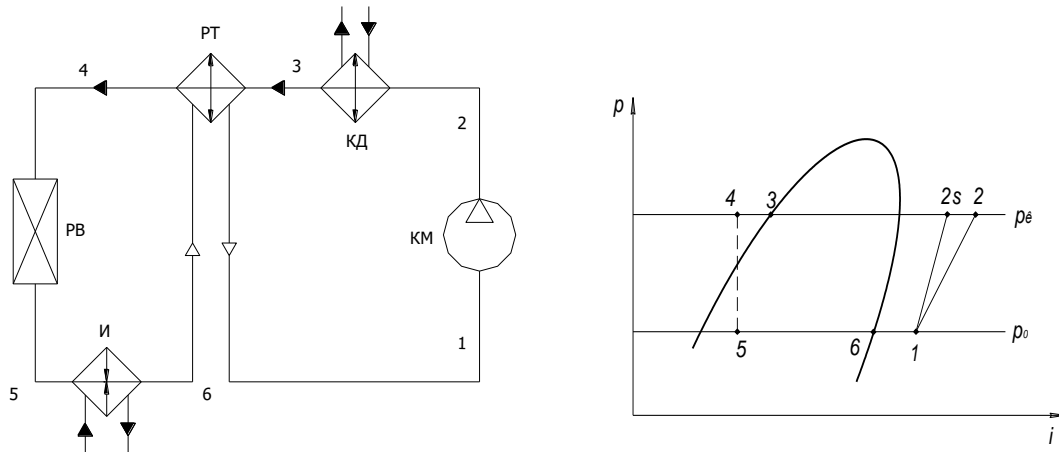
						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.1.3 Температуру всмоктуючих парів, $t_{вс}$, °C приймають в хладонових машинах:

$$t_{вс} = t_0 + (10 \div 15)^0 C \quad (7.5)$$

$$t_{вс} = -15 + 15 = 0 \quad ^\circ C$$

Схема холодильної машини представлена на мал. 7.1.



Мал. 7.1 – Схема і цикл одноступінчатої ПКХМ з регенеративним теплообмінником

Вихідні дані для розрахунку:

- холодопродуктивність циклу $Q_0 = 75$ кВт;
- холодоагент – R404;
- температура випаровування $t_0 = -15^\circ C$;
- температура конденсації $t_k = 32 \quad ^\circ C$;
- температура всмоктування $t_1 = t_{вс} = 0 \quad ^\circ C$
- адіабатний ККД компресора $\eta_s = 0,77$.

У і,р- Для заданого холодоагенту створюється діаграма, на якій буде зображено цикл холодильної машини з регенеративним теплообмінником..

7.1.4 Для знаходження параметрів точки 2 використовуємо формулу для адіабатного ККД:

$$\eta_s = \frac{i_{2s} - i_1}{i_2 - i_1} \Rightarrow i_2 = i_1 + \frac{i_{2s} - i_1}{\eta_s} = 371 + \frac{403 - 371}{0,77} \approx 413 \left(\frac{кДж}{кг} \right), \quad (7.6)$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

7.1.5 Ентальпія точки 4 визначається з теплового балансу регенеративного теплообмінника:

$$i_4 = i_3 + i_6 - i_1 = 252 + 360 - 371 = 241 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right), (7.7)$$

Параметри вузлових точок представлені в таблиці 7.1:

Таблиця 7.1

Параметри	Крапки						
	1	2	2s	3	4	5	6
р,бар	3,8	17	17	17	17	3,8	3,8
t,°C	0	62	51	32	27	-15	-15
i,кДж/кг	371	413	403	252	241	241	360
v ,м ³ /кг	0,06	0,015	0,014	-	-	-	0,055

7.1.6 Питомі навантаження циклу обчислюються за формулами:

- питома холодопродуктивність циклу:

$$q_0 = i_6 - i_5 = 360 - 241 = 119 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right), (7.8)$$

- питома об'ємна холодопродуктивність циклу:

$$q_v = \frac{q_0}{v} = \frac{119}{0,06} \approx 1983 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{м}^3} \right); (7.9)$$

- питома робота циклу:

$$l_u = (i_2 - i_1) = (413 - 371) = 42 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right); (7.10)$$

- питома теплота, що відводиться від конденсаторів:

$$q_{KD} = i_2 - i_3 = 413 - 252 = 161 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right); (7.11)$$

- питома теплове навантаження на регенеративний теплообмінник:

$$q_{PT} = i_3 - i_4 = 252 - 241 = 11 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right); (7.12)$$

- холодильний коефіцієнт теоретичного циклу:

$$\varepsilon_m = \frac{q_0}{l_u} = \frac{119}{42} = 2,8, (7.13)$$

7.1.7 Коефіцієнт подачі компресора в стандартному режимі роботи можна визначити за допомогою формули

$$\lambda = \lambda_0 \cdot \lambda_{др} \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{щ}, \quad (7.14)$$

де λ_0 - об'ємний коефіцієнт подачі:

$$\lambda_0 = 1 - c_m \left(\pi^{\frac{1}{m}} - 1 \right) = 1 - 0,04 \cdot \left(5^{\frac{1}{1}} - 1 \right) = 0,84,$$

де $\pi = \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_k + 0,13}{p_0 - 0,04} = \frac{1,7 + 0,13}{0,38 - 0,04} = 5$ - відношення тиску в циліндрі компресора;

m – показник політропи;

c_m – величина відносного об'єму мертвого простору;

$\lambda_{др}$ - коефіцієнт дроселювання:

$$\lambda_{др} = 1 - \frac{(1 + c_m) \Delta \bar{p}_{вс}}{\lambda_0} = 1 - \frac{(1 + 0,04) \cdot 0,035}{0,84} = 0,956$$

де $\Delta \bar{p}_{вс}$ - відносна величина втрати тиску на всмоктуванні;

λ_T - температурний коефіцієнт:

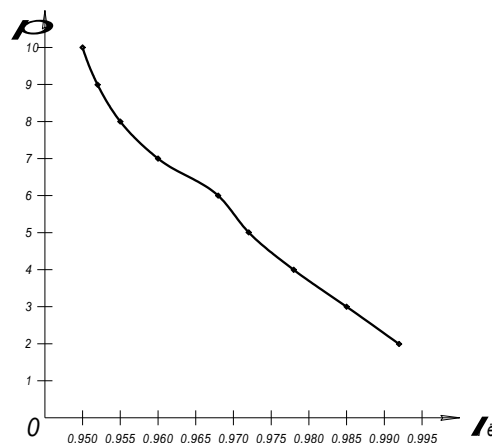
$$\lambda_T = \frac{T_0}{T_k} = \frac{258}{305} = 0,846$$

$\lambda_{щ}$ - коефіцієнт щільності (герметичності) – визначаємо по графіку

$\lambda_{щ} = f(\pi)$ (мал. 7.2):

$$\lambda_{щ} = f(\pi) = 0,975$$

$$\lambda = \lambda_0 \cdot \lambda_{др} \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{щ} = 0,84 \cdot 0,956 \cdot 0,846 \cdot 0,975 = 0,662$$



Мал. 7.2 – Графік залежності $\lambda_{щ} = f(\pi)$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	39

7.1.8 Розраховуємо інтегральні параметри (навантаження):

- кількість холодоагенту, що проходить через систему за одиницю часу.

$$M = \frac{\dot{Q}_0}{q_0} = \frac{75}{119} = 0,63 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right); \quad (7.15)$$

- об'єм газу, який компресується або розширюється компресором за одиницю часу.

$$V_{\partial} = M \cdot v_1 = 0,63 \cdot 0,06 = 0,038 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right); \quad (7.16)$$

- теоретична об'ємна продуктивність компресора

$$V_T = V_{\partial} / \lambda = 0,038 / 0,662 = 0,057 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right); \quad (7.17)$$

- теоретична (адіабатна) потужність компресора

$$N_T = M \cdot l_u = 0,63 \cdot 42 = 26 \text{ (кВт)}; \quad (7.18)$$

- потужність, яка вимірює енергію, витрачену компресором на стискання або розширення робочого середовища за одиницю часу.

$$N_i = N_T / \eta_i = 26 / 0,8 = 33 \text{ (кВт)}; \quad (7.19)$$

- повне теплове навантаження на конденсатор

$$\dot{Q}_{\text{кд}} = M \cdot q_{\text{кд}} = 0,63 \cdot 161 = 101 \text{ (кВт)}; \quad (7.20)$$

- повне теплове навантаження на регенеративний теплообмінник

$$\dot{Q}_{\text{РТ}} = M \cdot q_{\text{РТ}} = 0,63 \cdot 11 = 7 \text{ (кВт)}; \quad (7.21)$$

- ефективна (споживана) потужність компресора

$$N_e = \frac{N_T}{\eta_i \cdot \eta_{\text{мех}}} = \frac{N_T}{(\lambda_T \cdot \lambda_{\text{ц}} + 0,0025 \cdot t_0) \cdot \eta_{\text{мех}}} = \frac{26}{(0,846 \cdot 0,975 + 0,0025 \cdot (-15)) \cdot 0,9} = 37 \text{ (кВт)}; \quad (7.22)$$

- дійсний (ефективний) холодильний коефіцієнт

$$\varepsilon_e = \frac{\dot{Q}_0}{N_e} = \frac{75}{37} \approx 2, \quad (7.23)$$

Всі розрахунки заносяться до таблиці 7.2

Таблиця 7.2

t_0 °C	Q_0 кВт	q_0 кДж/кг	M кг/с	V_{∂} м ³ /с	λ	V_T м ³ /с	N_T кВт	N_i кВт	N_e кВт	$Q_{\text{кд}}$ кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-15	75	119	0,63	0,038	0,662	0,057	26	33	37	101

										Арк.
										40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

7.3. На основі теоретичної об'ємної подачі та значення t_0 ми вибрали компресорно-конденсаторний агрегат від фірми "Остров" моделі ABV-M-HSK6451-H, який використовує холодоагент R404A. У цьому агрегаті використовується компресор від фірми "Bitzer" моделі HSK6451, детальні характеристики якого можна знайти в таблиці.

Таблиця 7.3.

Марка	t_0 °C	t_k °C	Q_0 кВт	N_e кВт	Габаритні розміри, мм		
					L	H	B
HSK6451	-15	32	85,4	34,2	765	445	452

7.3 Розрахунок і підбір конденсаторів

7.3.1 Площа теплопередаючої поверхні конденсатора F , m^2 , визначається за формулою:

$$F = \frac{Q_k}{K\theta_T}, m^2 \quad (7.24)$$

де Q_k - сумарний тепловий потік в конденсатор від усіх груп компресорів, визначений при тепловому розрахунку компресорів одноступеневого та двоступеневого стискання, кВт.

K - коефіцієнт теплопередачі конденсатора, в Вт/ m^2K .

Для конденсаторів кожухотрубних $K = 700 \div 800$

випаровувальних $K = 800 \div 900$

θ_T - середньологарифмічний температурний напір, °C.

$$F = \frac{101000}{800 \cdot 3,3} = 38, m^2$$

7.3.2 Середньологарифмічний температурний напір визначається за формулою:

$$\theta_T = \frac{t_{B2} - t_{B1}}{2,3 \lg \frac{t_k - t_{B1}}{t_k - t_{B2}}}; ^\circ C \quad (7.25)$$

де t_{B2} , t_{B1} - температура на вході та виході з конденсатора, °C;

t_k - температура конденсації, °C (див. розділ 7.1).

					Арк.
					41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$\theta_T = \frac{30 - 27}{2,3 \lg \frac{32 - 27}{32 - 30}} = 3,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

7.3.3 Витрати води для охолодження, V_B , м³/с, що подається на конденсатор, визначаються за формулою:

$$V_B = \frac{Q_{KD}}{C_B \rho_B \Delta t_B}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (7.26)$$

де C_B - теплоємність води ($C_B = 4,19$ кДж/(кгК));

ρ_B - густина води ($\rho = 1000$ кг/ м³);

Δt_B - різниця температур води на вході і виході з конденсатора, $^\circ\text{C}$.

$$V_B = \frac{101}{4,19 \cdot 1000 \cdot 3} = 0,008, \text{ м}^3/\text{с}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 7.4.

Таблиця 7.4

№	Q_{KD} кВт	t_{B1} $^\circ\text{C}$	t_{B2} $^\circ\text{C}$	t_K $^\circ\text{C}$	θ_T $^\circ\text{C}$	Δt_B $^\circ\text{C}$	C_B кДж/(кгК)	ρ_B кг/м ³	K Вт/м ² К	F м ²	V_B м ³ /с
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	101	27	30	32	3,3	3	4,19	1000	800	38	0,008

7.3.4 Я обрав конденсатор марки K573H на основі площі його теплопередаючої поверхні. Технічні характеристики цього конденсатора можна знайти в приведеній таблиці 7.5.

Таблиця 7.5

Марка	F, м ²	D, мм	L, мм	$n_{тр}$	n_x	$Q_{KD.max}$ кВт
1	2	3	4	5	6	7
K573H	37	216	1176	22	2	124,8

						Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.4 Розрахунок і підбір камерного обладнання

7.4.1 Розрахунок і підбір батарей для камери №1

7.4.1.1 Площа теплообмінної поверхні батареї F визначається за формулою:

$$F = \frac{Q_{обл} \cdot 1000}{K \cdot \Delta t}, \text{ м}^2 \quad (7.27)$$

де $Q_{обл}$ - сумарне навантаження на камерне обладнання, визначене тепловим розрахунком, кВт;

K - коефіцієнт теплопередачі приладів охолодження, Вт/ м² · К ([2] с. 121) (для батареї з оребрених труб $K = 4,5 \div 5,2$ Вт/ м² · К);

Δt - різниця температур між повітрям у камері і температурою кипіння при безпосередньому охолодженні, °С.

$$F = \frac{14,3 \cdot 1000}{5 \cdot 15} = 191, \text{ м}^2$$

7.4.1.2 Кількість батарей в камері n_p , визначається за формулою:

$$n_p = \frac{F}{f_B} \quad (7.28)$$

де f_B - площа теплопередаючої поверхні батареї, м²:

$$n_p = \frac{191}{75,9} = 2,5$$

$$f_B = 2f_{СК} + n_C f_{СК}, \text{ м}^2 \quad (7.29)$$

$$f_B = 2 \cdot 20,7 + 34,5 = 75,9, \text{ м}^2$$

7.4.1.3 Визначення довжини батарей:

$$l_б = 2l_{СК} + n_C l_{СС}, \text{ мм}, \quad (7.30)$$

де n_C - кількість секцій.

$$l_б = 2 \cdot 2750 + 4500 = 10000, \text{ мм}$$

7.4.1.4 Приймається дійсна кількість батарей $n_D = 3$.

					Арк.
					43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

7.4.1.5 Місткість батарей по холодоагенту V_6 визначається за формулою:

$$V_6 = l_6 n \cdot a \cdot V, \text{м}^3 \quad (7.31)$$

де n - кількість батарей;

a - кількість труб в батареї;

V - місткість по холодоагенту одного лінійного метра труби, м^3 ($V = 0,00086 \text{ м}^3$; $d_{\text{тр}} = 38 \text{ мм}$).

$$V_6 = 10 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 0,00086 = 0,08, \text{м}^3$$

7.4.1.6 Розрахунки заносимо у таблицю 7.6

Таблиця 7.6

Назва камери	$Q_{\text{обл}}$, кВт	$t_{\text{кам}}$, °C	t_0 , °C	Δt , °C	K , Вт/м²К	F , м²	l_6 , мм	Кількість труб, а	f_6 , м²	n_p	n_d	V_6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	13	14	15
№1	14,3	0	15	15	5	191	10	3	75,9	2,5	3	0,08
№2	13,7	0	15	15	5	183	16	3	75,9	2,4	3	0,08
№3	38,4	0	15	15	5	512	16	3	122,2	4,2	5	0,21

												Арк.
												44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

10 Розрахунок і підбір допоміжного обладнання

8.1 Розрахунок і підбір лінійних ресиверів

Розрахунок ведемо для камери №1.

8.1.1 Об'єм лінійного ресивера визначається за формулою:

$$V_{л.р} = \frac{0,6V_{вип}}{0,5} 1,2 = 1,45V_{вип}, \text{ м}^3 \quad (8.1)$$

де $V_{вип}$ - місткість випарювальної системи, м³;

0,5 - коефіцієнт, що враховує норму заповнення ресивера при експлуатації;

1,2 - коефіцієнт запасу.

$$V_{л.р} = 1,45 \cdot 0,37 = 0,54, \text{ м}^3$$

8.1.2 Об'єм випарювальної системи визначається за формулою:

$$V_{вип} = V_{в.б} + V_{н.о.}, \text{ м}^3 \quad (8.2)$$

де $V_{в.б}$ - місткість по холодильному агенту усіх батарей, м³;

$V_{н.о.}$ - місткість по холодильному агенту усіх повітроохолоджувачів, м³.

$$V_{вип} = 0,08 + 0,08 + 0,21 = 0,37, \text{ м}^3$$

вибираємо два лінійних ресивера марки F3102N. Технічні характеристики ресивера F3102N:

- діаметр – 500 мм;
- довжина – 1857 мм;
- висота – 667 мм.

8.2 Підбір віддільника рідини

Віддільник рідини включаються в схему для захисту компресора від потрапляння в нього рідкого холодоагенту, а значить, від гідравлічного удару.

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Із таблиці 5.24 підбираємо ОЖГ70 його технічні характеристики:

- діаметр – 426 мм;
- діаметр патрубку – 70 мм;
- висота – 1750 мм.

8.3 Розрахунок і підбір трубопроводів

8.3.1 Розрахунок трубопроводу для одноступеневої холодильної машини

Діаметр всмоктуючого трубопроводу d_{BC} , м:

$$d_{BC} = 1,13 \sqrt{\frac{MV_1}{\omega}}, \text{ м}, \quad (8.3)$$

де M - масова витрата пару, кг/с, (приймається з розрахунку одноступеневого компресора);

V_1 - питомий об'єм пари при всмоктуванні в компресор, м³/кг, приймається з таблиці параметрів циклу одноступеневого стискування.

$$d_{BC} = 1,13 \sqrt{\frac{0,63 \cdot 0,06}{10}} = 0,069, \text{ м}$$

Діаметр нагнітаючого трубопроводу d_H :

$$d_H = 1,13 \sqrt{\frac{MV_2}{\omega}}, \text{ м}, \quad (8.4)$$

де V_2 - питомий об'єм пари на виході з компресора, м³/кг.

$$d_H = 1,13 \sqrt{\frac{0,63 \cdot 0,015}{10}} = 0,035, \text{ м}$$

Трубопровід	M, кг/с	V, м ³ /с	ω , м/с	d , м	d_D м
Всмоктуючий одноступеневого стискування	0,63	0,06	10	0,069	0,069
Нагнітаючий одноступеневого стискування	0,63	0,015	10	0,035	0,0405

					Арк.
					46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

8.6 Підбір насосів

За витратою води на конденсатор підбираємо насос марки ЗК-45/30.

Характеристики насосу:

- діаметр робочого колеса – 143 мм;
- продуктивність насосу – 39,6 м³/с;
- потужність на валу насосу – 3,1 кВт.

За витратою холодильного агенту підбираємо насос марки 1,5ХГ.

Характеристики насосу:

- продуктивність насосу – 5,5 м³/с;
- потужність на валу насосу – 2,8 кВт.

						Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11 Складання і опис схеми холодильної установки

У даному проекті холодильник овочесховища місткістю 200 тонн з одноступеневою холодильною машиною в місті Житомир має специфічну схему роботи. Основним компонентом холодильної системи є одноступінчата холодильна машина безпосереднього охолодження, яка працює на фреоні R404 з температурою кипіння -15°C .

Холодильна установка включає компресорно-конденсаторний агрегат фірми "Остров" з компресором фірми "Bitzer" марки HSK6451, кожухотрубний конденсатор марки K573H, два лінійних ресивера марки F3102H, відокремлювач рідини марки ОЖГ70. Для охолодження конденсатора використовуються два насоси марки ЗК-45/30, а для подачі фреону використовуються два хладонових насоси марки 1,5ХГ. Камера №1 має 3 батареї довжиною 10 м, камера №2 - 3 батареї довжиною 10 м, а камера №3 - 5 батарей довжиною 16 м.

У схемі роботи холодильної системи холодна пара робочої речовини виходить з випарника (точка 6) і направляється в регенеративний теплообмінник, де вона нагрівається (процес 6-1) за рахунок теплої робочої речовини, що виходить з конденсатора (процес 3-4). З випарника пара робочої речовини всмоктується компресором і стискається до тиску конденсації (процес 1-2). Після стиснення робоча речовина прямує в конденсатор, де вона конденсується за рахунок відведення теплоти в навколишнє середовище (процес 2-3). Процес 3-4 відбуваєть

ся переохолодження робочої речовини в регенеративному теплообміннику. Після регенеративного теплообмінника робоча речовина прямує до регулюючого вентиля, де вона дроселюється (процес 4-5). Після регулюючого вентиля робоча речовина у стані вологої пари поступає у

						Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випарник, де кипить (процес 5-6) за рахунок підведення теплоти від джерела низької температури. Температура і тиск робочої речовини в процесі кипіння залишаються постійними, оскільки утворена пара постійно відсмоктується компресором.

Така схема роботи холодильної системи дозволяє забезпечити ефективне охолодження та збереження овочів у холодильнику овочесховища. Вона розрахована на максимальну місткість 200 тонн овочів і забезпечує оптимальні умови зберігання, що дозволяє продовжити термін зберігання та зберегти якість продукції. Крім того, у проекті приділяється увага охороні праці, що включає відповідну навчання та підготовку працівників, використання правильного особистого захисту та дотримання встановлених правил техніки безпеки.

						Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Охорона праці

Охорона праці на підприємстві з холодильним фреоновим обладнанням є комплексним підходом до забезпечення безпеки працівників, запобігання професійним захворюванням та нещасним випадкам на робочому місці. Для цього потрібно враховувати різні аспекти, які включають:

1. Оцінка ризиків:

У проекті "Проектування овочесховища на 200 тонн з одноступінчастим охолодженням в м. Житомир" була проведена оцінка ризиків з метою виявлення потенційних небезпек, визначення рівня ризику та розробки відповідних заходів щодо їх усунення або зниження. Потенційні ризики, пов'язані з експлуатацією холодильного обладнання, можуть включати

1) Витік фреону: Витік фреону, що використовується в холодильному обладнанні, може бути небезпечним. Витоки фреону можуть призвести до отруєння, погіршення якості повітря та пожежі. Щоб запобігти витоків фреону, важливо мати систему виявлення витоків, а також швидко виявляти і виправляти ситуацію.

2) Несприятливий вплив низьких температур. Під час роботи з холодильним обладнанням працівники піддаються впливу низьких температур. Це може призвести до ризику обмороження, подразнення шкіри та травм через ковзання на льоду або ковзання на обладнанні. Для забезпечення безпеки працівників необхідно вживати відповідних заходів безпеки, включаючи носіння ізоляційного одягу, взуття та рукавичок, а також робити регулярні перерви для відновлення температури тіла.

3) Викликає отруєння: Під час роботи з фреонами та холодильними системами важливо вживати належних заходів безпеки, щоб запобігти отруєнню. Це включає належну вентиляцію робочої зони, використання засобів захисту органів дихання та регулярний огляд системи.

						Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідно носити засоби захисту органів дихання і регулярно перевіряти систему на наявність витоків.

4)Травми під час обслуговування Під час обслуговування холодильного обладнання існує ризик отримання травм, включаючи порізи, ураження електричним струмом і травми пальців. Необхідно проводити відповідне навчання працівників і регулярні перевірки обладнання на безпеку, а також вживати заходів для запобігання таких травмЦі ризики були визнані в Проекті та розроблені відповідні заходи безпеки, включаючи навчання працівників, використання безпечних матеріалів та обладнання, регулярне технічне обслуговування та перевірку обладнання, а також встановлення системи аварійного відключення в разі витoku фреону. Всі ці заходи спрямовані на забезпечення безпеки праці та запобігання потенційним нещасним випадкам

2.Вибір та використання захисного обладнання:

Основні типи захисного обладнання, які можуть бути застосовані, включають:

1) Засоби захисту органів дихання: Це включає респіратори або маски, які дозволяють працівникам уникнути вдихання шкідливих речовин, таких як фреон або інші хімічні речовини, які можуть бути присутні у повітрі в робочих приміщеннях.

2) Одяг і засоби захисту шкіри: Робота з холодильним обладнанням може вимагати спеціального одягу, який захищає шкіру від негативного впливу низьких температур або контакту з хімічними речовинами. Це можуть бути спеціальні костюми, рукавиці, окуляри або захисні шоломи.

3) Засоби захисту від шуму: Робота з холодильним обладнанням може бути пов'язана з високим рівнем шуму. Для захисту працівників від небезпечного шуму можуть використовуватись навушники або інші засоби захисту вух.

4) Засоби захисту від електричних небезпек: При обслуговуванні холодильного обладнання необхідно використовувати ізольовані

						Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інструменти, рукавиці або інші засоби, що забезпечують захист від електричних ризиків.

Для вибору відповідного захисного обладнання необхідно провести оцінку ризиків на робочому місці, враховуючи особливості роботи з холодильним обладнанням і потенційні небезпеки. Крім того, необхідно забезпечити правильне навчання працівників з використання та догляду за захисним обладнанням, а також регулярну перевірку і заміну засобів захисту.

Використання відповідного захисного обладнання є важливим аспектом забезпечення безпеки працівників на підприємстві з холодильним обладнанням.

3. Навчання та підвищення свідомості:

Навчання та підвищення обізнаності з питань безпеки на робочому місці, особливо при роботі з холодильним обладнанням, є важливим фактором забезпечення безпеки працівників. Ці процеси допомагають працівникам зрозуміти потенційні ризики та озброїти їх знаннями та навичками, необхідними для безпечного виконання своїх завдань.

Основними елементами навчання та підвищення обізнаності з питань холодної безпеки в компаніях, що працюють з холодильним обладнанням, є

1) Впровадження навчальних програм: Компанії повинні розробити та впровадити навчальні програми, що охоплюють основні принципи безпеки при роботі з холодильним обладнанням. Ці програми повинні включати інформацію про потенційні небезпеки, правильне використання захисного обладнання, надання першої допомоги та інші важливі аспекти безпеки.

2) Навчання та демонстрації Для ефективного навчання операторів можна організувати навчання та демонстрації, які дають практичні приклади правильних холодної процедур. Це може включати

						Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

демонстрації використання захисного обладнання, процедур безпеки при обслуговуванні та ремонті обладнання та інших практичних навичок.

3) Регулярні перевірки та випробування. Компанії повинні забезпечити регулярні перевірки та випробування холодильного обладнання з метою виявлення потенційних проблем та ризиків. Процедури перевірки повинні бути чітко визначені, а працівники повинні бути навчені і навчені розпізнавати та повідомляти про будь-які ознаки несправності.

4) Залучення працівників до процесу забезпечення безпеки: Важливо залучати працівників до процесу забезпечення безпеки та створювати середовище, в якому вони відчують себе зобов'язаними дотримуватися правил безпеки та повідомляти про потенційні небезпеки. Підвищення обізнаності про безпеку та постійне нагадування працівникам про важливість безпеки допоможе в цьому.

5) Оновлюйте знання: З огляду на те, що технології та стандарти безпеки постійно розвиваються, важливо підтримувати знання працівників в актуальному стані. Це можна зробити за допомогою регулярних тренінгів, внутрішньої комунікації та інформаційних бюлетенів.

Навчання та інформування з питань безпеки є невід'ємними частинами ефективної системи управління безпекою на холодильних установках. Ці заходи допомагають запобігти нещасним випадкам і створити безпечне робоче середовище для всіх працівників.

4. Правильне обслуговування та технічний контроль:

Належне обслуговування та технічне управління холодильним обладнанням є важливим аспектом забезпечення безпечної та ефективної роботи системи. Ці процеси допомагають виявити потенційні несправності, запобігти аварійним ситуаціям і забезпечити довготривалу безперебійну роботу обладнання.

Ключовими елементами належного технічного обслуговування та управління є:

						Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) Регулярний огляд обладнання. Регулярний огляд обладнання: заплануйте регулярні огляди та перевірки холодильного обладнання відповідно до рекомендацій виробника. Це включає перевірку стану компресорів, конденсаторів, випарників, холодильних систем, електричних з'єднань, елементів керування та інших компонентів системи.

2) Регулярне чищення та обслуговування: ретельно очищайте холодильну установку від пилу, бруду та інших забруднень. Регулярно перевіряйте стан фільтрів, обмежувачів, термостатів та інших компонентів системи. Замінюйте фільтри, масло, охолоджуючу рідину тощо відповідно до необхідних процедур.

3) Перевіряйте робочі параметри: регулярно контролюйте робочі параметри обладнання, такі як температура, тиск і рівень охолоджувальної рідини. Використовуйте відповідне обладнання для вимірювання та контролю цих параметрів. У разі виявлення відхилень або аномалій вживайте необхідних заходів для їх усунення.

4) Регулярно перевіряйте електричну систему: переконайтеся, що електричні з'єднання, кабелі, розетки та інші електричні компоненти функціонують належним чином. Переконайтеся, що система належним чином заземлена і відповідає вимогам електробезпеки.

5) Облік і документація Ведіть документацію щодо перевірок, технічного обслуговування, ремонту та заміни деталей. Записуйте дати проведення процедур, виявлені несправності, вжиті заходи та результати перевірок. Це дозволяє контролювати стан обладнання та своєчасно вирішувати потенційні проблеми.

						Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Належне обслуговування і технічний контроль забезпечують надійність і безпеку холодильного обладнання. Регулярний огляд, чистка, технічне обслуговування і ведення документації можуть запобігти відмовам, знизити ризик нещасних випадків і забезпечити ефективну роботу в довгостроковій перспективі.

Регулярне технічне обслуговування, перевірка та контроль стану холодильного обладнання є необхідними для забезпечення безпеки. Це включає перевірку наявності витоків фреону, перевірку температури, стану і функціональності обладнання та вчасну ремонтну діяльність.

5. Організація робочого місця

Організація робочого місця на підприємствах, що використовують фреонові холодильні установки, дуже важлива для забезпечення безпеки праці та ефективної роботи персоналу. Основні моменти організації робочого місця полягають у наступному

Розташування обладнання: правильне розташування холодильного обладнання в приміщенні є важливим аспектом організації робочого місця. Забезпечте достатній простір навколо обладнання для легкого доступу та обслуговування..

Позначте небезпечні зони Визначте небезпечні зони на робочому місці, такі як потенційно гарячі ділянки, рухомі частини та електричні з'єднання.

Переконайтеся, що на робочому місці є інструменти, необхідні для обслуговування та ремонту обладнання. Сюди входять ручні інструменти, вимірювальні прилади та запасні частини. Наявність потрібних інструментів допоможе працівникам виконувати свої завдання ефективно та безпечно.

Зона відпочинку/робоча зона Виділіть окрему зону, де працівники можуть відпочити та попрацювати. Створіть комфортне та безпечне місце,

						Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де працівники зможуть відпочити та відновити сили перед продовженням роботи. Це також може слугувати місцем для навчання та тренінгів з безпеки на робочому місці та ефективного використання обладнання.

Оптимізуйте робочі процеси: розгляньте способи оптимізації робочих процесів, наприклад, скорочення часу доступу до обладнання, полегшення переміщення матеріалів та інструментів, встановлення механізмів для підйому важких предметів. Це може підвищити продуктивність і знизити ризик травматизму.

Організація робочого місця має на меті забезпечити безпеку, комфорт і продуктивність. Плануючи та організовуючи робочі зони, враховуйте характеристики холодильного обладнання та умови, в яких воно буде використовуватися. Додатковою характеристикою охорони праці на підприємстві з холодильним фреоновим обладнанням є наявність плану надзвичайних ситуацій та процедур дій в разі аварійних ситуацій. Цей план повинен включати інструкції щодо евакуації, способів тушіння пожеж, виявлення витоків фреону та проведення необхідних заходів безпеки. Крім того, працівники повинні бути навчені діяти у разі надзвичайних ситуацій і мати доступ до необхідного обладнання, яке може бути використане для негайного реагування на аварійні ситуації.

Важливим аспектом охорони праці є також підтримка здоров'я працівників, зокрема їх фізичного та психологічного благополуччя. Перебування в робочих приміщеннях з холодильним обладнанням може впливати на здоров'я працівників, тому важливо забезпечувати їм необхідні умови, включаючи захист від низьких температур, відпочинок і правильне харчування.

Екологічний аспект також важливий при розгляді охорони праці на підприємстві з холодильним фреоновим обладнанням. Фреони є потенційно шкідливими для навколишнього середовища, тому важливо

						Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дотримуватись вимог щодо їх правильного зберігання, використання та утилізації. Також слід розглядати можливість використання альтернативних холодоагентів, які були б менш небезпечними для довкілля.

Узагальнюючи, охорона праці на підприємстві з холодильним фреоновим обладнанням включає розробку та впровадження заходів безпеки, планування надзвичайних ситуацій, навчання працівників та забезпечення їх здоров'я та екологічної безпеки. Вона спрямована на забезпечення безпеки та здоров'я працівників, запобігання аваріям та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Компанії, що використовують холодильне обладнання на основі фреону, зобов'язані виконувати ряд важливих завдань з охорони праці. По-перше, необхідно проводити регулярні технічні огляди та обслуговування обладнання відповідно до встановлених стандартів і вимог. Це включає перевірку стану компресорів, конденсаторів

, випарників, холодильних систем та інших компонентів, а також заміну або ремонт несправних компонентів.

Важливо також регулярно проводити для працівників навчання з питань холодильної безпеки. Сюди входить навчання правильному використанню засобів індивідуального захисту, уникненню контакту з холодними поверхнями, правильному розміщенню товарів у холодильній камері та використанню відповідних інструментів для роботи з важкими предметами.

Крім того, мають бути розроблені та впроваджені процедури на випадок нещасних випадків та надзвичайних ситуацій, таких як витік фреону та пожежі. Сюди входять плани евакуації, надання першої медичної допомоги, оповіщення про надзвичайні ситуації та інші заходи, необхідні для забезпечення безпеки працівників і мінімізації ризику пошкоджень.

Також важливо забезпечити належне освітлення та вентиляцію в

						Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приміщеннях, де розташовані холодильні установки, щоб уникнути потенційної небезпеки для здоров'я працівників. Дотримання гігієнічних стандартів, таких як чистота приміщень і регулярна дезінфекція, є ще одним важливим аспектом охорони праці.

Загалом, ефективна охорона праці на підприємствах, що використовують холодильне обладнання на основі ХФУ, вимагає постійного вдосконалення та впровадження сучасних правил і стандартів безпеки. Це дозволить забезпечити безпеку і здоров'я працівників, запобігти можливим нещасним випадкам і захистити навколишнє середовище. Інші аспекти охорони праці на холодильних установках, що використовують ХФУ, включають належне зберігання та поводження з хімічними речовинами, такими як ХФУ, що використовуються в холодильних системах. Працівники повинні бути належним чином навчені правилам зберігання, поводження та утилізації цих речовин, а також заходам безпеки, яких слід дотримуватися під час роботи з ними.

Щоб забезпечити ефективну охорону праці, система охорони здоров'я та безпеки на підприємстві також повинна регулярно переглядатися та перевірятися. Це допоможе виявити потенційні проблеми або недоліки системи, які необхідно виправити, а також оцінити, чи дотримується компанія правил і стандартів безпеки. За результатами аудиту можна скласти плани щодо вдосконалення заходів безпеки та впровадження нових заходів безпеки.

Таким чином, охорона праці в компаніях, що використовують холодильне обладнання на основі ХФУ, є важливим аспектом забезпечення безпеки та здоров'я працівників. Це вимагає постійного навчання працівників, регулярного технічного обслуговування обладнання, дотримання правил і стандартів безпеки.

						Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13 . Економічний розрахунок

15.1 Плановий виробіток холоду.

15.1.1 Виробнича програма компресорного цеху – це встановлене завдання по виробництву холоду, необхідного для виготовлення продукції, теплопередачі, вентиляції.

Розрахунок холоду проводимо за даними теплового розрахунку дипломного проекту. Навантаження береться на компресор.

15.1.2 Виробіток холоду в стандартних умовах визначається за формулою: [12]с.4

$$V_{\text{хол}} = V_{\text{х.р.}} \cdot K_{\text{п}} \cdot T, \quad \text{кДж} \quad (15.1)$$

де: $V_{\text{х.р.}}$ – розрахунковий виробіток холоду в робочих умовах, кВт;

$K_{\text{п}}$ - коефіцієнт переводу з робочих умов в стандартні;

T – час роботи компресора за рік, сек..

15.1.3 Коефіцієнт переводу приймаємо за даними Діпрохолод в залежності від температури кипіння холодоагенту.

15.1.4 Розрахунок планового виробітку холоду за рік наводимо у таблиці 15.1.

						Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 15.1

Марка компресора	Виробіток холоду в робочих умовах за годину, кВт	Температура кипіння, °С	Коефіцієнт переводу в стандартні умови	Виробіток холоду в стандартних умовах за годину, кВт	Всього холоду за рік в стандартних умовах, тис.кДж
Агрегат фірми «Острів» марки АВV-M–HSK6451–H R404A з компресором фірми «Bitzer» марки HSK6451	85,4	-15	1,4	119,56	2324246

15.2 Капітальні витрати.

15.2.1 Для визначення вартості обладнання необхідно скласти специфікацію, яка наведена в табл. 15.2.

Таблиця 15.2

Назва обладнання	Марка	Кількість	Ціна за один. ,грн	Сума, грн
Компресор	HSK8561	1	400000	400000
Кожухотрубний конденсатор	K573H	1	80000	80000
Батареї		11	14507	159577
Відокремлювач рідини	ОЖГ100	1	7500	7500
Ресивер лінійний	F3102H	2	19475	38950
Насос	3K-45/30	2	25600	51200
Насос хладоновий	F3102H	2	17000	34000
Всього				771227

15.2.3 Витрати на доставку обладнання складають 10% від вартості

						Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання:

$$Д = 771227 \cdot 0,1 = 77123 \text{ грн.}$$

15.2.4 Витрати на монтаж обладнання складають 15% від вартості обладнання:

$$М = 771227 \cdot 0,15 = 115684 \text{ грн.}$$

15.2.5 Інші витрати складають 5% від вартості обладнання:

$$І = 771227 \cdot 0,05 = 38562 \text{ грн.}$$

15.2.6 Загальна вартість обладнання визначається за формулою:

[12]с.5

$$V_{з.обл.} = Ц + Д + М + І, \text{ грн.} \quad (15.2)$$

де: Ц – оптова ціна обладнання, грн.;

Д – витрати на доставку обладнання, грн.;

М – витрати на монтаж обладнання, грн.;

І - інші витрати, грн.

$$V_{з.обл.} = 771227 + 77123 + 115684 + 38562 = 1002596 \text{ грн.}$$

15.2.7 Початкова вартість будівлі цеху визначається за формулою:

[12]с.5

$$V_{буд} = V_{буд} \cdot V_{пл}, \text{ грн.} \quad (15.3)$$

де: $V_{буд}$ – об'єм будівлі компресорного цеху, m^3 ;

$V_{пл}$ – питома вартість $1m^3$ будівлі.

$$V_{буд} = 345,6 \cdot 1060,5 = 366496 \text{ грн.}$$

15.2.8 Капітальні витрати по компресорному цеху визначається за формулою: [12]с.5

$$K_v = V_{з.обл.} + V_{буд}, \text{ грн.} \quad (15.4)$$

де: $V_{з.обл.}$ – загальна вартість обладнання, грн.,

						Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$V_{\text{буд}}$ – вартість на будівництво, грн.

$$K_{\text{в}} = 1002596 + 366496 = 1369092 \text{ грн.}$$

15.3 Чисельність працівників.

15.3.1 Персонал компресорного цеху становлять машиністи, слюсарі, електрики та цеховий персонал.

Робота компресорного цеху організована по цілодобовому графіку.

15.3.2 чисельність машиністів і слюсарів ремонтників визначається за формулою : [12]с.6

$$P = \sum N_{\text{ч}} \cdot n \cdot K \cdot K_{\text{п}}, \text{чол.} \quad (15.5)$$

де: $N_{\text{ч}}$ – норматив чисельності на один компресор даної групи, чол.;

n - кількість компресорів одного типу в групі;

K – поправочний коефіцієнт зниження норм чисельності в залежності від кількості компресорів в групі, 1,15;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт перерахування планової чисельності в спискову.

15.3.3 Розрахунок чисельності машиністів холодильних установок зводимо в таблицю 15.3.

Таблиця 15.3

Компресор	Число	Норматив чисельності.	Коефіцієнт числа змін	Поправочний коефіцієнт	Наявність чисельності за добу,чол..		Коефіцієнт спискового	Спискова чисельність робочих , чол	
					Розр.	Прийнята		розрахункова	прийнята
HSK8561	1	0,9	3	0,8	4,42	4	1,23	4,62	5

15.3.4 Розрахунок чисельності слюсарів – ремонтників зводимо в таблицю 15.4.

									Арк.
									62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 15.4

Компресор	Число компресорів	Норматив чисельності	Наявна чисельність		Коефіцієнт спускового складу	Спискова чисельність	
			Розрах.	Прийн.		Розрах.	Прийн.
HSK8561	1	0,24	0,24	0,4	1,1,23	0,23	0,2

15.3.5 Чисельність чергових електриків визначається за формулою:
[12]с.5

$$P_{\text{ел}} = N_{\text{ч}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot K_{\text{п}}, \text{ чол.} \quad (15.5)$$

де: $N_{\text{ч}}$ – норматив чисельності чергових електриків, чол.;

$K_{\text{зм}}$ – кількість змін за добу;

$K_{\text{п}}$ - коефіцієнт перерахування планової чисельності в списку.

$$P_{\text{ел}} = 0,8 \cdot 3 \cdot 1,14 = 2,736 \text{ чол.}$$

15.3.6 Норматив чисельності персоналу компресорного цеху при сумарній холодопродуктивності 85,4 кВт передбачають посаду механіка.

Чисельність працівників цеху наведена в таблиці 15.5.

Таблиця 15.5

Склад персоналу	Кількість, чол.
Механік	1
Машиніст	6
Слюсар	0,4
Черговий електрик	3
Прибиральниця	1
Всього	11,4

						Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15.4 Заробітна плата.

15.4.1 Робітники компресорного цеху знаходяться на почасово - преміальній оплаті праці.

15.4.2 Заробітна плата загальна робітників цеху розраховується за формулою: [12]с.5

$$ЗП_з = ЗП_{тар} + Д_п + Д_д, \quad \text{грн.} \quad (15.6)$$

де: $ЗП_{тар}$ – заробітна плата по тарифу, грн.;

$Д_п$ - доплата, грн.;

$Д_д$ - додаткова заробітна плата, грн.

15.4.3 Заробітна плата по тарифу розраховується за формулою: [12]с.7

$$ЗП_{тар} = P \cdot T_{сг} \cdot Б_{еф}, \quad \text{грн.} \quad (15.7)$$

де: P – чисельність робітників, обслуговуючих холодильне обладнання, чел.;

$T_{сг}$ – годинна тарифна ставка по відповідному розряду, грн.;

$Б_{еф}$ – ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік.

15.4.4 Доплати становлять 40% від загальної плати по тарифу.

15.4.5 Основна заробітна плата розраховується за формулою: [12]с.7

$$ЗП_{осн} = ЗП_{тар} + Д_п, \quad \text{грн.} \quad (15.8)$$

15.4.6 Додаткова заробітна плата становить 10% від зарплати по тарифу.

15.4.7 Премія становить 20% заробітної плати по тарифу.

Розрахунки заробітної плати зводимо в таблицю 15.6.

						Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 15.6.

Назва професії	Планова чисельність	Тарифний	Годинна тарифна ставка, грн.	Баланс робочого часу за рік, год.	Зарплата по тарифу, грн.	Додаткова зарплата, грн.	Премія, грн.	Загальний фонд зарплати з премією, грн.
Машиніст	4	5	64,28	1627,4	418437,08	41843,71	83687,40	543968,20
Машиніст	2	4	55,97	1627,4	215753,16	21575,32	43150,63	280479,11
Слюсар	0,4	5	64,28	1627,4	41843,71	4184,37	8368,74	54396,82
Електрик	1	4	55,97	1627,4	107876,58	10787,66	21575,32	140239,56
Всього	7,4							1019083,69

15.4.8 Фонд заробітної плати визначається по категоріях робітників цеху. Фонд заробітної плати робітників відноситься до витрат калькуляції, а цехового персоналу включається в кошторис цехових витрат.

15.4.9 Заробітна плата цехового персоналу за рік розраховується за формулою:

$$\text{ФЗП} = O_k + K_m + P_p, \text{ грн.} \quad (15.9)$$

де: O_k – місячний оклад цехового персоналу, грн.;

K_m - кількість місяців за рік;

P_p - премії, грн.

Заробітна плата цехового персоналу зводиться в таблицю 15.7

									Арк.
									65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 15.7

Склад персоналу	Кількість персоналу	Місячний оклад, грн..	Фонд заробітної плати, грн.	Премія, %	Премія, грн.	Фонд ЗП з премією, грн..
Механік	1	15000	180000	40	72000	252000
Прибиральниця	1	6500	78000	20	15600	93600
Всього	2					345600

15.4.9 Середньомісячна заробітна плата одного робітника цеху розраховується за формулою:

$$ЗП_{\text{сер.м.}} = \Phi ЗП / Ч_{\text{сп}} \cdot 12, \text{ грн.} \quad (15.10)$$

де: $\Phi ЗП$ – загальний фонд заробітної плати, грн.;

$Ч_{\text{сп}}$ - спискова чисельність робітників, чол.

Середньомісячна заробітна плата по цеху зведена в табл. 15.8.

Таблиця 15.8

Склад персоналу цеху	Чисельність за планом	Річний фонд ЗП, грн.	Середньомісячна ЗП, грн.
Робітники	7,4	1019083,69	11476,17
Цеховий персонал	2	345600	14400
Всього	9,2	1364683,69	12361,27

15.5 Собівартість одиниці холоду.

15.5.1 Собівартість продукції – це грошовий вираз затрат підприємства на виробництво і реалізацію продукції.

Калькуляція собівартості холоду складається тільки до цехової собівартості, так як холод використовується на внутрішньовиробничі

						Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потреби.

15.5.2 Калькуляція 1000 кДж холоду складається по наступним статтям: холодильний агент, мастильні матеріали, силова електроенергія, виробнича вода, ЗП виробничого персоналу, нарахування на ЗП, цехові витрати.

15.5.2.1 Холодильний агент. Річна холодопродуктивність компресорів розраховується за формулою : [12]с.10

$$V_{x/a} = N_B \cdot V_x \cdot K \cdot C_{x/a}, \text{ грн.} \quad (15.11)$$

де : N_B – норма витрат на 1 кВт стандартної годинної продуктивності;

V_x – стандартний годинний виробіток холоду, кВт;

K – коефіцієнт , який враховує втрату холодильного агенту при ремонтних роботах, 1,7;

$C_{x/a}$ – ціна 1 кг холодильного агенту, грн.

$$V_{x/a} = 5,58 \cdot 86,4 \cdot 1,7 \cdot 160 = 131134,46 \text{ грн.}$$

15.5.2.2 Витрати на мастильні матеріали розраховують за формулою:

[12]с.10

$$V_{\text{мас}} = n \cdot N_B \cdot C_{\text{мас}} \cdot t, \text{ грн.} \quad (15.12)$$

де: N_B – норма витрат мастила в кг на 1 рік роботи обладнання;

$C_{\text{мас}}$ – ціна 1 кг мастила, грн. ;

t - тривалість роботи обладнання за рік, год.

Розрахунок мастильних матеріалів зводимо в табл. 15.9.

Таблиця 15.9

Назва обладнання	Кількість обладнання	Тривалість роботи, год.	Вид змазки	Норма витрат, кг	Потреби на рік, кг	Вартість 1кг, грн.	Сума витрат, грн.
Компресор	1	6400	ХА-30	0,014	89,6	120,0	10752
Насоси	13	3000	СУ	0,01	390	85	33150
Всього					389,6		43902

								Арк.
								67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

15.5.3 Витрати на силову електроенергію для приводів компресора, насосів, вентиляторів визначається за формулою: [12]с.12

$$V_{\text{ел}} = n \cdot t \cdot K_n \cdot N_{\text{ел.дв}} \cdot C_{\text{ел.ен.}}, \text{ грн.} \quad (15.13)$$

де n – кількість електродвигунів;

t – тривалість роботи при максимальному навантаженні, год.;

K_n – коефіцієнт попиту електроенергії;

$N_{\text{ел.дв.}}$ - потужність електродвигуна з технічних характеристик, кВт;

$C_{\text{ел.ен.}}$ - ціна за 1 кВт/ год. електроенергії, грн.

Вартість енерговитрат зведена в табл.. 15.10

Таблиця 15.10

Назва обладнання	Кількість одиниць	Сумарна потужність, кВт	Тривалість роботи, год.	Коефіцієнт попиту	Потреби за рік, кВт год	Вартість 1 кВт год.	Сума витрат, грн.
Компресор	1	34,2	6400	0,8	175104	2,19	383477,76
Насос	10	11,8	3000	0,6	21240	2,19	46515,60
Всього					196344		429993,36

15.5.2.4 Виробнича вода

Річна потреба води визначається за формулою:

$$P_B = V_n \cdot V_{\text{хол.}}, \text{ м}^3 \quad (15.14)$$

де: V_n – питома витрата води, $\text{м}^3 / \text{тис. кДж}$;

$V_{\text{хол}}$ – виробіток холоду, тис. кДж.

$$P_B = 0,014 \cdot 2324246 = 32539 \text{ м}^3$$

Кількість води розраховується в % від потреби води за формулою:

[12]с.14

$$K_B = P_B \cdot N_{\text{об.}} / 100\%, \text{ м}^3 \quad (15.15)$$

де: $N_{\text{об.}}$ – коефіцієнт, що враховує обернене водопостачання, %.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

$$K_B = 32539 \cdot 0,08 = 2603\text{м}^3$$

Вартість води розраховується за формулою: [12]с.15

$$V_B = K_B \cdot C_B, \text{ грн.} \quad (15.16)$$

де: K_B – кількість води, м^3 ;

C_B – ціна 1 м^3 води, грн.

$$V_B = 2603 \cdot 32,604 = 84868,21 \text{ грн.}$$

15.5.2.5 Заробітна плата з премією виробничих робітників становить 1019083,69 грн. з попередніх розрахунків.

15.5.2.6. Нарахування на ЗП складають 22 % від загального фонду ЗП з премією.

Нарахування на заробітну плату виробничих робітників розраховуються за формулою: [12]с.14

$$H_{ЗП} = ФЗП \cdot 22 / 100, \text{ грн.} \quad (15.17)$$

$$H_{ЗП} = 1019083,69 \cdot 22 / 100 = 224198,41 \text{ грн.}$$

15.5.2.7 Цехові витрати.

До цехових витрат входять: фонд ЗП цехового персоналу, нарахування на ЗП, витрати на утримання будівель і обладнання, амортизація обладнання і будівель, витрати на їх поточний ремонт, витрати на раціоналізацію та винахідництво, зношення малоцінного інвентарю і інструментів, витрати на охорону праці і техніку безпеки, інші цехові витрати.

15.5.3 Порядок розрахунку кошторису цехових витрат.

Фонд ЗП цехового персоналу з попередніх розрахунків складає 345600 грн.

Нарахування на ЗП складає 22 % від ЗП цехового персоналу:

$$H_{ЗП} = 345600 \cdot 22/100 = 76032 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання будівель та обладнання:

$$V_{\text{ут.буд..обл.}} = K_B \cdot 3/100\%, \text{ грн.} \quad (15.18)$$

де K_B – капітальні витрати, грн.

						Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{ут.буд. обл.}} = 1369092 \cdot 3/100 = 41072 \text{ грн.}$$

Річна сума амортизаційних на обладнання відрахувань :

$$A_{\text{р.об.}} = V_{\text{обл.}} \cdot N_a / 100\%, \text{ грн.} \quad (15.19)$$

де $V_{\text{обл.}}$ – вартість обладнання, грн. ;

N_a - норма амортизації, %.

$$A_{\text{р. об.}} = 1002596 \cdot 15/100 = 150389 \text{ грн.}$$

Річна сума амортизаційних відрахувань на будівлі: [12]с.14

$$A_{\text{р.б.}} = V_b \cdot N_a / 100\%, \text{ грн.} \quad (15.20)$$

де: V_b – вартість будівлі, грн.

$$A_{\text{р.б.}} = 366496 \cdot 5/100 = 18324,8 \text{ грн.}$$

Витрати на раціоналізацію та винахідництво складають 4% від фонду ЗП промислово - виробничого персоналу:

$$V_{\text{р.в.}} = 1364683,69 \cdot 4/100 = 54587,35 \text{ грн.}$$

Зношення малоцінного і швидкозношуваного інвентарю складають 10% від витрат на амортизацію:

$$Z_{\text{з.м.}} = 98700 \cdot 10/100 = 9870 \text{ грн.}$$

Витрати на охорону праці складають 3% від річного ФЗП промислово – виробничих працівників:

$$V_{\text{ох.пр.}} = 1364683,69 \cdot 3/100 = 40940,51 \text{ грн.}$$

Інші цехові витрати складають 0,5% від загальних цехових витрат:

$$I_{\text{н.в.}} = 736815,86 \cdot 0,5/100 = 3684,08 \text{ грн.}$$

Кошторис цехових витрат зводимо в табл. 15.11.

						Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 15.11

Елементи витрат	Сума ,грн.
Зарплата цехового персоналу	345600
Нарахування на зарплату	76032
Утримання обладнання і будівель	41072
Амортизація обладнання	150389
Амортизація будівель	18325
Витрати на раціоналізацію і винахідництво	54587,35
Зношення малоцінного інвентарю	9870
Охорона праці	40940,51
Інші витрати	3684,08
Всього	740499,94

Проектна калькуляція цехової собівартості одиниці холоду наведена в таблиці 15.12.

Таблиця 15.12

Статті витрат	Сума витрат		Структурна собівартість, %
	На річний виробіток	На 1000 кДж, коп.	
Холодильний агент	131134,46	0,06	4,9
Мастильні матеріали	43902	0,02	1,6
Електрична енергія	429993,36	0,18	16,08
Виробнича вода	84868,21	0,04	3,17
Зарплата виробничих робітників	1019083,69	0,44	38,12
Нарахування на зарплату	224198,41	0,09	8,39
Цехові витрати	740499,94	0,32	27,7
Всього	2673680,07	1,15	100

15.6 Продуктивність праці.

15.6.1 По компресорному цеху продуктивність праці визначається за формулою:

$$ПП = V_{\text{хол}} / П_{\text{пвп}}, \text{ тис. кДж} \quad (15.21)$$

де $V_{\text{хол}}$ – виробіток холоду в стандартних умовах за рік, тис.кДж;

$П_{\text{пвп}}$ – чисельність працівників промислово – виробничого персоналу, чол.

$$ПП = 2324246/9,4 = 247260 \text{ тис.кДж / чол.}$$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	71

15.6.2 Енергоозброєність цеху визначається кількістю споживаної за рік силової електроенергії в розрахунку на одного робітника.

Енергоозброєність визначається за формулою:

$$E_o = V_{ел} / P, \text{ кВт}\cdot\text{год} / \text{чол.} \quad (15.22)$$

де: $V_{ел}$ – витрати силової електроенергії кВт·год;

P – чисельність робітників цеху, чол.

$$E_o = 196344/9,4 = 20887 \text{ кВт}\cdot\text{год} / \text{чол.}$$

15.6.3. З'йом продукції з 1 м^2 виробничої площі визначається за формулою: [12]с.15

$$Z = V_{хол} / S, \text{ тис. кДж} / \text{ м}^2 \quad (15.23)$$

де: $V_{хол}$ – виробіток холоду стандартний за рік, тис. кДж;

S – площа під обладнання, включаючи всі допоміжні приміщення, м^2 .

$$Z = 2324246/345,6 = 6725 \text{ тис. кДж} / \text{ м}^2$$

Техніко-економічні показники виробничого холодильника відповідають середньогалузевим нормативам.

						Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха / Б.К. Явнель. – М.: Агропромиздат, 1998.
2. Свердлов Г.З. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха / Г.З. Свердлов., Б.К. Явнель. – М.: Пищевая промышленность, 1978.
3. Брайдерт Г.И. Проектирование холодильных установок. Расчёты, параметры, примеры / Г.И. Брайдерт – М.: Техносфера, 2006.
4. Быков А.В. Холодильная техника / А.В. Быков. – М.: Пищевая промышленность, 1978.
5. Голованов Г.С. Охрана труда при обслуживании холодильных установок / Г.С. Голованов, Н.Б. Френлах. – Л.: Машиностроение, 1983.
6. Кондрашова Н.Г. Холодильно-компрессорные машины и установки / Н.Г. Кондрашова, Н.Г. Лашутина. – М.: Высшая школа, 1984.
7. Кошкин Н.Н. Холодильные машины / Н.Н. Кошкин, И.А. Сакур. – Л.: Машиностроение, 1979.
8. Курылёв Б.С. Холодильные установки / Б.С. Курылёв. – СПб.: Политехника, 2002.
9. Лашутина Н.Г. Холодильная техника мясной и молочной промышленности / Н.Г. Лашутина. – М.: Агропромиздат, 1989.
10. Полевой А.А. Монтаж холодильных установок / А.А. Полевой. – СПб.: Политехника, 2005.
11. Бойчик І.М. Економіка підприємства. Навчальний посібник.-К.: Атіка. 2004.-480 с.
12. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці.-К.: Каравела, 2004. - 408 с.
13. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень

									Арк.
									73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

14. ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення.

15. Холодильные компрессоры: Справочник / под ред. Быкрва. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982 – 224с.

16) Константинов М.И. Проектирование холодильных машин и установок б)
Вейнберг Б.С. Поршневые компрессоры холодильных машин. М.: Машиностроение, 1965 – 355с.

17) Данилова Г.Н., Богданов С.Н. и др.; под общей ред. Д-ра техн. Наук Г.Н. Даниловой «Теплообменные аппараты холодильных установок – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1986 – 303 с.

						Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		