

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)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 20 ____ р.

« ____ » _____ 20 ____ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

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

освітньо-професійної програми _____ Енергомашинобудування _____

на тему: _____ Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у
м. Бердянськ _____

Виконав: здобувач _____ 4 _____ курсу, групи _____ ХМ-4-12ск _____

_____ Ружин Віталій Валентинович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Грищенко Роман Володимирович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2020р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ІНІТІ ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Енергомашинобудування

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри ТЕХТ

“ 08 ” квітня 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ружина Віталія Валентиновича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ

керівник роботи доцент Іващенко Наталія Вікторівна,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 08 ” 04 2020 року №260-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2020р.

3. Вихідні дані до роботи _____

Холодоагент R717(аміак)

Тип продукту персик, виноград, заморожена полуниця

Ізоляційний матеріал жорсткий пінополіуретан

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)_____

1). Технолог. схема оброблення продукції. _____

2). Розрахунок холодильної частини проекту _____

3). Техніко економічні показники _____

4). Охорона праці _____

5. Перелік графічного матеріалу

1. План та розріз будівлі холодильника _____

2. Схема холодильної установки _____

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 08 квітня 2020р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	08.04-13.04	виконано
2	Виконання холодильної частини ДП	14.04-18.05	виконано
3	Вибір обладнання холодильної(их) установок	19.05-20.05	виконано
4	Оформлення креслень та ПЗ	21.05-31.05	виконано
5	Здача готової роботи	01.06.2020р.	виконано

Здобувач

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Ружин В.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Грищенко Р.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Анотація

Згідно завдання в цій дипломній роботі було виконано розрахунок та проект холодильної камери місткістю 7000 тон для зберігання фруктів та ягід.

В дипломному проекті розроблено холодильну схему з насосно-циркуляційною випарною системою, проведено вибір максимально енергоефективного холодильного обладнання, та довшого зберігання свіжості продукції.

В даному проекті розраховано: Площа холодильної установки, будівельні конструкції та відповідне обладнання холодильних камер.

В проекті розписані наступні розділи: технологічна частина, електрообладнання та електропостачання, автоматизація, охорона праці та розрахунок економічної ефективності.

Даний дипломний проект прораховано з урахуванням нових технологій в розробці та проектуванні холодильних установок

Креслення які представлені в графічній частині: схема автоматизації та електрообладнання, розводка трубопроводів, та план холодильника.

Ключові слова: фруктосховище, аміак, зберігання персику, виноград, заморожена полуниця, R717

					00.БКР.142.004.021.ПЗ						
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Ружин В.В.			Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ				Лит.	Лист	Листів
Перевір.		Грищенко Р.В.									
Реценз.											
Н. Контр.									НУХТ, ТЕХТ		
Затверд.		Василенко С.М.									

Зміст

1. Вступ	
2. Розробка технології.....	
3. Об'ємно-планувальні рішення будови підприємства.....	
4. Несучі конструкції будівлі підприємства.....	
5. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.....	
6. Розрахунок теплонадходжень до охолоджувальних приміщень.....	
7. Визначення навантаження на обладнання камер та компресор.....	
8. Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної машини. Вибір компресорів.....	
9. Розрахунок і вибір тепломасообмінних апаратів.....	
10. Розрахунок та вибір теплообмінного обладнання холодильних камер.....	
11. Розрахунок та підбирання допоміжного обладнання.....	
12. Визначення діаметрів основних трубопроводів, гідравлічних втрат у мережах та вибір насосів.....	
13. Охорона праці.....	
14. Розрахунок економічної ефективності.....	
Список використаної літератури.....	
Специфікація.....	

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Холодильні технології широко використовуються в харчовій промисловості зокрема для зберіганні фруктів та ягід, цей вид продуктів потребує зберігання в холодильних машинах тому що вони швидко псуються. Це пов'язано з тим, що після збору урожаю фрукти продовжують жити, вони поглинають кисень і виділяють вуглекислий газ. Інтенсивне дихання зірваного плоду призводить до погіршення якості продукту (в'ялення, поява плям і т.д.). Період зберігання може бути збільшений шляхом зниження інтенсивності дихання. Для цієї мети продукцію зазвичай охолоджують. Один із способів підвищити ефективність цього процесу – знизити рівень кисню в камері і збільшити вміст CO². Це гальмує процес окисдації плода, однак до певної межі, нижче якої анаеробне дихання відновлюється. Важливо підтримувати температуру та вміст кисню в камері якомога ближче до мінімального рівня, індивідуального для кожного виду фруктів та ягід.

Швидкість псування вище зазначеної продукції зумовлює проектування та побудову логістичних складів, де використовуються сучасні технології та техніка. Надзвичайно важливим є правильний розрахунок і підбір холодильного обладнання (схема охолодження, холодопродуктивність, кратність повітрообміну, поверхня і технічні характеристики повітроохолоджувачів, швидкість руху повітря). Сучасні технології дають змогу зменшити собівартість холоду.

При проектуванні фруктосховища потрібно виконати наступні умови:

- Низький рівень різниці між температурою повітря на вході в повітроохолоджувачі і температурою кипіння холодоагенту;

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Передбачити розміри холодильної камери;
- Спроекувати план холодильника;
- В відповідності з будівельними нормами за типом, обсягом і кількістю продукту обрати будівельні матеріали;
- Підбір та аргументація доцільності використання системи охолодження

В цій дипломній роботі розрахована холодильна установка місткістю 7000т для зберігання фруктів і овочів розташована у м. Бердянськ.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Розробка технології

Дане фруктосховище проектуване для зберігання таких фруктів та ягід: морожена полуниця, виноград, персик.

Після отримання фруктів і ягід на зберігання вони відправляються до сортувального цеху температура в якому становить $t_n = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ і швидкості руху повітря $v = 1,1 \dots 1,6\text{ м/с}$, де охолоджуються і перевіряються та складаються в відповідні ящики (Рис. 2.1).

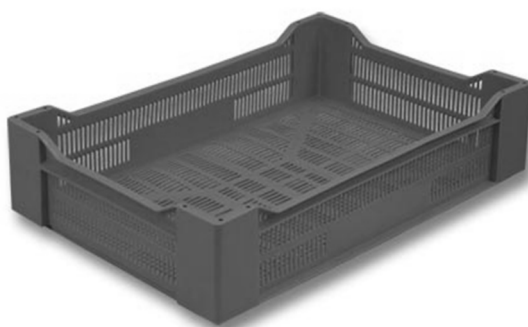


Рис. 2.1 Ящик для зберігання 600x400x135 мм

Потім ящики з фруктами та ягодами складають на пластикові палети (Рис. 2.2) по 70 шт. і відправляються до подальшого зберігання на стелажі (Рис. 2.3), де охолоджуються при швидкостях руху повітря $4 \dots 5\text{ м/с}$ та кратності циркуляції $35 \dots 45$ об'ємів/год, при



Рис. 2.2 Пластиковая палета 1200 x 800 x 140 мм

					00.БКР.142.004.021.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Ружин В.В.				Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ	Лит.	Лист
Перевір.	Грищенко Р.В.						
Реценз.						НУХТ, ТЕХТ	
Н. Контр.							
Затверд.	Василенко С.М.						

температури 0°C, і вологості повітря 80-90%.

Складають персики поштучно в ящик, використовуючи прокладки з пресованого картону. Температура зберігання становить +2 ° С та вологості повітря 85 – 90%.

Виноград сорту Кишмиш вкладають гронами в один ряд на встелені папером ящики. Температура зберігання +3 ° С і вологості повітря 85-90%.



Рис. 2.3 Стелажі

Полуницю охолоджують, частину з якої відправляють на тимчасове зберігання, решту транспортують до морозильного апарату температура в якому -30 °С кінцева температура продукту повинна становити (-19 - 26°C). Заморожену полуницю фасують в герметично закриті пакети які потім складають в ящики (Рис. 2.4). Ящики складають на палети по 24 шт.



Рис. 2.4 Ящик 600х400х400 мм

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№	Назва	t,°c	φ,%	w,м/с	Тривалість обробки
1	Камера попереднього охолодження	-1-0	85-90	3-4	24 год.
2	Апарат заморожування	-35	90	2-5	0,1 год.
3	Камера зберігання персиків	-1-0(0-1)	80-85	-	1 міс.
4	Камера зберігання винограду	-1-0 (0+4)	85-90	-	6 міс.
5	Камера зберігання замороженої суниці	-18	90	-	12 міс.
6	Камера заморожування	-1-0	-	-	-

Для покращення навантажувально-розвантажувальних робіт застосовуємо виловний навантажувач Н14-Н20 Т “ Linde ” (Рис. 2.5), а також штабелери К011 “ Linde ”, для яких ширина проходу має становити не менше ніж 1700 мм (Рис. 2.6).



Рис. 2.5 Навантажувач 3112X1086x2123 мм

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.6 Вузькохідний штабелер.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Об'ємно-планувальні рішення будови підприємства

3.1 Генеральний план

Відповідно до санітарних норм (СН 245-71) холодильна камера належить до 5-го класу промислових підприємств, тому потрібно передбачити санітарно-захисну зону з шириною не меншою ніж 50 м.

Ширина проїзду на територію підприємства становить 30 м.

Машинне обладнання розміщується в будівлі заводу, на даху якого встановлено повітро-конденсатори.

Для артезіанської свердловини спроектована санітарно-захисна зона діаметром 60 м з огорожею.

На території підприємства побудовані будівлі трансформаторної підстанції і ХВО.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Ружин В.В.			Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ	Лист.	Лист
Перевір.		Грищенко Р.В.					Листів
Реценз.							
Н. Контр.						НУХТ, ТЕХТ	
Затверд.		Василенко С.М.					

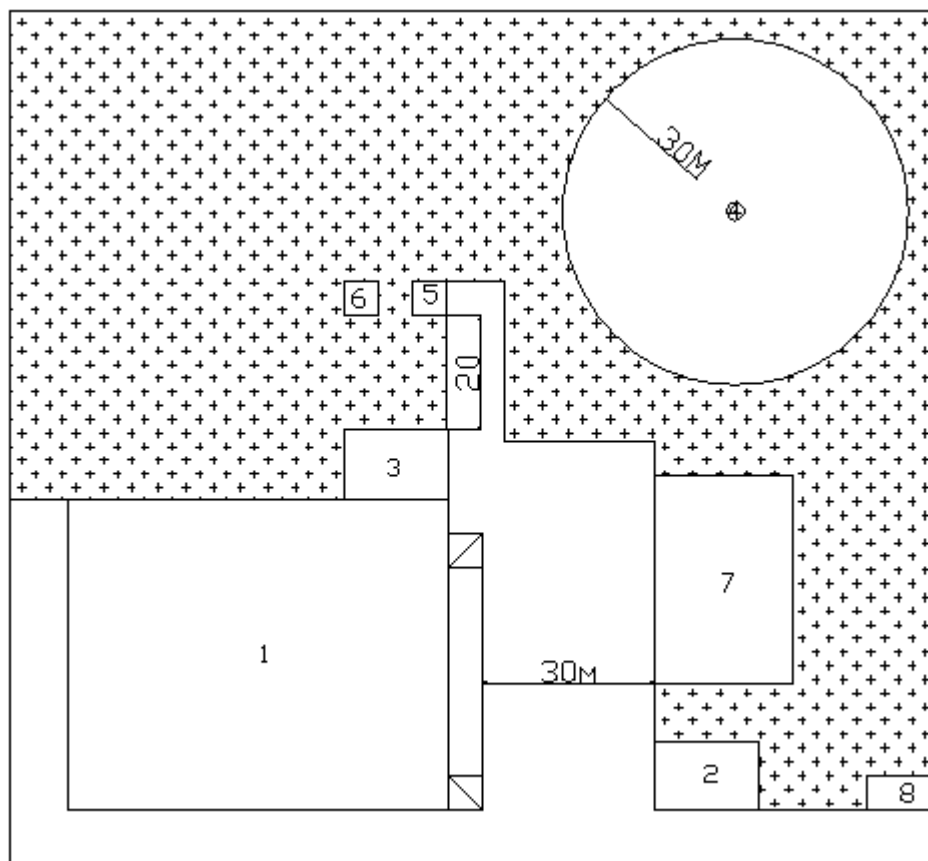


Рис. 3.1 План підприємства

- 1 — фруктосховище;
- 2 — адміністративно-побутовий корпус;
- 3 — машинне відділення;
- 4 — артезіанська свердловина;
- 5 — трансформаторної підстанції і ХВО;
- 6 — склад аміаку і масла;
- 7 — склад пустої тари;
- 8 — автомобільна платформа.

3.2 Розрахунок розмірів приміщень

- 1) Розмір сітки колон — 6х18
- 2) Висота приміщень будівлі — 16 м.
- 3) Визначаємо площу основних камер:

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розмір камери 24х18 м. Згідно графічного розрахунку (Рис. 3.2) маємо такі дані: максимальна кількість палетів, що можуть бути завантажені до камери — 1020, як наслідок, вага цього вантажу складатиме — 1200 т. мороженої полуниці, 1025 т. винограду.

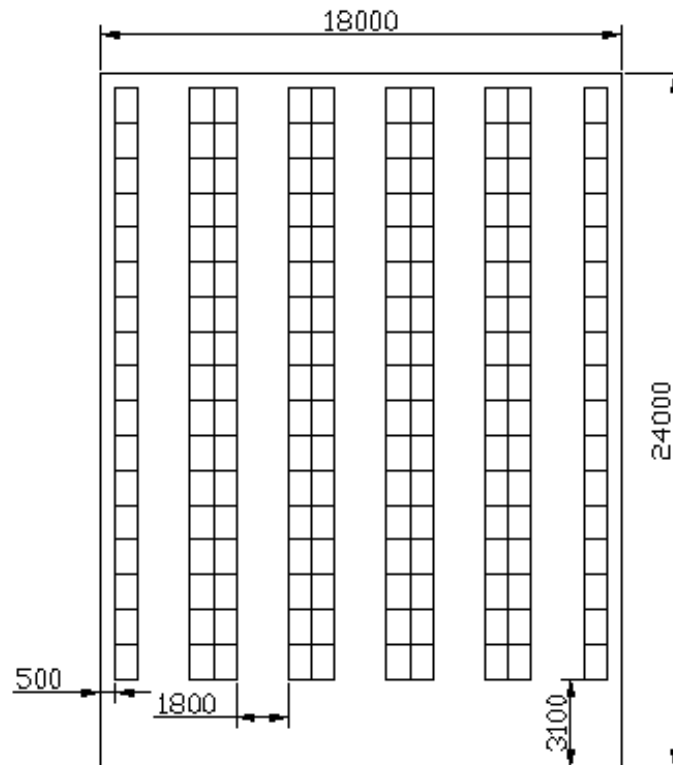


Рис. 3.2 Камера зберігання

- 4) Знаходимо площу допоміжних приміщень:

$$F_{\text{дон}} = 792 \text{ м}^2$$

- 5) Розраховуємо необхідну площу охолоджувального складу:

$$F_{\text{ох}} = F_{\text{к.зб}} + F_{\text{к.з}} + F_{\text{дон}}$$

$$F_{\text{ох}} = 1728 + 864 + 792 = 3564 \text{ м}^2$$

- 6) Необхідна площа машинного відділення:

$$F_{\text{м.в}} = 0,125 \cdot 3564 = 445,5 \text{ м}^2$$

- 7) Площа службових приміщень:

$$F_{\text{сл}} = 0,4 \cdot 3564 = 1425,6 \text{ м}^2$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

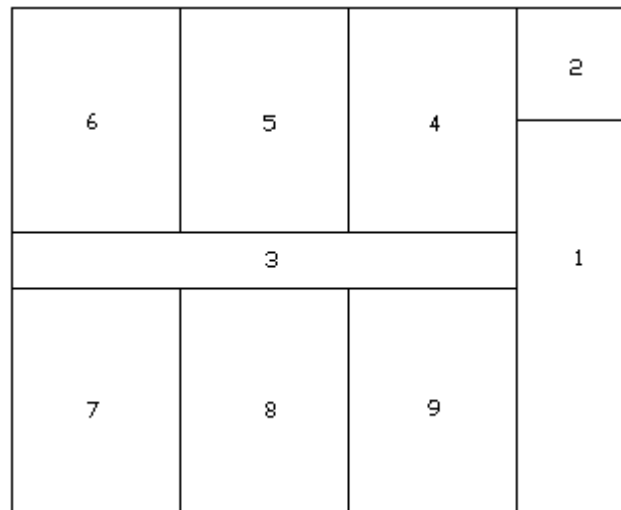


рис. 3.3 Планування

1. Цех товарної обробки
2. Камера з морозильними апаратами
3. Коридор
- 4, 5. Морозильна камера
- 6 – 9. Камера зберігання охолодженої продукції

4. Несучі конструкції будівлі підприємства

4.1 Вимоги до конструкції будівлі підприємства

Холодильна установка підприємства належить до промислових будівель.

Холодильна камера повинна створювати необхідні умови для зберігання вказаної продукції, а також бути стійкою до дії низьких температур і вологості повітря.

Побудову та проектування будівельних споруд здійснюємо відповідно до СНиП 2.11.02-87 «Холодильники».

Основні конструкції будівлі холодильника II ступеня вогнестійкості повинні бути вогнетривкими з межею вогнетривкості 0,75 години.

4.2 Основні конструктивні матеріали

Затверджуємо, що будівля підприємства — каркасного типу з самонесучими стінами і монолітним фундаментом. (Рис. 4.1). Схема спирання металевих колон показана на (Рис. 4.2).

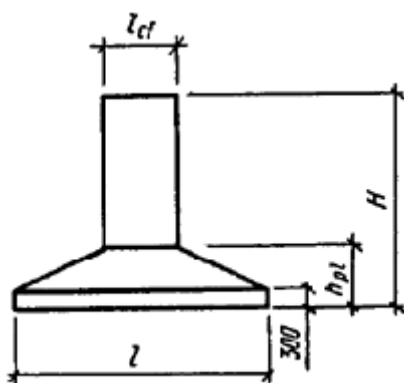


Рис. 4.1 Монолітний фундамент

					00.БКР.142.004.021.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Ружин В.В.			Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ	Лит.	Лист
Перевір.		Грищенко Р.В.					
Реценз.						НУХТ, ТЕХТ	
Н. Контр.							
Затверд.		Василенко С.М.					

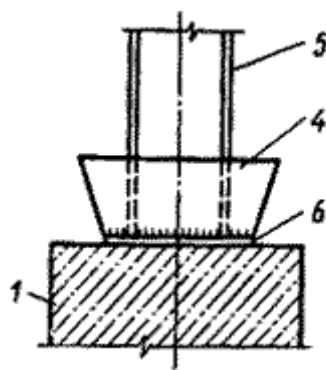


Рис. 4.2 Схема спірання металевих колон на фундаменти
1 – залізобетонний фундамент, 5 - колона, 6 – опорна плита башмака.

Складається зі сталевих колон висотою 16 м на які зверху опираються 18 м металеві балки (Рис. 4.3).

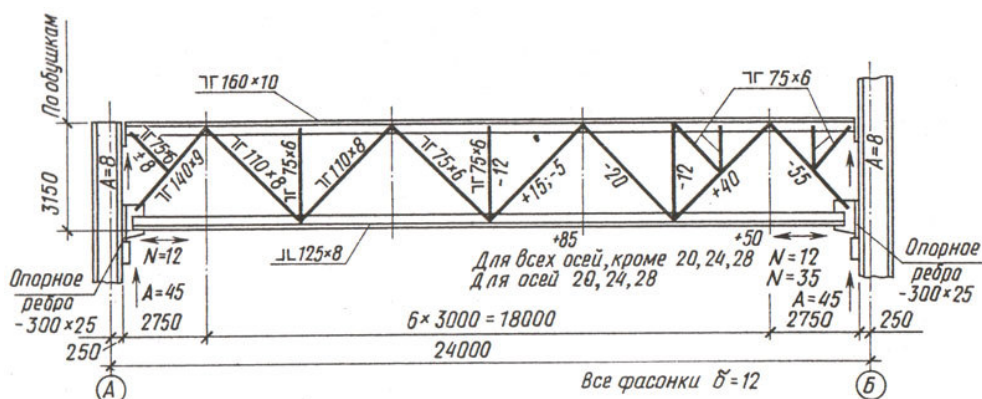


Рис. 4.3 металева балка

Ззовні все обшиваємо панелями (Рис. 4.4), які і використовуємо для побудови внутрішніх стін. Стіни адміністративно-побутового корпусу та машинного відділення будуємо з цегли глиняної не менше ніж 100 марки з морозостійкістю — Мрз 25.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

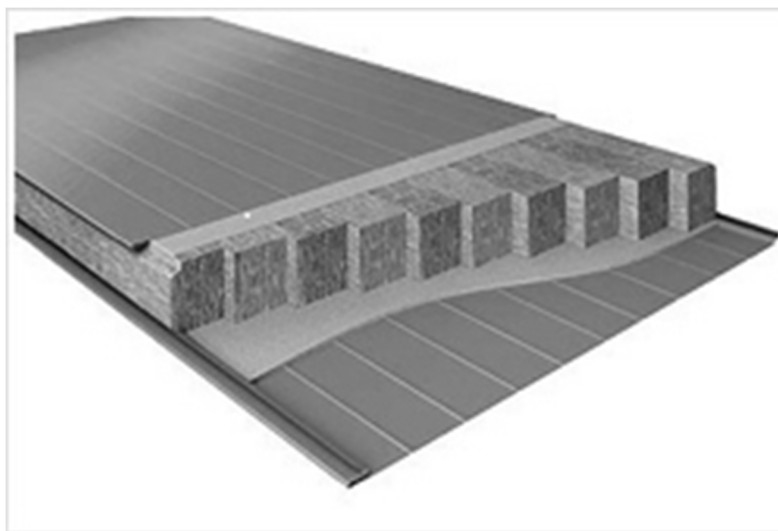


Рис. 4.4 Панель

При будівництві використовуємо бетон не нижче ніж 200 марка і арматуру (СНІП 2.03.01-84).

Монтаж стінових панелей

- Різання проводимо за допомогою ножиць і пил, які дозволяють виключно «холодне» різання. Щоб не відбувався перегрів металу яким покриті панелі, та для збереження антикорозійного шару.
- Монтаж панелей
- Монтаж панелей до металевих колон. Застовуємо самонарізні шурупи. Відстань від краю панелі до саморіза повинна бути не менше 50 мм.
- Всі сполучні елементи повинні розташовуватися під кутом 90°.
- Кріпимо самоклеючу стрічку товщиною 2-4 мм.
- Силіконовий герметик наносимо з внутрішньої сторони панелі в паз замка спеціальним пістолетом, перед встановленням панелі.
- У даних конструкціях підвісних стель панелі закріплюються на несучі профілі.
- До несучих профілів підвісних стель панелі кріплять сверлящими самонарізними болтами, а місце з'єднання прикривають нащільниками

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

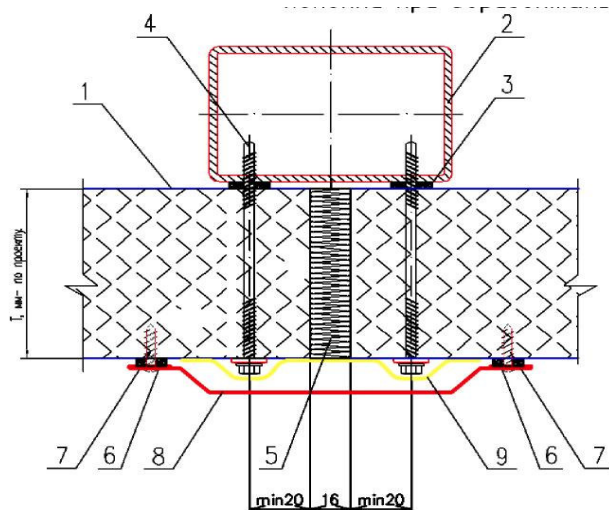


Рис.4.5 Примикання панелей до металевої колони.

- 1 Панель стінова; 2 Колона (показана умовно); 3 Ущільнююча стрічка; 4 Самонарізний гвинт,
5 Теплоізоляція (піна монтажна); 6 Ущільнююча стрічка; 7 Самонарізний гвинт; 8 Фасадний елемент; 9 Ущільнююча стрічка

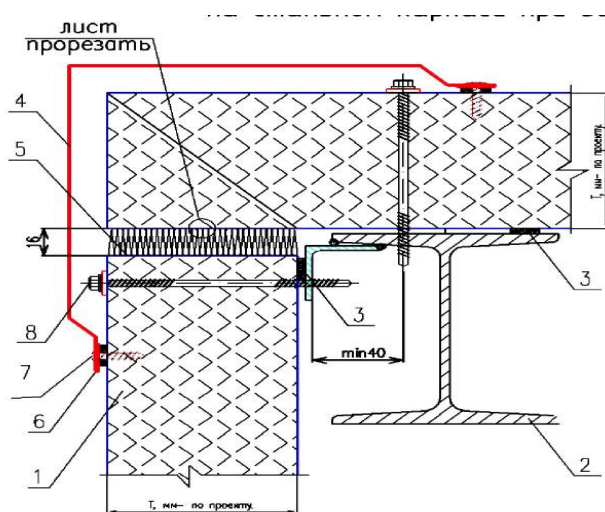


Рис.4.6-Кутове з'єднання панелей

- 1 Панель стінова; 2 Колона (показана умовно); 3 Ущільнююча стрічка; 4 Фасадний елемент; 5 Теплоізоляція (піна монтажна); 6 Ущільнююча стрічка; 7 Самонарізний гвинт або заклепки; 8 Самонарізний гвинт,

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

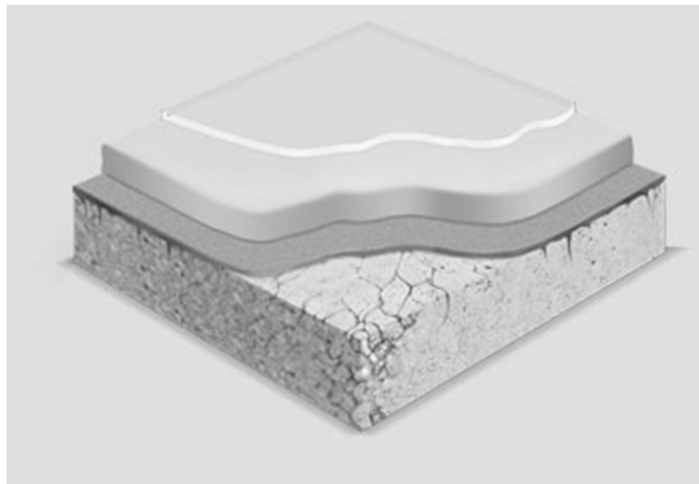
00.БКР.142.004.021.ПЗ

Арк.

1-панель стельова;2- несуча конструкція(умовно);3- несучий профіль;4-самонарізний болт

Покриття виготовлено з металопрофілю з ізоляцією швів. Приймаємо безчердачну («совмещенную») двухскатну покрівлю з нахилом 1,5-2%, з рулонною покрівлею гідроізолю, склорубероїда і звичайного рубероїда, покляний в декілька шарів на бітумній мастиці. Для відводу води з покрівлі використовується неорганізований тип відводу.

Для даного фруктосховища застосовуємо наливну підлогу.



1. Прозорий двокомпонентний світло-стійких захисний лак для декоративного оздоблення та захисту полімерних покриттів від зносу.
2. Двокомпонентна еластична саморастекающаяся кольорова композиція для пристрою наливних підлог.
3. Грунтовка для нормально і слабо поглинають підстав і заповнення дрібних пор
4. При розведенні може використовуватися для зміцнення і знепилення пористих мінеральних підстав.
5. Бетонна основа.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника

Середня температура навколишнього середовища в м. Бердянськ становить $t_{\text{ср}} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$.

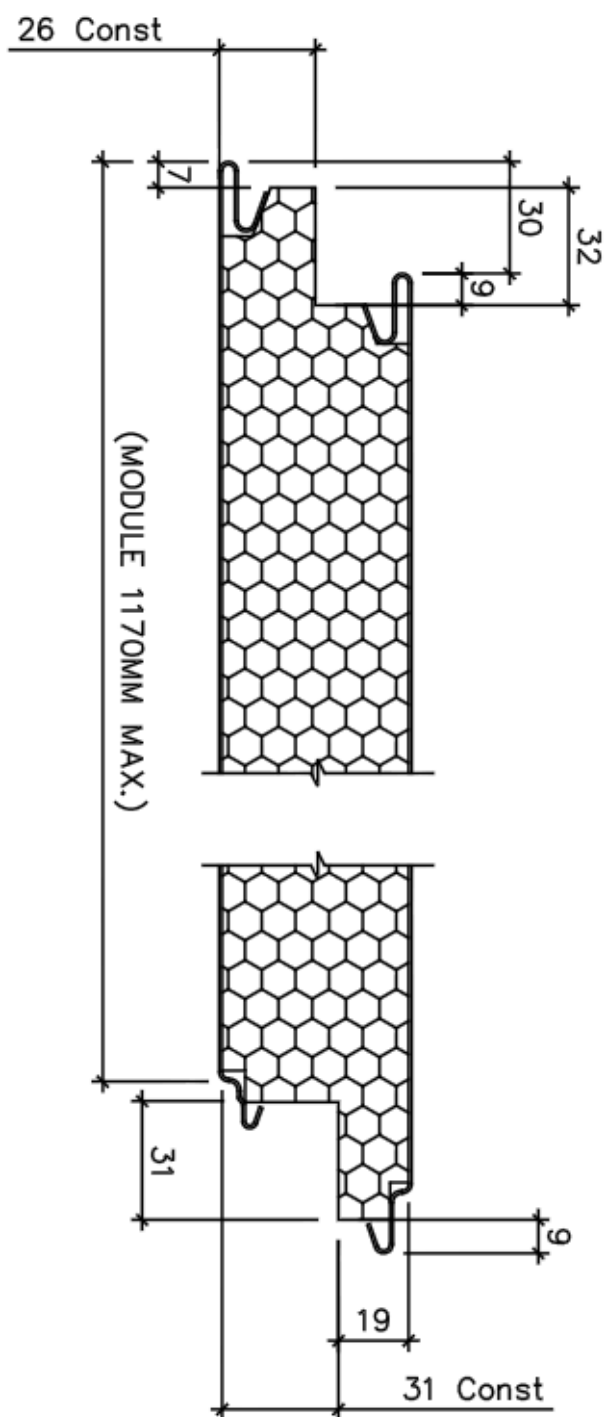


Рис. 5.1 Панель на основі пінополіуретану

					00.БКР.142.004.021.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Ружин В.В.				Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ	Лит.	Лист
Перевір.	Грищенко Р.В.						
Реценз.						НУХТ, ТЕХТ	
Н. Контр.							
Затверд.	Василенко С.М.						

5.1 Зовнішні стіни

Камери зберігання заморожених ягід

Температура повітря в камерах

$$t_{\text{п}} = -18\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Необхідний коефіцієнт теплопередачі для цих камер становить:

$$k_0^{\text{нб}} = 0,22\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Коефіцієнти тепловіддачі приймаємо:

$$\alpha_3 = 23\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \quad \alpha_{\text{в}} = 9\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Необхідну товщину ізоляційного шару визначаємо за формулою:

$$\delta_{i3}^{\text{нб}} = \lambda_{i3} \left[\frac{1}{k_0^{\text{нб}}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} \right) \right]$$
$$\delta_{i3}^{\text{нб}} = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,22} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,109\text{ м}$$

Приймаємо товщину ізоляційного шару 120 мм. Якщо прийнята товщина теплоізоляції відрізняється від необхідної більше ніж на 10 мм, то нам необхідно знайти дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$k_0^{\text{д}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} \right) + \frac{\delta_{i3,\text{д}}}{\lambda_{i3}}}$$
$$k_0^{\text{д}} = \frac{1}{0,155 + \frac{0,120}{0,025}} = 0,20\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Камера зберігання охолоджених продуктів

Температура повітря $t_{\text{п}} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Необхідний коефіцієнт теплопередачі:

$$k_0^{\text{нб}} = 0,3\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні:

$$\alpha_{\text{в}} = 11\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Необхідна товщина ізоляційного шару:

$$\delta_{i3}^{\text{нб}} = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,3} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,0799\text{ м}$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо товщину ізоляції 80 мм.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі стіни

$$k_0^A = \frac{1}{0,134 + \frac{0,08}{0,025}} = 0,3 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Цех товарної обробки

Необхідний коефіцієнт теплопередачі:

$$k_0^{H6} = 0,3 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі для внутрішньої поверхні

$$\alpha_B = 9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Необхідна товщина ізоляції

$$\delta_{iz}^{H6} = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,3} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,079 \text{ м}$$

Приймаємо товщину шару ізоляції 80 мм.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі покриття

$$k_0^A = \frac{1}{0,134 + \frac{0,08}{0,025}} = 0,3 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

5.2 Покриття

Камери зберігання заморожених ягід

Температура повітря в камерах:

$$t_{\Pi} = -18 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Необхідний коефіцієнт теплопередачі покриття становить $k_0^{H6} = 0,22 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$. Коефіцієнт тепловіддачі для внутрішніх поверхонь $\alpha_B = 9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$.

Необхідну товщину ізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{H6} = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,22} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,110 \text{ м}$$

Приймаємо товщину ізоляційного шару 120 мм.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі

$$k_0^{\partial} = 0,20 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Цех товарної обробки

Необхідний коефіцієнт теплопередачі:

$$k_0^{\text{нб}} = 0,29 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Коефіцієнт тепловіддачі для внутрішньої поверхні

$$\alpha_{\text{в}} = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Необхідна товщина ізоляції

$$\delta_{\text{із}}^{\text{нб}} = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,29} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,082 \text{ м}$$

Приймаємо товщину шару ізоляції 100 мм.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі покриття

$$k_0^{\text{д}} = \frac{1}{0,134 + \frac{0,100}{0,025}} = 0,24 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Камера зберігання охолоджених продуктів

Необхідний коефіцієнт теплопередачі покриття становить $k_0^{\text{нб}} = 0,29 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Коефіцієнти тепловіддачі для внутрішньої поверхні становить $\alpha_{\text{в}} = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Необхідна товщина ізоляційного шару

$$\delta_{\text{із}}^{\text{нб}} = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,29} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,083 \text{ м}$$

Приймаємо товщину ізоляційного шару 100 мм.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі покриття

$$k_0^{\text{д}} = \frac{1}{0,134 + \frac{0,100}{0,025}} = 0,24 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

5.3 Підлога

Камери зберігання заморожених ягід

Склад підлоги наведений в табл. 5.1.

Необхідний коефіцієнт теплопередачі складає $k_0^{\text{нб}} = 0,21 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнти тепловіддачі поверхні підлоги прийmemo рівним

$$\alpha_g = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Термічний опір шарів конструкції (крім теплоізоляції)

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 1,34 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

Необхідна товщина шару ізоляції

$$\delta_{iz}^{нб} = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,21} - \left(1,34 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,083 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 100 мм.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі підлоги

$$k_0^A = 0,18 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

5.4 Внутрішні стіни

Камери зберігання заморожених ягід

Зі сторони коридору:

Необхідний коефіцієнт теплопередачі:

$$k_0^{нб} = 0,28 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Необхідна товщина ізоляції для внутрішніх стін

$$\delta_{iz}^{нб} = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,28} - \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,084 \text{ м}$$

Приймаємо теплоізоляційний шар товщиною 100 мм.

$$k_0^A = \frac{1}{0,222 + \frac{0,100}{0,025}} = 0,24 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Зі сторони камер зберігання охолоджених продуктів:

Необхідний коефіцієнт теплопередачі:

$$k_0^{нб} = 0,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Необхідна товщина ізоляції для внутрішніх стін

$$\delta_{iz}^{нб} = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,3} - \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,078 \text{ м}$$

Приймаємо теплоізоляційний шар товщиною 80 мм.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_0^A = \frac{1}{0,202 + \frac{0,080}{0,025}} = 0,29 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Між собою:

Необхідний коефіцієнт теплопередачі:

$$k_0^{H6} = 0,58 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Необхідна товщина ізоляції

$$\delta_{iz}^{H6} = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,038 \text{ м}$$

Приймаємо шар теплоізоляції товщиною 50 мм

$$k_0^A = \frac{1}{0,222 + \frac{0,050}{0,025}} = 0,45 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Камери зберігання охолоджених продуктів

Зі сторони коридору:

Необхідний коефіцієнт теплопередачі:

$$k_0^{H6} = 0,58 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Необхідна товщина ізоляції

$$\delta_{iz}^{H6} = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{11} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,038 \text{ м}$$

Приймаємо шар теплоізоляції товщиною 50 мм.

$$k_0^A = \frac{1}{0,202 + \frac{0,050}{0,025}} = 0,45 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Між собою:

Необхідний коефіцієнт теплопередачі:

$$k_0^{H6} = 0,58 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Необхідна товщина ізоляції

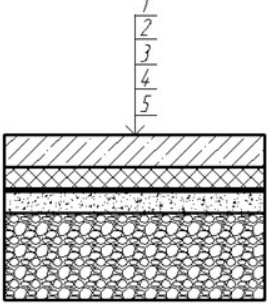
$$\delta_{iz}^{H6} = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{11} + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,039 \text{ м}$$

Приймаємо шар теплоізоляції товщиною 50 мм

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_0^A = \frac{1}{0,182 + \frac{0,050}{0,025}} = 0,46 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Таблиця 5.1

Назва і конструкція огороження	№ шару	Назва і матеріал шару	δ_i , м	λ_i , Вт/(м·К)	R_i , м²·К/Вт
Підлога 	1	Фібробетон	0,150	0,55	0,273
	2	Теплоізоляція з жорсткого пінополіуретану	н. в.	0,025	н. в.
	3	Гідроізоляція	0,004	0,3	0,013
	4	Бетонна підготовка М200	0,100	1,86	0,054
	5	Ущільнена гравійно-піщана суміш	0,200	0,2	1
					1,34

Таблиця 5.2

Огороження	t_n , °С	α_z , Вт/(м²·К)	α_{ϵ} , Вт/(м²·К)	$\delta_{iz}^{\text{нб}}$ мм	$\delta_{iz}^{\text{д}}$ мм	k_0^A , Вт/(м²·К)
Зовнішня стіна	0	23	9	79	80	0,3
	0	23	11	79,9	80	0,3
	-18	23	9	109	120	0,2
покриття	0	23	9	82	100	0,24
	0	23	11	83	100	0,24
	-18	23	9	110	120	0,2
підлога	-18	-	9	83	100	0,18
Внутрішня стіна	-18/0	9	9	84	100	0,24
	-18/0	11	9	78	80	0,24
	-18/-18	9	9	38	50	0,45
	0/0	11	11	39	50	0,45
	0/0	9	11	38	50	0,46

6. Розрахунок теплонадходжень до охолоджувальних камер

Навантаження на камерне обладнання розраховують сумою всіх теплонадходжень до камери.

$$\sum Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = Q_{\text{заг}}$$

Теплонадходження через огорожуючі конструкції

Габарити загороджень і площу камер приймаємо за віссю колон, висота стін - 16 м.

Розраховуємо теплонадходження для літнього періоду в даному місті ($t_{\text{л}}=33\text{ }^{\circ}\text{C}$), також прораховуємо для зимового періоду ($t_{\text{з}}=-8\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Отримані розрахунки вносимо до таблиці 6.1.

Теплонадходження через огорожуючі конструкції Q_l визначають як суму теплонадходжень (через перекриття, перегородки, підлогу, стіни, стелю тощо), які виникані різницею температур Q_{lm} , і за рахунок теплонадходжень від сонячної радіації Q_{lc} через зовнішній фасад.

$$Q_1 = Q_{1m} + Q_{1c}$$

Теплонадходження через перегородки, перекриття, стіни Q_{lm}

розраховуємо за формулою:

$$Q_{1m} = k_o F (t_z - t_e) \cdot 10^{-3}$$

де k_o — дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/(м²К); F — розрахункова площа поверхні огороження, м²; t_z — розрахункова температура повітря з зовнішньої сторони огороження, °С; t_e — розрахункова температура охолоджувальних приміщень, °С.

Теплонадходження від підлоги з підігрівом, розташовану на ґрунті, визначають за формулою:

					00.БКР.142.004.021.ПЗ					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Ружин В.В.				Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ			Лист.	Лист	Листів
Перевір.	Грищенко Р.В.									
Реценз.								НУХТ, ТЕХТ		
Н. Контр.										
Затверд.	Василенко С.М.									

$$Q_{1m} = k_{\partial} F (t_{\varepsilon} - t_{\varepsilon}) \cdot 10^{-3}$$

де k_{∂} — коефіцієнт теплопередачі конструкції підлоги; t_{ε} — середня температура приладу для підігріву ґрунту ($t_{\varepsilon}=1$ °С).

Теплонадходження від сонячної радіації через фасад і покриття холодильників Q_{1c} розраховують по формулі:

$$Q_{1c} = k_{\partial} F \Delta t_c \cdot 10^{-3}$$

де k_{∂} — дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/(м²К); F — площа поверхні огороження, що опромінюється сонцем, м²; Δt_c — надлишкова різниця температур, °С за таблицею 9.1.

Літній період

Камера №1

Стіна зовнішня:

Південна

$$Q_m = 0,3 \cdot 192 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 1,9 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 192 \cdot 4,25 \cdot 10^{-3} = 0,24 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,3 \cdot 672 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 6,65 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 672 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 1,21 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Західна

$$Q_{m1} = 0,24 \cdot 192 \cdot (-18) \cdot 10^{-3} = -0,83 \text{ кВт}$$

$$Q_{m2} = 0,45 \cdot 96 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

$$Q_{m3} = 0,46 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

$$Q_m = Q_{m1} + Q_{m2} + Q_{m3} = -0,83 \text{ кВт}$$

Північна

$$Q_m = 0,45 \cdot 192 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Двері:

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,24 \cdot 504 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 4,0 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,24 \cdot 504 \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 1,8 \text{ кВт}$$

Камера №2

Стіна зовнішня:

Північна

$$Q_m = 0,3 \cdot 192 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 1,9 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 192 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,3 \cdot 192 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 1,9 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 192 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 0,35 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Західна

$$Q_m = 0,24 \cdot 192 \cdot (-18) \cdot 10^{-3} = -0,83 \text{ кВт}$$

Південна

$$Q_m = 0,45 \cdot 192 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Двері:

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,24 \cdot 144 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 1,14 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,24 \cdot 144 \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 0,51 \text{ кВт}$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Камера №3

Стіна зовнішня:

Західна

$$Q_m = 0,3 \cdot 96 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 0,77 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 96 \cdot 7,2 \cdot 10^{-3} = 0,21 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Північна

$$Q_{m1} = 0,24 \cdot 576 \cdot (-18) \cdot 10^{-3} = -2,49 \text{ кВт}$$

$$Q_{m1} = 0,24 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

$$Q_m = Q_{m1} + Q_{m2} = -2,49 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,45 \cdot 96 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Південна

$$Q_m = 0,45 \cdot 864 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,24 \cdot 324 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 2,57 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,24 \cdot 324 \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 1,16 \text{ кВт}$$

Камера №4

Стіна зовнішня:

Північна

$$Q_m = 0,2 \cdot 288 \cdot 51 \cdot 10^{-3} = 2,94 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,2 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Західна

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_m = 0,45 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,24 \cdot 384 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 1,66 \text{ кВт}$$

Південна

$$Q_m = 0,24 \cdot 288 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 1,24 \text{ кВт}$$

Двері:

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 0,04 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,2 \cdot 432 \cdot 51 \cdot 10^{-3} = 4,41 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,2 \cdot 432 \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 1,23 \text{ кВт}$$

Підлога:

$$Q_m = 0,18 \cdot 432 \cdot 21 \cdot 10^{-3} = 1,63 \text{ кВт}$$

Камера №5

Стіна зовнішня:

Північна

$$Q_m = 0,2 \cdot 288 \cdot 51 \cdot 10^{-3} = 2,94 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,2 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Західна

$$Q_m = 0,24 \cdot 384 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 1,66 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,45 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Південна

$$Q_m = 0,24 \cdot 288 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 1,24 \text{ кВт}$$

Двері:

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 0,04 \text{ кВт}$$

Покриття:

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_m = 0,2 \cdot 432 \cdot 51 \cdot 10^{-3} = 4,41 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,2 \cdot 432 \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 1,23 \text{ кВт}$$

Підлога:

$$Q_m = 0,18 \cdot 432 \cdot 21 \cdot 10^{-3} = 1,63 \text{ кВт}$$

Камера №6

Стіна зовнішня:

Північна

$$Q_m = 0,3 \cdot 288 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 2,85 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Західна

$$Q_m = 0,3 \cdot 384 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 3,8 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 384 \cdot 7,2 \cdot 10^{-3} = 0,83 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Східна

$$Q_m = 0,24 \cdot 384 \cdot (-18) \cdot 10^{-3} = -1,66 \text{ кВт}$$

Південна

$$Q_m = 0,24 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Двері:

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,24 \cdot 432 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 3,42 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,24 \cdot 432 \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 1,54 \text{ кВт}$$

Камера №7

Стіна зовнішня:

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Південна

$$Q_m = 0,3 \cdot 288 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 2,85 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 288 \cdot 4,25 \cdot 10^{-3} = 0,37 \text{ кВт}$$

Західна

$$Q_m = 0,3 \cdot 384 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 3,8 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 384 \cdot 7,2 \cdot 10^{-3} = 0,83 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Північна

$$Q_m = 0,45 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,45 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Двері:

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,24 \cdot 432 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 3,42 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,24 \cdot 432 \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 1,54 \text{ кВт}$$

Камера №8

Стіна зовнішня:

Південна

$$Q_m = 0,3 \cdot 288 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 2,85 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 288 \cdot 4,25 \cdot 10^{-3} = 0,37 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Північна

$$Q_m = 0,45 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,45 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Західна

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_m = 0,45 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Двері:

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,24 \cdot 432 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 3,42 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,24 \cdot 432 \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 1,54 \text{ кВт}$$

Камера №9

Стіна зовнішня:

Південна

$$Q_m = 0,3 \cdot 288 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 2,85 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 288 \cdot 4,25 \cdot 10^{-3} = 0,37 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Північна

$$Q_m = 0,45 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,45 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Західна

$$Q_m = 0,45 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Двері:

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,24 \cdot 432 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 3,42 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,24 \cdot 432 \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 1,54 \text{ кВт}$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зимовий період

Камера №1

Стіна зовнішня:

Південна

$$Q_m = 0,3 \cdot 192 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,46 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 192 \cdot 1,42 \cdot 10^{-3} = 0,8 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,3 \cdot 672 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -1,61 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 672 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,4 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Західна

$$Q_{m1} = 0,24 \cdot 192 \cdot (-18) \cdot 10^{-3} = -0,83 \text{ кВт}$$

$$Q_{m2} = 0,45 \cdot 96 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

$$Q_{m3} = 0,46 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

$$Q_m = Q_{m1} + Q_{m2} + Q_{m3} = -0,83 \text{ кВт}$$

Північна

$$Q_m = 0,45 \cdot 192 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Двері:

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,24 \cdot 504 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,97 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,24 \cdot 504 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,6 \text{ кВт}$$

Камера №2

Стіна зовнішня:

Північна

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_m = 0,3 \cdot 192 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,46 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 192 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,3 \cdot 192 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,46 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 192 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Західна

$$Q_m = 0,24 \cdot 192 \cdot (-18) \cdot 10^{-3} = -0,83 \text{ кВт}$$

Південна

$$Q_m = 0,45 \cdot 192 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Двері:

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,24 \cdot 144 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,28 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,24 \cdot 144 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,17 \text{ кВт}$$

Камера №3

Стіна зовнішня:

Західна

$$Q_m = 0,3 \cdot 96 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,23 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 96 \cdot 2,4 \cdot 10^{-3} = 0,07 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Північна

$$Q_{m1} = 0,24 \cdot 576 \cdot (-18) \cdot 10^{-3} = -2,49 \text{ кВт}$$

$$Q_{m1} = 0,24 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

$$Q_m = Q_{m1} + Q_{m2} = -2,49 \text{ кВт}$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Східна

$$Q_m = 0,45 \cdot 96 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Південна

$$Q_m = 0,45 \cdot 864 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,24 \cdot 324 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,62 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,24 \cdot 324 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,37 \text{ кВт}$$

Камера №4

Стіна зовнішня:

Північна

$$Q_m = 0,2 \cdot 288 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,58 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,2 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Західна

$$Q_m = 0,45 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,24 \cdot 384 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 1,66 \text{ кВт}$$

Південна

$$Q_m = 0,24 \cdot 288 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 1,24 \text{ кВт}$$

Двері:

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 0,04 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,2 \cdot 432 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,86 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,2 \cdot 432 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,41 \text{ кВт}$$

Підлога:

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_m = 0,18 \cdot 432 \cdot 21 \cdot 10^{-3} = 1,63 \text{ кВт}$$

Камера №5

Стіна зовнішня:

Північна

$$Q_m = 0,2 \cdot 288 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,58 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,2 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Західна

$$Q_m = 0,24 \cdot 384 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 1,66 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,45 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Південна

$$Q_m = 0,24 \cdot 288 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 1,24 \text{ кВт}$$

Двері:

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 0,04 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,2 \cdot 432 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,86 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,2 \cdot 432 \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 0,41 \text{ кВт}$$

Підлога:

$$Q_m = 0,18 \cdot 432 \cdot 21 \cdot 10^{-3} = 1,63 \text{ кВт}$$

Камера №6

Стіна зовнішня:

Північна

$$Q_m = 0,3 \cdot 288 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,69 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

					<i>00.БКР.142.004.021.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Західна

$$Q_m = 0,3 \cdot 384 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,92 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 384 \cdot 2,4 \cdot 10^{-3} = 0,28 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Східна

$$Q_m = 0,24 \cdot 384 \cdot (-18) \cdot 10^{-3} = -1,66 \text{ кВт}$$

Південна

$$Q_m = 0,24 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Двері:

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,24 \cdot 432 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,83 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,24 \cdot 432 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,52 \text{ кВт}$$

Камера №7

Стіна зовнішня:

Південна

$$Q_m = 0,3 \cdot 288 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,69 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 288 \cdot 1,42 \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ кВт}$$

Західна

$$Q_m = 0,3 \cdot 384 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,92 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 384 \cdot 2,4 \cdot 10^{-3} = 0,28 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Північна

$$Q_m = 0,45 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,45 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Двері:

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,24 \cdot 432 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,83 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,24 \cdot 432 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,52 \text{ кВт}$$

Камера №8

Стіна зовнішня:

Південна

$$Q_m = 0,3 \cdot 288 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,69 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,3 \cdot 288 \cdot 1,42 \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Північна

$$Q_m = 0,45 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,45 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Західна

$$Q_m = 0,45 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Двері:

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,24 \cdot 432 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,83 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,24 \cdot 432 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,52 \text{ кВт}$$

Камера №9

Стіна зовнішня:

Південна

$$Q_m = 0,3 \cdot 288 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,69 \text{ кВт}$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_c = 0,3 \cdot 288 \cdot 1,42 \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ кВт}$$

Внутрішня стіна:

Північна

$$Q_m = 0,45 \cdot 288 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Східна

$$Q_m = 0,45 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Західна

$$Q_m = 0,45 \cdot 384 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Двері:

$$Q_m = 0,4 \cdot 6 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0,0 \text{ кВт}$$

Покриття:

$$Q_m = 0,24 \cdot 432 \cdot (-8) \cdot 10^{-3} = -0,83 \text{ кВт}$$

$$Q_c = 0,24 \cdot 432 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 0,52 \text{ кВт}$$

Таблиця 6.1

Огородження	k_0^0 $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	$F, \text{м}^2$	$\theta, ^\circ\text{C}$	$Q_{1\Gamma},$ кВт	$\Delta t_c, ^\circ\text{C}$	$Q_{1c},$ кВт	$Q_{1\text{заг}},$ кВт	$\theta_z, ^\circ\text{C}$	$Q_{z1\Gamma},$ кВт	$Q_{z1\text{заг}},$ кВт
Камера №1										
Стіна зовнішня:										
Південна	0,3	192	33	1,9	4,25	0,24	2,14	-8	-0,46	-0,34
Східна	0,3	672	33	6,65	6	1,21	7,86	-8	-1,61	-1,21
Стіна внутрішня:										
Північна	0,45	192	0	0	—	—	0	0	0	0
Західна	0,24	192	-18	-0,83	—	—	-0,83	-18	-0,83	-0,83
Покриття	0,24	504	33	4,0	14,9	1,8	5,8	-8	-0,97	-0,37
Σ							14,97			-2,75
Камера №2										
Стіна зовнішня:										
Північна	0,3	192	33	1,9	0	0	1,9	-8	-0,46	-0,46
Східна	0,3	192	33	1,9	6	0,35	2,25	-8	-0,46	-0,34
Стіна внутрішня:										
Південна	0,45	192	0	0	—	—	0	0	0	0
Західна	0,24	192	-18	-0,83	—	—	-0,83	-18	-0,83	-0,83
Покриття	0,24	144	33	1,14	14,9	0,51	1,65	-8	-0,28	-0,11
Σ							4,97			-1,74

Камера №3										
Стіна зовнішня: Західна	0,3	96	33	0,77	7,2	0,21	0,98	-8	-0,23	-0,16
Стіна внутрішня:										
Південна	0,45	864	0	0	—	—	0	0	0	0
Північна	0,24	96	0	0	—	—	0	0	0	0
Східна	0,45	576	-18	-2,49	—	—	-2,49	-18	-2,49	-2,49
Покриття	0,24	324	33	2,57	14,9	1,16	3,73	-8	-0,62	-0,25
Σ							7,2			-2,9
Камера №4										
Стіна зовнішня: Північна	0,2	288	51	2,94	0	0	2,94	10	0,58	3,52
Стіна внутрішня:										
Південна	0,24	288	18	1,24	—	—	1,24	18	1,24	1,24
Західна	0,45	384	0	0	—	—	0	0	0	0
Східна	0,24	384	18	1,66	—	—	1,66	18	1,66	1,66
Двері	0,4	6	18	0,04	—	—	0,04	18	0,04	0,04
Покриття	0,2	432	51	4,41	14,9	1,23	5,64	10	0,86	2,09
Підлога	0,18	432	21	1,63	—	—	1,63	21	1,63	1,27
Σ							13,11			6,88
Камера №5										
Стіна зовнішня: Північна	0,2	288	51	2,94	0	0	2,94	10	0,58	3,52
Стіна внутрішня:										
Південна	0,24	288	18	1,24	—	—	1,24	18	1,24	1,24
Східна	0,45	384	0	0	—	—	0	0	0	0
Західна	0,24	384	18	1,66	—	—	1,66	18	1,66	1,66
Двері	0,4	6	18	0,04	—	—	0,04	18	0,04	0,04
Покриття	0,2	432	51	4,41	14,9	1,23	5,64	10	0,86	2,09
Підлога	0,18	432	21	1,63	—	—	1,63	21	1,63	1,27
Σ							13,11			6,88
Камера №6										
Стіна зовнішня: Північна	0,3	288	33	2,85	0	0	2,85	-8	-0,69	-0,69
Західна	0,3	384	33	3,8	7,2	0,83	4,63	-8	-0,92	-0,64
Стіна внутрішня:										
Південна	0,45	288	0	0	—	—	0	0	0	0
Східна	0,24	384	-18	-1,66	—	—	-1,66	-18	-1,66	-1,66
Покриття	0,24	432	33	3,42	14,9	1,54	4,96	-8	-0,83	-0,31
Σ							10,78			-3,3
Камера №7										
Стіна зовнішня:										
Південна	0,3	288	33	2,85	4,25	0,37	3,22	-8	-0,69	-0,57
Західна	0,3	384	33	3,8	7,2	0,83	4,63	-8	-0,92	-0,64
Стіна внутрішня:										
Північна	0,45	288	0	0	—	—	0	0	0	0
Східна	0,45	384	0	0	—	—	0	0	0	0
Покриття	0,24	432	33	3,42	14,9	1,54	4,96	-8	-0,83	-0,31

Σ							12,81			-1,52
Камера №8										
Стіна зовнішня: Південна	0,3	288	33	2,85	4,25	0,37	3,22	-8	-0,69	-0,57
Стіна внутрішня:										
Північна	0,45	288	0	0	—	—	0	0	0	0
Східна	0,45	384	0	0	—	—	0	0	0	0
Західна	0,45	384	0	0	—	—	0	0	0	0
Покриття	0,24	432	33	3,42	14,9	1,54	4,96	-8	-0,83	-0,31
Σ							8,18			-0,88
Камера №9										
Стіна зовнішня: Південна	0,3	288	33	2,85	4,25	0,37	3,22	-8	-0,69	-0,57
Стіна внутрішня:										
Північна	0,45	288	0	0	—	—	0	0	0	0
Східна	0,45	384	0	0	—	—	0	0	0	0
Західна	0,45	384	0	0	—	—	0	0	0	0
Покриття	0,24	432	33	3,42	14,9	1,54	4,96	-8	-0,83	-0,31
Σ							8,18			-0,88

6.2 Теплонадходження від вантажів при холодильній обробці

Теплонадходження при охолодженні і заморожуванні продуктів в камерах зберігання визначають за формулою:

$$Q_{2np} = M_{np} \Delta i \frac{10^3}{24 \cdot 3600}$$

де M_{np} — добове надходження продукту, т/доб; Δi — різниця питомих ентальпій продуктів, кДж/кг.

Теплонадходження від продуктів при холодильній обробці в камерах охолодження і заморожування періодичної дії розраховують по формулі:

$$Q_{2np} = 1,3 M_{np} \Delta i \frac{10^3}{\tau_{обр} \cdot 3600}$$

де 1,3 — коефіцієнт, що враховує нерівномірність теплового навантаження; $\tau_{обр}$ — тривалість холодильної обробки, год/доб.

Теплонадходження від тари

$$Q_{2m} = M_m c_m (t_1 - t_2) \frac{10^3}{24 \cdot 3600}$$

де c_m — питома теплоємність тари, кДж/(кгК); t_1 і t_2 — початкова і кінцева температура тари, °С.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Камери №1

$$Q_{2np} = 1,3 \cdot 200 \cdot 22 \frac{10^3}{24 \cdot 3600} = 66,2 \text{ кВт}$$

$$Q_{2m} = 1,93 \cdot 14,6(26 - 20) \frac{10^3}{24 \cdot 3600} = 1,96 \text{ кВт}$$

Камера №2

$$Q_{2np} = 50 \cdot 265 \frac{10^3}{24 \cdot 3600} = 155 \text{ кВт}$$

$$Q_{2T} = 0,25 \cdot 0,7(20 - 4) \frac{10^3}{24 \cdot 3600} = 0,03 \text{ кВт}$$

Камери №4,5

$$Q_{2m} = 1,93 \cdot 1,88(20 - (-18)) \frac{10^3}{24 \cdot 3600} = 1,6 \text{ кВт}$$

Камери №6-9

$$Q_{2np} = 1,3 \cdot 50 \cdot 75 \frac{10^3}{24 \cdot 3600} = 56,42 \text{ кВт}$$

$$Q_{2T} = 1,93 \cdot 3,65(20 - 0) \frac{10^3}{24 \cdot 3600} = 1,63 \text{ кВт}$$

№ камери	$Q_{2np}, \text{ кВт}$	$Q_{2m}, \text{ кВт}$	$Q_{2заз}, \text{ кВт}$
1	66,22	1,96	68,18
2	0	0,03	0,03
апарати	155	0	155
3	0	0	0
4	0	1,6	1,6
5	0	1,6	1,6
6	56,42	1,63	58,05
7	56,42	1,63	58,05
8	56,42	1,63	58,05
9	56,42	1,63	58,05

6.3 Теплонадходження при вентиляції приміщень

При розрахунку теплонадходжень від навколишнього середовища використовуємо формулу:

$$Q_3 = M_{вн} \Delta i$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де M_{en} — масова витрата вентиляційного повітря, кг/с; Δi — різниця питомих ентальпій зовнішнього повітря і повітря в камері, кДж/кг.

Масову витрату вентиляційного повітря визначають, виходячи з необхідності забезпечити кратність повітрообміну декількох об'ємів за добу:

$$M_{en} = \frac{V_k a \rho_n}{24 \cdot 3600}$$

де V_k — об'єм приміщення, що вентилується, м³; a — кратність повітрообміну (3...4 об'єму камери за добу); ρ — густина повітря при температурі і відносній вологості повітря в камері, кг/м³.

Камера №1

$$M_{en} = \frac{8064 \cdot 3 \cdot 1,28}{24 \cdot 3600} = 0,36 \text{ кг/с}$$

$$Q_3 = 0,36 \cdot 27 = 9,7 \text{ кВт}$$

Камера №6-9

$$M_{en} = \frac{6912 \cdot 3 \cdot 1,28}{24 \cdot 3600} = 0,31 \text{ кг/с}$$

$$Q_3 = 0,31 \cdot 27 = 8,3 \text{ кВт}$$

Зимою:

$$Q_3 = 0,31 \cdot (-6) = -1,84 \text{ кВт}$$

6.4 Експлуатаційні теплонадходження

Теплонадходження від освітлення розраховують за формулою:

$$q_1 = AF \cdot 10^{-3}$$

де A — теплота, що виділяється джерелом світла за одиницю часу на 1 м² площі підлоги, Вт/м²; F — площа камери, м².

Теплонадходження від людей

$$q_2 = 0,35n$$

де 0,35 — тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, кВт; n — кількість людей.

Теплонадходження від роботи двигунів при розташуванні електродвигунів в охолоджувальному приміщенні знаходять по формулі:

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_3 = N_e$$

де N_e — сумарна потужність електродвигунів, кВт.

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$q_4 = KF \cdot 10^{-3}$$

де K — питомий потік теплоти від відкривання дверей, Вт/м²; F — площа камери, м².

Експлуатаційні теплонадходження визначаються, як сума тепло надходжень різних видів:

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4$$

Камера №1

$$q_1 = 4,7 \cdot 504 \cdot 10^{-3} = 2,37 \text{ кВт}$$

$$q_2 = 0,35 \cdot 12 = 4,2 \text{ кВт}$$

$$q_3 = 3 \text{ кВт}$$

$$q_4 = 24 \cdot 504 \cdot 10^{-3} = 12,1 \text{ кВт}$$

Камера №2

$$q_1 = 4,7 \cdot 144 \cdot 10^{-3} = 0,68 \text{ кВт}$$

$$q_2 = 0,35 \cdot 2 = 0,7 \text{ кВт}$$

$$q_3 = 8 \text{ кВт}$$

$$q_4 = 0 \text{ кВт}$$

Камера №3

$$q_1 = 4,7 \cdot 324 \cdot 10^{-3} = 1,52 \text{ кВт}$$

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

$$q_3 = 2 \text{ кВт}$$

$$q_4 = 0 \text{ кВт}$$

Камери №4,5

$$q_1 = 2,3 \cdot 432 \cdot 10^{-3} = 0,99 \text{ кВт}$$

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

$$q_3 = 2 \text{ кВт}$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_4 = 17 \cdot 432 \cdot 10^{-3} = 7,3 \text{ кВт}$$

Камери №6-9

$$q_1 = 2,3 \cdot 432 \cdot 10^{-3} = 0,99 \text{ кВт}$$

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

$$q_3 = 3 \text{ кВт}$$

$$q_4 = 0 \text{ кВт}$$

Таблиця 6.3

№ камери	$F_{кз}, \text{м}^2$	$A,$ Вт/м^2	$q_1,$ кВт	$n,$ чоловік	$q_2,$ кВт	$q_3,$ кВт	$K,$ Вт/м^2	$q_4,$ кВт	$Q_{звз},$ кВт
1	504	4,7	2,37	12	4,2	3	24	12,1	21,67
2	144	4,7	0,68	2	0,7	8	0	0	9,37
3	324	4,7	1,52	3	1,05	2	0	0	4,57
4	432	2,3	0,99	3	1,05	2	17	7,3	11,34
5	432	2,3	0,99	3	1,05	2	17	7,3	11,34
6	432	2,3	0,99	3	1,05	3	0	0	5,04
7	432	2,3	0,99	3	1,05	3	0	0	5,04
8	432	2,3	0,99	3	1,05	3	0	0	5,04
9	432	2,3	0,99	3	1,05	3	0	0	5,04

6.5 Теплонадходження при «диханні»

Теплонадходження від фруктів при «диханні» можна визначити за формулою:

$$Q_5 = B_{к}(0,1q_{н} + 0,9q_{з})10^{-3}$$

де $B_{к}$ — місткість камери, т; $q_{н}$, $q_{з}$ — тепловиділення плодів при температурах надходження і зберігання, Вт/т.

Камери №1

$$Q_5 = 200(0,1 \cdot 267 + 0,9 \cdot 219)10^{-3} = 44,76 \text{ кВт}$$

Камери №6-9

В режимі охолодження

$$Q_5 = 50(0,1 \cdot 267 + 0,9 \cdot 219)10^{-3} = 11,19 \text{ кВт}$$

В режимі зберігання

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_5 = 1025 \cdot 9 \cdot 10^{-3} = 9,23 \text{ кВт}$$

По полуниці

$$Q_5 = 412,5 \cdot 21 \cdot 10^{-3} = 8,66 \text{ кВт}$$

Літній режим

Таблиця 6.4

№ камери	Призначення	Площа камери $F_k, \text{ м}^2$	Температура , °C		Навантаження на камерне обладнання					
			$t_{\text{в}}$	t_0	$Q_{1\text{заг}}$	$Q_{2\text{заг}}$	$Q_{3\text{заг}}$	$Q_{4\text{заг}}$	Q_5	$\Sigma Q_{\text{заг}}$
1	Цех товарної обробки	504	0	-5	14,97	68,18	9,7	21,67	4,48	119
2	Камера с апаратами	144	0	-5	4,97	0,03	0	9,37	—	14,37
2	апарати	—	-35	-40	0	155	0	180	—	335
3	коридор	324	0	-5	7,2	0	0	4,57	—	11,77
4	Камера зберігання	432	-18	-25	13,11	1,6	0	11,34	—	26,05
5	заморожених продуктів	432	-18	-25	13,11	1,6	0	11,34	—	26,05
Σ_{-25}					26,22	3,2	0	22,68		52,1
6	Камера	432	0	-5	10,78	58,05	8,3	5,04	19,85	102
7	охолодження та зберігання	432	0	-5	12,81	58,05	8,3	5,04	19,85	104
8	охолоджених	432	0	-5	8,18	58,05	8,3	5,04	19,85	99,4
9	продуктів	432	0	-5	8,18	58,05	8,3	5,04	19,85	99,4
Σ_{-5}					67,09	300,4	42,9	55,77	79,4	546,4

Зимовий режим

Таблиця 6.5

№ камери	Призначення	Площа камери F_k, m^2	Температура , °C		Навантаження на камерне обладнання					
			t_u	t_0	Q_{1zag}	Q_{2zag}	Q_{3zag}	Q_{4zag}	Q_5	ΣQ_{zag}
1	Цех товарної обробки	504	0	-5	-2,75	0	0	2,37	0	-0,38
2	Камера с апаратами	144	0	-5	-1,74	0	0	0	—	-1,74
2	апарати	—	-35	-40	—	—	—	—	—	—
3	коридор	324	0	-5	-2,9	0	0	3,52	—	-0,62
4	Камера зберігання	432	-18	-25	6,88	0	0	7,34	—	14,58
5	заморожених продуктів	432	-18	-25	6,88	0	0	7,34	—	14,58
Σ_{-25}					13,76	0	0	14,68		28,44
6	Камера	432	0	-5	-3,3	0	0	4,69	9,23	10,62
7	охолодження та зберігання	432	0	-5	-1,52	0	0	4,69	9,23	12,4
8	охолоджених	432	0	-5	-0,88	0	0	4,69	9,23	13,04
9	продуктів	432	0	-5	-0,88	0	0	4,69	9,23	13,04
Σ_{-5}					-13,97	0	0	24,65	36,92	47,6

Як видно таблиці, зимою в камерах зберігання охолодженої продукції підігріву не потрібно.

7. Визначення навантаження на обладнання камер та компресор

Навантаження на компресори, що працюють при температурі кипіння $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$\sum Q_{-40} = 335 \text{ кВт}$$

при температурі кипіння $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$\sum Q_{-25} = 0,9 \sum Q_{1\text{заг}} + 0,5 \sum Q_{2\text{заг}} + 0,7 \sum Q_{4\text{заг}}$$

$$\sum Q_{-25} = 0,9 \cdot 26,22 + 0,5 \cdot 3,2 + 0,7 \cdot 22,68 = 41,1 \text{ кВт}$$

при температурі кипіння $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$\sum Q_{-5} = 0,9 \sum Q_{1\text{заг}} + \sum Q_{2\text{заг}} + \sum Q_{3\text{заг}} + 0,7 \sum Q_{4\text{заг}} + \sum Q_5$$

$$\sum Q_{-5} = 0,9 \cdot 67,09 + 300,4 + 42,9 + 0,7 \cdot 55,8 + 79,4 = 521,4 \text{ кВт}$$

					<i>00.БКР.142.004.021.ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Ружин В.В.</i>			Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Грищенко Р.В.</i>					
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ, ТЕХТ</i>	
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>					

8. Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної машини. Вибір компресорів

Для охолодження кількох споживачів холоду з різними температурами кипіння холодоагента, було прийнято схему двоступеневої аміачної холодильної машини з трьома температурами кипіння, компаундним циркуляційним ресивером та насосно-циркуляційною схемою подачі холодильного агента. (Рис. 8.1). Конденсатори з повітряним охолодженням.

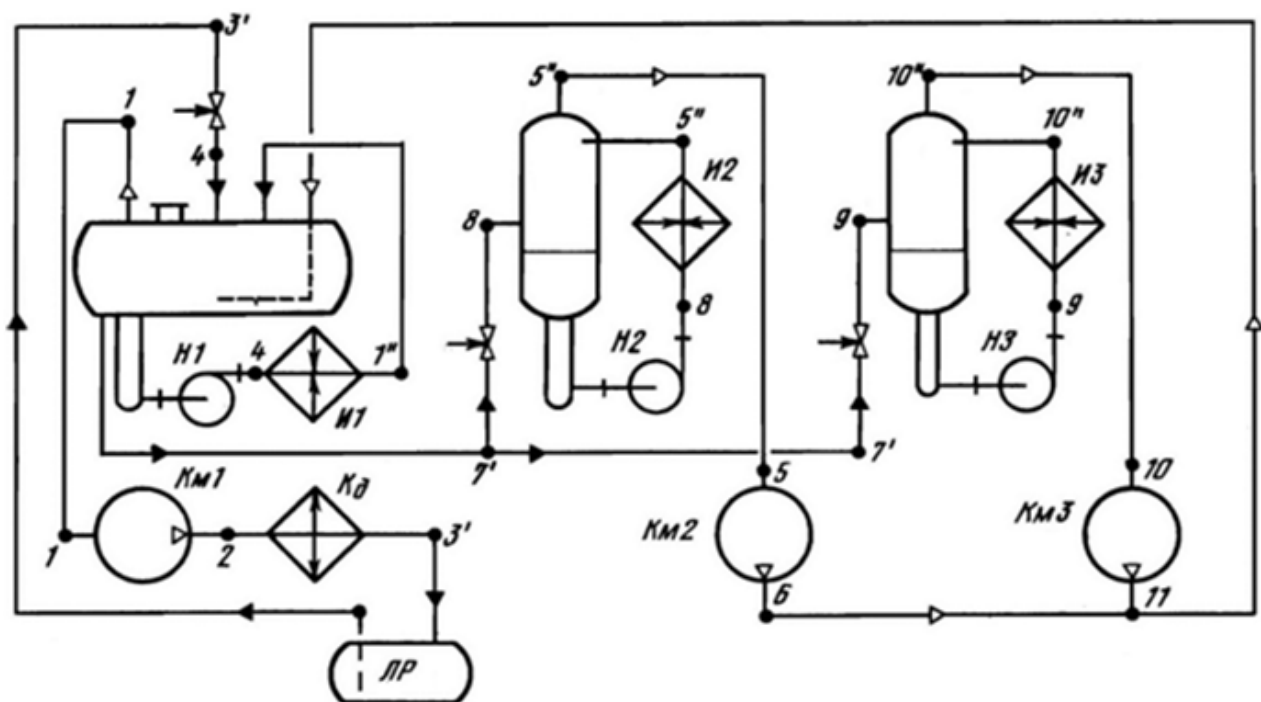


Рис. 8.1 Схема двоступеневої аміачної холодильної машини з трьома температурами кипіння.

Застосування такої схеми дозволяє використовувати на кожну температуру кипіння одноступеневий агрегат. В цій схемі застосовується компаундний циркуляційний ресивер, що виконує функції проміжної посудини та циркуляційного ресивера.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ						
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Ружин В.В.			Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ				Лит.	Лист	Листів
Перевір.		Грищенко Р.В.									
Реценз.											
Н. Контр.											
Затверд.		Василенко С.М.									
НУХТ, ТЕХТ											

Будуємо цикл в $i-lgp$ діаграмі для R717. Під час побудови приймають, що: температура конденсації для аміачних установок з повітряним охолодженням конденсатора на 11-12 °С вище розрахункової температури

зовнішнього повітря:

$$t_k = t_z + (9 \dots 11)^\circ\text{C}$$

$$t_k = 33 + 10 = 43^\circ\text{C}$$

Підігрів повітря в повітряному конденсаторі $\Delta t_{\text{ноб}} = 5 \dots 6^\circ\text{C}$.

Температура кипіння в приладах охолодження для аміаку на 5 – 10°С нижча за температуру в камерах, при розрахунку камер зберігання охолоджених фруктів приймають перепад температур в 5 – 6°С щоб виключити підморожування продукту.

- 1) температура кипіння для камер охолодження (зберігання охолодженої продукції):

$$t_{0\text{ох.}} = t_{\text{ох}} - (5 \dots 6) = 0 - 5 = -5^\circ\text{C};$$

- 2) температура кипіння для камер зберігання замороженої продукції:

$$t_{0\text{зб}} = t_{\text{зб}} - (5 \dots 10) = -18 - 7 = -25^\circ\text{C}.$$

- 3) температура кипіння для апарату заморожування:

$$t_{0\text{зам}} = t_{\text{зам}} - (5 \dots 10)^\circ\text{C} = -35 - 5 = -40^\circ\text{C}.$$

температуру перегріву пари перед всмоктуванням приймаємо однаковою для всіх груп компресорів:

$$t_{\text{вс}} = t_0 + (5 \dots 10)^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{вс1}} = -5 + 10 = +5^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{вс2}} = -25 + 10 = -15^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{вс3}} = -40 + 10 = -30^\circ\text{C}$$

Значення параметрів холодоагенту в основних точках циклу заносимо до табл.8.1.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Арк.

Таблиця 8.1

Точки Пар-ры	1'	1	2	2'	3	4	5	5'	6	7	8	9	10'	10	11
t, °C	-5	5	122	43	38	-5	-15	-25	41	-5	-25	-40	-40	-30	79
p, МПа	0,355	0,355	1,687	1,687	1,687	0,355	0,152	0,152	0,355	0,355	0,152	0,072	0,072	0,072	0,355
h, кДж/кг	1456	1481	1720	1491	377	377	1454	1430	1568	177	177	177	1407	1429	1655
v, м³/кг	0,347	0,364	0,107	0,107	—	0,055	0,808	0,772	0,48	—	0,053	0,177	1,551	1,624	0,456

Тепловий розрахунок схеми холодильної машини.

Масова витрата холодильного агента, який треба відводити від циркуляційних ресиверів :

а) при $t_{01} = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$M_{(-5)} = \frac{Q_{OT(-5)}}{i_1 - i_4} = \frac{521,4}{1456 - 377} = 0,483_{\kappa\mathcal{Z}/c};$$

б) при $t_{02} = -25\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$M_{(-25)} = \frac{Q_{OT(-25)}}{i_{5'} - i_8} = \frac{41,1}{1429 - 177} = 0,035_{\kappa\epsilon/c};$$

в) при $t_{03} = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$M_{(-40)} = \frac{Q_{OT(-40)}}{i_{10'} - i_9} = \frac{335}{1407 - 177} = 0,272 \text{ } \kappa\text{Z}/c.$$

В КРЦ рідкий агент охолоджується до стану насиченої рідини, тому масову витрату в СВТ визначають за формулою:

$$M_{\text{CBT}} = M_{(-5)} + M_{(-25)} \cdot \frac{i_6 - i_7}{i_1 - i_4} + M_{(-40)} \cdot \frac{i_{11} - i_7}{i_1 - i_4}$$

$$M_{\text{CBT}} = 0,483 + 0,033 \cdot \frac{1568 - 177}{1456 - 377} + 0,272 \cdot \frac{1655 - 177}{1456 - 377} = 0,9 \text{ } \kappa\text{Z}/c$$

Для визначення необхідної об'ємної продуктивності компресора, необхідно визначити коефіцієнти подачі.

а) при $t_{01} = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$\frac{p_k}{p_{\text{пр}}} = \frac{1,687}{0,355} = 4,75 \quad \lambda_{(-5)} = 0,79$$

б) при $t_{02} = -25\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$\frac{p_{\text{пр}}}{p_0} = \frac{0,355}{0,152} = 2,34 \quad \lambda_{(-25)} = 0,84$$

в) при $t_{03} = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$\frac{p_{\text{пр}}}{p_0} = \frac{0,355}{0,072} = 4,93 \quad \lambda_{(-40)} = 0,8$$

Потрібна продуктивність компресорів:

$$V_{\text{Т(СВТ)}} = \frac{M_{(\text{свм})} \cdot v_1}{\lambda_{(-5)}} = \frac{0,9 \cdot 0,364}{0,79} = 0,415 \text{ м}^3/\text{с} = 1494 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{\text{Т(-25)}} = \frac{M_{(-25)} \cdot v_5}{\lambda_{(-25)}} = \frac{0,035 \cdot 0,808}{0,84} = 0,034 \text{ м}^3/\text{с} = 122,4 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{\text{Т(-40)}} = \frac{M_{(-40)} \cdot v_{10}}{\lambda_{(-40)}} = \frac{0,272 \cdot 1,624}{0,8} = 0,55 \text{ м}^3/\text{с} = 1980 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для роботи на ступінь високого тиску (СВТ) ($t_{01} = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p_{01} = 0,355\text{ МПа}$; $t_k = 43\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p_k = 1,687\text{ МПа}$) приймаємо 3 гвинтових компресори відкритого типу (Рис. 8.2) фірми Bitzer OSKA8591 з сумарною об'ємною подачею $V_{\text{км(-5)}} = 1605 \text{ м}^3/\text{год}$.

Таблиця 8.2

Марка компресора	Продуктивність, м ³ /год	Габаритні розміри, мм			Вага, кг
		довжина	ширина	висота	
Bitzer OSKA8591	535	874	586	496	370

Для роботи на ступінь низького тиску (СНТ) ($t_{02} = -25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p_{02} = 0,152\text{ МПа}$; $t_{\text{пр}} = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p_{\text{пр}} = 0,335\text{ МПа}$) приймаємо 2 (1 робочий, 1 резерв) гвинтових компресори відкритого типу фірми Bitzer OSNA7441 з об'ємною подачею $V_{\text{км(-25)}} = 165 \text{ м}^3/\text{год}$.

Таблиця 8.3

Марка компресора	Продуктивність, м ³ /год	Габаритні розміри, мм			Вага, кг
		довжина	ширина	висота	
Bitzer OSNA7441	165	540	569	470	176

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис 8.2 гвинтовий компресор відкритого типу

Для роботи на ступінь низького тиску ($t_{02} = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p_{02} = 0,072\text{ МПа}$; $t_{\text{пр}} = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p_{\text{пр}} = 0,335\text{ МПа}$) приймаємо 4 гвинтових компресори відкритого типу фірми Bitzer OSNA8591 з сумарною об'ємною подачею $V_{\text{км}(-40)} = 2140\text{ м}^3/\text{год}$

Таблиця 8.4

Марка компресора	Продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}$	Габаритні розміри, мм			Вага, кг
		довжина	ширина	висота	
Bitzer OSNA8591	535	874	586	496	370

Дійсна масова витрата:

$$\Sigma M_{\text{км}(\text{свт})} = \frac{\lambda_{(-5)} \cdot \Sigma V_{\text{км}(-5)}}{v_1} = \frac{0,79 \cdot 1605}{0,364} = 3483,4\text{ кг}/\text{год} = 0,968\text{ кг}/\text{с}$$

$$\Sigma M_{\text{км}(-25)} = \frac{\lambda_{(-25)} \cdot \Sigma V_{\text{км}(-25)}}{v_5} = \frac{0,84 \cdot 165}{0,808} = 171,5\text{ кг}/\text{год} = 0,048\text{ кг}/\text{с}$$

$$\Sigma M_{\text{км}(-40)} = \frac{\lambda_{(-40)} \cdot \Sigma V_{\text{км}(-40)}}{v_{10}} = \frac{0,8 \cdot 2140}{1,624} = 1054,2\text{ кг}/\text{год} = 0,293\text{ кг}/\text{с}$$

Сумарна теоретична потужність:

$$\Sigma N_{\text{т}(\text{свт})} = \Sigma M_{\text{км}(\text{свт})} \cdot (i_2 - i_1) = 0,968 \cdot (1720 - 1481) = 231,35\text{ кВт}$$

$$\Sigma N_{\text{т}(-25)} = \Sigma M_{\text{км}(-25)} \cdot (i_6 - i_5) = 0,048 \cdot (1568 - 1454) = 5,47\text{ кВт}$$

$$\Sigma N_{\text{т}(-40)} = \Sigma M_{\text{км}(-40)} \cdot (i_{11} - i_{10}) = 0,293 \cdot (1655 - 1429) = 66,22\text{ кВт}$$

Індикаторна потужність компресорів $N_i = \frac{N_{\text{т}}}{\eta_i}$. Приймаємо $\eta_i = \lambda_i$.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Sigma N_{i(\text{свт})} = \frac{231,35}{0,79} = 293 \text{ кВт}$$

$$\Sigma N_{i(-25)} = \frac{5,47}{0,84} = 6,6 \text{ кВт}$$

$$\Sigma N_{i(-40)} = \frac{66,22}{0,8} = 82,8 \text{ кВт}$$

Електрична потужність:

$$\Sigma N_{\text{ел}} = \frac{\Sigma N_i}{\eta_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{ел}}}$$

Приймаємо :

$$\eta_{\text{мех}} = 0,9$$

$$\eta_{\text{ел}} = 0,9$$

$$\Sigma N_{\text{ел(свт)}} = \frac{293}{0,9 \cdot 0,9} = 362 \text{ кВт}$$

$$\Sigma N_{\text{ел}(-25)} = \frac{6,6}{0,9 \cdot 0,9} = 8,2 \text{ кВт}$$

$$\Sigma N_{\text{ел}(-40)} = \frac{82,8}{0,9 \cdot 0,9} = 102,3 \text{ кВт}$$

Розрахункова електрична потужність компресора:

$$N_{\text{ел(свт)}} = 120,7 \text{ кВт}$$

Приймаємо електродвигун АИР 280М2 потужністю 132кВт

$$N_{\text{ел}(-25)} = 8,2 \text{ кВт}$$

Приймаємо електродвигун АИР 132М2 потужністю 11кВт

$$N_{\text{ел}(-40)} = 25,6 \text{ кВт}$$

Приймаємо електродвигун АИР 180М2 потужністю 30кВт

Теплове навантаження на конденсатор в теоретичному циклі:

$$Q_K = \Sigma M_{\text{км(свт)}} \cdot (i_2 - i_3) = 0,968 \cdot (1720 - 377) = 1300 \text{ кВт}$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дійсне теплове навантаження на конденсатор:

$$Q_{\text{кд}} = Q_{OT(-15)} + Q_{OT(-30)} + Q_{OT(-40)} + \Sigma N_{i(-15)} + \Sigma N_{i(-30)} + \Sigma N_{i(-40)}$$

Дійсну холодопродуктивність компресорів кожної ступені знайдемо з відношення:

$$Q_o = Q_{OT} \cdot \Sigma V_{\text{км}} / \Sigma V_{\text{т}}$$

Оскільки компресори підібрані з деяким запасом по продуктивності, тоді теплове навантаження на конденсатор:

$$\begin{aligned} Q_{\text{кд}} &= Q_{OT(-15)} + Q_{OT(-30)} + Q_{OT(-40)} + \Sigma N_{i(-15)} + \Sigma N_{i(-30)} + \Sigma N_{i(-40)} = \\ &= 546,4 \cdot \frac{1508,4}{1605} + 52,1 \cdot \frac{126}{165} + 335 \cdot \frac{1980}{2140} + \\ &\quad + 308,47 + 7,29 + 88,3 = 1267,3 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Середні коефіцієнти робочого часу компресорів:

$$b_{(\text{свт})} = V_{\text{т}} / V_{\text{км}} = \frac{1508,4}{1605} = 0,94$$

$$b_{(-25)} = V_{\text{т}} / V_{\text{км}} = \frac{126}{165} = 0,76$$

$$b_{(-40)} = V_{\text{т}} / V_{\text{км}} = \frac{1980}{2140} = 0,93$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Розрахунок і вибір тепломасообмінних апаратів

9.1 Розрахунок конденсаторів

Площу теплопередаючої поверхні конденсаторів визначають за формулою:

$$F = \frac{Q_{к.д}}{k\theta_m}$$
$$F = \frac{1267,3}{0,025 \cdot 12} = 4224,3 \text{ м}^2$$

Об'ємна витрата повітря на охолодження конденсатора розраховуємо за формулою:

$$V_{нов} = \frac{Q_{к.д}}{c_{нов}\rho_{нов}\Delta t_{нов}}$$
$$V_{нов} = \frac{1267,3}{1,0 \cdot 1,15 \cdot 6} = 188,6 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 678960 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

де $Q_{к.д}$ — тепловий потік в конденсаторі, кВт; $c_{нов}$ — питома теплоємність повітря, кДж/(кг·К); $\rho_{нов}$ — густина повітря, кг/м³.

Приймаємо 2 повітряних конденсатори фірми Guntner AGVH 090.1B/2x4

Повітряний конденсатор	Площа теплопередаючої поверхні, м ²	Габаритні розміри, мм			Об'ємна витрата повітря, м ³ /год	Об'єм труб, м ³
		довжина	ширина	висота		
AGVH090.1B/2x4	2425	9500	2291	1480	696000	0,228

					00.БКР.142.004.021.ПЗ						
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.	Ружин В.В.				Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ			Лит.	Лист	Листів	
Перевір.	Грищенко Р.В.										
Реценз.								НУХТ, ТЕХТ			
Н. Контр.											
Затверд.	Василенко С.М.										

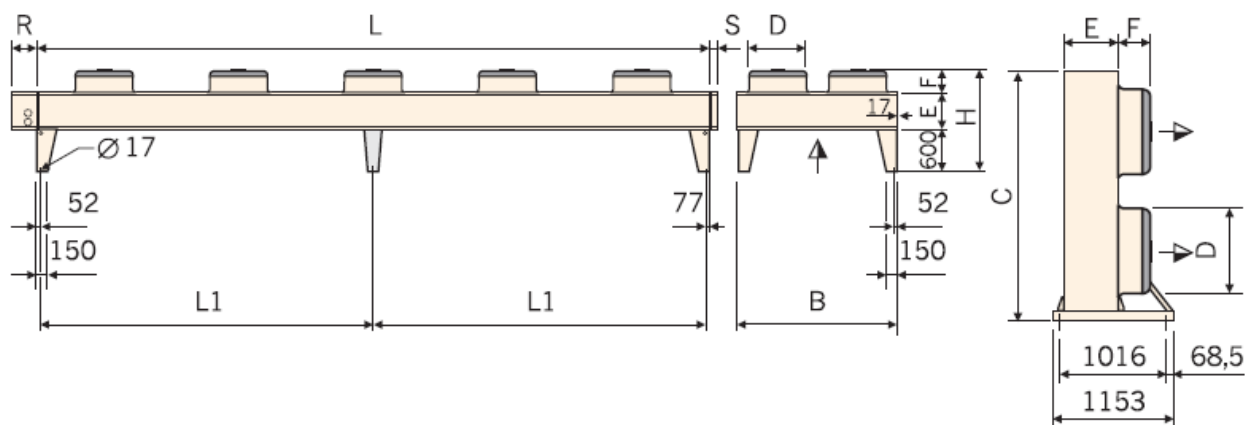


Рис. 9.1 Конденсатор Guntner AGVH

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Розрахунок та вибір теплообмінного обладнання холодильних камер

Теплове навантаження на камерне обладнання, дорівнює сумі теплонадходжень в камеру, що розраховано раніше. Охолодження у камерах здійснюється двопоточними повітроохолодниками (Рис. 10.1).



Рис. 10.1 Двопоточний повітроохолодник

Площу теплообмінної поверхні повітроохолодників визначають за формулою:

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \cdot \Delta t}$$

де $Q_{обл}$ — сумарне навантаження на камерне обладнання, що було визначено тепловим розрахунком, Вт; k — коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження, Вт/(м²·К); Δt — різниця температур між повітрям в камері і киплячим холодоагентом, °С.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Ружин В.В.			Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ			Лит.	Лист	Листів
Перевір.		Грищенко Р.В.								
Реценз.								НУХТ, ТЕХТ		
Н. Контр.										
Затверд.		Василенко С.М.								

Камери №6...№9

$$Q=104 \text{ кВт}$$

Необхідна площа поверхні повітроохолодників

$$F = \frac{104000}{42,5 \cdot 5} = 489,4 \text{ м}^2$$

На кожну камеру приймаємо по 3 повітроохолодників фірми Guntner ADHN 066C/310 (Рис. 10.2, табл. 10.1).

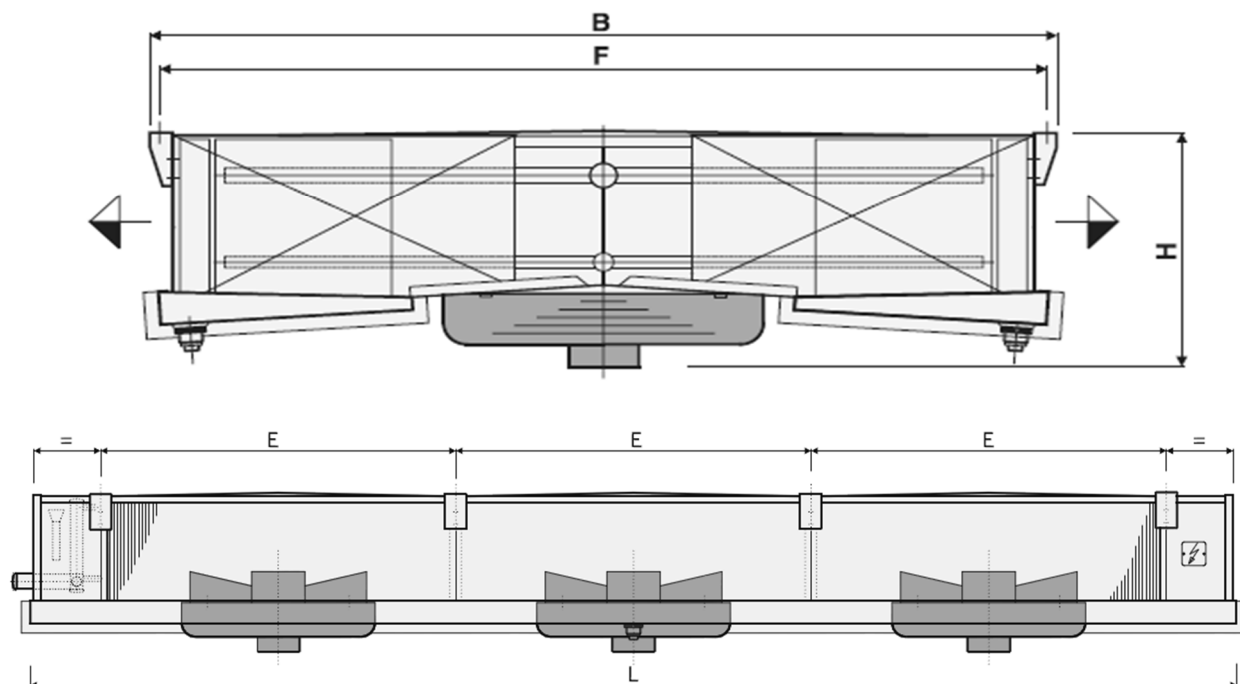


Рис. 10.2 Повітроохолодник Guntner ADHN

Табл.10.1

Повітроохолодники	Потужність $t_0 = -5$ кВт	Площа поверхні, м ²	Витрата повітря м ³ /год	Габаритні розміри, мм					Місткість, л
				L	B	H	E	F	
ADHN 066C/310	37,4	176	25830	4300	1945	510	1200	1890	65

Камера №4,5

$$Q=52,1 \text{ кВт}$$

Необхідна площа поверхні повітроохолодника

$$F = \frac{52100}{25 \cdot 7} = 297,7 \text{ м}^2$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

На кожну камеру приймаємо 3 повітроохолодника фірми Guntner ADHN 051C/310. (Рис. 10.2, табл. 10.2).

Табл.10.2

Повітроохолодники	Потужність $t_0 = -25$ кВт	Площа поверхні, m^2	Витрата повітря $m^3/год$	Габаритні розміри, мм					Місткість, л
				L	B	H	E	F	
ADHN 051C/310	21,8	152,8	16860	3700	1565	450	1000	1510	39

Камера №1

$$Q=119 \text{ кВт}$$

Необхідна площа поверхні повітроохолодника

$$F = \frac{119000}{42,5 \cdot 5} = 560 \text{ м}^2$$

На дану камеру приймаємо 7 повітроохолодника фірми Guntner ADHN 066D/17. (Рис. 10.3, табл. 10.3).

Камера №2

$$Q=14,37 \text{ кВт}$$

Необхідна площа поверхні повітроохолодника

$$F = \frac{14370}{42,5 \cdot 5} = 67,6 \text{ м}^2$$

На дану камеру приймаємо 1 повітроохолодник фірми Guntner ADHN 066D/110. (Рис. 10.3, табл. 10.3).

Камера №3

$$Q=11,77 \text{ кВт}$$

Необхідна площа поверхні повітроохолодника

$$F = \frac{11770}{42,5 \cdot 5} = 55,4 \text{ м}^2$$

На дану камеру приймаємо 2 повітроохолодника фірми Guntner ADHN 046C/110. (Рис. 10.3, табл. 10.3).

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

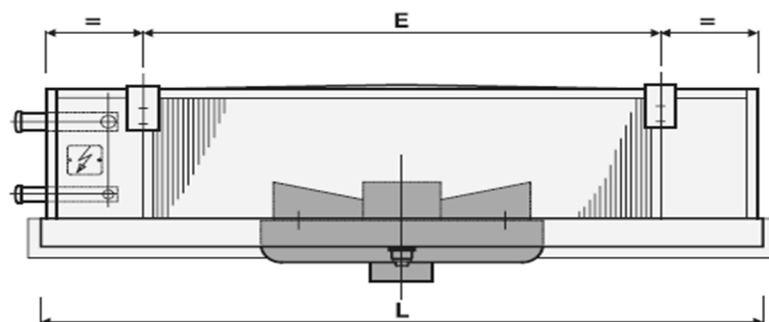


Рис. 10.3 Повітроохолодник Guntner ADHN

Табл.10.3

Повітроохолодники	Потужність $t_0 = -5$ кВт	Площа поверхні , м ²	Витрата повітря м ³ /год	Габаритні розміри, мм					Місткість, л
				L	B	H	E	F	
ADHN 066D/17	18,0	108,6	8090	1900	1945	510	1200	1890	30
ADHN 066D/110	15,8	78,2	8230	1900	1945	510	1200	1890	30
ADHN 046C/110	6,2	29,3	4250	1250	1565	450	800	1510	12

Камера №2

В цю камеру встановлюємо швидкоморозильний флюїдизаційний апарат типу ФСМА-3000, який було підібрано по продуктивності, щоб забезпечити добову норму заморозки ягід.

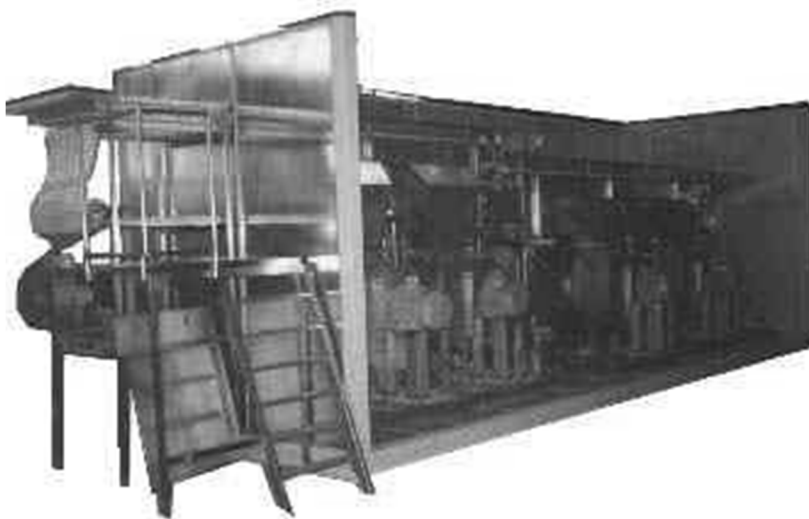


Рис. 10.4 флюїдизаційний апарат ФСМА

Таблица 10.4

Назва	Продуктивність, кг/год	Габаритні розміри, мм			<u>Холодоспожи</u> <u>вання, кВт</u>	Місткість, л
		довжина	ширина	висота		
ФСМА-3000	2100	10700	4400	4400	335	1250

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Розрахунок та підбирання допоміжного обладнання

11.1 Ресивера

Об'єм лінійного ресивера в насосно-циркуляційній системі з нижньою подачею аміака в прибори охолодження

$$V_{л.р} = 0,6 \cdot V_{вип}$$

де $V_{вип}$ — місткість випарної системи, м³.

$$V_{л.р} = 0,6 \cdot 2,528 = 1,5 \text{ м}^3$$

Приймаємо 1 горизонтальний ресивер виробництва фірми COOLTECH:
CTXLR 1500

Таблиця 11.1

Ресивер	Розміри, мм						Діаметр, мм			Місткість, м ³
	A	B	C	D	E	F				
CTXLR 1500	2280	1410	1020	960	1190	930	80	80	40	1,5

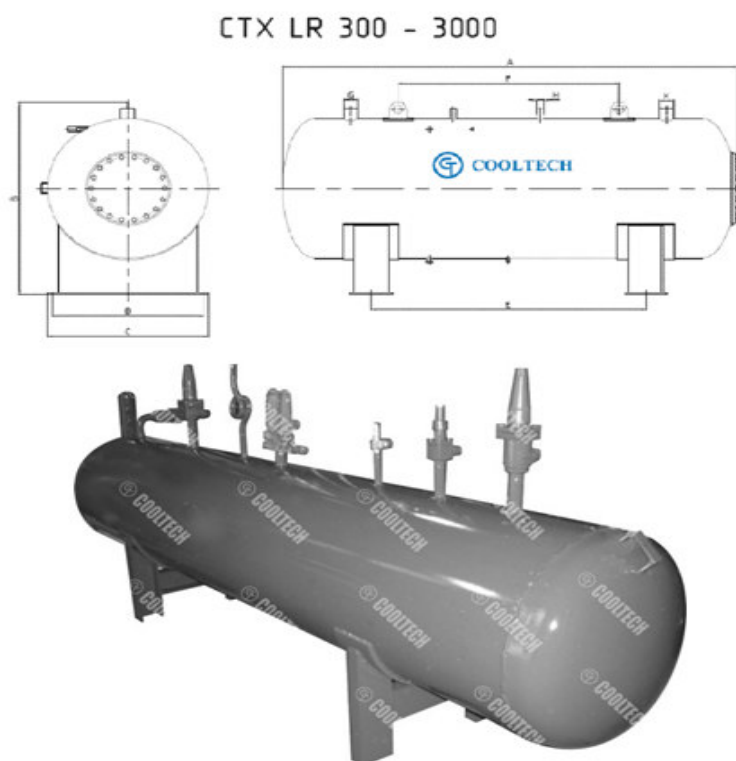


Рис. 2.10.1 Горизонтальний ресивер COOLTECH CTXLR

					00.БКР.142.004.021.ПЗ					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Ружин В.В.			Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ			Лист.	Лист	Листів
Перевір.		Грищенко Р.В.								
Реценз.								НУХТ, ТЕХТ		
Н. Контр.										
Затверд.		Василенко С.М.								

Циркуляційний ресивер в насосно-циркуляційній системі:

$$V_{ц.р} = K \cdot (V_{н.т} + 0,2V + 0,3V_{н.т})$$

$$t_n = -40\text{ }^{\circ}\text{C:}$$

$$V_{ц.р} = 2 \cdot (0,015 + 0,2 \cdot 1,25 + 0,3 \cdot 0,5) = 0,83\text{ м}^3$$

Приймаємо 1 горизонтальний ресивер виробництва фірми COOLTECH:
CTXLR 1000

$$t_n = -25\text{ }^{\circ}\text{C:}$$

$$V_{ц.р} = 2 \cdot (0,01 + 0,2 \cdot 0,23 + 0,3 \cdot 0,3) = 0,3\text{ м}^3$$

Приймаємо 1 горизонтальний ресивер виробництва фірми COOLTECH:
CTXLR 300

Об'єм дренажного ресивера горизонтального типу

$$V_{д.р} = 0,8 \cdot V_{н.вип}$$

де $V_{н.вип}$ — місткість найбільш аміакаємкої випарної системи, м^3 .

$$V_{д.р} = 0,8 \cdot 1,25 = 1,0\text{ м}^3$$

Приймаємо 1 горизонтальний ресивер виробництва фірми COOLTECH:
CTXLR 1000

Таблиця 11.3

Ресивер	Розміри, мм						Діаметр, мм			Місткість, м^3
	A	B	C	D	E	F				
CTXLR 1000	2740	1025	740	700	1510	1980	80	80	40	1,0
CTXLR 300	1730	815	520	460	985	795	40	40	32	0,3

Об'єм компаундного ресивера горизонтального типу

$$V_{л.р} = K \cdot (V_{н.т} + 0,2V + 0,3V_{н.т})$$

де $V_{н.т}$ — місткість випарної системи, м^3 .

$$V_{л.р} = 2 \cdot (0,69 + 0,2 \cdot 1,05 + 0,3 \cdot 0,5) = 2,1\text{ м}^3$$

Приймаємо 1 горизонтальний ресивер виробництва фірми COOLTECH:
CTXLR 2500

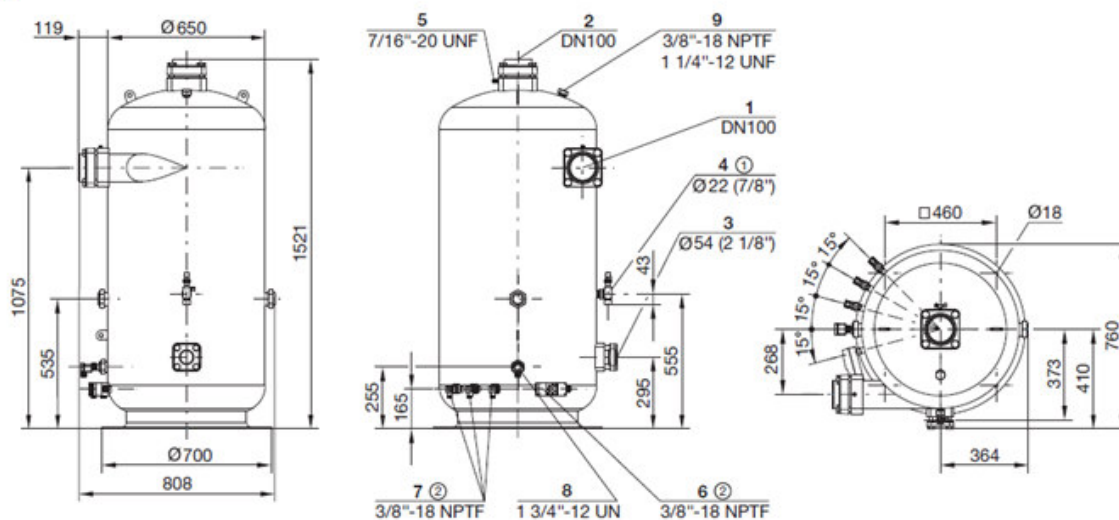
Таблиця 11.1

Ресивер	Розміри, мм						Діаметр, мм			Місткість, м³
	A	B	C	D	E	F				
CTXLR 2500	3480	1410	1020	960	2170	1700	100	100	50	2,5

Мастиловіддільники вибираємо за програмою Bitzer нагнітального трубопроводу

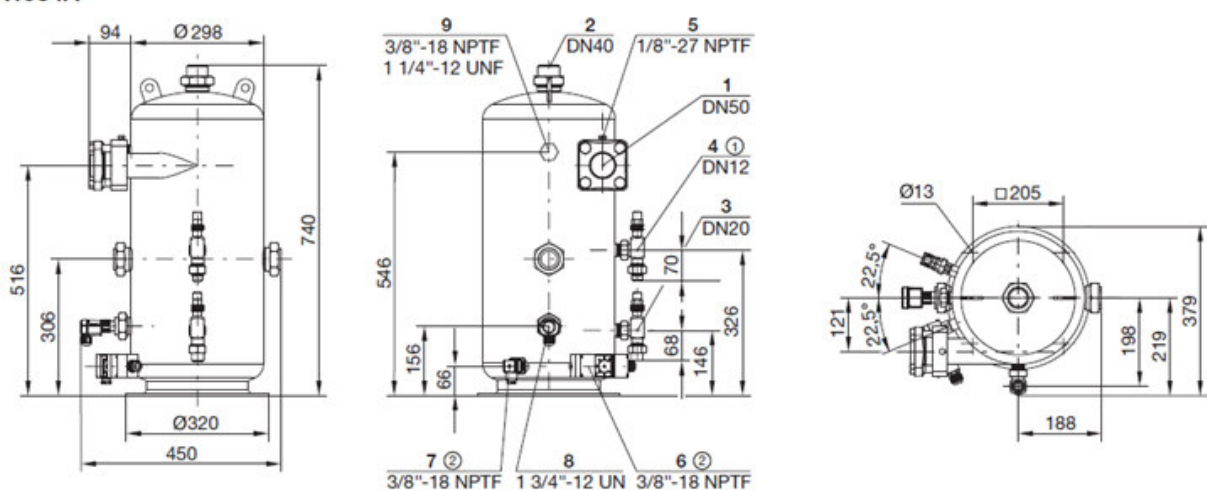
На -5, 40 вибираємо мастиловіддільник фірми Bitzer OA14111

OA14111



На -25 вибираємо мастиловіддільник фірми Bitzer OA1954A

OA1954A



В якості мастилозбірника приймаю мастилозаправочну ємкість 60МЗС.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Розміри:

D=325, S=9, B=650, H=1280, h=890, h₁=205, h₂=925, d=260, d₁=310,

d₂=18, ємність 60 л, маса 85 кг.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Визначення діаметрів основних трубопроводів, гідравлічних втрат у мережах та вибір насосу

12.1 Визначення діаметрів аміачн трубопроводів

Діаметр всмоктувального трубопроводу компресорів

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4Mv_1}{\pi\omega}}$$

$$d_{вн(свт)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,968 \cdot 0,364}{3,14 \cdot 15}} = 0,149 \text{ м}$$

Приймаємо сталю безшовну трубу з $d_{вн}=150$ мм.

$$d_{вн(-25)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,048 \cdot 0,808}{3,14 \cdot 11}} = 0,067 \text{ м}$$

Приймаємо сталю безшовну трубу з $d_{вн}=70$ мм.

$$d_{вн(-40)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,293 \cdot 1,624}{3,14 \cdot 16}} = 0,194 \text{ м}$$

Приймаємо сталю безшовну трубу з $d_{вн}=200$ мм.

Діаметр нагнітального трубопроводу компресорів

$$d_{вн(свт)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,968 \cdot 0,107}{3,14 \cdot 14}} = 0,097 \text{ м}$$

Приймаємо сталю безшовну трубу з $d_{вн}=100$ мм.

$$d_{вн(-25)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,048 \cdot 0,42}{3,14 \cdot 20}} = 0,036 \text{ м}$$

Приймаємо сталю безшовну трубу з $d_{вн}=40$ мм.

					<i>00.БКР.142.004.021.ПЗ</i>		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Ружин В.В.				Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ	Лит.	Лист
Перевір.	Грищенко Р.В.						
Реценз.						НУХТ, ТЕХТ	
Н. Контр.							
Затверд.	Василенко С.М.						

$$d_{вн(-40)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,293 \cdot 0,456}{3,14 \cdot 17}} = 0,1 \text{ м}$$

Приймаємо стальну безшовну трубу з $d_{вн}=100$ мм.

Діаметр трубопроводу на рідинній лінії (зливна від конденсатора до ресивера)

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4M}{\pi \rho \omega}}$$

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,968}{3,14 \cdot 681,4 \cdot 0,6}} = 0,055 \text{ м}$$

Приймаємо стальну безшовну трубу з $d_{вн}=70$ мм.

Діаметри трубопроводів на рідинних лініях в насосно-циркуляційній системі (напірна)

$$d_{вн(свт)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,627}{3,14 \cdot 681,4 \cdot 0,4}} = 0,054 \text{ м}$$

Приймаємо стальну безшовну трубу з $d_{вн}=70$ мм.

$$d_{вн(-25)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,048}{3,14 \cdot 681,4 \cdot 0,4}} = 0,013 \text{ м}$$

Приймаємо стальну безшовну трубу з $d_{вн}=16$ мм.

$$d_{вн(-5)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,293}{3,14 \cdot 681,4 \cdot 0,4}} = 0,037 \text{ м}$$

Приймаємо стальну безшовну трубу з $d_{вн}=40$ мм.

Діаметри трубопроводів на рідинних лініях в насосно-циркуляційній системі (оборотна)

$$d_{вн(свт)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,627}{3,14 \cdot 681,4 \cdot 0,9}} = 0,036 \text{ м}$$

Приймаємо стальну безшовну трубу з $d_{вн}=40$ мм.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}(-25)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,048}{3,14 \cdot 681,4 \cdot 0,7}} = 0,01 \text{ м}$$

Приймаємо стальну безшовну трубу з $d_{\text{вн}}=10$ мм.

$$d_{\text{вн}(-5)} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,293}{3,14 \cdot 681,4 \cdot 0,9}} = 0,024 \text{ м}$$

Приймаємо стальну безшовну трубу з $d_{\text{вн}}=25$ мм.

12.2 Розрахунок гідравлічних втрат на аміачних лініях.

Визначаємо динамічний тиск на рідинних лініях в насосно-циркуляційній системі:

$$-5: \frac{\rho \omega^2}{2} = \frac{681,4 \cdot 0,4^2}{2} = 54,5 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2}$$

$$-25: \frac{\rho \omega^2}{2} = \frac{681,4 \cdot 0,4^2}{2} = 54,5 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2}$$

$$-40: \frac{\rho \omega^2}{2} = \frac{681,4 \cdot 0,4^2}{2} = 54,5 \text{ кг}/(\text{м} \cdot \text{с}^2)$$

Розраховуємо число Рейнольдса за формулою:

$$Re = \frac{\omega d_{\text{вн}} \rho}{\mu}$$

на рідинних лініях в насосно-циркуляційній системі:

$$-5: Re = \frac{0,4 \cdot 0,07 \cdot 681,4}{13,6 \cdot 10^{-3}} = 1385$$

$$-25: Re = \frac{0,4 \cdot 0,016 \cdot 681,4}{23,1 \cdot 10^{-3}} = 186,4$$

$$-40: Re = \frac{0,4 \cdot 0,025 \cdot 681,4}{34,5 \cdot 10^{-3}} = 195$$

Визначаємо коефіцієнт тертя для ламінарного потоку за формулою:

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \left(\frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{Re} \right)^{0,25}$$

$$\lambda_{\text{тр}(-5)} = 0,11 \left(\frac{0,06}{70} + \frac{64}{1385} \right)^{0,25} = 0,051$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda_{mp(-25)} = 0,11 \left(\frac{0,06}{16} + \frac{64}{186,4} \right)^{0,25} = 0,084$$

$$\lambda_{mp(-40)} = 0,11 \left(\frac{0,06}{25} + \frac{64}{195} \right)^{0,25} = 0,083$$

Втрати тиску від тертя:

$$\Delta p_{тр} = \frac{\lambda_{тр} \rho \omega^2 l}{2d}$$

$$\Delta p_{mp(-5)} = \frac{0,051 \cdot 681,4 \cdot 0,4^2 \cdot 180}{2 \cdot 0,07} = 7,06 \text{ кПа}$$

$$\Delta p_{mp(-25)} = \frac{0,084 \cdot 681,4 \cdot 0,4^2 \cdot 12}{2 \cdot 0,016} = 3,4 \text{ кПа}$$

$$\Delta p_{mp(-40)} = \frac{0,083 \cdot 681,4 \cdot 0,4^2 \cdot 50}{2 \cdot 0,04} = 8,93 \text{ кПа}$$

Втрати тиску в місцевих опорах за формулою:

$$Z = \sum \xi_m \frac{\rho \omega^2}{2}$$

$$Z_{(-5)} = (2 \cdot 0,5 + 8 \cdot 1 + 16 \cdot 1) 54,5 = 1360 \text{ Па}$$

$$Z_{(-25)} = (2 \cdot 0,5 + 8 \cdot 1 + 4 \cdot 1) 54,5 = 708 \text{ Па}$$

$$Z_{(-40)} = (2 \cdot 0,5 + 8 \cdot 1 + 1) 54,5 = 545 \text{ Па}$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta p = \Delta p_{mp} + Z$$

$$\Delta p_{(-5)} = 7060 + 1360 = 8420 \text{ Па} = 8,4 \text{ кПа}$$

$$\Delta p_{(-25)} = 3400 + 708 = 4108 \text{ Па} = 4,1 \text{ кПа}$$

$$\Delta p_{(-40)} = 8930 + 545 = 9475 \text{ Па} = 9,5 \text{ кПа}$$

12.3 Підбір Ам'ячного насосу

Розрахунковий напір за формулою:

$$h = h_{нід} + \frac{\Delta p_{вс}}{\rho g}$$

$$h_{(-5)} = 16 + \frac{8400}{681,4 \cdot 9,81} = 17,27 \text{ м}$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h_{(-25)} = 16 + \frac{4100}{681,4 \cdot 9,81} = 16,62 \text{ м}$$

$$h_{(-40)} = 1,5 + \frac{9500}{681,4 \cdot 9,81} = 2,92 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{\text{ц}} \cdot \frac{\sum M}{\rho}$$

$$V_{(-5)} = 6 \cdot \frac{0,627}{681,4} \cdot 3600 = 19,87 \text{ м}^3/\text{год}$$

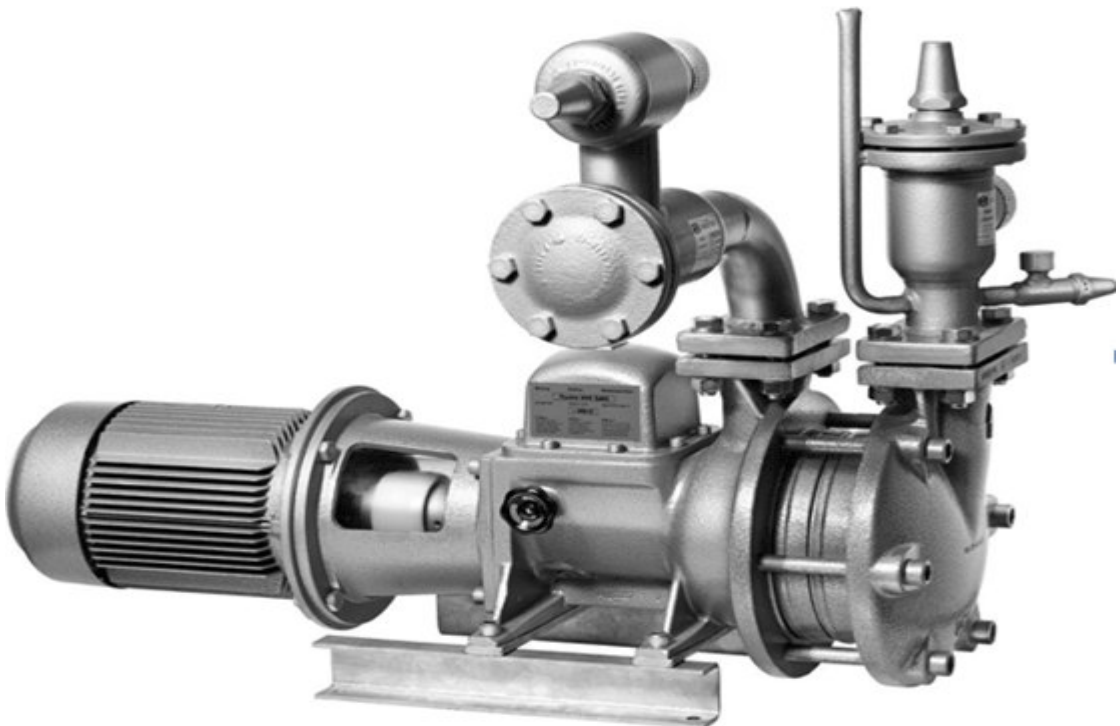
Встановлюємо по два аміачних насоса марки WITT GP51-1450 , один з яких буде резервним.

$$V_{(-25)} = 6 \cdot \frac{0,048}{681,4} \cdot 3600 = 1,52 \text{ м}^3/\text{год}$$

Встановлюємо по два аміачних насоса марки WITT GP41-1450 , один з яких буде резервним.

$$V_{(-40)} = 6 \cdot \frac{0,293}{681,4} \cdot 3600 = 9,3 \text{ м}^3/\text{год}$$

Встановлюємо по два аміачних насоса марки WITT GP51-960 , один з яких буде резервним.



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.БКР.142.004.021.ПЗ

Арк.

13. Охорона праці

13.1. Умови праці

Рівень безпеки будь-яких робіт у суспільному виробництві значною мірою залежить від рівня правового забезпечення цих питань, тобто від якості та повноти викладення відповідних вимог в законах та інших нормативно-правових актах. У 1992 році вперше не лише в Україні, а й на теренах колишнього СРСР було прийнято Закон України “Про охорону праці”, який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров’я в процесі трудової діяльності та принципи державної політики у цій сфері, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в країні.

У зв'язку з погіршенням економічної ситуації і матеріально-технічної бази підприємств, що спостерігалось протягом минулих майже двох десятиліть, умови праці на більшості з них також погіршились. В промисловості, сільському господарстві, будівництві, на транспорті зросла кількість робочих місць, що не відповідають санітарно-гігієнічним нормам і правилам. В середньому 20 – 25% працюючих постійно знаходяться під впливом шкідливих умов праці.

Охорона праці водночас вирішує два завдання.

Одне з них – інженерно-технічне – передбачає запобігання небезпечним подіям під час трудового процесу шляхом:

- заміни небезпечних матеріалів менш небезпечними,
- переходу на нові технології, які зменшують ризик травмування і захворювання,
- проектування і конструювання устаткування з урахуванням вимог безпеки праці,
- розробки засобів індивідуального та колективного захисту.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ружин В.В.			Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ	Лит.	Лист	Листів
Перевір.		Грищенко Р.В.						
Реценз.						НУХТ, ТЕХТ		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						

Друге – соціальне – пов’язане з відшкодуванням матеріальної, моральної чи соціальної шкоди, завданої внаслідок нещасного випадку або професійного захворювання, тобто це захист працівника та його прав.

Виходячи з поставлених перед нею завдань, охорона праці, ґрунтуючись на правових та організаційних основах, вирішує питання виробничої санітарії, виробничої та пожежної безпеки.

13.2. Санітарно-гігієнічні вимоги до виробничого приміщення

Вимоги безпеки під час проведення технологічного процесу повинні передбачатись у технологічній документації. Контроль повноти викладення цих вимог здійснюється відповідно до вказівок РД 50-134-78. Загальні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки виробничих процесів визначені ГОСТ 12.1.004-91, а вибухової безпеки – ГОСТ 12.1.010-76.

У виробничому приміщенні умови праці залежать від таких факторів, як розташування технологічного обладнання, організація робочого місця, сировина, заготовки та готова продукція. У кожному конкретному випадку вимоги безпеки до виробничих приміщень та площадок формуються, виходячи з вимог діючих будівельних норм та правил. 164

Рівні небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочих місцях повинні відповідати вимогам нормативних документів безпеки за видами небезпечних та шкідливих факторів. Робочі місця повинні мати рівні та показники освітленості, встановлені діючими Державними будівельними нормами України ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення".

Розташування виробничого обладнання, вихідних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва у виробничих приміщеннях і на робочих місцях не повинно являти небезпеку для працівників. Відстані між одиницями обладнання, а також між обладнанням та стінами виробничих приміщень, будівель і споруд мають відповідати вимогам діючих норм технологічного проектування, будівельним нормам та правилам.

Безпека виконання робіт включає застосування раціональних методів

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технології та організацію виробництва. Зокрема, велику роль відіграє зміст праці, форми побудови трудових процесів, ступінь спеціалізації працівників, вибір режимів праці та відпочинку, дисципліна праці, психологічний клімат у колективі, організація санітарного та побутового забезпечення праці (відповідно до СНиП П-92 – 76).

Основними керівними матеріалами щодо безпеки роботизованих технологічних комплексів є ГОСТ 12.2.072-82 ССБТ. “Роботы промышленные, роботизированные технологические комплексы и участки. Общие требования безопасности”, у якому наведено вимоги безпеки до конструкції промислових роботизованих виробничих систем.

Вимоги виробничої санітарії до робочого місця. Кожне робоче місце повинно:

- обладнуватися необхідними засобами колективного захисту;
- укомплектовуватися необхідними засобами індивідуального захисту;
- мати параметри санітарно-гігієнічних факторів такими, що не перевищують гранично допустимих значень відповідних нормативних документів.
- мати достатнє природне та штучне освітлення;
- мати параметри мікроклімату відповідно до санітарних норм;
- мати вентиляцію.

13.3. Мікроклімат

Мікроклімат виробничих приміщень – це умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працівників з оточенням. Як фактор виробничого середовища мікроклімат впливає на теплообмін організму людини з цим середовищем і, таким чином, визначає тепловий стан організму людини в процесі праці.

Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками:

- температура повітря (°C);
- відносна вологість повітря (%);

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- швидкість руху повітря (м/с);
- інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінювання (Вт/м²) від поверхонь обладнання та активних зон технологічних процесів (у ливарному виробництві, під час зварювання та ін.).

Санітарно-гігієнічне нормування умов мікроклімату здійснюються за ДСН 3.3.6.042-99, які встановлюють *оптимальні* і *допустимі* параметри мікроклімату залежно від загальних енерговитрат організму під час виконання робіт і періоду року.

За загальними затратами організму на виконання робіт згідно з нормативом виділяють три категорії робіт відповідно до табл.

Категорії робіт за ступенем важкості

Характер роботи	Категорія роботи	Загальні енерговитрати організму, Вт (ккал/год)	Характеристика робіт
Легкі роботи	Ia	105-140 (90-120)	Роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження
	Iб	141-175 (121-150)	Роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням і супроводжуються деяким фізичним напруженням
Роботи середньої важкості	IIa	176-232 (151-200)	Роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження.
	IIб	232-290 (201-250)	Роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням не-великих (до 10 кг) вантажів і супроводжуються помірним фізичним напруженням.
Важкі роботи	III	291-349 (251-300)	Роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням дрібних (більш як 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль.

Інтенсивність теплового опромінювання працівників від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляція від застелених огорожень не повинна перевищувати 35,0 Вт/м² – за опромінювання 50% і більше поверхні тіла, 70 Вт/м² – при величині опромінюваної поверхні від 25 до 50% та 100 Вт/м² – за опромінювання не більш як 25% поверхні тіла працівника.

Гігієнічне нормування шкідливих речовин здійснюється за гранично допустимими концентраціями (ГДК, мг/м³) відповідно до нормативних

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

документів: для робочих місць визначається гранично допустима концентрацію в робочій зоні—ГДКрз (ГОСТ 12.1.005-88, СН 245-71); в атмосфері повітря населеного пункту—максимально разові ГДКмр (найбільш висока, зареєстрована за 30 хв спостереження), середньодобові — ГДКсд (середня за 24 год за безупинного вимірювання) іорієнтовно-безпечні рівні впливу —ОБРВ (список ГДК забруднювальних речовин № 3086-84 з доповненнями, ДСП 201-97). Гігієнічне нормування потребує, щоб фактична концентрація забруднювальної речовини не перевищувала ГДК (Сфакт ≤ ГДК).

ГДКрз -це максимальна концентрація, що заощоденної(крім вихідних днів) роботивпродовж8 год чизаіншоїтривалості, але не більш як 41 год на тиждень,впродовжусього стажу (25 років) не може викликати захворювань чи відхилень стану здоров'я, що виявляються сучасними методами досліджень у процесі роботи чи у віддалений період життя сучасного і наступних поколінь.

Методи регулювання параметрів повітряного середовища є невід'ємною частиною загальнодержавного підходу до керування навколишнім середовищем відповідно до ДСТУ ISO 14001-97 (Системи управління навколишнім середовищем).

13.4. Шум і вібрація

Вібрацією називають будь-які механічні коливання пружних тіл або коливальні рухи механічних систем, які проявляються у їх переміщенні в просторі або в змінні їх форми. Джерелами вібрації на виробництві можуть бути різноманітні технологічні процеси, верстати, допоміжні механізми, електродвигуни, вентилятори, вібростенди, трансформатори, насоси, компресори та ін. Для людини вібрація є видом механічного впливу, який має для її здоров'я досить негативні наслідки.

Крім негативного впливу на людину, дія вібрацій може призводити до трансформування внутрішньої структури і поверхневих шарів матеріалів, зміни умов тертя і зношення на контактних поверхнях деталей машин, нагрівання конструкцій. Через вібрацію збільшуються динамічні навантаження в елементах

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкцій, стиках і сполученнях, знижується несуча здатність деталей, ініціюються тріщини, виникає руйнування обладнання. Усе це призводить до зниження терміну служби устаткування, зростання імовірності аварійних ситуацій і економічних витрат. Вважається, що 80% аварій в машинах і механізмах відбувається саме внаслідок дії вібрації. Крім того, коливання конструкцій часто є джерелом небажаного шуму. Захист від вібрації є складною і багатоплановим науково-технічним завданням, яке потребує свого вирішення.

Нормативні значення вібрації встановлено згідно з ДСН 3.3.6.039–99 за її дії в продовж робочого часу 480 хвилин (8 год). За впливу вібрації, яка перевищує встановлені нормативи, тривалість її дії на людину впродовж робочої зміни зменшують згідно з наступними даними.

Допустимий сумарний час дії локальної вібрації залежно від перевищення її гранично допустимого рівня

Перевищення гранично допустимого рівня вібрації, дБ	Допустимий сумарний час дії вібрації, хв	Перевищення гранично допустимого рівня вібрації, дБ	Допустимий сумарний час дії вібрації за зміну, хв
1	384	7	95
2	302	8	76
3	240	9	60
4	191	10	48
5	151	11	38
6	120	12	30

Будь-який шум в умовах виробництва негативно впливає на стан здоров'я людей і знижує їхню працездатність, а в окремих випадках, внаслідок погіршення сприйняття зовнішньої інформації під його дією, може навіть сприяти отриманню травм, особливо під час виконання небезпечних технологічних операцій.

Шум – один з основних небезпечних і шкідливих факторів в умовах сучасного виробництва. Збільшення потужності устаткування, насиченість виробництва високошвидкісними механізмами, різке збільшення транспортного потоку призводять до збільшення рівня шуму і у побуті, і на виробництві.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Санітарно-гігієнічне нормування, контроль і вимірювання шумів здійснюють відповідно до ДСН 3.3.6.037–99.

Вимірюють шум на постійних робочих місцях у приміщеннях, на території підприємств, на промислових спорудах і машинах (в кабінах, на пультах управління тощо). Результати вимірювань на робочих місцях повинні характеризувати шумовий вплив на працівників за період робочої зміни (робочого дня) та оформлятися у вигляді протоколу.

Для контролю відповідності фактичних рівнів шуму на робочих місцях допустимим рівням необхідно вимірювати шум, коли працює не менш як 2/3 розташованого у цьому виробничому приміщенні одиниць технологічного обладнання за найбільш характерного режиму його роботи. Також при цьому повинні працювати вентиляційні установки та інше обладнання, що постійно працює у цьому приміщенні, і яке є джерелом шуму.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Розрахунок економічної ефективності

Вступ

Метою економічного розрахунку являється визначення вартості холодильного обладнання, витрат на використання енергії, вартості будівництва, витрат на оплату заробітної плати персоналу, і загалом визначення економічної ефективності даного проекту фруктосховища.

При проектуванні холодильної камери фруктосховища виконуються наступні роботи:

- побудова холодильника;
- будівництво компресорного цеху;
- вибір та придбання холодильного обладнання;
- інше.

Основною метою даного проекту являється зменшення споживання електроенергії компресорним цехом.

Вихідні дані

Підраховуємо проектне споживання електроенергії та води холодильними обладнанням компресорного цеху, розрахунки заносимо до табл. 17.1.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Ружин В.В.			Проект холодильника фруктосховища місткістю 7000 тон у м. Бердянськ	Лит.	Лист
Перевір.		Грищенко Р.В.					
Реценз.						НУХТ, ТЕХТ	
Н. Контр.							
Затверд.		Василенко С.М.					

Табл. 14.1.

Назва обладнання	К-ть	$P_{ном},$ кВт	$P_{ед},$ кВт	ε	Рік, тис. кВт год.
Bitzer OSKA8591	3	132	119	3567	1273,419
Bitzer OSNA7441	2	11	10	4380	87,600
Bitzer OSNA8591	4	30	27	500	54,000
WITT GP51-1450	2	18,5	16,7	6570	219,438
WITT GP41-1450	2	1,1	1	4380	8,760
WITT GP51-960	2	1,5	1,4	500	1,400
Вентилятор приточний	3	2,2	2	8760	52,560
Вентилятор відбору	4	2,2	2	8760	70,080
конденсатор	2	17,6	16	4256	136,192
випарник	54	1,5	1,3	6132	430,466
Флюїдизаційний апарат	1	45	41	500	20,500
Річна витрата ел.					2354,5

ε – Середня кількість годин роботи на рік

7.1 Розрахунок капітальних витрат.

Капітальні затрати на реалізацію проектних заходів розраховується за формулою:

$$K = V_{пр} + V_{обл} + V_{ту} + V_{тз} + V_{нр} + V_{м} + V_{пд} + Д - Л + V_{бал} + \Delta_{об},$$

де $V_{пр}$ – витрати на проектні роботи (15%);

$V_{обл}$ – витрати на придбання обладнання;

$V_{ту}$ – вартість тари та упаковки обладнання(2%);

$V_{тз}$ – транспортно-заготівельні витрати на транспортування обладнання від підприємства-виробника до місця призначення(5%);

$V_{нр}$ – витрати на вантажно-розвантажувальні роботи за рахунок покупця(1%);

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

V_m – витрати на монтажні роботи(8%);

D – витрати на демонтаж застарілого обладнання;

L – вартість демонтованого обладнання;

$V_{бал}$ - залишкова вартість обладнання що демонтується.

Розрахунок витрат на будівництво холодильника наведено в табл. 14.2.

Табл. 14.2.

№	Назва	кількість	Витрати на одиницю товару						Загальні витрати тис. грн.
			ціна	Проектні роботи	Монтажні роботи	Тара і упаковка	транспортні	Вантаж на роботи	
1	стіна	806,4	76	11,4	6,08	1,52	3,5	0,76	80,043
2	покриття	356,4	76	11,4	6,08	1,52	3,5	0,76	35,376
3	підлога	712,8	132	19,8	10,56	2,64	6,6	1,32	123,26

Розрахунок витрат на будівництво компресорного відділення наведено в табл. 17.3.

Табл. 14.3.

№	Назва	кількість	Витрати на одиницю товару						Загальні витрати тис. грн.
			ціна	Проектні роботи	Монтажні роботи	Тара і упаковка	транспортні	Вантаж на роботи	
1	стіна	576	112	16,8	8,96	2,24	5,6	5,76	84,510
2	покриття	57,6	65	9,75	5,2	1,3	3,25	0,65	4,905
3	підлога	144	65	9,75	5,2	1,3	3,25	0,65	12,262

Розрахунок витрат на придбання та монтаж обладнання наведено в табл. 14.4.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Табл. 14.4.

№	Назва обладнання	кількість	Ціна за одиницю, тис. грн.	Проектні роботи	Монтажні роботи	Тара і упаковка	транспортні	Вантажна роботи	Загальні витрати тис. грн
1	Bitzer OSKA8591	3	257,722	38,66	20,6	5,15	12,9	2,6	1012,85
2	Bitzer OSNA7441	2	107,832	16,2	8,6	2,2	5,4	1,1	282,52
3	Bitzer OSNA8591	4	273,141	41	21,8	5,5	13,65	2,7	1242,62
4	WITT GP51-1450	2	15,568	2,34	1,2	0,31	0,78	0,16	40,8
5	WITT GP41-1450	2	11,782	1,77	0,94	0,24	0,6	0,12	30,87
6	WITT GP51-960	2	8,366	1,25	0,67	0,17	0,42	0,08	21,92
7	Вентилятор приточний	3	5,000	0,75	0,4	0,1	0,25	0,05	19,65
8	Вентилятор відбору	4	5,000	0,75	0,4	0,1	0,25	0,05	26,2
9	конденсатор	2	367,127	55,1	29,4	7,34	18,36	3,67	961,87
10	випарник	54	39,405	5,91	3,15	0,8	2	0,39	2787,51
11	ФСМА-3000	1	250,000	37,5	20	5	12,5	2,5	327,5
12	AIP 132M2	4	2,876	0,43	0,23	0,06	0,14	0,03	15,07
13	AIP 180M2	2	7,680	1,15	0,61	0,15	0,4	0,08	20,12
14	AIP 280M2	3	29,970	4,5	2,4	0,6	1,5	0,3	117,8
15	COOLTECH CTXLR 1500	1	78,000	11,7	6,24	1,56	3,9	0,78	102,2
16	COOLTECH CTXLR 1000	2	54,000	8,1	4,32	1,08	2,7	0,54	141,5
17	COOLTECH CTXLR 2500	1	140,000	21	11,2	2,8	7	1,4	183,4
18	Bitzer OA14111	2	5,000	0,75	0,4	0,1	0,25	0,05	13,1
19	Bitzer OA1954A	1	10,000	1,5	0,8	0,2	0,5	0,1	13,1
20	COOLTECH CTXLR 500	1	30,000	4,5	2,4	0,6	1,5	0,3	29,3
21	Linde H14-H20 T	4	25,000	3,75	2	0,5	1,25	0,25	131
22	Linde K011	6	90,000	13,5	7,2	1,8	4,5	0,9	707,4
23	аміак	13000	0,045	0,007	0	0	0,002	0,0005	766,35
Σ									8952,118

					00.БКР.142.004.021.ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Загальна сума капітальних затрат визначаємо, як суму загальних витрат по будівництву и обладнанню

$$K = B_{\text{б.х}} + B_{\text{б.км}} + B_{\text{обл}} = 9292,474 \text{ тис. грн.}$$

14.5. Використання енергії.

Річне споживання електроенергії холодильником та компресорним відділенням холодильника становить $E_p = 2354,5 \cdot 10^3 \text{ кВт. год.}$ Ціна за 1 кВт*год електроенергії становить $C_{\text{ел}} = 79,8 \frac{\text{коп}}{\text{кВт.год}}$ Визначаємо витрати на споживання електричної енергії за проектними розрахунками:

$$B_{\text{ел}} = E_p \cdot C_{\text{ел}} = 1879 \text{ тис. грн.}$$

Витрати електроенергії становитимуть 5148 грн/добу або 1879000 грн/рік.

14.6. Розрахунок витрати по оплаті праці

Фонд основної заробітної плати робітників фруктосховища наведено в табл. 14.6.

Табл. 14.6.

Посада	Місячна тарифна ставка	Чисельність в сезонний період	Місячний фонд	Річний фонд
Оператор установки	2500	2	5000	60000
Електрик	2000	5	10000	120000
Холодильщик	2500	10	25000	300000
Сортувальники	2000	12	34000	408000
Вантажники	2000	6	12000	144000
Всього		35	86000	1032000

Отже, фонд основної заробітної плати робітників складає:

$$\Phi ЗП_{o.p.} = 1032000 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата – це винагорода за працю понад установлені норми, за трудові успіхи та винахідливість, за особливі умови праці. Цей фонд визначається у відсотках від фонду основної заробітної плати (мінімальне значення цього показника дорівнює 15%):

$$\Phi ЗП_{\partial.p.} = \Phi ЗП_{o.p.} \cdot 0,15 = 1032000 \cdot 0,15 = 154800 \text{ грн.}$$

Фонд повної заробітної плати робітників складає:

$$\Phi ЗП_{n.p.} = \Phi ЗП_{o.p.} + \Phi ЗП_{\partial.p.} = 1032000 + 154800 = 1186800 \text{ грн.}$$

Нарахування на зарплату (відрахування на соціальне забезпечення, пенсійний фонд, фонд безробіття, згідно чинного законодавства України, складає 37,18 % від повного фонду заробітної плати):

$$НЗП_{n.p.} = \Phi ЗП_{n.p.} \cdot 0,3718 = 441252,25 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату праці робітників: 1628052,25 грн.

Отже, фонд основної заробітної плати управлінського персоналу:

$$\Phi ЗП_{o.y.} = 51000 \text{ грн.}$$

Фонд додаткової заробітної плати управлінського персоналу (мінімальне значення показника доплат для цієї категорії становить 25%):

$$\Phi ЗП_{\partial.y.} = \Phi ЗП_{o.y.} \cdot 0,25 = 51000 \cdot 0,25 = 12750 \text{ грн.}$$

Фонд повної заробітної плати управлінського персоналу складає:

$$\Phi ЗП_{n.y.} = \Phi ЗП_{o.y.} + \Phi ЗП_{\partial.y.} = 51000 + 12750 = 63750 \text{ грн.}$$

Нарахування на зарплату:

$$НЗП_{n.y.} = \Phi ЗП_{n.y.} \cdot 0,3718 = 63750 \cdot 0,3718 = 23638,5 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату праці управлінського персоналу:

$$ВОП_{y.} = \Phi ЗП_{n.y.} + НЗП_{n.y.} = 63750 + 23638,5 = 87388,5 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату праці в цілому:

$$ВОП = ВОП_{y.} + ВОП_{p.} = 87388,5 + 1628052,25 = 1715440,75 \text{ грн.}$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14.4 Визначення амортизаційних відрахувань

Стаття амортизаційних відрахувань розраховується як елемент собівартості.

Приймаємо норми амортизаційних відрахувань згідно НБУ, як мінімальний корисний термін експлуатації обладнання (5років) та будівель (20 років):

Витрати на амортизацію будівель складають:

$$A_6 = \frac{B_6}{20} = \frac{340,356}{20} = 17,02 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на амортизацію основного технологічного обладнання:

$$A_{об} = \frac{B_{об}}{5} = \frac{8952,12}{5} = 1790,42 \text{ тис. грн.}$$

Загальна сума амортизаційних витрат:

$$\Sigma A = A_6 + A_{об} = 17,02 + 1790,42 = 1807,44 \text{ тис. грн}$$

14.5 Визначення інших видів витрат

До інших витрат відносяться пускові витрати, витрати на утримання та експлуатацію обладнання, цехові витрати, які розраховуються як окремі статті.

Витрати на поточний ремонт обладнання приймаємо 14% від амортизаційних відрахувань на обладнання:

$$V_{i,рем} = A_{об} \cdot 14\% = 0,14 \cdot 179,42 = 250,66 \text{ тис. грн}$$

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

$$V_{i,пуск} = \Sigma B_{об} \cdot 2\% = 0,02 \cdot 8952,12 = 179 \text{ тис. грн}$$

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$V_{i,ін} = \Sigma A \cdot 3\% = 0,03 \cdot 1807,44 = 53,7 \text{ тис. грн}$$

Загальна сума інших витрат складає:

$$\Sigma V_i = V_{i,рем} + V_{i,пуск} + V_{i,ін} = 483,4 \text{ тис. грн}$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14.6 Визначення основних показників економічної ефективності проекту

Загальні витрати від експлуатації холодильника:

$$C=6095,26 \text{ тис.грн.}$$

Прибуток розрахований нормативним доходом при рентабельності послуг 55%

$$\Delta\P = 6095,26 \cdot 0,55 = 3352,4 \text{ тис. грн.}$$

Чистий грошовий потік

$$\text{ЧГП} = \Delta\P \cdot 0,77 + \Sigma A = 3352,4 \cdot 0,77 + 1807,44 = 4388,8 \text{ тис. грн.}$$

Теперішня вартість за весь життєвий цикл проекту:

Оцінка ефективності виконується із застосуванням дискретних методів шляхом розрахунку і порівняння оціночних показників ефективності.

Чистий приведений дохід:

$$\text{ЧПД} = \sum_{t=1}^n \frac{\text{ЧГП}}{(1 \cdot p)^t} - I_{\text{в}_{\text{ЗАГ}}},$$

Де ЧГП- чистий грошовий потік, що приймається незмінним за весь період життєвого циклу (t)

t- обґрунтовується як період експлуатації обладнання до його повного зношення у відповідності до встановлених законодавством норм амортизації
t=5років

n- кількість періодів в загальному розрахунку періодів t

p= 0,25 – ставка дисконту. Обґрунтовується як середня ставка позикового відсотку , що декларують комерційні банки України на момент розрахунку.

$I_{\text{в}_{\text{ЗАГ}}}$ - загальна сума інвестиційних витрат включаючи ПДВ

$$\begin{aligned} \text{ЧПД} &= \sum_{t=1}^n \frac{\text{ЧГП}}{(1 + p)^t} - i_{\text{заг(пдв)}} = \\ &= \frac{4388,8}{(1 + 0,25)^1} + \frac{4388,8}{(1 + 0,25)^2} + \frac{4388,8}{(1 + 0,25)^3} + \frac{4388,8}{(1 + 0,25)^4} + \frac{4388,8}{(1 + 0,25)^5} - 11151 = 786,5 \text{ тис. грн} \end{aligned}$$

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином чистий приведений дохід величина позитивна, тобто реально сумарна віддача, що очікується 606тис.грн. перевищує інвестиційні витрати. Нормативне значення ЧПД>0.

Індекс доходності (ІД) представляє собою відношення порівняння затрат і результатів, нормативне значення >1.

$$I_d = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{\text{ЧГП}}{(1+p)^t}}{i_{\text{заг(пдв)}}} = \frac{11937,5}{11151} = 1,07$$

Тобто реальна віддача в 1,07 рази перевищує інвестиційні кошти.

Індекс рентабельності характеризує прибутковість проекту і розраховується як відношення середнього значення чистого прибутку (ЧП) до інвестиційних витрат. Нормативне значення >0.

$$I_{Re} = \frac{\Delta \Pi_{\text{заг}} \cdot 0,77}{i_{\text{заг(пдв)}}} = \frac{3352,4 \cdot 0,77}{11151} = 0,23$$

тобто прибутковість проекту складає 23%.

Дисконтований (реальний) період повернення інвестицій(ТД)

$$I_d = \frac{i_{\text{заг(пдв)}}}{(\sum_{t=1}^n \frac{\text{ЧГП}}{(1+p)^t}) \div t} = \frac{11151}{11937,5 \div 5} = 4,6$$

Таким чином віддача, що очікується , за межами життєвого циклу проекту і складає 5,7 роки.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Показники ефективності проекту

Табл. 14.5

<u>Показник</u>	<u>Одиниця виміру</u>	<u>Значення</u>
<u>Загальна сума інвестицій</u>	<u>тис.грн.</u>	11151
<u>ЧП</u>	<u>тис.грн.</u>	4388,8
<u>Чистий приведений дохід</u>	<u>тис.грн.</u>	786,5
<u>Індекс доходності</u>	-	1,07
<u>Індекс рентабельності</u>	-	0,23
<u>Дисконтований період повернення інвестицій</u>	роки	4,6

Висновки

Згідно проведених розрахунків можна зробити висновок, що ЧПД складає 786,5 тис.грн. тобто прибуток перевищує вкладення в 1,07 рази. Рентабельність даного дипломного проекту становить 23%. Період за який повертаються інвестиції складає 5,7 роки.

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. *Масліков М.М.* Холодильная технология харчових продуктів. – К.: НУХТ, 2007. – 335 с.
2. *Крылов Ю.С., Пирог П.И., Васютович В.В.* Проектирование холодильников. – М.: Пищ. пром.-сть, 1972. – 308 с.
3. *Проектування холодильних установок: Метод, вказівки до викон. курс. проекту для студ. спец. 7.090520 / Уклад.: Гоштовт В.І., Засядько Я.І., Масліков М.М.* – К.: НУХТ, 2004. – 24 с.
4. *Свердлов Г.З., Явнель Б.К.* Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – М.: Пищ. пром.-сть, 1978. – 261 с.
5. *Форсюк А.В.* Теоретичні основи холодильної техніки: Курс лекцій для студ. напр. підг. 6.050604 «Енергомашинобудування» ден., заоч. та скороч. форм навч. – К.: НУХТ, 2008. – 198с.
6. *Брайдерт Г.Й.* Проектирование холодильных установок. Расчеты, параметры, примеры. – М.: Техносфера, 2006.– 336с.
7. *Котеньова З.І.* Архітектура будівель і споруд. – Х.: ХНАМГ, 2007.– 170с.
8. <http://www.termobud.com.ua/>
9. <http://www.ventilator.kiev.ua>
10. <http://cooltech.ru/>
11. <http://www.guntner.su/>
12. <http://www.bitzer.kiev.ua/>

					00.БКР.142.004.021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		