

(підпис)

Київ - 2023р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри ТЕХТ

Валентин ПЕТРЕНКО
“17” квітня 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Фещенко Гліб Євгенович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект розподільчого холодильника місткістю 5000 тон у м. Житомир

керівник роботи доц., к.т.н., Рябчук О М

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “14” квітня 2023 року №233-к

2. Строк подання здобувачем роботи 07 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Ти продукції що зберігається: персики, банани, апельсини, виноград, яблука. Тип холодоагенту R717 аміак. Ти ситсемицентралізована, насосно-циркуляційна.

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

5. Перелік графічного матеріалу

1). План та розріз холодильника.

2). Схема холодильної установки.

3).Цикл холодильної установки.

5. Консультанти розділів роботи

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

6. Дата видачі завдання 17 квітня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ З№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання	17.04.2023	
2	Виконання розділів дипломної роботи	18.04.2023	
3	Оформлення графічного матеріалу	25.05.2023	
4	Здача готової роботи	07.06.2023	
5			

Здобувач

(підпис)

Фещенко Г Є

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Рябчук О М

(прізвище та ініціали)

Анотація

В даному дипломному проекті був розроблений та спроектований розподільчий холодильник для зберігання продуктів , а саме: консерв, твердого сиру, яловичини, масла вершкового. В проекті розроблена холодильна схема та виконаний підбір необхідного холодильного обладнання для умов експлуатації даного холодильника. Розроблений проект має на меті отримання максимальної енерго-ефективності та досягнення необхідного ефекту в отриманні штучного холоду при мінімальних капітальних та експлуатаційних затратах. Також в проекті наведений повний розрахунок та опис технології та холодопостачання під час зберігання продукції в охолоджену вигляді, а також приведений детальний підбір основного та допоміжного обладнання холодильної установки.

Даний диплом містить такі розділи: “Технологічна схема”, “Розрахунок основних площ холодильника”, “Розрахунок ізоляції”, “Розрахунок теплопритоків”, “Визначення навантаження на обладнання”, “Розрахунок та підбір компресорів”, “Розрахунок та підбір теплообмінних апаратів”, “Підбір допоміжного обладнання”, “Розрахунок гідравлічних втрат в трубах”, “Охорона праці”, “Розрахунок економічної ефективності”, “Цивільний захист”, “Автоматизація холодильної установки”, “Електрообладнання та електропостачання ” та “Графічна частина”.

В дипломному проекті враховані новітні досягнення в об'ємно-планувальних та конструктивних рішеннях холодильних установок і схем охолодження. Проект виконаний за допомогою такого програмного забезпечення як: "Microsoft Office 2010" та "Mathcad 14", креслення та схеми до проекту виконанні за допомогою "AutoCAD 2012".

Ключові слова: *розподільчий холодильник, аміак, R717, схема ХУ з компаундним ресивером*

					00.KP.142.008.017.2023.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Фещенко Г Є.				Проект розподільчого холодильника місткістю 5000т. в м. Запоріжжя	Літ.	Лист	Листів
Перевірів	Рябчук О М							
Реценз.						ХМ-4-9н		
Н.контр.								
Затверд.	Петренко В П							

Зміст

Вступ

1. Технологічна схема холодильної обробки продукції
2. Об'ємної-планувальне рішення холодильника
3. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника
4. Розрахунок тепонадходжень до охолоджуваних приміщень
5. Визначення навантаження на обладнання камер та компресор
6. Вибір розрахункового режиму , побудова циклу та розрахунок холодильної машини
7. Розрахунок та вибір тепломасообмінних апаратів
8. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки
9. Розрахунок діаметрів трубопроводу та вибір насосів
10. Охорона праці
11. Цивільний захист
12. Автоматизація холодильної установки
13. Розрахунок економічної ефективності
14. Електрообладнання та електропостачання

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00.KP.142.008.017.2023.ПЗ

ВСТУП

Сучасний рівень виробництва харчових продуктів характеризується з однієї сторони збільшенням врожайності полів за рахунок введення нових врожайних сортів рослин, селекцією високопродуктивних сортів, хімізацією сільського господарства; з іншого боку – скорочення посівних площ внаслідок будівництва міст, розширення мережі доріг, аеродромів, промислових комплексів, під які найчастіше виділяють кращі землі. Це все відбувається на тлі постійного і швидкого збільшення населення планети. Питання продовольства стає одним з найбільш важливих і гострота рішення цього питання буде зростати.

За даними ООН з 1980 року до 2000 року населення планети збільшилося вдвічі, отже споживання харчових продуктів і матеріальних ресурсів, які йдуть на їхнє виробництво теж збільшилося.

Зараз проблема полягає не в тому, що харчові ресурси вичерпані, а в тому, що втрати продовольства і сільськогосподарської продукції на шляху від полів до столу споживача досягають значних величин. Зараз у світі виробляється близько 4 млрд. тонн харчових продуктів, половина з яких вимагає холодильної обробки, і лише чверть проходить таку обробку. Близько 30% продукції не доходить до споживача.

Тому необхідне створення безупинного холодильного ланцюжка, що складається з окремих ланок, які забезпечують умови для безупинної холодильної обробки і збереження швидкопсуючих продуктів на шляху від місць чи виробництва вирощування до місць споживання.

Початковою ланкою холодильного ланцюга є виробничо – заготовчі холодильники, що є складовою частиною харчового підприємства і являють собою самостійні організаційні структури. Робота цих холодильників має винятково сезонний характер і не розрахована на тривале збереження

					00KP142.008.017.2023.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Фещенко Г Є				Вступ	Літ.	Лист	Листів
Перевірів	Рябчук О М							
Реценз.						ХМ-4-9н		
Н.контр.								
Затверд.	Петренко В П							

продукції, тому обсяг камер не повинен бути дуже великим. Це камери охолодження і заморозки. Базові холодильники призначені для накопичення та збереження продукції заготовленої в першій ланці холодильного ланцюжка.

У місцях, де відбувається перевантаження продуктів з одного виду транспорту на іншій створюють перевалочні холодильники, що призначені для короткочасного збереження продукції.

Для тривалого збереження продуктів харчування, а також для рівномірного постачання ними населення великих міст і індустріальних центрів через торгову мережу, розподільчі холодильники стають основною ланкою холодильного ланцюга.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Технологічна схема холодильної обробки продукції

Приміщення розподільчого холодильника на 5000 т. знаходиться в місті Запоріжжі. Місткість камер зберігання відповідно: яловичина у напівтушах – 1500т., консерви – 1500 т., масло вершкове – 1000 т. та сичужні сири – 1000т. Холодозабезпечення здійснюється від власного холодильно-компресорного цеху, де встановлені аміачні холодильні установки. Вся продукція в холодильник доставляється рефрижераторами, розвантаження виконується за допомогою електрокарів. Висота поверху 6 м

Заморожування м'яса та м'ясних продуктів.

М'ясо великої рогатої худоби і свиней заморожують, як правило, в напівтушах і четвертинах, баранину — в тушах. Крім того, м'ясо заморожують у блоках, сортових відрубках і дрібній розфасовці. Отримання високоякісних заморожених продуктів можливе лише за високої якості сировини. Якість м'ясної сировини визначається багатьма факторами: умовами вирощування, годівлі, вгодованістю, фізіологічним станом худоби перед забиванням, методами забивання та розбирання туш, мірою розвитку після забійних процесів .

Для заморожування м'ясо в тушах і напівтушах подається до морозильних камер. Камери однофазного заморожування призначені для заморожування м'яса у вигляді туш, напівтуш у парному стані з температурою в товщі м'язів стегна не нижче 35 °С. За відсутності таких камер м'ясо заморожують двофазним способом, попередньо охолодивши його до температури 0...-4 °С в товщі м'язів стегна.

За однофазного заморожування зменшуються втрати маси, скорочуються затрати праці на транспортування, раціональніше використовуються

					00KP142.008.017.2023.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Фещенко Г Є			Технологічна схема холодильної обробки продукції	Літ.	Лист	Листів
Перевірів		Рябчук О М						
Реценз.						ХМ-4-9н		
Н.контр.								
Затверд.		Петренко В П						

холодильні камери, не погіршується якість м'яса. Яловичі напівтуші заморожують за таких параметрів: температура $-30\ldots-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, швидкість руху повітря 2—5 м/с, відносна вологість повітря 95—100 %; тривалість процесу — в межах 24 год. Тривалість заморожування свинячих напівтуш і баранячих туш становить відповідно 18—20 і 14—16 годин.

За зниження температури охолодного середовища до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче і підвищення швидкості руху повітря до 5 м/с можна заморозити парні напівтуші до посмертного задубіння (за 18 год), з яким пов'язане холодове скорочення, і за органолептичними властивостями таке м'ясо не буде відрізнятися від м'яса, замороженого двофазним способом з попереднім визріванням.

Зберігання м'яса та м'ясних продуктів

Морожене м'ясо розміщують на зберігання у металевих стійкових піддонах, яке підвішується на крючках верхньої рами, розміри піддона 1200x800x1400мм [2].

Морожене м'ясо зберігають, як правило, при температурі не вище як $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ за відносної вологості повітря 95—100 % та його природної циркуляції (0,1 м/с). Терміни зберігання яловичини в напівтушах і четвертинах — 12, свинини — 6 місяців. Зниження температури зберігання до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче дає змогу не лише збільшити терміни зберігання, а й значно зменшити усушання. Так, усушка мороженого м'яса (неупакованих четвертин), що зберігалася при температурі $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, зменшилася в 2,6 разу порівняно з усушкою при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. На деяких холодильниках (Японія, США) застосовують температуру зберігання $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Зниження температури зберігання особливо важливе у разі застосування повітряної системи охолодження, що спричинює значні втрати маси у камерах з великим вантажним об'ємом.

Для підтримання високої відносної вологості повітря і скорочення втрат маси штабелі вкривають брезентом, тканиною з нанесеним шаром льодяної глазури, екранують пристінні батареї, застосовують систему повітряного охолодження з активним зволоженням повітря в камері зберігання тощо.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Підморожене м'ясо перевозять в авторефрижераторах і поїздах з машинним охолодженням при температурі близько -2°C до 7—9 діб, зберігають на розподільних холодильниках до 7 діб при температурі -2°C і за відносної вологості повітря 92—95 %. Для збільшення термінів зберігання, збереження якості і зниження усихання доцільно упаковувати м'ясо у відрубах в термоусадні плівки з вакуумуванням. Це сповільнює окиснювальні процеси в м'ясопродуктах, запобігає розвитку мікроорганізмів, добре зберігає природний колір і в цілому збільшує терміни зберігання м'яса вдвічі.

Зберігання сирів

Молоко та молочні продукти зберігають при температурі близько 0°C за відносної вологості повітря 80—90 %. Термін зберігання молочних продуктів залежності від їх технологічної обробки.

Зберігання сирів. Сичужні сири зберігаються в пластмасових ящиках декількома ярусами на стелажах.. Сири, за винятком розсільних, зберігають при температурі $-4...0^{\circ}\text{C}$ і за відносної вологості повітря 85—90 % до 12 місяців.

Міжнародний інститут холоду рекомендує для зберігання твердих сичужних сирів температуру 2°C , сирів типу голландського — $0—5^{\circ}\text{C}$ за відносної вологості повітря 90 %. За рекомендаціями Руцького А.В. кращою є температура зберігання, близька до криоскопічної (-3°C), при якій сповільнюються мікробіологічні та біохімічні процеси, а структура сиру добре зберігається. При цьому втрати маси знижуються в 2—3 рази, а термін зберігання зростає до 5—6 місяців. Сири у тарі (ящиках, барабанах) складають партіями у штабелі, між рядами прокладають рейки або складають у пакети на піддонах. Між штабелями ящиків чи барабанів залишають прохід завширшки 0,5 м.

У процесі зберігання товарознавці (технологи) холодильника постійно контролюють температурно-вологісний режим: температуру повітря в камері перевіряють не менше як двічі на добу, а відносну вологість — один раз на

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

добу. Для контролю температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в камерах зберігання сирів застосовують дистанційні автоматичні прилади. Коливання температури допускається лише під час завантаження і вивантаження сирів: за завантаженості камери від 20 до 50 % включно — на 1 °С, понад 50 % — на 2 °С.

Також ретельно контролюють якість сирів (смак, запах, консистенцію, стан поверхні) з такою періодичністю: при температурі 0—4 °С — через кожні 7 діб,

при температурі -4...0 °С — через кожні 10 діб, розсільних сирів — щомісяця. У діжках перевіряють наявність розсолу, за потреби його доливають чи повністю замінюють. Під час зберігання швейцарського сиру в стопах головки перевертають при температурі 0—4 °С через 8—10 діб, а при -4... 0 °С — один раз на місяць.

Сири, на яких під час періодичного огляду були помічені поверхнева пліснява, пліснява під парафіновим покриттям, порушення покриття тощо, піддають, товарному обробленню (протирання, зачищення, парафінування), а за потреби — миють і висушують.

Зберігання консерв

Консерви зберігають у холодильниках, що прохолоджуються. Тара з консервами, ними можуть бути гофровані картонні ящики чи поліетиленова обгортка, вкладають у штабеля, нижній прошарок ящиків установлюють на дерев'яних рейках або піддонах.

Зберігають консерви при температурі від 0 до 15°С і відносної вологості повітря не вище 75%. При більш високій температурі збереження і відносної вологості повітря зростає швидкість корозії і руйнації консервної тари, погіршується якість продукту.

При зовнішньому огляді консерв звертають увагу на стан етикетки, зовнішній вигляд і герметичність банки.

Банки повинні бути чистими, без роздутих кришок, помятостей, фальцев, іржи і бомбажа, без деформації корпусу у виді кутків у бортиків

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

банки, гума не повинна виступати з-під фальца, денця повинні бути увігнутими або плоскими, лаковані банки повинні бути покриті суцільним прошарком термостійкого лаку.

Стійкість консервів при їх збереженні залежить від положення банок і температури збереження. Якщо при транспортуванні банки переміщують, то порушується їхня тимчасова герметичність, мікроорганізми звільняються від інших часток і переміщуються усередині банок. При цьому в консервах, що довго зберігалися в штабелях, може виникнути мікробіологічний бомбаж.

Вершкове масло

Зберігають в залежності від його виду, способу вироблення, упаковки, умов зберігання. Даний продукт зберігають складськими партіями (марками). Кожну партію складають у окремий штабель за видами і сортами.

Масло вершкове, розфасоване у вигляді брусків, перед закладанням на зберігання заморожують при температурі -18°C упродовж 2 діб. Терміни зберігання такого масла при температурі -12°C не повинні перевищувати 5 діб (упакованого в пергамент) чи 15 діб (упакованого в кашировану фольгу).

Відносну вологість повітря в камері зберігання масла на холодильнику підтримують у межах 85–90 % і контролюють один раз на декаду, а температуру повітря в камері вимірюють два рази на добу.

Яловичини у напівтушах до проектного холодильника надходить у стійкових піддонах при температурі -18°C , в яких потім і зберігається, розміри піддона $1240 \times 1840 \times 1250$ [2] що розташовуються один над одним в 4 поверхи $[1250 + 1250 + 1250 + 1250 = 5000\text{мм}]$. В одному піддоні поміщається яловичини на 2000кг.

Консерви надходять у гофрованих картонних ящиках $(380 \times 228 \times 258)$ [5] при температурі 0°C , на євро піддонах з розташуванням по 3 ящики в довжину піддона, 3 в ширину та по 4 у висоту на палетних стелажах у 4 яруси, $[(144 + 100 + 1032) + (144 + 100 + 1032) + (144 + 100 + 1032) + (144 + 1032) = 5004\text{м}]$ вміст одного ящика – 25кг

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Масло вершкове в упаковці надходить у гофрованих картонних ящиках (254х254х419)[3] при температурі -12°С ,розміщується на євро піддоні по 4 ящиків в довжину піддона, 3 в ширину та по 3 у висоту на палетних стелажах у 3 яруси], вміст одного ящика –26кг, висота одного палет місця складає $[(144+150+1257)+(144+150+1257)+(144+1257)=4503\text{мм}]$

Сири брусками надходить в ящиках (600х400х250) [4] на євро піддонах при температурі -2°С, що в свою чергу розташовуються на палетних стелажах декількома поверхами. Кількість ящиків по довжині піддону – 2, 2 ящика по ширині піддону та 4 по висоті, в4 яруси. Вміст одного ящика – 35кг(8 брусів Голандського сиру), висота одного палет місця складає:

$[(1000+144+100)+(1000+144+100)+(1000+144+100)+(1000+144)=4876\text{мм.}]$

Табл.1.1. Характеристика пакетів та спосіб їх укладання

Вид продукту і тари	Зовнішні розміри тари, мм	Маса одного пакету, кг	Кількість ящиків в пакеті, шт	Висота пакету з урахуванням висоти піддону, мм
Яловичина в напівтушах	1240х1840х1250	2000		1250
Масло вершкове в картонних ящиках	254х254х419	900	36	1401
Сир сичужний в картонних ящиках	600х400х250	560	16	1144
Консерви в картонних ящиках	380х228х258	936	36	1176

Параметри холодильних камер:

Таблиця 1.2.

Продукт	Температура зберігання не вище, °C	Відносна вологість ф, %	Місткість камер, т	Тривалість зберігання
Масло вершкове	– 18	85...90	1000	3...12 міс.
Яловичина	– 18	92...98	1500	12 міс.
Консерви	0	<75	1500	1...3 роки
Сир сичужний	-2	75...78	1000	5...6 міс.

Домороження продукту

У випадку, якщо продукт потрапив до холодильника вище температури зберігання, використовують спеціальні камери домороження з такими параметрами:

Таблиця 1.3.

Продукт	Температура в камері, °C	Відносна вологість ф, %	Швидкість повітря, м/с
Масло вершкове	– 35	85...90	2...5
Яловичина	– 35	95...100	2...5

В камерах зберігання продукція складається стеляжно, на фронтальних стелажах марки «КиївМЕТсервіс» [] (висота однієї секції стелажу – до 2.1 м, глибина рами 1,1 м., навантаження на ярус до 5т.). Вантажна висота м, мінімальна відстань між стелажми - 3,2 м.

2. Об'ємно-планувальне рішення холодильника

2.1 Генеральний план

Холодильник складається із наступних основних частин:

- будівля холодильника (охолоджувальні приміщення);
- машинне відділення;
- службові приміщення;
- транспортні платформи;
- склад для аміаку і мастила;
- адміністративна будівля;
- КПП (вагова).

Будівлі холодильника відносяться до 5-го класу промислових підприємств [6], тому в плані забудови передбачена санітарна зона шириною 50 м навколо споруд холодильника.

У генплані передбачена щільність забудови до 50%. Передбачено автомобільний під'їзд до автомобільної платформи 6х84 м. Ширина під'їзду до автомобільної платформи складає 30 м.

Машинне відділення розміщено з торця головного корпусу холодильника. З протилежного боку на генплані залишено місце для можливого розширення холодильника. Також на території передбачена адміністративна будівля розмірами 30х15 метри та контрольно-пропускний пункт розмірами 3х3 метри.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Проект розподільчого холодильника місткістю 5000т. в м. Запоріжжя			
Розробив	.Фещенко Г Є							
Перевірів	Рябчук О М							
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.	Петренко В П				ХМ-4-9н			

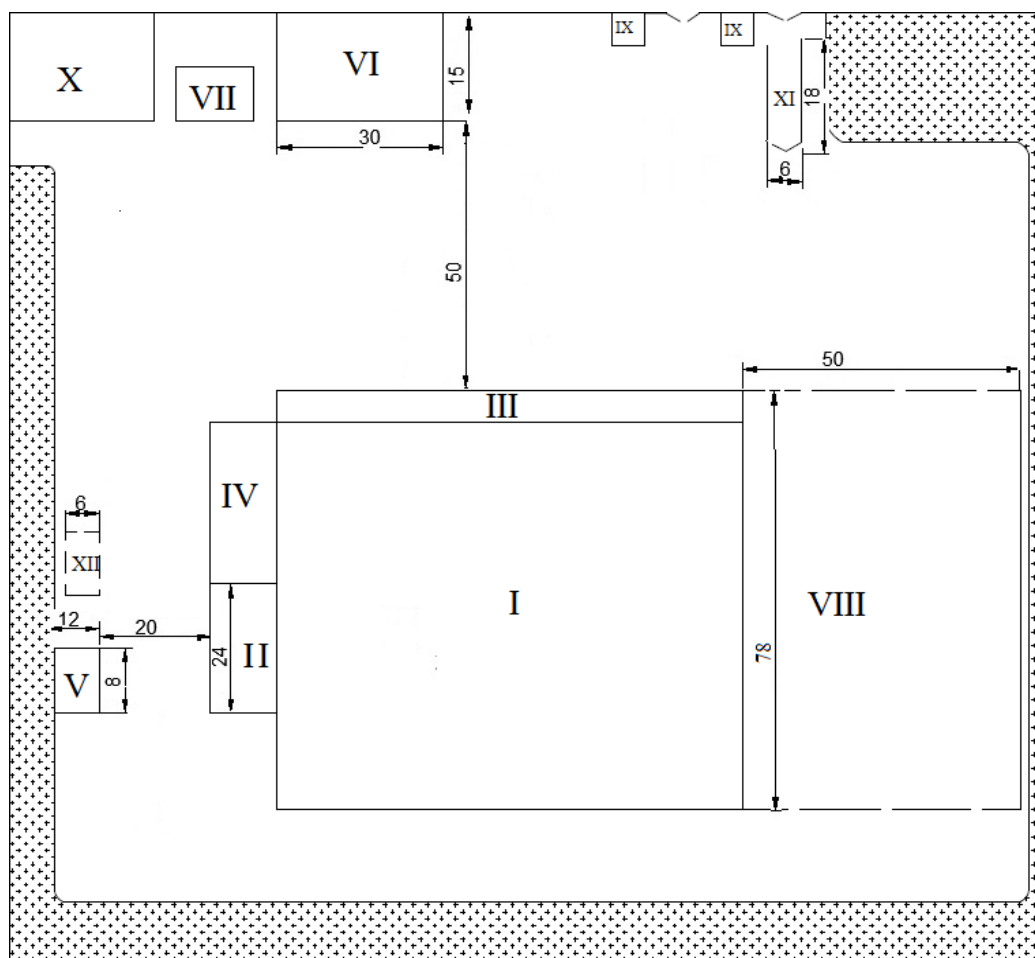


Рис 2.1. Генплан розподільчого холодильника.

- I – будівля холодильника
- II – машинне відділення
- III – автомобільна платформа
- IV – службові приміщення
- V – склад для аміаку і мастила
- VI – адміністративна будівля
- VII – гараж для електронавантажувачів
- VIII – місце для можливого розширення холодильника
- IX – КПП
- X – місце для зберігання контейнерів та іншої тари
- XI – автомобільна вагова
- XII – конденсаторна площадка

2.2.Об'ємно-планувальне рішення холодильника, що проектується

Будівля розподільчого холодильника проектується за каркасною схемою із самонесучими залізобетонними стінами, при використанні яких навантаження від покриття та підвісного обладнання передається на каркас зі збірних залізобетонних елементів.

Всі охолоджувані приміщення холодильника компонуємо в одному контурі.

Приймаємо сітку колон холодильника 6х12 м. Висота одного поверху холодильника складає 6 м. (відстань підлоги до балки).

Визначимо основні розміри та місткості камер холодильника за розрахунком із реальних даних.

Нанесемо на план холодильника схематичне розміщення стоїчних піддонів у камерах зберігання яловичини. Приймаю камеру розміром 24х24.

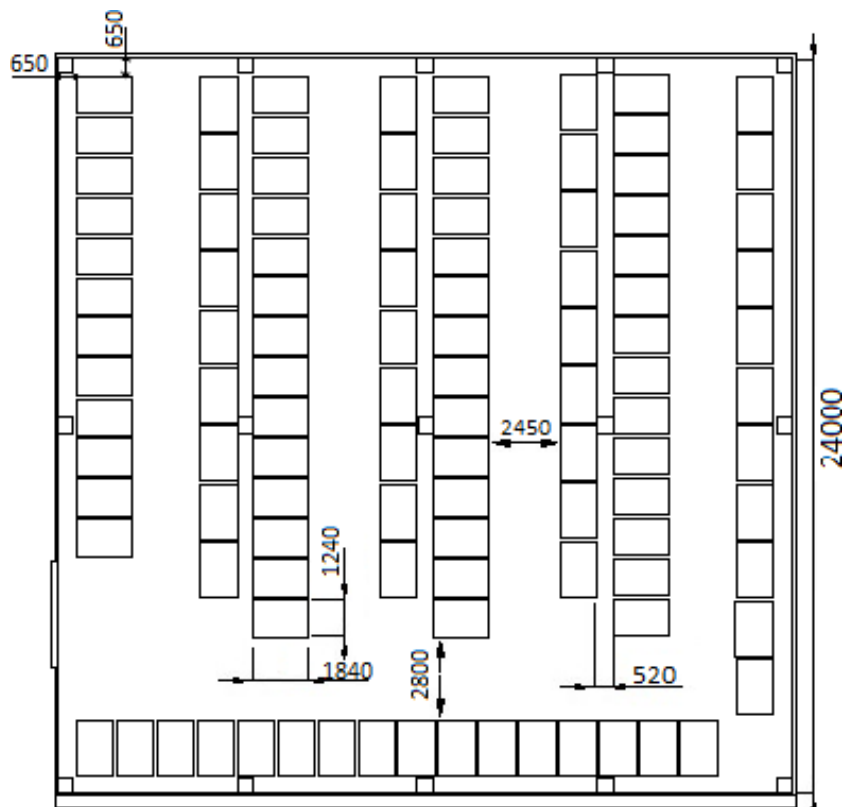


Рис.2.2. Розміщення піддонів у камерах зберігання 24х24 м.

При такому розташуванні, на стелажах 4 яруси, в одну камеру поміститься 432 палет. Відстань між сусідніми піддонами 10 см.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Нанесемо на план холодильника схематичне розміщення піддонів з ящиками у камерах зберігання сиру, консерви та масла. Камери 18х24м.

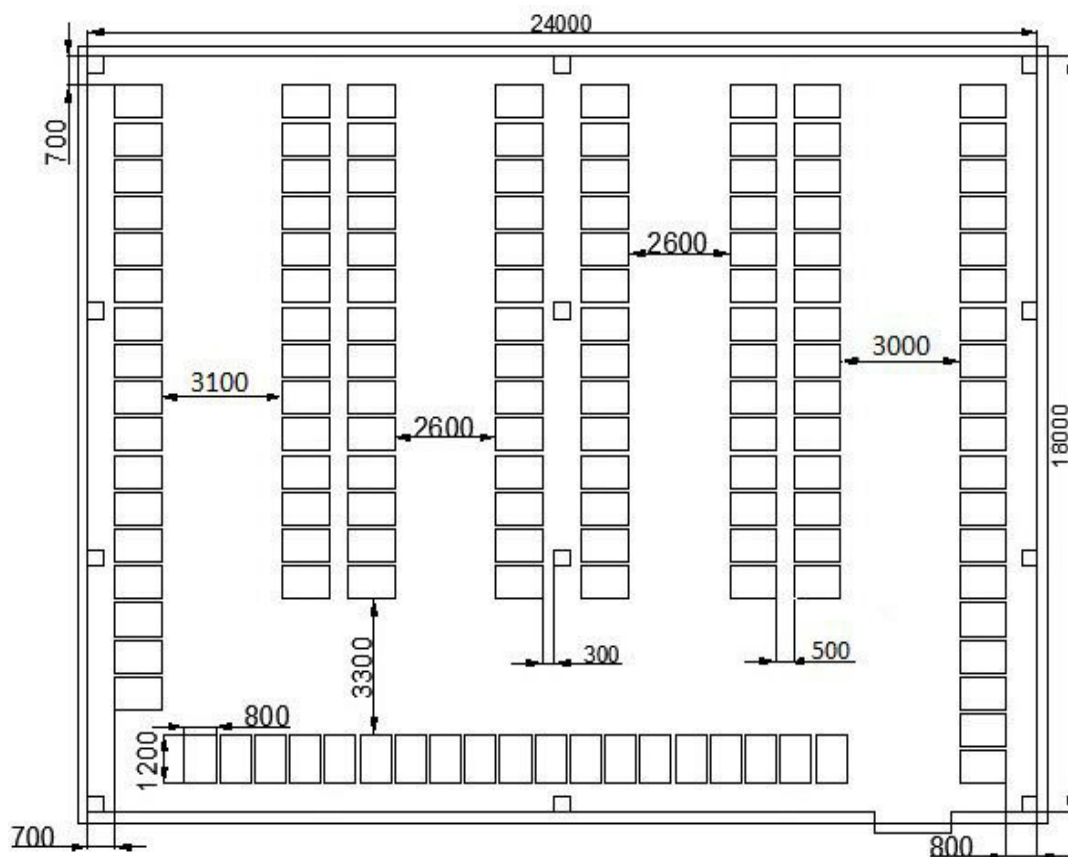
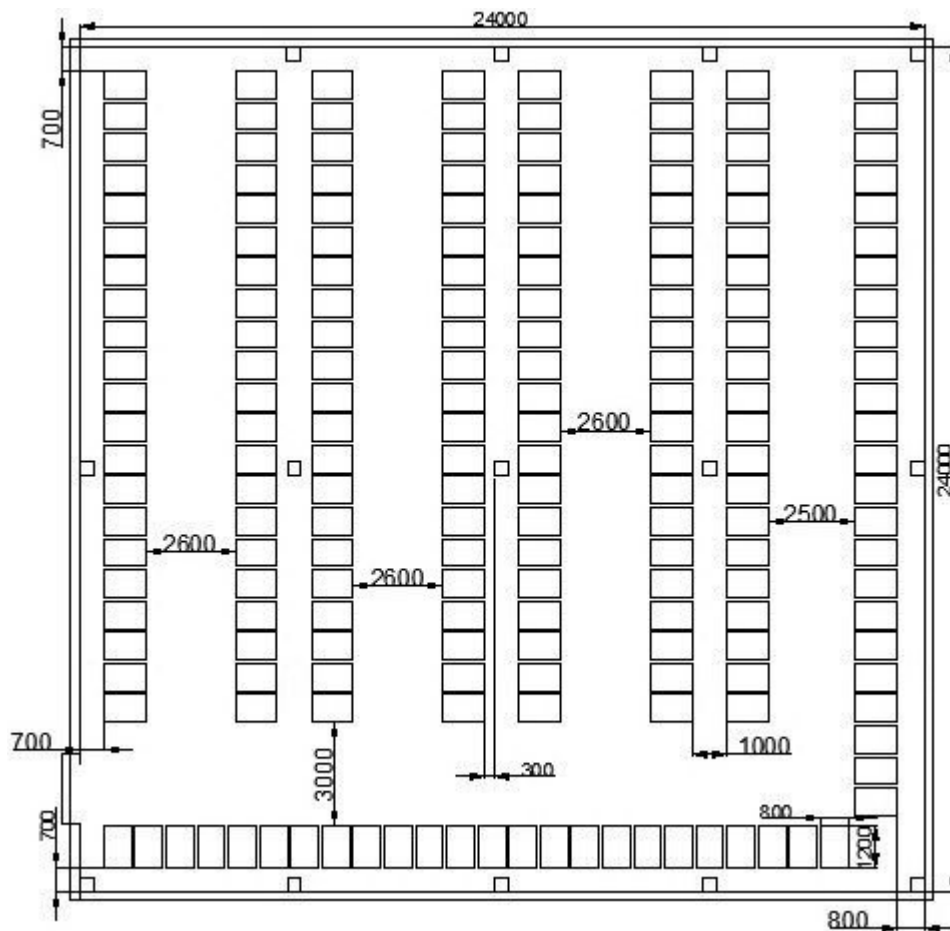


Рис.2.3. Розміщення піддонів у камерах зберігання 18х24 м.

На камеру припадає 139 стоєчних місць.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Нанесемо на план холодильника схематичне розміщення піддонів з ящиками у камерах зберігання сиру, консерви та масла. Камери 24х24м.



На камеру припадає 195 стоечних місць.

Визначаємо необхідну кількість камер зберігання продукції.

Кількість палет-місць для яловичини:

$$\frac{1500 \cdot 10^3}{2000} = 750 \text{ піддонів} / 432 = 2 \text{ камери } 24 \times 24;$$

Кількість палет-місць для консерви при розташуванні у 4 яруси:

$$\frac{1500 \cdot 10^3}{936} = 1602 \text{ піддонів} / 780 = 2 \text{ камери } 24 \times 24;$$

$$\frac{1500 \cdot 10^3}{936} = 1602 \text{ піддонів} / 556 = 3 \text{ камери } 24 \times 18;$$

Кількість палет-місць для вершкового масла при розташуванні в 3 яруси:

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{1000 \cdot 10^3}{900} = 1111 \text{ піддонів} / 417 = 3 \text{ камери } 24 \times 18;$$

$$\frac{1000 \cdot 10^3}{900} = 1111 \text{ піддонів} / 585 = 2 \text{ камери } 24 \times 24;$$

Кількість палет-місць в для сиру сичужного при розташуванні в 4 яруси:

$$\frac{1000 \cdot 10^3}{560} = 1785 \text{ піддонів} / 585 = 3 \text{ камери } 24 \times 18.$$

Результати зводимо до таблиці:

Назва камери	Маса, т	Маса 1 палети, кг	Кількість палет, шт	Розміри камери, м	Кількість камер, шт
Яловичина напівтушами	1500	2000	750	24x24	2
Масло вершкове	1000	900	1111	24x24	2
Сир сичужний	1000	560	1337	24x18	3
Консерви	1500	936	1602	24x24	2

З результатів видно, що для зберігання продукції необхідно 9 камер.

В холодильнику повинні розміщуватись камери заморозки (6% від маси замороженого продукту). Приймаємо 2 камери **(12 × 24)**.

Для холодильника кратність вантажообігу приймаємо – 6 разів за рік.

Звідси знаходимо площу експедиції за формулою:

$$F_{\text{екс}} = \frac{0,4 \times \sum M}{0.35};$$

де $\sum M$ – загальне добове надходження продукту в камери, т/добу

$$M = \frac{5000}{60} = 84 \frac{\text{т}}{\text{добу}};$$

$$F_{\text{екс}} = \frac{0,4 \times 84}{0.35} = 96 \text{ м}^2;$$

Знаходимо площу допоміжних приміщень за формулою:

$$F_{\text{доп}} = 0,3 \times \sum F_{\text{буд}};$$

де $\sum F_{\text{буд}}$ – загальне площа камер зберігання

$$F_{\text{доп}} = 0,3 \times 4752 = 1425 \text{ м}^2;$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.2.4. Планування камер холодильника .

2.3.Опис будівельних конструкцій холодильника.

Будівельні конструкції приміщень холодильників повинні забезпечувати постійно заданий температурно-вологісний режим в камерах, відповідати санітарним вимогам і забезпечувати необхідну довговічність і вогнестійкість будівлі. Несучі конструкції будівлі холодильника — залізобетонні колони , колони мають висоту (до низу несучої конструкції) 7,5 м, сталеві кроквяні ферми прогоном 24, стіни та стеля виконані із панелей типу «сендвіч», утеплювач пінополіуретан.

Фундамент під залізобетонні колони виготовляють із монолітного залізобетону, що складається з підколінника з отвором (стаканом) для установки колон. Після установки колон стакани фундаментів заливають бетоном класу В20, для виготовлення фундаментів використовують бетони класів В10 і В15. Під монолітні фундаменти роблять ботонну підготовку

товщиною 100мм з бетону класу В7.5. Збірні фундаменти спираються на піщану підготовку товщиною 100мм

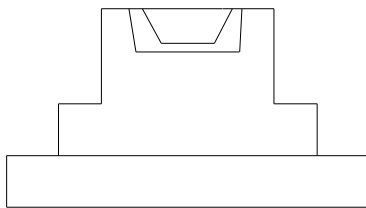


Рис. 2.5. Стакан для встановлення колони.

Стінові панелі промислової будівлі спираються на фундаментні балки – конструкції, які встановлюють на підколонні фундаменти. Фундаментні балки виробляють товщиною 450 мм. для кроку колон не більше 6 м та 600мм для кроку до 12 м. Після встановлення збірних балок на місце зазори між ними заповнюють бетонним розчином. Перерізи фундаментних балок бувають: таврові, трапецієвидні, прямокутні .

Фундаментні балки бувають зовнішні та внутрішні, їх укладають на спеціальні бетонні стовпчики на обрізі фундаменту або на самому фундаменті.

В ґрунтах, що вспучуються, у фундаментних балках може виникати значні деформації. Щоб їх уникнути та для попередження промерзання, балки з боків та знизу засипають шлаком. Поверх балок укладають гідроізоляцію з цементно-піщаного розчину або двох шарів рулонного матеріалу на мастиці. На поверхні землі вздовж фундаментних балок влаштовують вимощення або тротуар.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

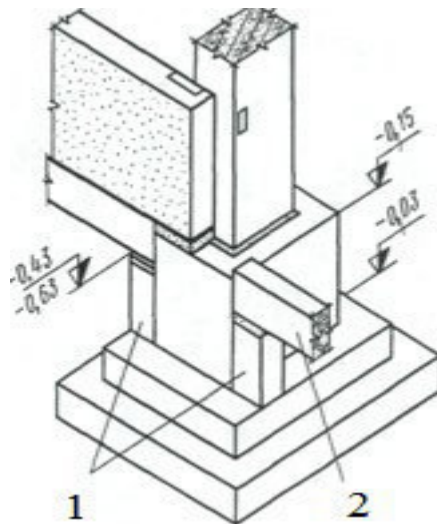


Рис.2.6.Фундаментна балка.

1 – бетонні стовпчики на обрізі фундаменту, 2 – Фундаментна балка.

Колона – вертикальна стержнева несуча конструкція (опора), яка сприймає навантаження від перекриттів та покриттів та передає їх на фундамент з постійним перерізом, перетином 400×400 мм

Крайні колони завжди мають односторонню консоль, середні колони – двосторонні консолі. Між колонами основного каркасу, у яких крок або проліт перевищує граничну довжину стінових панелей, по ліній зовнішніх повздовжніх стін встановлюють додаткові фахверкові колони.

Вони сприймають навантаження тільки від стінових панелей, вітрового навантаження; навантаження від конструкцій покриттів та кранів на них не передається.

Для з'єднання колон між собою у вертикальному напрямку та з горизонтальними складовими каркасу (оболонками, фермами, балками, ригелями, прогонами, перемичками) в них передбачені елементи кріплення. В залізобетонних колонах такі елементи називаються закладними деталями. Кріплення до них в основному здійснюється електрозваркою, але може бути і роз'ємне (болтове з'єднання).

І

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

При монтажі колону встановлюють в гніздо за допомогою підкладок, клинків чи кондуктора, після чого рихтують, зазори заповнюють бетоном марки 200 на дрібному заповнювачі. Колони жорстко закріплюються в стакані фундаменту, глибина замурування повинна бути не менше більшого розміру поперечного січення колони +5 см і не менше 20 діаметрів поздовжньої робочої арматури колони. Під торцем колони роблять бетонну заливку товщиною 50мм. Зазори між стінками стакана і гранями колони повинні складати по верху 75мм і по низу 50мм. Товщину стінок стакана приймають не менше 200мм. Несучі конструкції покриття — сталеві ферми з паралельними поясами, довжиною 24 м. З'єднання з колонами — болтове.

Зовнішні стіни перегородки та стеля камер холодильника виконані з панелей типу «сендвіч», утеплювач пінополіуретан.

Підлога холодильника повинна мати достатню міцність, мале пилевиділення, не слизьку поверхню, добре митися, витримувати навантаження від вантажів і транспортних засобів.

Промислова наливна підлога незамінна у виробництвах, що вимагають високої точності та якості збірки, що використовують хімічно активні реагенти, пред'являють підвищені вимоги до чистоти приміщень. Покриття абсолютно безпильні, легкі в прибиранні, стійкі до розчинників, лугів та кислот, мають діелектричні властивості і виконуються практично в будь-якій кольоровій гаммі. Така промислова підлога відмінно зарекомендувала себе на найактивніших виробничих ділянках. Монолітне покриття підлоги може виконуватися з гладкою та шорсткою поверхнею, в діелектричному або антистатичному варіанті (можливе зниження поверхневого опору до 106 Ом). Термін затвердіння композиції близько 60 хв (можливе пересування людей), повна полімеризація 3 доби (покриття повністю готове до експлуатації).

Огородженням для машинного відділення є матеріал вогнетривкістю II (СНиП 2.11.02-87 “Холодильники”), аналогом якого є цегла товщиною 380 мм. Проектуємо машинне відділення за каркасною схемою із самонесучими

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

стінами, при яких навантаження передається від покриття на каркас зі збірних елементів (колон, балок). Самонесучі стіни каркасних будівель опираються на фундаментні балки, а ті – на фундаменти під колони. Приймається сітка колон 6×12 м, висота 6 м. Фундамент будівлі машинного залу сприймають все навантаження від будівельних конструкцій, обладнання і передають їх на ґрунт. Самонесучі зовнішні стіни цегляні мають товщину 380 мм, цегла глиняна повнотіла. Самонесучі стіни встановлюємо на фундаменті балки. Фундамент закладається нижче глибини промерзання. Для забезпечення стійкості конструкцій при високій імовірності вибуху аміаку передбачено встановлення вікон. Двері відчиняються у бік виходу.

Підлога даного відділення є рівною, неслизькою і виконана з вогнетривкого матеріалу. Непрохідні канали та люки зачиняються під рівнем з підлогою з'ємними металевими рифленими листами. Стіни машинного відділення, холодильне обладнання, трубопроводи пофарбовані у відповідності з діючими нормативами щодо раціонального фарбування поверхонь виробничих приміщень та технологічного обладнання промислових підприємств.

					00КР142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.

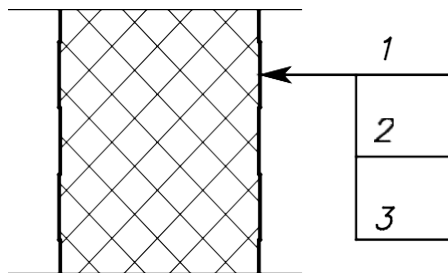
Теплоізоляція камер та службових приміщень виконана із сендвіч-панелей на основі утеплювача – пінополіуретан . Стеля виконана з сендвіч-панелей на основі утеплювача – пінополіуретан. Для розрахунку товщини ізоляції зовнішніх стін необхідні параметри зовнішнього повітря місця будівництва холодильника (табл. 2.4.2.).

Таблиця 3.1 Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Місто	Розрахункова температура, °С			Відносна вологість повітря, %	
	літня	зимова	середньорічна	літня	зимова
Запоріжжя	34	-23	9	42	82

1. Стіни:

Ізоляція виконана із сандвіч-панелей.



1.- Оцинкована сталевая жесть.

$$\delta_{жесті} = 0,00063м;$$

$$\lambda_{жесті} = 0,55 \frac{Вт}{м \times К};$$

$$R_{жесті} = \frac{\delta_{шт.сітка}}{\lambda_{шт.сітка}} = 0,00001 \frac{м^2 \times К}{Вт};$$

2.- теплоізоляція із вспіненого поліуретану (потрібно визначити);

$$\lambda_{із.} = 0,025 \frac{Вт}{м \times К};$$

3.- Оцинкована сталевая жесть.

$$\delta_{шт.сітка} = 0,00063м;$$

$$\lambda_{шт.сітка} = 0,55 \frac{Вт}{м \times К};$$

$$R_{шт.сітка} = \frac{\delta_{шт.сітка}}{\lambda_{шт.сітка}} = 0,00001 \frac{м^2 \times К}{Вт};$$

Сумарний термічний опір:

$$\sum R_{сум.мор.} = \frac{1}{2} R_{жесті} = \frac{1}{2} 0,00001 = 0,00002 \frac{м^2 \times К}{Вт};$$

Потрібна товщина теплоізоляції:

					00КР142.008.017.2023.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Фещенко Г Є				Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника	Літ.	Арк.
Перевір.							Акрушів
Реценз.						ХМ-4-9н	
Н. Контр.							
Затверд.	Петренко В П						

$$\delta_{i_{np.}} = \lambda_{i_{з.}} \times \left[\frac{1}{K_{mp.}} - \left(\frac{1}{\alpha_{зов.}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{вн.}} \right) \right]; [1, \text{С.49}] \quad (2.1)$$

Якщо прийнята товщина теплоізоляції відрізняється від потрібної, визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_{зов.}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{вн.}} \right) + \frac{\delta_{i_{з.}, \text{дійсне}}}{\lambda_{i_{з.}}}}; [1, \text{С.49}] \quad (2.2)$$

Камера зберігання яловичини в напівтушах

Температура в камері $t_{кам.} = -18^\circ\text{C}$; охолодження безпосереднє.

Зовнішня стіна камери зберігання

$$K_0^{mp} = 0,21 \frac{Вт}{м^2 \times К}; [1, \text{С.48, табл.8.2}]$$

$$\alpha_{зов.} = 23 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К}; [1, \text{С.47, табл.81}]$$

$$\delta_{i_{з.}}^{mp.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,21} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,115 м;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 120мм (панель марки PU 120).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,120}{0,025}} = 0,203 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

Стіна між камерою та машинним відділенням

$$K_0^{mp} = 0,21 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\alpha_{зов.} = 8 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\delta_{i_{з.}}^{mp.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,21} - \left(\frac{1}{8} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,113 м;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 120мм (панель марки PU 120).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{8} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,120}{0,025}} = 0,203 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

Стіна між камерою та камерою зберігання яловичини в напівтушах
 $t_{кам.} = -18^\circ\text{C}$

$$K_0^{mp} = 0,58 \frac{Вт}{м^2 \times К}$$

$$\alpha_{зов.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta_{из.}^{mp.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,038 м;$$

Приймаємо товщину ізоляційного шару 40мм (панель марки PU 40)

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,040}{0,025}} = 0,54 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

Стіна між камерою та коридором

$$K_0^{mp} = 0,22 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\alpha_{зов.} = 23 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\delta_{из.}^{mp.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,22} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,11 м;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 120 мм (панель марки PU 120).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,12}{0,025}} = 0,202 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

Стіна між камерою та експедицією $t_{кам.} = -12^{\circ}C$.

$$K_0^{mp} = 0,41 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\alpha_{зов.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\delta_{из.}^{mp.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,30} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,055 м;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 60 мм (панель марки PU 60).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,06}{0,025}} = 0,381 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

Стіна між камерою та камерою зберігання дефектних вантажів $t_{кам.} = -18^{\circ}C$

$$K_0^{mp} = 0,58 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\alpha_{зов.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\delta_{из.}^{mp.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,038 м;$$

Приймаємо товщину ізоляційного шару 40мм (панель марки PU 40)

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9}\right) + \frac{0,040}{0,025}} = 0,54 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

Камера охолодження

Температура в камері $t_{кам.} = -35^\circ C$.

Зовнішня стіна камери зберігання

$$K_0^{mp} = 0,19 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\alpha_{зов.} = 23 \frac{Bm}{m^2 \times K}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 11 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\delta_{із.}^{mp} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,19} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,128m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 130мм (панель марки PU 130).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{11}\right) + \frac{0,130}{0,025}} = 0,187 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

Стіна між камерою та камерою зберігання вершкового масла $t_{кам.} = -12^\circ C$

$$K_0^{mp} = 0,37 \frac{Bm}{m^2 \times K}; \quad [1, \text{С.49, табл.8.4}]$$

$$\alpha_{зов.} = 11 \frac{Bm}{m^2 \times K}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\delta_{із.}^{mp} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,37} - \left(\frac{1}{11} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,063m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 80мм (панель марки PU 80).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{11} + 0,00002 + \frac{1}{9}\right) + \frac{0,080}{0,025}} = 0,294 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

Стіна між камерою та коридором

$$K_0^{mp} = 0,19 \frac{Bm}{m^2 \times K}$$

$$\alpha_{зов.} = 23 \frac{Bm}{m^2 \times K}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 11 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\delta_{із.}^{mp} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,19} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,128m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 150 мм (панель марки PU 150).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{11}\right) + \frac{0,15}{0,025}} = 0,163 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стіна між камерою та камерою зберігання сиру $t_{кам.} = -2^{\circ}C$

$$K_0^{mp} = 0,28 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\alpha_{зов.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \alpha_{вн.мор.} = 11 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\delta_{із.}^{mp} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,28} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,084 м;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 100 мм (панель марки PU100).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,1}{0,025}} = 0,238 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

Камера зберігання сирів в пластикових ящиках.

Температура в камері $t_{кам.} = -2^{\circ}C$.

Стіна між камерою та допоміжним приміщенням

$$K_0^{mp} = 0,35 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\alpha_{зов.} = 23 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\delta_{із.}^{mp} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,35} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,068 м;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 80 мм (панель марки PU 80).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,08}{0,025}} = 0,298 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

Зовнішня стіна камери зберігання

$$K_0^{mp} = 0,33 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\alpha_{зов.} = 23 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\delta_{із.}^{mp} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,33} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,072 м;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 80мм (панель марки PU 80).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,08}{0,025}} = 0,256 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

Стіна між камерою та камерою зберігання консерв в картонних ящиках
 $t_{кам.} = 0^{\circ}C$.

$$K_0^{mp} = 0,58 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha_{\text{зов.}} = 9 \frac{Bm}{m^2 \times K}; \alpha_{\text{вн.мор.}} = 9 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\delta_{\text{із.}}^{mp.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,038m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 40мм (панель марки PU 40).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,040}{0,025}} = 0,548 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

Стіна між камерою та коридором

$$K_0^{mp} = 0,28 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\alpha_{\text{зов.}} = 23 \frac{Bm}{m^2 \times K}; \alpha_{\text{вн.мор.}} = 9 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\delta_{\text{із.}}^{mp.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,28} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,085m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 100 мм (панель марки PU 100).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,1}{0,025}} = 0,241 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

Стіна між камерою та камерою зберігання масла вершкового $t_{\text{кам.}} = -12^\circ\text{C}$.

$$K_0^{mp} = 0,41 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\alpha_{\text{зов.}} = 9 \frac{Bm}{m^2 \times K}; \alpha_{\text{вн.мор.}} = 9 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\delta_{\text{із.}}^{mp.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,41} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,055m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 60мм (панель марки PU 60).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,060}{0,025}} = 0,381 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

Стіна між камерою та камерою зберігання яловичини напівтушами $t_{\text{кам.}} = -18^\circ\text{C}$.

$$K_0^{mp} = 0,33 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\alpha_{\text{зов.}} = 9 \frac{Bm}{m^2 \times K}; \alpha_{\text{вн.мор.}} = 9 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\delta_{\text{із.}}^{mp.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,33} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,07m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 80мм (панель марки PU 80).

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9}\right) + \frac{0,080}{0,025}} = 0,292 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

Стіна між камерою та експедицією $t_{кам.} = -12^{\circ}C$.

$$K_0^{тр} = 0,41 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\alpha_{зов.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\delta_{із.}^{тр.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,41} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,055 м;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 60мм (панель марки PU 60).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9}\right) + \frac{0,060}{0,025}} = 0,381 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

Камера зберігання консерв в картонних ящиках.

Температура в камері $t_{кам.} = 0^{\circ}C$.

Зовнішня стіна камери зберігання

$$K_0^{тр} = 0,29 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\alpha_{зов.} = 23 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\delta_{із.}^{тр.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,29} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,082 м;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 100мм (панель марки PU 100).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9}\right) + \frac{0,1}{0,025}} = 0,241 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

Стіна між камерою та камерою дефектних вантажів $t_{кам.} = -18^{\circ}C$.

$$K_0^{тр} = 0,33 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\alpha_{зов.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

$$\delta_{із.}^{тр.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,33} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,07 м;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 80 мм (панель марки PU 80).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9}\right) + \frac{0,08}{0,025}} = 0,292 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стіна між камерою та камерою зберігання сирів в пластмасових ящиках
 $t_{\text{кам.}} = -2^{\circ}\text{C}$.

$$K_0^{mp} = 0,58 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

$$\alpha_{\text{зов.}} = 9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ; \alpha_{\text{вн.мор.}} = 9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

$$\delta_{\text{із.}}^{mp} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,038\text{м};$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 40мм (панель марки PU 40).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,040}{0,025}} = 0,548 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

Стіна між камерою та коридором

$$K_0^{mp} = 0,28 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

$$\alpha_{\text{зов.}} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ; \alpha_{\text{вн.мор.}} = 9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

$$\delta_{\text{із.}}^{mp} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,28} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,085\text{м};$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 100 мм (панель марки PU 100).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,1}{0,025}} = 0,241 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

Стіна між камерою та камерою консерв в картонних ящиках $t_{\text{кам.}} = 0^{\circ}\text{C}$.

$$K_0^{mp} = 0,58 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

$$\alpha_{\text{зов.}} = 9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ; \alpha_{\text{вн.мор.}} = 9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

$$\delta_{\text{із.}}^{mp} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,038\text{м};$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 40мм (панель марки PU 40).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,040}{0,025}} = 0,548 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

Експедиція.

Температура в камері $t_{\text{кам.}} = -12^{\circ}\text{C}$.

Стіна між камерою та камерою зберігання сирів в пластикових ящиках
 $t_{\text{кам.}} = -2^{\circ}\text{C}$

$$K_0^{mp} = 0,41 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha_{\text{зов.}} = 9 \frac{Bm}{M^2 \times K}; \alpha_{\text{вн.мор.}} = 9 \frac{Bm}{M^2 \times K}$$

$$\delta_{\text{із.}}^{\text{тр.}} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,41} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,055m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 60 мм (панель марки PU 60).

$$K_0^{\text{Д}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,06}{0,025}} = 0,381 \frac{Bm}{M^2 \times K};$$

Зовнішня стіна камери зберігання

$$K_0^{\text{тр.}} = 0,23 \frac{Bm}{M^2 \times K}$$

$$\alpha_{\text{зов.}} = 23 \frac{Bm}{M^2 \times K}; \alpha_{\text{вн.мор.}} = 9 \frac{Bm}{M^2 \times K};$$

$$\delta_{\text{із.}}^{\text{тр.}} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,23} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,105m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 110мм (панель марки PU 110).

$$K_0^{\text{Д}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,11}{0,025}} = 0,22 \frac{Bm}{M^2 \times K};$$

Стіна між експедицією та камерою зберігання яловичини $t_{\text{кам.}} = -18^{\circ}\text{C}$

$$K_0^{\text{тр.}} = 0,41 \frac{Bm}{M^2 \times K};$$

$$\alpha_{\text{зов.}} = 9 \frac{Bm}{M^2 \times K}; \alpha_{\text{вн.мор.}} = 9 \frac{Bm}{M^2 \times K}$$

$$\delta_{\text{із.}}^{\text{тр.}} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,41} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,055m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 60 мм (панель марки PU 60).

$$K_0^{\text{Д}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,06}{0,025}} = 0,381 \frac{Bm}{M^2 \times K};$$

Стіна між камерою та коридором

$$K_0^{\text{тр.}} = 0,23 \frac{Bm}{M^2 \times K}$$

$$\alpha_{\text{зов.}} = 23 \frac{Bm}{M^2 \times K}; \alpha_{\text{вн.мор.}} = 9 \frac{Bm}{M^2 \times K}$$

$$\delta_{\text{із.}}^{\text{тр.}} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,23} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,1m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 100 мм (панель марки PU 100).

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Камера зберігання дефектних вантажів :

Температура в камері $t_{кам.} = -18^{\circ}C$.

Стіна між камерою та камерою зберігання консерв в картонних ящиках $t_{кам.} = 0^{\circ}C$.

$$\begin{aligned} K_0^{mp} &= 0,33 \frac{Вт}{м^2 \times К} ; \\ \alpha_{зов.} &= 9 \frac{Вт}{м^2 \times К} ; \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К} ; \\ \delta_{із.}^{mp} &= 0,025 \times \left[\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,038 м; \end{aligned}$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 40 мм (панель марки PU 40).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,04}{0,025}} = 0,54 \frac{Вт}{м^2 \times К} ;$$

Зовнішня стіна камери зберігання

$$\begin{aligned} K_0^{mp} &= 0,3 \frac{Вт}{м^2 \times К} ; \\ \alpha_{зов.} &= 23 \frac{Вт}{м^2 \times К} ; \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К} ; \\ \delta_{із.}^{mp} &= 0,025 \times \left[\frac{1}{0,3} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,079 м; \end{aligned}$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 80мм (панель марки PU 80).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,08}{0,025}} = 0,256 \frac{Вт}{м^2 \times К} ;$$

Стіна між камерою та камерою зберігання яловичини $t_{кам.} = -18^{\circ}C$.

$$\begin{aligned} K_0^{mp} &= 0,33 \frac{Вт}{м^2 \times К} ; \\ \alpha_{зов.} &= 9 \frac{Вт}{м^2 \times К} ; \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К} ; \\ \delta_{із.}^{mp} &= 0,025 \times \left[\frac{1}{0,33} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,07 м; \end{aligned}$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 80 мм (панель марки PU 80).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,08}{0,025}} = 0,292 \frac{Вт}{м^2 \times К} ;$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стіна між камерою та коридором

$$K_0^{mp} = 0,22 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\alpha_{зов.} = 23 \frac{Bm}{m^2 \times K}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\delta_{із.}^{mp} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,22} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,11m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 120 мм (панель марки PU 120).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,12}{0,025}} = 0,202 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

Стіна між камерою та камерою зберігання масла вершкового $t_{кам.} = -12^\circ C$.

$$K_0^{mp} = 0,41 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\alpha_{зов.} = 9 \frac{Bm}{m^2 \times K}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\delta_{із.}^{mp} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,41} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,055m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 60 мм (панель марки PU 60).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,06}{0,025}} = 0,381 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

Камера зберігання масла вершкового

Температура в камері $t_{кам.} = -12^\circ C$; охолодження безпосереднє.

Зовнішня стіна камери зберігання

$$K_0^{mp} = 0,23 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\alpha_{зов.} = 23 \frac{Bm}{m^2 \times K}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\delta_{із.}^{mp} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,23} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,105m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 120мм (панель марки PU 120).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,120}{0,025}} = 0,203 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

Стіна між камерою та камерою зберігання масла вершкового $t_{кам.} = -12^\circ C$

$$K_0^{mp} = 0,58 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$\alpha_{зов.} = 9 \frac{Bm}{m^2 \times K}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta_{из.}^{mp.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,038 м;$$

Приймаємо товщину ізоляційного шару 40мм (панель марки PU 40)

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,040}{0,025}} = 0,54 \frac{Вт}{м^2 \times K};$$

Стіна між камерою та коридором

$$K_0^{mp} = 0,22 \frac{Вт}{м^2 \times K};$$

$$\alpha_{зов.} = 23 \frac{Вт}{м^2 \times K}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times K};$$

$$\delta_{из.}^{mp.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,22} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,11 м;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 120 мм (панель марки PU 120).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,12}{0,025}} = 0,202 \frac{Вт}{м^2 \times K};$$

Стіна між камерою та камерою зберігання дефектних вантажів $t_{кам.} = -18^\circ C$

$$K_0^{mp} = 0,41 \frac{Вт}{м^2 \times K};$$

$$\alpha_{зов.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times K}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times K};$$

$$\delta_{из.}^{mp.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,41} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,055 м;$$

Приймаємо товщину ізоляційного шару 60мм (панель марки PU 60)

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,060}{0,025}} = 0,381 \frac{Вт}{м^2 \times K};$$

Стіна між камерою та камерою зберігання сиру $t_{кам.} = -2^\circ C$.

$$K_0^{mp} = 0,41 \frac{Вт}{м^2 \times K};$$

$$\alpha_{зов.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times K}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times K};$$

$$\delta_{из.}^{mp.} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,41} - \left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,055 м;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 60мм (панель марки PU 60).

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,060}{0,025}} = 0,381 \frac{Вт}{м^2 \times K};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стіна між камерою та камерою охолодження $t_{\text{кам.}} = -35^{\circ}\text{C}$

$$K_0^{mp} = 0,37 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ; [1, \text{С.49, табл.8.4}]$$

$$\alpha_{\text{зов.}} = 11 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ; \alpha_{\text{вн.мор.}} = 9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

$$\delta_{\text{із.}}^{mp} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,37} - \left(\frac{1}{11} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,063 \text{ м};$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 80мм (панель марки PU 80).

$$K_0^{\text{Д}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{11} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,080}{0,025}} = 0,294 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

2. Стеля.

Конструкція і розрахунок аналогічні стінам.

$$K_0^{mp} = 0,20 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} [1, \text{С.48, табл.8.2}]$$

$$\alpha_{\text{зов.}} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ; \alpha_{\text{вн.мор.}} = 11 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

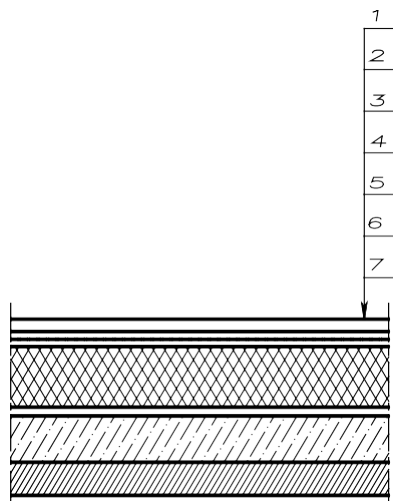
$$\delta_{\text{із.}}^{mp} = 0,025 \times \left[\frac{1}{0,20} - \left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,119 \text{ м};$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 120 мм (панель марки PU 120).

$$K_0^{\text{Д}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,12}{0,025}} = 0,203 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}} ;$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Підлога.



1.- монолітне бетонне покриття із важкого бетону:

$$\delta_1 = 0,04m;$$

$$\lambda_1 = 1,86 \frac{Вт}{м \times K};$$

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = 0,022 \frac{м^2 \times K}{Вт};$$

2.- армобетонна стяжка;

$$\delta_2 = 0,08m;$$

$$\lambda_2 = 1,86 \frac{Вт}{м \times K};$$

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = 0,043 \frac{м^2 \times K}{Вт};$$

3.- пароізоляція (1 шар пергаміна):

$$\delta_3 = 0,001m;$$

$$\lambda_3 = 0,15 \frac{Вт}{м \times K}; \quad R_3 - \text{не враховуємо};$$

4.- теплоізоляція ПСБ-С:

$$\lambda_4 = 0,05 \frac{Вт}{м^2 \times K};$$

5.- цементно-пісчаний розчин:

$$\delta_5 = 0,025m;$$

$$\lambda_5 = 0,98 \frac{Вт}{м \times K};$$

$$R_5 = \frac{\delta_5}{\lambda_5} = 0,026 \frac{м^2 \times K}{Вт};$$

6.- ущільнений пісок:

$$\delta_6 = 1,35m;$$

$$\lambda_6 = 0,58 \frac{Вт}{м \times K};$$

$$R_6 = \frac{\delta_6}{\lambda_6} = 2,338 \frac{м^2 \times K}{Вт};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сумарний термічний опір:

$$\sum R = 2,43 \frac{m^2 \times K}{Bm};$$

$$K_0^{mp.} = 0,21 \frac{Bm}{m^2 \times K}; [1, \text{С.49, табл.8.2}]$$

$$\alpha_{\text{вн.}} = 7 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

Потрібна товщина теплоізоляції:

$$\delta^{mp.} = \lambda^{iz.} \times \left[\frac{1}{K_0^{mp.}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{зов.}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) \right];$$

$$\delta_{iz.}^{mp.} = 0,05 \times \left[\frac{1}{0,21} - \left(\frac{1}{7} + 2,43 \right) \right] = 0,109m;$$

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 120мм.

$$K_0^D = \frac{1}{\left(\frac{1}{7} + 2,43 \right) + \frac{0,12}{0,05}} = 0,2 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

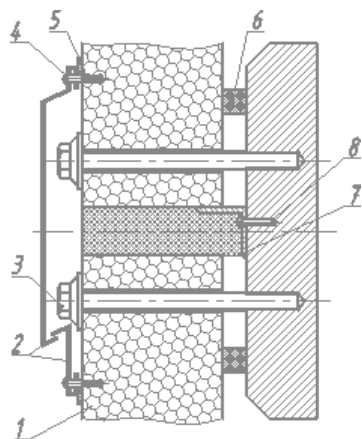
					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Огородження	$t_{\text{в}},$ °C	$\alpha_{\text{з}},$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$	$\alpha_{\text{в}},$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$	Товщина теплоізол. шару, мм		Коеф. теплопер. $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$	
				$\delta_{\text{із}}^{\text{ТР}}$	$\delta_{\text{із}}^{\text{Д}}$	K_0	$K_0^{\text{Д}}$
Зовнішня стіна камери зберігання	-2,0	23	9	72	80	0,33	0,256
Зовнішня стіна камери зберігання	-18	23	9	115	120	0,21	0,203
Зовнішня стіна камери заморозки	-35	23	11	128	130	0,19	0,187
Зовнішня стіна камери зберігання	-12	23	9	105	120	0,23	0,203
Зовнішня стіна камери зберігання	0	23	9	82	100	0,29	0,241
Внутрішня стіна камери зберігання	-18	23	9	80	80	0,21	0,21
Внутрішня стіна камери зберігання	-2,0	23	9	85	100	0,28	0,24
Внутрішня стіна камери заморозки	-35	23	11	125	130	0,19	0,163
Внутрішня перегородка(-2,0/-2,0°C)	-2	9	9	38	40	0,58	0,54
Внутрішня перегородка(-18/-18°C)	-18	9	9	38	40	0,58	0,54
Внутрішня перегородка(-35/-12°C)	-30	9	11	63	80	0,37	0,29
Внутрішня перегородка(-18/18°C)	-18	8	9	113	120	0,21	0,203
Внутрішня перегородка(-35/-2,0°C)	-35	9	11	84	100	0,28	0,238
Внутрішня перегородка(-18/-2,0°C)	-18	9	9	38	40	0,33	0,54
Внутрішня перегородка(-18/-12°C)	-18	9	9	55	60	0,41	0,38
Внутрішня перегородка(-12/-2,0°C)	-12	9	9	55	60	0,41	0,381
Внутрішня перегородка(-12/-12°C)	-12	9	9	38	40	0,58	0,54
Покриття	-35	23	11	119	120	0,2	0,203
Підлога	-35	-	7	109	120	0,21	0,2

Монтаж сендвіч панелей

- Монтажене різання відбувається за допомогою ножиць і пил, дозволяють виключно «холодне» різання (ручна циркулярна пила). Щоб не створювати перегріву металевого покриття панелі, та не порушувати протикорозійний шар.
- Кріплення сендвіч-панелей
- Кріпимо сендвіч панелі до бетонних колон.
- Всі сполучні елементи повинні розташовуватися під кутом 90°. Все, що не відповідає цим параметром має вважатися бракованим.
- Зайвий утеплювач видаляється, перед тим як початком монтажу сендвіч-панелей.
- Кріплення самоклеючої стрічки до зовнішньої поверхні колони має бути товщиною 2-4 мм.
- Герметизація. Силіконовий герметик закладається з внутрішньої сторони стінової панелі в паз замка плунжерним пістолетом, перед закладанням кожної панелі.
- У конструкціях підвісних стель панелі закріплюються на несучі профілі.
- До несучої конструкції профілі закріплюють за допомогою навісних систем.

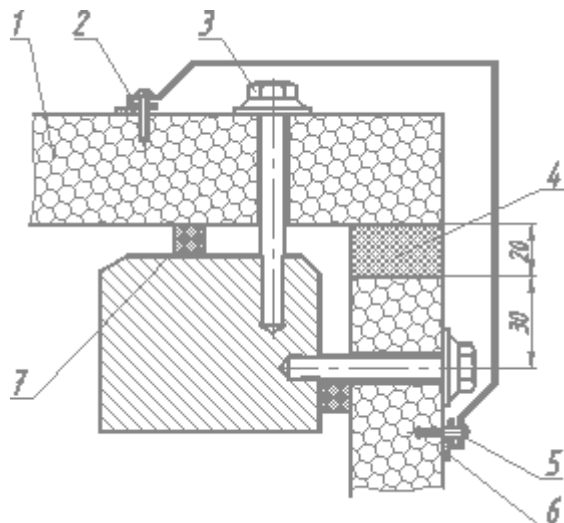
До несучих профілів підвісних стель панелі кріплять самонарізними болтами, а місце з'єднання прикривають нащільниками



Кріплення панелей до залізобетонної конструкції.

1. Стінова панель
2. Нащільник
3. Самонарізаючі болт
4. Саморіз
5. Силіконова ізоляція
6. Ущільнювач
7. Підтримуючий куточок

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Кріплення панелей до залізобетонної конструкції. Кутовий варіант

- 1. Стінова панель
- 2. Нащільник
- 3. Самонарізаючі болт
- 4. Теплоізоляція
- 5. Саморіз

6.

Силіконовий герметик

7. Ущільнювач

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.

Загальна кількість теплоти, що надходить в охолоджуване приміщення холодильника:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, Bm,$$

де Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 – надходження теплоти відповідно через огорожувальні будівельні конструкції, від продуктів при холодильному обробленні, від вентиляції приміщень, пов'язане з експлуатацією камери, що виділяється продуктами під час виділення.

4.1. Теплонадходження через загороджуючі конструкції.

$$Q_1 = Q_{1m} + Q_{1c}, Bm;$$

де Q_{1m}, Q_{1c} – надходження теплоти відповідно через стіни, простінки, перекриття, покрівлю, через підлогу, від сонячної радіації, Вт.

$$Q_{1m} = K_{\partial} \times F \times \theta \times 10^{-3} = K_{\partial} \times F \times (t_{\text{зов.}} - t_{\text{вн.}}) \times 10^{-3}, Bm; [1, C.56] \quad (4.1)$$

Камера №4в. Визначення надходження теплоти через зовнішні стіни в камері зберігання сиру сичужного в пластмасових ящиках.

Стіна зовнішня східна.

$$t_{\text{к.зб.}} = -2^{\circ}C; \quad K_{\partial} = 0,256 \frac{Bm}{m^2 \times K};$$

$$t_{\text{зов.}} = 34^{\circ}C; [1, \text{дод.10}]$$

$$F = 18 \times 6 = 108 m^2;$$

$$Q_{1m} = 0,25 \times 144 \times (34 - (-2)) \times 10^{-3} = 1,1 kBm;$$

Теплонадходження від сонячної радіації:

$$Q_{1c} = K_{\partial} \times F \times \Delta t_c \times 10^{-3} kBm; [1, C.57] \quad (4.2)$$

Сендвіч панель світла:

$$\Delta t_c = 3,9^{\circ}C; [1, C.58, \text{табл. 9.1}]$$

$$Q_{1c} = 0,256 \times 144 \times 3,9 \times 10^{-3} = 0,13 kBm;$$

					00КР142.008.017.2023.ПЗ									
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата										
Розробив		Фещенко Г Є			Проект розподільчого холодильника місткістю 5000 т у м. Запоріжжя				Літ.		Лист	Листів		
Перевірив		Рябчук О М												
Реценз.														
Н.контр.														
Затверд.		Петренко В П												

$$\theta = 0,7 \times (t_{\text{зов.}} - t_{\text{вн.}}) = 0,7 \times (34 - (-2)) = 25,2^{\circ}\text{C};$$

Теплонадходження від підлоги:

$$Q_{1m} = 0,2 \times 432 \times (1 - (-2)) \times 10^{-3} = 0,25 \text{ кВт};$$

$$\theta = 0,7 \times (t_{\text{зов.}} - t_{\text{вн.}}) = 0,7 \times (1 - (-2)) = 2,1^{\circ}\text{C};$$

Теплонадходження від покрівлі:

$$Q_{1m} = 0,256 \times 432 \times (34 - (-2)) \times 10^{-3} = 3,1 \text{ кВт};$$

$$\theta = 0,7 \times (t_{\text{зов.}} - t_{\text{вн.}}) = 0,7 \times (34 - (-2)) = 25,2^{\circ}\text{C};$$

$$Q_{1c} = 0,203 \times 432 \times 14,9 \times 10^{-3} = 1,2 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від стіни спільної з камерою домороження: $t_{\text{кам.}} = -35^{\circ}\text{C}$

$$Q_{1m} = 0,238 \times 144 \times (-35 - (-2)) \times 10^{-3} = 0 \text{ кВт};$$

$$\theta = 0,6 \times (t_{\text{зов.}} - t_{\text{вн.}}) = 0,6 \times (34 - (-2)) = -19^{\circ}\text{C};$$

Теплонадходження від стіни спільної з камерою зберігання

консервів: $t_{\text{кам.}} = 0^{\circ}\text{C}$

$$Q_{1m} = 0,54 \times 108 \times (0 - (-2)) \times 10^{-3} = 0,11 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від автомобільної платформи: $t = 5^{\circ}\text{C}$

$$Q_{1m} = 0,45 \times 108 \times (5 - (-2)) \times 10^{-3} = 0,29 \text{ кВт};$$

Для всіх інших камер розрахунки робимо так само і результати заносимо до таблиці 4.1

Таблиця 4.1

Загорожа	$K_D^0, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$	$F, \text{м}^2$	$t_{\text{зов.}}, ^{\circ}\text{C}$	$\theta, ^{\circ}\text{C}$	$Q_{1m}, \text{кВт}$	$\Delta t, ^{\circ}\text{C}$	$Q_{1c}, \text{кВт}$	$Q_{1об}, \text{кВт}$
Камера №4а(зберігання сиру($t_{\text{вн.}}=-2$))								
Стіна спільна з автоплатформою $t=+5^{\circ}\text{C}$	0,45	108	5	4,2	0,34	0	-	0,34
двері в коридор	0,4	6	-	4,2	0,08	0	-	0,08
покрівля	0,2	432	34	25,2	3,1	14,9	1,2	4,3
підлога	0,2	432	1	2,1	0,25	0	-	0,2
стіна спільна з приміщенням $t=+18^{\circ}\text{C}$	0,46	144	18	9,6	1,1	0	-	1,1
стіна спільна з к.зб., $t=-18^{\circ}\text{C}$	0,54	108	-18	0	0	0	-	0
стіна спільна з експд., $t=-12^{\circ}\text{C}$	0,381	144	-12	-7	-	0	-	-
						Q=6.02кВт		

					00KP142.008.017.2023.ПЗ		Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Загорожа	$K_{\text{д}}^0, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$	$F, \text{м}^2$	$t_{\text{зог}}^0, \text{C}$	$\theta, ^\circ \text{C}$	$Q_{\text{лм}}, \text{кВт}$	$\Delta t, ^\circ \text{C}$	$Q_{\text{лс}}, \text{кВт}$	$Q_{\text{лоб}}, \text{кВт}$
Камера №4б(зберігання сирів(твн=-2))								
Вн. стіна в коридор	0,45	144	5	4,2	0,45	0	0	0,45
двері в коридор	0,4	6	-	4,2	0,08	0	-	0,08
покрівля	0,2	432	34	25,2	3,1	14,9	1,2	4,3
підлога	0,2	432	1	2,1	0,25	0	-	0,2
стіна спільна з к.зб., t=-12C	0,381	108	-12	-7	-	0	-	-
Стіна спільна з автоплатформо t=+5C	0,45	108	5	4,2	0,34	0	-	0,34
стіна спільна з к. t=-35C	0,238	144	-35	-19	0	0	-	0
						Q=5,37кВт		

Камера №4в(зберігання сирів(твн=-2))								
Стіна зовн.:східна	0,256	144	34	25,2	1,1	3,9	0,13	1,23
Стіна спільна з автоплатформо t=+5C	0,45	108	5	4,2	0,34	0	-	0,34
Стіна спільна з к.зб. t=0C	0,54	108	0	1,2	0,11	0	0	0,11
двері в коридор	0,4	6	-	4,2	0	0	-	0,08
покрівля	0,2	432	34	25,2	3,1	14,9	1,2	4,3
підлога	0,2	432	1	2,1	0,25	0	-	0,2
стіна спільна з к t=-35C	0,238	144	-35	-19	0	0	-	0
						Q=6,1кВт		

Камера №1а(камера зберігання яловичини(твн=-18))								
покрівля	0,2	576	34	31,2	5,9	14,9	1,7	7,6
підлога	0,2	576	1	11,4	2,1	0	-	2,1
стіна спільна з к.зб. t=-18C	0,54	144	-18	0	0	0	-	0
стіна спільна з м.в., t=+18C	0,2	72	18	21,6	0,5	0	-	0,5
Вн. стіна в коридор	0,23	144	5	4,2	0,23	0	-	0,23
двері в коридор	0,4	6	-	4,2	0,08	0	-	0,08
стіна спільна з к.зб. t=-2C	0,54	108	-2	9,6	0,9	0	-	0,9
						Q=11,41кВт		

Загорожа	$K_D^0, \frac{Bm}{m^2 \times K}$	F, m^2	$t_{зоб}, ^\circ C$	$\theta, ^\circ C$	Q_{1m}, kBm	$\Delta t, ^\circ C$	Q_{1c}, kBm	Q_{1ob}, kBm
Камера №16(зберігання яловичини(твн=-18))								
покрівля	0,2	576	34	31,2	5,9	14,9	1,7	7,6
підлога	0,2	576	1	11,4	2,1	0	-	2,1
стіна спільна з к.зб, t=-18C	0,54	144	-18	0	0	0	-	0
стіна зовнішня Пд.	0,203	144	34	9.6	1,5	3,2	0.09	1,59
Вн. стіна в коридор	0,23	72	5	4,2	0,38	0	-	0,38
двері в коридор	0,4	6	-	4,2	0,08	0	-	0,08
стіна зовнішня Зх.	0,203	144	34	9.6	1,5	4.7	0.1	1,6
						Q=12,35кВт		

Камера №2а(зберігання масла(твн=-12))								
покрівля	0,2	576	34	27,6	5,2	14,9	1,7	6,9
підлога	0,2	576	1	7,8	2,1	0	-	1,4
стіна спільна з к.зб. t=-12C	0,54	144	-12	0	0	0	-	0
Стіна спільна з к. t=-2C	0.38	108	-2	6	0.4	0	-	0.4
Вн. стіна в коридор	0,26	288	5	10,8	1.01	0	-	1,2
двері в коридор	0,4	6	-	10,8	0,04	0	-	0,04
						Q=9,94кВт		

Камера №2б(зберігання масла(твн=-12))								
покрівля	0,2	576	34	27,6	5,2	14,9	1,7	6,9
підлога	0,2	576	1	7,8	2,1	0	-	1,4
стіна спільна з к. t=-18C	0,38	144	-18	0	0	0	-	0
Вн. стіна в коридор	0,26	144	5	10,8	0,6	0	-	0,6
двері в коридор	0,4	6	-	10,8	0,04	0	-	0,04
Стіна спільна з к. t=-2C	0.38	108	-2	6	0.4	0	-	0.4
						Q=9,3кВт		

					00KP142.008.017.2023.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Загорожа	$K_{\text{д}}^0, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$	$F, \text{м}^2$	$t_{\text{зов}}^0, \text{С}$	$\theta, \text{С}$	$Q_{1\text{м}}, \text{кВт}$	$\Delta t \text{С}$	$Q_{1\text{с}}, \text{кВт}$	$Q_{1\text{од}}, \text{кВт}$
Камера №3а (камера зберігання консервів (t=0С))								
Стіна зовн.:								
східна	0,256	144	34	25,2	1,3	3,9	0,07	1,37
Вн. стіна в коридор	0,45	144	5	3	0,3	0	-	0,3
двері в коридор	0,4	6	-	3	0,01	0	-	0,01
покрівля	0,2	576	34	20,4	3,9	14,9	1,7	5,6
підлога	0,2	576	1	0,6	0,11	0	-	0,11
стіна спільна з к. t=-2С	0,54	108	-2	-1.2	0	0	-	0
стіна спільна з к.зб t=0С	0,54	144	0	0	0	0	-	0
Q=7,38кВт								

Камера № 3б (камера зберігання консервів (tвн=0))								
Стіна зовн.:								
східна	0,256	144	34	25,2	1,3	3,9	0,07	1,37
південна	0,256	144	34	25,2	1,25	3,2	0,11	1,36
Вн. стіна в коридор	0,45	144	5	3	0,3	0	-	0,3
двері в коридор	0,4	6	-	3	0,01	0	-	0,01
покрівля	0,2	576	34	20,4	3,9	14,9	1,7	5,6
підлога	0,2	576	1	0,6	0,11	0	-	0,11
стіна спільна з камерою t=0С	0,54	144	0	0	0	0	-	0
стіна спільна з., t=-18С	0,54	72	-18	-10.8	0	0	0	0
Q=8,75кВт								

Камера № 5 (Експедиція(tвн=-12С))								
Стіна спільна з автоплатформо t=+5С	0,26	36	5	10,2	0,15	0	-	0,15
Вн. стіна в коридор	0,26	144	5	10,2	0,62	0	-	0,62
двері в коридор	0,4	6	-	10,2	0,04	0	-	0,04
покрівля	0,2	144	34	32,2	0,66	14,9	0,21	0,87
підлога	0,2	144	1	7,8	0,18	0	-	0,18
стіна спільна з камерою t=-2С	0,381	144	-2	6	0,49	0	-	0,49
стіна спільна з., t=-18С	0,38	36	-18	-10.8	0	0	0	0
Q=2,65кВт								

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

Загорожа	$K_{\text{д}}^0, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$	$F, \text{м}^2$	$t_{\text{зоб}}, ^\circ \text{C}$	$\theta, ^\circ \text{C}$	$Q_{1\text{м}}, \text{кВт}$	$\Delta t, ^\circ \text{C}$	$Q_{1\text{с}}, \text{кВт}$	$Q_{1\text{об}}, \text{кВт}$
Камера № 6а (Камера заморозки($t_{\text{вн}}=-35^\circ\text{C}$))								
Стіна спільна з автоплатформою $t=+5^\circ\text{C}$	0,23	36	5	24	0,3	0	-	0,3
Вн. стіна в коридор	0,23	144	5	24	1,2	0	-	1,2
двері в коридор	0,4	6	-	24	0,09	0	-	0,09
покрівля	0,2	144	34	48	0,9	14,9	0,21	1,11
підлога	0,2	144	1	21	0,5	0	-	0,5
стіна спільна з камерою $t=-2^\circ\text{C}$	0,238	144	-2	19,8	1,1	0	-	1,1
стіна спільна з., $t=-12^\circ\text{C}$	0,29	36	-12	0	0,16	0	-	0,16
Q=4,46кВт								

Камера № 6б (Камера заморозки($t_{\text{вн}}=-35^\circ\text{C}$))								
Стіна спільна з автоплатформою $t=+5^\circ\text{C}$	0,23	36	5	24	0,3	0	-	0,3
північна	0,203	36	34	48	0,5	0	0	0,5
Вн. стіна в коридор	0,23	144	5	24	1,2	0	-	1,2
двері в коридор	0,4	6	-	24	0,09	0	-	0,09
покрівля	0,2	144	34	48	0,9	14,9	0,21	1,11
підлога	0,2	144	1	21	0,5	0	-	0,5
стіна спільна з камерою $t=-2^\circ\text{C}$	0,238	144	-2	19,8	1,1	0	-	1,1
стіна спільна з., $t=0^\circ\text{C}$	0,238	36	0	21	0,24	0	-	0,24
Q=5,04кВт								

Камера № 7а (Камера дефектних вантажів($t_{\text{вн}}=-18^\circ\text{C}$))								
Стіна зовн.:								
південна	0,203	36	34	31,2	0,38	3,2	0,02	0,4
Вн. стіна в коридор	0,23	36	5	4,2	0,16	0	-	0,16
двері в коридор	0,4	6	-	4,2	0,05	0	-	0,05
покрівля	0,2	36	34	31,2	0,37	14,9	0,1	0,47
підлога	0,2	36	1	11,4	0,13	0	-	0,13
стіна спільна з камерою $t=-12^\circ\text{C}$	0,38	36	-12	3,6	0,07	0	-	0,07
стіна спільна з., $t=-18^\circ\text{C}$	0,54	36	-18	0	0	0	-	0
Q=1,28кВт								

Камера № 76 (Камера дефектних вантажів(твн=-18С))								
Стіна зовн.:								
південна	0,203	36	34	31,2	0,38	3,2	0,02	0,4
Вн. стіна в коридор	0,23	36	5	4,2	0,16	0	-	0,16
двері в коридор	0,4	6	-	4,2	0,05	0	-	0,05
покрівля	0,2	36	34	31,2	0,37	14,9	0,1	0,47
підлога	0,2	36	1	11,4	0,13	0	-	0,13
стіна спільна з камерою t=-12С	0,38	36	-12	3,6	0,07	0	-	0,07
стіна спільна з., t=0С	0,54	36	0	10,8	0,34	0	0	0,34
						Q=1,62кВт		

Автомобільна платформа (твн=5С)								
Стіна зовн.:								
північна	0,35	420	34	20	3,6	0	0	3,6
західна	0,35	30	34	20	0,22	4,7	0,042	0,262
східна	0,35	30	34	20	0,22	3,9	0,03	0,25
покрівля	0,2	504	34	20	2,9	14,9	1,9	4,8
підлога	0,2	504	1	0	0	0	-	0
						Q=8,9кВт		

Коридор 1 (твн=5С)								
покрівля	0,2	360	34	20	2,01	14,9	1	3,01
підлога	0,2	360	1	0	0	0	-	0
						Q=3,01кВт		

Коридор 2 (твн=5С)								
покрівля	0,2	360	34	20	2,01	14,9	1	3,01
підлога	0,2	360	1	0	0	0	-	0
						Q=3,01кВт		

4.2. Теплонадходження від вантажів при холодильний обробці.

Камера №1а(камера зберігання яловичини).

$$t_{к.зб.} = -18^{\circ}\text{C};$$

Температура яловичини, яка надходить в камеру зберігання №1а з камери заморожування $t = -14^{\circ}\text{C}$. Вантаж поступає в стоечних металевих піддонах.

Теплонадходження при охолодженні і доморожуванні продуктів в камерах зберігання:

$$Q_{2np} = M_{np} \times \Delta i \times \frac{10^3}{24 \times 3600}; [1, \text{С.58}] \quad (4.3)$$

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

					00KP142.008.017.2023.ПЗ			Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				

Δi - різниця питомих ентальпій продуктів, кДж/кг ;

$M_{np} = 45 \text{ т / добу}$;

$M_m = 0,2 \times M_{np} = 0,2 \times 45 = 9 \text{ т / добу}$;

$t_1 = -15^\circ\text{C}$; $t_2 = -18^\circ\text{C}$;

$i_1 = 13 \text{ кДж / кг}$; $i_2 = 4,6 \text{ кДж / кг}$; [1, дод.10]

$\Delta i = 8,4 \text{ кДж / кг}$;

$$Q_{2np} = 45 \times 8,4 \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 4,3 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від тари Q_{2m} , кВт :

$$Q_{2m} = M_m \times c_m \times (t_1 - t_2) \times \frac{10^3}{24 \times 3600}, \text{ кВт}; [1, \text{С.59}] \quad (4.4)$$

де M_m - добове надходження тари т/добу;

c_m - питома теплоємність тари, $\text{кДж/кг}^\circ\text{К}$;

t_1 і t_2 - початкова і кінцева температура тари(приймаються рівними початковій і кінцевій температурі продукта), $^\circ\text{C}$;

$M_m = 0,2 \times M_{np} = 0,2 \times 45 = 9 \text{ т / добу}$;

$$c_m = 0,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \times \text{К}};$$

$$Q_{2m} = 9 \times 0,5 \times (-14 - (-18)) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,156 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = 4,3 + 0,156 = 4,45 \text{ кВт};$$

Камера №1б(камера зберігання яловичини) ідентична до камери 1а.

$$Q_2 = 4,3 + 0,156 = 4,45 \text{ кВт};$$

Камера №2а(камера зберігання масла вершкового).

Початкова температура продукту $t = -6^\circ\text{C}$ кінцева $t = -12^\circ\text{C}$

$M_{np} = 30 \text{ т / добу}$;

$M_m = 0,2 \times M_{np} = 0,2 \times 30 = 6 \text{ т / добу}$;

$t_1 = -15^\circ\text{C}$; $t_2 = -20^\circ\text{C}$;

$i_1 = 40,6 \text{ кДж / кг}$; $i_2 = 17,6 \text{ кДж / кг}$;

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta i = 23 \text{ КДж} / \text{кг};$$

$$Q_{2np} = 30 \times 23 \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 7,9 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від тари Q_{2m} , кВт :

$$c_m = 2,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \times \text{К}};$$

$$Q_{2m} = 6 \times 2,3 \times (-6 - (-12)) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,9 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = 7,9 + 0,9 = 8,8 \text{ кВт};$$

Камера №2б(камера зберігання масла вершкового) ідентична до камери зберігання 2а.

$$Q_2 = 7,9 + 0,9 = 8,8 \text{ кВт};$$

Камера №3а(камера зберігання консерв).

$$t_{\text{к.зб.}} = 0^\circ \text{C};$$

$t_1 = +11^\circ \text{C}$ і охолоджується до $t_2 = 0^\circ \text{C}$.

$$M_m = 0,2 \times M_{np} = 0,2 \times 45 = 9 \text{ т} / \text{добу};$$

$$t_1 = +10^\circ \text{C}; \quad t_2 = +2^\circ \text{C};$$

$$i_1 = 295 \text{ КДж} / \text{кг}; \quad i_2 = 267 \text{ КДж} / \text{кг};$$

$$\Delta i = 27 \text{ КДж} / \text{кг};$$

$$Q_{2np} = 45 \times 27 \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 14,06 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від тари Q_{2m} , кВт :

$$c_m = 2,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \times \text{К}};$$

$$Q_{2m} = 9 \times 2,3 \times (11 - 0) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 2,5 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = 14,06 + 2,5 = 16,5 \text{ кВт}$$

Камера №3б(камера зберігання консерв) ідентична камері 3а.

$$Q_2 = 14,06 + 2,5 = 16,5 \text{ кВт}$$

Камера №4а(камера зберігання сирів).

$$t_{\text{к.зб.}} = -2^\circ \text{C};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_1 = +10^{\circ}\text{C}$ і охолоджується до $t_2 = -2^{\circ}\text{C}$.

$$M_m = 0,2 \times M_{np} = 0,2 \times 30 = 6 \text{ т / добу};$$

$$t_1 = +10^{\circ}\text{C}; \quad t_2 = -2^{\circ}\text{C};$$

$$i_1 = 47 \text{ КДж / кг}; \quad i_2 = 14,3 \text{ КДж / кг};$$

$$\Delta i = 32,7 \text{ КДж / кг};$$

$$Q_{2np} = 30 \times 32,7 \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 11,2 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від тари Q_{2m} , кВт :

$$c_m = 2,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \times \text{K}};$$

$$Q_{2m} = 6 \times 2,3 \times (10 - (-2)) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 1,9 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = 11,2 + 1,9 = 13,1 \text{ кВт}$$

Камера №4б, 4в(камера зберігання сирів) ідентичні камері 4а.

$$Q_2 = 11,2 + 1,9 = 13,1 \text{ кВт}$$

Камера №7а (камера дефектних вантажів).

$$t_{\text{к.зб.}} = -18^{\circ}\text{C};$$

Сири.

$$t_1 = +4^{\circ}\text{C}; \quad t_2 = 0^{\circ}\text{C};$$

Кількість дефектного вантажу прийmemo $1\% \times M_{\lambda} = M_{np}$;

$$M_{np} = 0,01 \times 60 = 0,6 \text{ т / добу};$$

Теплонадходження при охолодженні і заморожуванні продуктів в камерах зберігання:

$$M_{np} = 0,6 \text{ т / добу};$$

$$M_m = 0,2 \times M_{np} = 0,2 \times 0,6 = 0,12 \text{ т / добу};$$

$$i_1 = 31 \text{ КДж / кг}; \quad i_2 = 22,7 \text{ КДж / кг};$$

$$\Delta i = 8,3 \text{ КДж / кг};$$

$$Q_{2np} = 0,6 \times 8,3 \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,42 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від тари Q_{2m} , кВт :

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$c_m = 2,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \times \text{К}};$$

$$Q_{2m} = 0,12 \times 2,3 \times (4 - 0) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,012 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = 0,42 + 0,012 = 0,43 \text{ кВт};$$

Яловичина.

$$t_1 = +5^\circ\text{C}; \quad t_2 = 0^\circ\text{C};$$

Кількість дефектного вантажу приймемо $1\% \times M_\lambda = M_{np}$;

$$M_{np} = 0,01 \times 90 = 0,9 \text{ т} / \text{добу};$$

Теплонадходження при охолодженні і доморожуванні продуктів в камерах зберігання:

$$M_m = 0,2 \times M_{np} = 0,2 \times 0,9 = 0,18 \text{ т} / \text{добу};$$

$$i_1 = 246 \text{ кДж} / \text{кг}; \quad i_2 = 232 \text{ кДж} / \text{кг};$$

$$\Delta i = 14 \text{ кДж} / \text{кг};$$

$$Q_{2np} = 0,9 \times 14 \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,175 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від тари Q_{2m} , кВт :

$$c_m = 0,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \times \text{К}};$$

$$Q_{2m} = 0,18 \times 0,5 \times (5 - 0) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,005 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = 0,18 \text{ кВт};$$

3. Консерви.

$$t_1 = +10^\circ\text{C}; \quad t_2 = 0^\circ\text{C};$$

Кількість дефектного вантажу приймемо $1\% \times M_\lambda = M_{np}$;

$$M_{np} = 0,01 \times 90 = 0,9 \text{ т} / \text{добу};$$

Теплонадходження при охолодженні і доморожуванні продуктів в камерах зберігання:

$$M_m = 0,2 \times M_{np} = 0,2 \times 0,9 = 0,18 \text{ т} / \text{добу};$$

$$i_1 = 331 \text{ кДж} / \text{кг}; \quad i_2 = 261 \text{ кДж} / \text{кг};$$

$$\Delta i = 70 \text{ кДж} / \text{кг};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{2np} = 0,6 \times 70 \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,7 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від тари Q_{2m} , кВт :

$$c_m = 2,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \times \text{К}};$$

$$Q_{2m} = 0,18 \times 2,3 \times (10 - 0) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,05 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = 0,75 \text{ кВт};$$

Для дефектних вантажів: $\sum Q_2 = 1,36 \text{ кВт};$

Камера №6а,6б (камера домороження).

$$t_{\text{вн}} = -35^\circ \text{C};$$

Яловичина:

$$M_z = 0,1 \times F = 0,15 \times 144 = 21,6 \text{ т} / \text{добу};$$

$$M_m = 0,1 \times M = 0,1 \times 21,6 = 2,16 \text{ т} / \text{добу};$$

$$M_{np} = 21,6 - 2,16 = 19,44 \text{ т} / \text{добу};$$

$$t_1 = -5^\circ \text{C}; \quad t_2 = -15^\circ \text{C};$$

$$i_1 = 57 \text{ кДж} / \text{кг}; \quad i_2 = 13 \text{ кДж} / \text{кг};$$

$$\Delta i = 44 \text{ кДж} / \text{кг};$$

$$Q_{2np} = 1,3 \times 19,44 \times 44 \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 13 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від тари Q_{2m} , кВт :

$$c_m = 0,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \times \text{К}};$$

$$Q_{2m} = 1,3 \times 2,16 \times 0,5 \times (-5 + 15) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,2 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = 13 + 0,2 = 13,2 \text{ кВт};$$

Масло:

$$M_z = 0,06 \times F = 0,15 \times 144 = 21,6 \text{ т} / \text{добу};$$

$$M_m = 0,1 \times M = 0,1 \times 21,6 = 2,16 \text{ т} / \text{добу};$$

$$M_{np} = 21,6 - 2,16 = 19,44 \text{ т} / \text{добу};$$

$$t_1 = 0^\circ \text{C}; \quad t_2 = -6^\circ \text{C};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$i_1 = 95 \text{ КДж} / \text{кг}; \quad i_2 = 39 \text{ КДж} / \text{кг};$$

$$\Delta i = 56 \text{ КДж} / \text{кг};$$

$$Q_{2np} = 1.3 \times 19,44 \times 56 \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 15,8 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від тари Q_{2m} , кВт :

$$c_m = 2,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \times \text{К}};$$

$$Q_{2m} = 1,3 \times 2,16 \times 2,3 \times (0 + 6) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,5 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = 15,8 + 0,5 = 16,3 \text{ кВт};$$

4.3 Теплонадходження при вентиляції приміщення.

Це теплонадходження враховується лише для спеціалізованих холодильників для зберігання овочів і фруктів.

4.4 Експлуатаційні теплонадходження.

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4, \text{ кВт};$$

де q_1, q_2, q_3, q_4 – надходження теплоти відповідно від освітлення, перебування людей, працюючих електродвигунів та відчинення дверей.

Теплонадходження від освітлення:

$$q_1 = A \times F \times 10^{-3}, \text{ кВт}; [1, \text{С.60}] \quad (4.5)$$

де A – теплота, яка виділяється джерелами освітлення за одиницю часу на 1 м^2 площі пола, Вт/м² ;

F – площа камери, м² .

Теплонадходження від перебування людей:

$$q_2 = 0,35 \times n, \text{ кВт}, [1, \text{С.60}] \quad (4.6)$$

де 0,35 – тепловиділення однієї людини, кВт;

n – число людей, які працюють в даному приміщенні.

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

$$q_3 = \eta_e \times N_{\text{ел.дв.}}, \text{ кВт}, [1, \text{С.61}] \quad (4.7)$$

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$q_4 = K \times F \times 10^{-3}, [1, \text{С.61}] \quad (4.7)$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де K – питоме надходження теплоти від відкривання дверей, Вт/м^2 ;

F – площа камери, м^2 .

Камера №1а (зберігання яловичини).

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

$F=576 \text{ м}^2$;

$A=2,3 \text{ Вт/м}^2$;

$$q_1 = 2,3 \times 576 \times 10^{-3} = 1,33 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від перебування людей:

$n=3$ чоловіки;

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

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

$$q_3 = N_{\text{ел.да.}} \times \eta, \text{ кВт}$$

$$q_3 = 2 \times 0,8 = 1,6 \text{ кВт}$$

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$q_4 = K \times F \times 10^{-3},$$

$K=12 \text{ Вт/м}^2$ [1, С.61, табл.9.2]

$F=576 \text{ м}^2$;

$$q_4 = 12 \times 576 \times 10^{-3} = 6,9 \text{ кВт};$$

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 1,33 + 1,05 + 1,6 + 6,9 = 10,88 \text{ кВт};$$

Камера №1б (зберігання яловичини) ідентична камері 1а.

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 1,33 + 1,05 + 1,6 + 6,9 = 10,88 \text{ кВт};$$

Камера №2а (зберігання масла).

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

$$q_1 = A \times F \times 10^{-3}, \text{ кВт}$$

$F=576 \text{ м}^2$;

$A=2,3 \text{ Вт/м}^2$;

$$q_1 = 2,3 \times 576 \times 10^{-3} = 1,33 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від перебування людей:

$n=3$ чоловіки;

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_2 = 0,35 \times 3 = 1.05 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

$$q_3 = 2 \times 0,8 = 1,6 \text{ кВт}$$

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$K = 12 \text{ Вт/м}^2;$$

$$F = 576 \text{ м}^2;$$

$$q_4 = 12 \times 576 \times 10^{-3} = 6.9 \text{ кВт};$$

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 1,33 + 1.05 + 1,6 + 6,9 = 10,88 \text{ кВт};$$

Камера №2б (зберігання масла) ідентична камері 2а.

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 1,33 + 1.05 + 2 + 6,9 = 10,88 \text{ кВт};$$

Камера №3а (зберігання консерв).

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

$$F = 576 \text{ м}^2;$$

$$A = 2,3 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_1 = 2,3 \times 576 \times 10^{-3} = 1,33 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від перебування людей:

$$n = 3 \text{ чоловіки};$$

$$q_2 = 0,35 \times 3 = 1.05 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

$$q_3 = 2 \times 0,8 = 1,6 \text{ кВт}$$

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$K = 12 \text{ Вт/м}^2;$$

$$F = 576 \text{ м}^2;$$

$$q_4 = 12 \times 576 \times 10^{-3} = 6.9 \text{ кВт};$$

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 1,33 + 1.05 + 1,6 + 6,9 = 10,88 \text{ кВт};$$

Камера №3б (зберігання консерв) ідентична камері 3а.

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 1,33 + 1.05 + 1,6 + 6,9 = 10,88 \text{ кВт};$$

Камера №4а (зберігання сирів).

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F=432 \text{ м}^2;$$

$$A=2,3 \text{ Вт/м}^2;$$

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

Теплонадходження від перебування людей:

$$n=3 \text{ чоловіки};$$

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

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

$$q_3 = 2 \times 0,8 = 1,6 \text{ кВт}$$

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$K=12 \text{ Вт/м}^2;$$

$$F=432 \text{ м}^2;$$

$$q_4 = 12 \times 432 \times 10^{-3} = 5,1 \text{ кВт};$$

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0,99 + 1,05 + 1,6 + 5,1 = 8,74 \text{ кВт};$$

Камера №4б,4в (зберігання сирів) ідентичні камері 4а.

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0,99 + 1,05 + 1,6 + 5,1 = 8,74 \text{ кВт};$$

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0,99 + 1,05 + 1,6 + 5,1 = 8,74 \text{ кВт};$$

Камера №5 (експедиція).

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

$$F=144 \text{ м}^2;$$

$$A=4,7 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_1 = 4,7 \times 144 \times 10^{-3} = 0,67 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від перебування людей:

$$n=2 \text{ чоловіки};$$

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

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

$$q_3 = 2 \times 0,8 = 1,6 \text{ кВт}$$

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$K=38 \text{ Вт/м}^2;$$

$$F=144 \text{ м}^2;$$

$$q_4 = 38 \times 144 \times 10^{-3} = 5,4 \text{ кВт};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0,67 + 0,7 + 1,6 + 5,4 = 8,3 \text{ кВт};$$

Камера №6а (домороження).

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

$$F = 144 \text{ м}^2;$$

$$A = 4,7 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_1 = 144 \times 4,7 \times 10^{-3} = 0,67 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від перебування людей:

$$n = 2 \text{ чоловіки};$$

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

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

$$q_3 = 8 \times 0,8 = 6,4 \text{ кВт}$$

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$K = 15 \text{ Вт/м}^2;$$

$$F = 144 \text{ м}^2;$$

$$q_4 = 15 \times 144 \times 10^{-3} = 2,16 \text{ кВт};$$

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0,67 + 0,7 + 6,4 + 2,16 = 9,9 \text{ кВт};$$

Камера №6б (домороження) ідентична камері 6а.

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0,67 + 0,7 + 6,4 + 2,16 = 9,9 \text{ кВт};$$

Камера №7а (деф.вантажів).

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

$$F = 36 \text{ м}^2;$$

$$A = 2,3 \text{ Вт/м}^2;$$

$$q_1 = 36 \times 2,3 \times 10^{-3} = 0,08 \text{ кВт};$$

Теплонадходження від перебування людей:

$$n = 2 \text{ чоловіки};$$

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

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

$$q_3 = 2 \times 0,8 = 1,6 \text{ кВт}$$

Теплонадходження при відкриванні дверей:

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K=12 \text{ Вт/м}^2;$$

$$F=36 \text{ м}^2;$$

$$q_4 = 8 \times 36 \times 10^{-3} = 0,28 \text{ кВт};$$

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0,08 + 0,7 + 1,6 + 0,28 = 2,66 \text{ кВт};$$

Камера №7б (деф.вантажів) ідентична камері 7а.

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0,08 + 0,7 + 1,6 + 0,28 = 2,66 \text{ кВт};$$

Автомобільна платформа.

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

$$F=504 \text{ м}^2;$$

$$A=4,7 \text{ Вт/м}^2;$$

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

Теплонадходження від перебування людей:

$$n=3 \text{ чоловіки};$$

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

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$q_4 = K \times F \times 10^{-3},$$

$$K=20 \text{ Вт/м}^2 [1, \text{С.61, табл.9.2}]$$

$$F=576 \text{ м}^2;$$

$$q_4 = 20 \times 504 \times 10^{-3} = 9,08 \text{ кВт};$$

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 2,2 + 0 + 1,05 + 9,08 = 12,33 \text{ кВт};$$

Розрахунки для всіх камер проводимо так само, і результати заносимо в табл.4.2.

Q_5 для всіх камер дорівнює нулю, оскільки це теплонадходження від продуктів, що дихають(фрукти, овочі тощо).

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Табл.4.2

Назва камери	F _д	A	q ₁	n	q ₂	N _{ел}	q ₃	K	q ₄	Q ₄
	м²	Вт/м²	Вт	чол.	Вт	кВт	Вт	Вт/м²	Вт	Вт
№1а Зберігання яловичини	576	2,3	1330	3	1050	2	1600	12	6900	10880
№1б Зберігання яловичини	576	2,3	1330	3	1050	2	1600	12	6900	10880
№2а Зберігання масла вершкового	576	2,3	1330	3	1050	2	1600	12	6900	10880
№2б Зберігання масла вершкового	576	2,3	1330	3	1050	2	1600	12	6900	10880
№3а Зберігання консерв	576	2,3	1330	3	1050	2	1600	12	6900	10880
№3б Зберігання консерв	576	2,3	1330	3	1050	2	1600	12	6900	10880
№4а Зберігання сирів	432	2,3	990	3	1050	2	1600	12	5100	8740
№4б Зберігання сирів	432	2,3	990	3	1050	2	1600	12	5100	8740
№4в Зберігання сирів	432	2,3	990	3	1050	2	1600	12	5100	8740
№5 Експедиція	144	4,7	670	2	700	2	1600	38	5400	8300
№6а Домороження продуктів	144	4,7	670	2	700	8	6400	15	2160	9900
№6б Домороження продуктів	144	4,7	670	2	700	8	6400	15	2160	9900
№7а Зберігання деф. продуктів	36	2,3	80	2	700	2	1600	15	280	2660
№7б Зберігання деф. продуктів	36	2,3	80	2	700	2	1600	15	280	2660
Автомобільна платформа	504	4,7	2200	3	1050	0	0	20	9080	12300

5.Визначення навантаження на обладнання камер та компресор.

Навантаження на компресор $Q_{\text{км}}$ складається із усіх видів теплопритоків, але в ряді випадків їх можна враховувати на повністю, а частково, в залежності від типу та призначення холодильника.

Навантаження на компресор розраховуємо по наближеному методу рекомендованому для холодильників з великою кількістю камер (споживачів холоду).

5.1. Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння $t_0 = -10^\circ\text{C}$:

$$\begin{aligned} \Sigma Q_{-10} &= \Sigma Q_{106} + 0,6 \times \Sigma Q_{206} + 0,7 \times \Sigma Q_{406} = \\ &= (6,02 + 5,37 + 6,1 + 7,38 + 8,75 + 8,9 + 3,01 + 3,01) + 0,6 \times (16,5 + 16,5 + 13,1 + 13,1 + 13,1) + 0,7 \times \\ &\times (10,8 + 10,8 + 8,7 + 8,7 + 8,7 + 12,3) = 133 \text{ кВт}; \end{aligned}$$

Холодопродуктивність компресора:

$$Q_0 = \frac{k \times \Sigma Q_{-10}}{b};$$

де k – коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах та апаратах холодильної установки; $k=1,05$

b – коефіцієнт робочого часу; $b=0,9$

$$Q_0 = \frac{1,05 \times 133}{0,9} = 140 \text{ кВт};$$

5.2 Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння $t_0 = -25^\circ\text{C}$:

$$\begin{aligned} \Sigma Q_{-25} &= \Sigma Q_{106} + 0,6 \times \Sigma Q_{206} + 0,7 \times \Sigma Q_{406} = \\ &= (11,41 + 12,35 + 9,94 + 9,3 + 2,65 + 1,28 + 1,62) + 0,6 \times (4,45 + 4,45 + 8,8 + 8,8 + 1,36) + 0,7 \times \\ &\times (10,8 + 10,8 + 10,8 + 10,8 + 8,3 + 2,66 + 2,66) = 105,04 \text{ кВт}; \end{aligned}$$

Холодопродуктивність компресора:

$$Q_0 = \frac{k \times \Sigma Q_{-25}}{b};$$

де k – коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах та апаратах холодильної установки; $k=1,07$;

b – коефіцієнт робочого часу; $b=0,9$;

$$Q_0 = \frac{1,07 \times 105,04}{0,9} = 123 \text{ кВт};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Проект розподільчого холодильника місткістю 5000 т у м. Запоріжжя Літ. Лист Листів ХМ-4-9н			
Розробив	Фещенко Г Є							
Перевірив	Рябчук О М							
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.	Петренко В П							

5. 3. Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння $t_0 = -40^{\circ}\text{C}$:

$$\begin{aligned}\Sigma Q_{-40} &= \Sigma Q_{106} + \Sigma Q_{206} + 0,7 \times \Sigma Q_{406} = \\ &= (4.46 + 5.04) + 0,6 \times (13.2 + 16,3) + 0,7 \times (9,9 + 9,9) = 42 \text{ кВт};\end{aligned}$$

Холодопродуктивність компресора:

$$Q_0 = \frac{k \times \Sigma Q_{-45}}{b};$$

де k – коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах та апаратах холодильної установки; $k=1,1$;

b – коефіцієнт робочого часу; $b=0,9$;

$$Q_0 = \frac{1,1 \times 42}{0,9} = 50 \text{ кВт};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Вибір розрахункового режиму, побудова циклу та розрахунок холодильної машини.

Розрахунковий (робочий) режим холодильної установки характеризується температурами кипіння t_0 , конденсації t_k , всмоктування (пари на вході в компресор) $t_{вс}$.

Значення цих параметрів обирають в залежності від призначення холодильної установки і розрахункових зовнішніх умов. Температуру кипіння х.а. приймаємо на $5 - 10^\circ\text{C}$ нижчою, ніж температура у камерах охолодження.

Температура конденсації залежить від температури і кількості подаваної води. Температуру конденсації для установок з водяним охолодженням конденсатора приймають на $(2 \div 4)^\circ\text{C}$ вище температури води, що виходить з конденсатора:

$$t_k = t_{w2} + (2 \div 4)^\circ\text{C} = t_{w1} + \Delta t_w + (2 \div 4)^\circ\text{C}. [1, \text{С.71}] \quad (6.1)$$

При оборотній системі водопостачання температуру воду t_{w2} та t_{w1} визначають розрахунковими параметрами навколишнього середовища та величиною коефіцієнта ефективності холодильника оборотної води:

$$\eta = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{t_{w2} - t_{\text{мт}}}, \quad (6.2)$$

де коефіцієнт ефективності охолодника залежить від його типу і може бути визначений за такими даними: для бризкального басейна $\eta = (0,3 \div 0,5)$, прийmemo $\eta = 0,5$.

$$\Delta t_w = t_{w2} - t_{w1} = 4^\circ\text{C};$$

Для м. Запоріжжя температура мокрого термометра при $t_c = 34^\circ\text{C}$; $\phi = 42\%$,
 $t_{\text{м.т.}} = 23.5^\circ\text{C}$.

З формули (6.2) визначаємо, що

					00KP142.008.017.2023.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Проект розподільчого холодильника місткістю 5000 т у м. Запоріжжя Літ. Лист Листів ХМ-4-9н			
Розробив		Фещенко Г Є						
Перевірив		Рябчук О М						
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.		Петренко В П						

$$t_{w2} = \frac{\Delta t_w}{\eta} + t_{m.m.} = \frac{4}{0,5} + 23.5 = 31.5^\circ\text{C};$$

За формулою (6.2) визначаємо:

$$t_k = t_{w2} + (2 \div 4) = 31.5 + 2.5 = 34^\circ\text{C}.$$

Величина перегрівня пари холодильного агента:

$$t_{ec} = t_0 + (5 \div 10)^\circ\text{C}. [1, \text{С.72}] \quad (6.3)$$

Будуємо цикл в $\lg P - i$ діаграмі для R717. Значення параметрів х.а. у вузлових точках циклу заносимо до табл. 6.1.

Схема холодильної установки зображена на рис. 6.1.

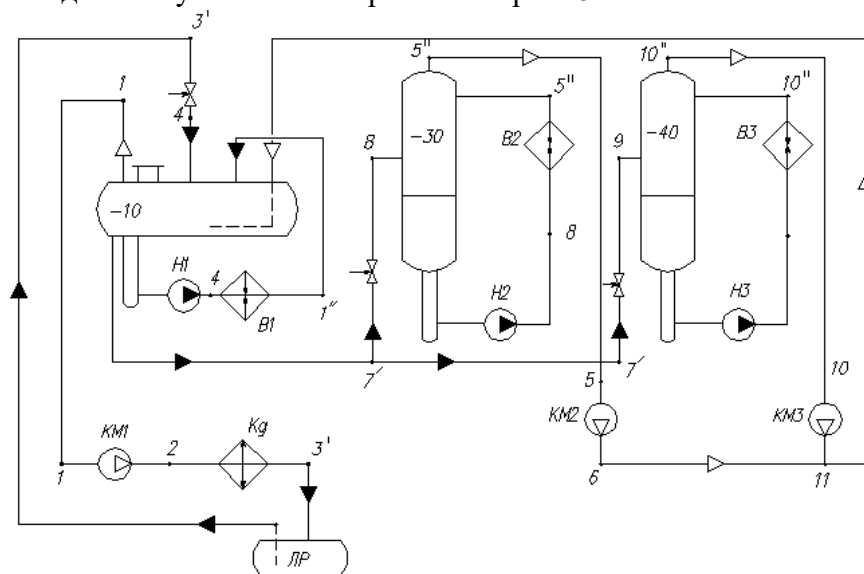


рис.6.1.

Табл. 6.1.

№ точки	t, °C	p, мПа	v, м³\кг	i, кДж\кг
1''	-10	0.29	0.417	1449
1	0	0.29	0.437	1474
2	110	1.3	0.13	1701
2''	34	1.3	0.098	1488
3'	34	1.30	0.001	358
4	-10	0.29	-	358
5''	-25	0.15	0.76	1428
5	-15	0.15	0.79	1452
6	27	0.29	0.48	1539
7'	-10	0.29	-	155
8	-25	0.15	0.03	155
9	-40	0.07	0.15	155
10''	-40	0.07	1.55	1408
10	-30	0.07	1.61	1428
11	62	0.29	0.55	1621

Масова витрата циркулюючого холодильного агенту, який треба відводити від циркуляційних ресиверів:

$$\begin{aligned} M_{(-40)} &= Q_{0m(-40)} / (i_{10''} - i_9) = \frac{50}{(1408 - 155)} = 0,05 \frac{\text{кг}}{\text{с}}; \\ M_{(-25)} &= Q_{0m(-25)} / (i_{5''} - i_8) = \frac{123}{(1426 - 156)} = 0,1 \frac{\text{кг}}{\text{с}}; \quad [1, \text{C.80}] \\ M_{(-10)} &= Q_{0m(-10)} / (i_{1''} - i_4) = \frac{140}{(1449 - 358)} = 0,12 \frac{\text{кг}}{\text{с}}; \end{aligned} \quad (6.4)$$

Сумарна масова витрата х.а. в КМ1:

$$\begin{aligned} M_{\text{км1}} &= M_{(-10)} + M_{(-25)} \times \frac{(i_6 - i_{7'})}{(i_{1''} - i_4)} + M_{(-40)} \times \frac{(i_{11} - i_{7'})}{(i_{1''} - i_4)} = \\ &= 0,12 + 0,1 \times \frac{(1539 - 155)}{(1449 - 358)} + 0,05 \times \frac{(1621 - 155)}{(1449 - 358)} = 0,31 \frac{\text{кг}}{\text{с}}; \end{aligned} \quad [1, \text{C.81}] \quad (6.5)$$

Для визначення потрібної об'ємної продуктивності компресора знайдемо коефіцієнти подачі λ . $\lambda = \lambda_i \times \lambda_{w'}$.

Індикаторний об'ємний коефіцієнт подачі.

Для КМ1.

$$\lambda_{i1} = \frac{P_{np} - \Delta P_{вс}}{P_{np}} - c \times \left[\left(\frac{P_{\kappa} + \Delta P_{н}}{P_{np}} \right)^{\frac{1}{n}} - \frac{(P_{np} - \Delta P_{вс})}{P_{np}} \right]; \quad (6.7)$$

$c=0,05$ – відносний мертвий простір;

$n=1$ – показник політропи;

$\Delta P_{вс} = 10 \text{ кПа}$ - депресія на всмоктуванні;

$\Delta P_{наг} = 10 \text{ кПа}$ - депресія на нагнітанні;

$P_{np} = 290 \text{ кПа}$;

$P_{\kappa} = 1300 \text{ кПа}$;

$$\lambda_{i1} = \frac{290 - 10}{290} - 0,05 \times \left[\left(\frac{1300 + 10}{290} \right)^1 - \frac{(290 - 10)}{290} \right] = 0,788;$$

$$\lambda_{w'} = \frac{T_{np}}{T_{\kappa}} = \frac{(273 + (-10))}{273 + 34} = 0,857;$$

$$\lambda_1 = 0,788 \times 0,857 = 0,675;$$

Для КМ3.

Для нижньої ступені стиску підбираємо гвинтовий компресор тому:

$$\lambda_3 = \frac{P_{np}}{P_0} = \frac{290}{70} = 4,1$$

$P_{np} = 290 \text{ кПа}$; $P_0 = 70 \text{ кПа}$;

Тоді по графіку (11.2 Явнель) підбираємо $\lambda_3 = 0,84$

Для КМ2.

$$\lambda_{i2} = \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_0} - c \times \left[\left(\frac{P_{np} + \Delta P_{наг}}{P_0} \right)^{\frac{1}{n}} - \frac{(P_0 - \Delta P_{вс})}{P_0} \right];$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$c=0,05$ – відносний мертвий простір;

$n=1$ – показник політропи;

$\Delta P_{\text{вс}} = 10 \text{ кПа}$ - депресія на всмоктуванні; $\Delta P_{\text{наг}} = 10 \text{ кПа}$ - депресія на нагнітанні;

$P_{\text{np}} = 290 \text{ кПа}$; $P_0 = 150 \text{ кПа}$;

$$\lambda_{i1} = \frac{150-10}{150} - 0,05 \times \left[\left(\frac{290+10}{150} \right) - \frac{150-10}{150} \right] = 0,88;$$

$$\lambda_{w'2} = \frac{T_0}{T_{\text{np}}} = \frac{(273 + (-25))}{273 + (-10)} = 0,943;$$

$$\lambda_2 = \lambda_{i2} \times \lambda_{w'2} = 0,88 \times 0,943 = 0,82;$$

Розрахунок компресора КМ1.

1) Дійсний об'єм всмоктування:

$$V_{\text{д}} = M_{(-10)} \times v_1 = 0,31 \times 0,417 = 0,129 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}; \quad (6.8)$$

2) $\lambda = 0,67$;

3) Об'єм, що описується поршнем:

$$V_h = \frac{V_{\text{д}}}{\lambda} = \frac{0,129}{0,67} = 0,19 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}; \quad (6.9)$$

4) Адіабатна потужність:

$$N_A = M_{(-10)} \times (i_2 - i_1) = 0,31 \times (1701 - 1474) = 70 \text{ кВт}; \quad (6.10)$$

5) Індикаторний ККД:

$$\eta_i = \lambda_{w'1} + b \times t_{\text{np}}; \quad (6.11)$$

$b=0,0025$;

$$\eta_i = 0,85 + 0,0025 \times (-10) = 0,82;$$

6) Індикаторна потужність:

$$N_i = \frac{N_A}{\eta_i} = \frac{70}{0,82} = 85 \text{ кВт}; \quad (6.12)$$

7) Потужність тертя:

$$N_{\text{mp}} = V_h \times P_{\text{mp}} = 0,19 \times 59 = 11,2 \text{ кВт}; \quad (6.13)$$

8) Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{\text{mp}} = 85 + 11,2 = 96,2 \text{ кВт}; \quad (6.14)$$

9) Потужність двигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_e}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{96,2}{0,9} = 106 \text{ кВт}; \quad (6.15)$$

Для заданого холодильного агента за отриманими значеннями теоретичної подачі (V_m), електричної та ефективної потужності вибираємо компресори, об'ємна подача яких $V_{\text{км}}$ на $20 \div 40$ % більша за необхідну, що забезпечує роботу компресора з коефіцієнтом робочого часу $b = 0,8 \div 0,6$.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо два компресори фірми GEA Grasso 6210 сумарною об'ємною подачею :

$$\sum V_m = 2 \times 435 = 870 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,24 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

10) Дійсна масова витрата:

$$\sum M_{(-10)} = \lambda \times \sum V_{\text{км}(-10)} / v_1 = 0,67 \times 0,24 / 0,417 = 0,38 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

11) Сумарна теоретична потужність:

$$\sum N_{m(-10)} = \sum M_{(-10)} \times (i_2 - i_1) = 0,38 \times (1701 - 1474) = 86,26 \text{ кВт};$$

12) Індикаторна потужність компресора:

$$\sum N_{i(-10)} = \sum N_{m(-10)} / \eta_i = 86,26 / 0,82 = 105 \text{ кВт};$$

13) Потужність тертя:

$$\sum N_{mp} = \sum V_h \times P_{mp} = 0,24 \times 59 = 14 \text{ кВт};$$

14) Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{mp} = 105 + 14 = 119 \text{ кВт};$$

15) Електрична потужність:

$$N_{\text{ел}(-10)} = \frac{\sum N_{e(-10)}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{119}{0,9} = 132 \text{ кВт};$$

Встановлена потужність електродвигунів підібраних компресорів 132 кВт, тобто існує запас потужності.

Розрахунок компресора КМ2.

1) Дійсний об'єм всмоктування:---

$$V_o = M_{(-25)} \times v_5 = 0,1 \times 0,79 = 0,079 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

2) $\lambda = 0,82$;

3) Об'єм, що описується поршнем:

$$V_h = \frac{V_o}{\lambda} = \frac{0,079}{0,82} = 0,096 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

4) Адіабатна потужність:

$$N_A = M_{(-25)} \times (i_6 - i_5) = 0,1 \times (1539 - 1452) = 8,7 \text{ кВт};$$

5) Індикаторний ККД:

$$\eta_i = \lambda_{w'2} + b \times t_{np};$$

$$b = 0,0025;$$

$$\eta_i = 0,94 + 0,0025 \times (-25) = 0,87;$$

6) Індикаторна потужність:

$$N_i = \frac{N_A}{\eta_i} = \frac{8,7}{0,87} = 10 \text{ кВт};$$

7) Потужність тертя:

$$N_{mp} = V_h \times P_{mp} = 0,096 \times 59 = 5,66 \text{ кВт};$$

8) Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{mp} = 10 + 5,66 = 15,66 \text{ кВт};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

9) Потужність двигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_e}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{15,66}{0,9} = 17,9 \text{ кВт};$$

Для заданого холодильного агента за отриманими значеннями теоретичної подачі (V_m), електричної та ефективної потужності вибираємо компресор, об'ємна подача яких $V_{\text{км}}$ на 20 ÷ 40 % більша за необхідну, що забезпечує роботу компресора з коефіцієнтом робочого часу $b = 0,8 \div 0,6$.

Вибираємо два компресори GEA Grasso Grasso 2110 – сумарною об'ємною подачею

$$\sum V_m = 2 \times 217 = 434 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,12 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

10) Дійсна масова витрата:

$$\sum M_{(-30)} = \lambda \times \sum V_{\text{км}(-25)} / v_5 = 0,82 \times 0,12 / 0,79 = 0,12 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

11) Сумарна теоретична потужність:

$$\sum N_{m(-30)} = \sum M_{(-30)} \times (i_6 - i_5) = 0,12 \times (1539 - 1452) = 10,44 \text{ кВт};$$

12) Індикаторна потужність компресора:

$$\sum N_{i(-25)} = \sum N_{m(-25)} / \eta_i = 10,44 / 0,85 = 12,2 \text{ кВт};$$

13) Потужність тертя:

$$\sum N_{mp} = \sum V_h \times P_{mp} = 0,12 \times 59 = 7 \text{ кВт};$$

14) Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{mp} = 12,2 + 7 = 19,2 \text{ кВт};$$

15) Електрична потужність:

$$N_{\text{ел}(-30)} = \frac{\sum N_{e(-25)}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{19,2}{0,9} = 21,3 \text{ кВт};$$

Встановлена потужність електродвигунів підібраних компресорів 21,3 кВт, тобто існує невеликий запас потужності.

Розрахунок компресора КМЗ.

1) Розраховуємо масову продуктивність за формулою:

$$q_0 = i_{10^{11}} - i_9 = 1408 - 155 = 1253 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

2) Знаходимо питому теоретичну роботу компресора:

$$q_k = i_2 - i_9 = 1399 - 155 = 1244 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

2) $\lambda = 0,84$;

3) Необхідна теоретична об'ємна продуктивність компресора:

$$V_T = \frac{M_m \times v_{10}}{0,84} = \frac{0,05 \times 1,61}{0,84} = 0,10 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4) Адиабатна потужність:

$$N_A = M_{(-45)} \times (i_{11} - i_{10}) = 0,05 \times (1621 - 1428) = 10,2 \text{ кВт};$$

5) Індикаторний ККД:

$$\eta_i = 0,78;$$

6) Індикаторна потужність:

$$N_i = \frac{N_A}{\eta_i} = \frac{10,2}{0,78} = 13,1 \text{ кВт};$$

7) Ефективна потужність:

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{13,1}{0,9} = 14,5 \text{ кВт};$$

8) Потужність двигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_e}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{14,5}{0,9} = 16,1 \text{ кВт};$$

Для заданого холодильного агента за отриманими значеннями теоретичної подачі (V_m), електричної та ефективної потужності вибираємо компресор, об'ємна подача яких $V_{\text{км}}$ на 20 ÷ 40 % більша за необхідну, що забезпечує роботу компресора з коефіцієнтом робочого часу $b = 0,8 \div 0,6$.

Вибираємо два гвинтові компресори GeaGrasso SH C – сумарною об'ємною подачею

$$\sum V_m = 2 \times 231 = 462 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,128 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

9) Дійсна масова витрата:

$$\sum M_{(-40)} = \lambda \times \sum V_{\text{км}(-45)} / v_{10} = 0,84 \times 0,128 / 1,61 = 0,066 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

10) Сумарна теоретична потужність:

$$\sum N_{m(-40)} = \sum M_{(-40)} \times (i_{11} - i_{10}) = 0,066 \times (1621 - 1428) = 12,7 \text{ кВт};$$

11) Індикаторна потужність компресора:

$$\sum N_{i(-45)} = \sum N_{m(-40)} / \eta_i = 12,7 / 0,78 = 16,3 \text{ кВт};$$

12) Ефективна потужність:

$$N_e = \frac{\sum N_{i(-40)}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{16,3}{0,9} = 18,1 \text{ кВт};$$

13) Електрична потужність:

$$N_{\text{ел}(-40)} = \frac{\sum N_{e(-40)}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{18,1}{0,9} = 20,1 \text{ кВт};$$

Встановлена потужність електродвигунів підібраних компресорів 29.2 кВт, тобто існує невеликий запас потужності.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Табл. 6.2 Техніко технічні характеристики компресорів.

Назва	Об'ємна подача $m^3 \setminus год$	Розміри			Вага кг
		Д	Ш	В	
GEA Grasso 6210	435	1475	890	815	998
GEA Grasso 3110	217	1125	540	765	590
GEA Grasso SH C	231	888	585	560	313

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Розрахунок та вибір тепломасообмінних апаратів.

Завдання теплового розрахунку теплообмінних апаратів полягає у визначенні площі поверхні теплопередачі. В основу розрахунків покладено розв'язання рівняння теплопередачі:

$$F = Q / (k \times \Delta t_{cp}), \text{ м}_2 \quad [1, \text{С.85}] \quad (7.1.)$$

7.1. Розрахунок конденсатора.

Множники, що входять у рівняння теплопередачі, під час розрахунку конденсатора визначаються так:

$$Q = Q_{\kappa} - \text{теплове навантаження конденсатора, кВт;}$$

Дійсне теплове навантаження на конденсатор:

$$Q_{\kappa d} = Q_{om(-40)} + Q_{om(-25)} + Q_{om(-10)} + N_{i(-10)} + N_{i(-25)} + N_{i(-40)}; \quad (7.2)$$

Дійсну холодопродуктивність компресорів кожної ступені знаходимо із співвідношення:

$$Q_0 = \sum Q_{om} \times \frac{V_{\kappa m}}{V_T}; \quad (7.3)$$

Отже:

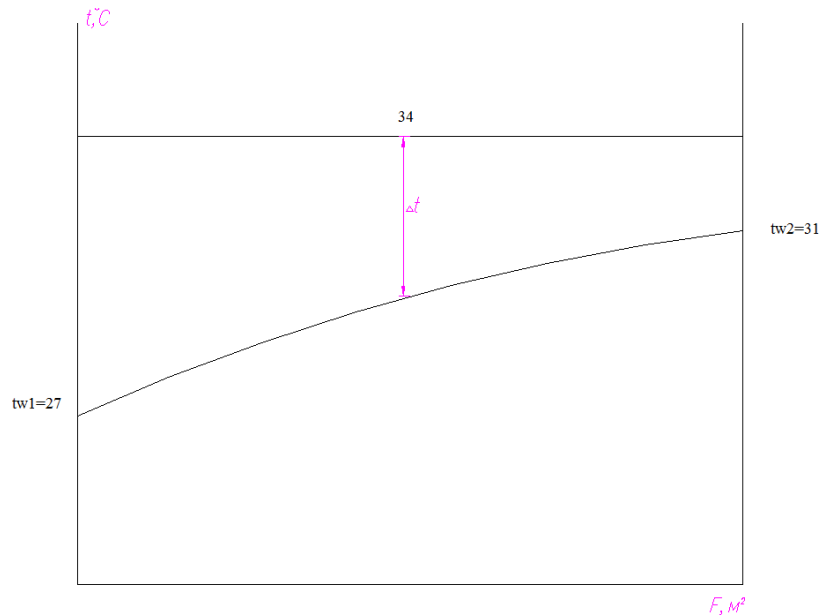
$$Q_{\kappa d} = 50 \times \frac{0,128}{0,1} + 123 \times \frac{0,12}{0,096} + 140 \times \frac{0,24}{0,19} = 400,3 \text{ кВт};$$

k – коефіцієнт теплопередачі конденсатора, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \times \text{К})$. Для горизонтальних кожухотрубних конденсаторів, що встановлюються при оборотній системі водопостачання для аміака: $k=(700 \dots 800) \text{ Вт} / (\text{м}^2 \times \text{К})$.

Приймаємо $k=800 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \times \text{К})$.

На мал. 7.1. показана умовна схема зміни температур холодоагента та охолодного середовища вздовж поверхні теплопередачі.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Проект розподільчого холодильника місткістю 5000 т у м. Запоріжжя Літ. Лист Листів ХМ-4-9н			
Розробив	Фещенко Г Є							
Перевірив	Рябчук О М							
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.	Петренко В П							



мал.7.1.

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{(34 - 27) - (34 - 31)}{\ln \frac{(34 - 27)}{(34 - 31)}} = 4,7^{\circ}\text{C}; [1, \text{C.87}] \quad (7.4)$$

За формулою 7.1.: $F = Q / (k \times \Delta t_{cp}) = 400,3 \times 10_3 / (800 \times 4,7) = 106.5 \text{ м}_2$;

Приймаємо два конденсатори марки 63КГТ з площею теплообмінною поверхні $F = 2 \times 67 = 134 \text{ м}^2$

Горизонтальний кожухотрубний конденсатор	Площа внутрішньої теплопередаючої поверхні, м^2	Габаритні розміри, мм				Число труб	Довжина труб, мм	Діаметр умовного проходу приєднувальних патрубків, мм			Об'єм міжтрубного простору, м^3	Об'єм трубного простору, м^3	Маса, кг
		Діаметр кожуха	Довжина	Ширина	Висота			Вода (вхід і вихід)	Холодоагент вхід	Холодоагент вихід			
КТГ-63	67	600	5520	910	1000	216	5000	100	80	25	0,89	0,40	2023

7.2. Розрахунок градирні.

Градирню вибирають по необхідній площі поперечного перерізу $F_{\text{н.пер.}}$, м^2 , яку визначають за формулою:

$$F_{\text{н.пер.}} = \frac{Q_{cp}}{q_F}; [1, \text{C.148}] \quad (7.5)$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ				Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

де Q_{ep} - теплове навантаження на градирню, кВт;
 q_F - питоме теплове навантаження на 1 м² поперечного перерізу насадки в градирні.

Приймаємо $q_F = 50 \text{ кВт} / \text{м}^2$;

Теплову навантаження на градирню приймаю 404 кВт\м²

$$Q_{ep} = 1,03 \times Q_k = 1,03 \times 406,5 = 418,6 \text{ кВт};$$

Площа поперечного перерізу басейна за формулою:

$$F_{\text{п.пер.}} = \frac{Q_{ep}}{q_F} = \frac{418,6}{50} = 8,3 \text{ м}^2;$$

Приймаємо градирню Dalgakiran серія Radial ERRK 73

Назва	Теплова Продукт.кВт	Ксть. вент.	Вв.цирк., л	Врезерв., л	Витрата води,л\г	Маса суха кг	Маса кг
ERRK 73	426	3	17,8	1170	73.3	980	2150

7.3. Розрахунок повітроохолодників.

7.3.1. Камера зберігання яловичини в напівтушах №1а ($t_g = -18^\circ\text{C}$).

Площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника розраховують за формулою (7.1), підставивши в неї значення коефіцієнта теплопередачі повітроохолодника. $Q = Q_{obl}$.

$$F = \frac{Q_{obl}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{26,73 \times 10^3}{13 \times 10} = 208 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 071D/112 з площею теплопередаючої поверхні $F=108 \times 2=216 \text{ м}^2$ подача повітря $3,8 \times 2=7,6 \text{ м}^3 / \text{с}.$

$$V_{\text{не}} = \frac{Q_{obl}}{(\rho_{\text{не}} \times (i_1 - i_2))}, \text{ м}^3 / \text{с}; [1, \text{С.92}] \quad (7.6)$$

де $\rho_{\text{не}}$ - густина повітря, яке виходить з повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = -17^\circ\text{C}$, $i_1 = -15 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$,

$$t_{\text{вих}} = -20^\circ\text{C},$$

$$i_2 = -18 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{не} = \frac{26,73}{1,39 \times (-15 + 18)} = 6,4 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{не}$$

7.3.2. Камера зберігання яловичини в напівтушах №1б ($t_e = -18^\circ\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{27,6 \times 10^3}{13 \times 10} = 217 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 071D/112 з площею теплопередаючої поверхні $F=108 \times 2=216$ подача повітря $3,8 \times 2=7,6 \text{ м}^3 / \text{с}.$

Температура повітря на вході $t_{ex} = -17^\circ\text{C}$, $i_1 = -15 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$,

$t_{вих} = -20^\circ\text{C}$, $i_2 = -18 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

$$V_{не} = \frac{27,6}{1,39 \times (-15 + 18)} = 6,4 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{не}$$

7. 3.3. Камера зберігання масла вершкового №2а ($t_e = -12^\circ\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{29,6 \times 10^3}{15 \times 10} = 205 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 071D/112 з площею теплопередаючої поверхні $F=108 \times 2=216$ подача повітря $3,8 \times 2=7,6 \text{ м}^3 / \text{с}.$

Температура повітря на вході $t_{ex} = -10^\circ\text{C}$, $i_1 = -6 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $t_{вих} = -13^\circ\text{C}$, $i_2 = -12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів.

$$V_{не} = \frac{29,6}{1,35 \times (-6 + 12)} = 4 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{не}$$

7.3.4. Камера зберігання масла № 2б ($t_e = -12^\circ\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{28,9 \times 10^3}{15 \times 10} = 201 \text{ м}^2;$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 071D/112 з площею теплопередаючої поверхні $F=108 \times 2=216$ подача повітря $3,8 \times 2=7,6 \text{ м}^3 / \text{с}.$

Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = -10^\circ\text{C}$, $i_1 = -6 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $t_{\text{вих}} = -13^\circ\text{C}$, $i_2 = -12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів.

$$V_{\text{нв}} = \frac{28,9}{1,35 \times (-6 + 12)} = 3,7 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{\text{по}} > V_{\text{пв}}$$

7.3.5. Камера зберігання консерв №3а ($t_e = 0^\circ\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{ср}}} = \frac{34,7 \times 10^3}{17 \times 10} = 205 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 066D/18 з площею теплопередаючої поверхні $F=115 \times 2=230 \text{ м}^2$, подача повітря $2,1 \times 2=4,2 \text{ м}^3 / \text{с}.$

Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = +2^\circ\text{C}$, $i_1 = -6 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $t_{\text{вих}} = -3^\circ\text{C}$, $i_2 = -12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів.

$$V_{\text{нв}} = \frac{34,7}{1,29 \times (12 - 5)} = 3,9 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{\text{по}} > V_{\text{пв}}$$

7.3.6. Камера зберігання консерв №3б ($t_e = 0^\circ\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{ср}}} = \frac{36,1 \times 10^3}{17 \times 10} = 219 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 071D/110 з площею теплопередаючої поверхні $F=127 \times 2=254 \text{ м}^2$, подача повітря $3,4 \times 2=6,8 \text{ м}^3 / \text{с}.$

Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = +2^\circ\text{C}$, $i_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $t_{\text{вих}} = -3^\circ\text{C}$, $i_2 = 5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{нв} = \frac{36,1}{1,29 \times (12 - 5)} = 4,1 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{пв}$$

7.3.7. Камери зберігання сиру №4а ($t_6 = -2^\circ\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{27,9 \times 10^3}{17 \times 10} = 165 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 066C\18 з площею теплопередаючої поверхні $F=86 \times 2=172 \text{ м}^2$, подача повітря $2,56 \times 2=5,12 \text{ м}^3 / \text{с}$.

Температура повітря на вході $t_{вх} = 0^\circ\text{C}$, $i_1 = 9,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $t_{вих} = -3^\circ\text{C}$, $i_2 = 5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів.

$$V_{нв} = \frac{27,9}{1,3 \times (9,5 - 5)} = 4,8 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{пв}$$

7.3.8. Камери зберігання сиру №4б ($t_6 = -2^\circ\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{27,3 \times 10^3}{17 \times 10} = 161 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 066C\18 з площею теплопередаючої поверхні $F=86 \times 2=172 \text{ м}^2$, подача повітря $2,56 \times 2=5,12 \text{ м}^3 / \text{с}$.

Температура повітря на вході $t_{вх} = 0^\circ\text{C}$, $i_1 = 9,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $t_{вих} = -3^\circ\text{C}$, $i_2 = 5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів.

$$V_{нв} = \frac{27,3}{1,3 \times (9,5 - 5)} = 4,7 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{пв}$$

7.3.9. Камери зберігання сиру №4в ($t_6 = -2^\circ\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{27,94 \times 10^3}{17 \times 10} = 164 \text{ м}^2;$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 066C\18 з площею теплопередаючої поверхні $F=86 \times 2=172 \text{ м}^2$, подача повітря $2,56 \times 2=5,12 \text{ м}^3/\text{с}$.

Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = 0^\circ\text{C}$, $i_1 = 9,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $t_{\text{вих}} = -3^\circ\text{C}$, $i_2 = 5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів.

$$V_{\text{пв}} = \frac{27,94}{1,3 \times (9,5 - 5)} = 4,81 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$V_{\text{по}} > V_{\text{пв}}$$

7.3.10. Камера замороження №6а ($t_{\text{с}} = -35^\circ\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{ср}}} = \frac{27,6 \times 10^3}{12,5 \times 8} = 221 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо один підвісний повітроохолодник фірми Guntner 066D\28 з площею теплопередаючої поверхні $F=233 \text{ м}^2$, подача повітря $5 \text{ м}^3/\text{с}$.

Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = -33^\circ\text{C}$, $i_1 = -32 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$,

$t_{\text{вих}} = -36^\circ\text{C}$, $i_2 = -36 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів.

$$V_{\text{пв}} = \frac{27,6}{1,42 \times (-32 + 36)} = 4,8 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$V_{\text{по}} > V_{\text{пв}}$$

7.3.11. Камера замороження №6б ($t_{\text{с}} = -35^\circ\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{ср}}} = \frac{31,2 \times 10^3}{12,5 \times 8} = 248 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо один підвісний повітроохолодник фірми Guntner 071D\210 з площею теплопередаючої поверхні $F=257 \text{ м}^2$, подача повітря $7,3 \text{ м}^3/\text{с}$.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = -33^{\circ}\text{C}$, $i_1 = -32 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$,

$$t_{\text{вих}} = -36^{\circ}\text{C}, i_2 = -36 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів.

$$V_{\text{нв}} = \frac{31,2}{1,42 \times (-32 + 36)} = 5,6 \text{ м}^3 / \text{с};$$
$$V_{\text{по}} > V_{\text{пв}}$$

7.3.12. Камера дефектних вантажів №7а ($t_{\text{с}} = -18^{\circ}\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{ср}}} = \frac{5,3 \times 10^3}{13 \times 8} = 50 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо один підвісний повітроохолодник фірми Guntner 041D\15 з площею теплопередаючої поверхні $F=51 \text{ м}^2$, подача повітря $1,2 \text{ м}^3 / \text{с}$.

Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = -17^{\circ}\text{C}$, $i_1 = -15 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$,

$$t_{\text{вих}} = -20^{\circ}\text{C}, i_2 = -18 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів.

$$V_{\text{нв}} = \frac{5,3}{1,39 \times (-15 + 18)} = 1,15 \text{ м}^3 / \text{с};$$
$$V_{\text{по}} > V_{\text{пв}}$$

7.3.13. Камера дефектних вантажів №7б ($t_{\text{с}} = -18^{\circ}\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{ср}}} = \frac{5,3 \times 10^3}{13 \times 8} = 47 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо один підвісний повітроохолодник фірми Guntner 041D\15 з площею теплопередаючої поверхні $F=51 \text{ м}^2$, подача повітря $1,2 \text{ м}^3 / \text{с}$.

Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = -17^{\circ}\text{C}$, $i_1 = -15 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$,

$$t_{\text{вих}} = -20^{\circ}\text{C}, i_2 = -18 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{не} = \frac{5,3}{1,39 \times (-15 + 18)} = 1,15 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{не}$$

7.3.14. Експедиція №5 ($t_e = -12^\circ\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{10,9 \times 10^3}{14 \times 8} = 78 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо один підвісний повітроохолодник фірми Guntner 046D\15 з площею теплопередаючої поверхні $F=86 \text{ м}^2$, подача повітря $1,2 \text{ м}^3 / \text{с}$.

Температура повітря на вході $t_{вх} = -10^\circ\text{C}$, $i_1 = -6 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $t_{вих} = -13^\circ\text{C}$, $i_2 = -12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів.

$$V_{не} = \frac{10,9}{1,35 \times (-6 + 12)} = 1,3 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{не}$$

7.3.15. Автомобільна платформа ($t_e = 5^\circ\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{21,2 \times 10^3}{17,5 \times 8} = 151 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 066C\18 з площею теплопередаючої поверхні $F=86 \times 2=172 \text{ м}^2$, подача повітря $2,56 \times 2=5,12 \text{ м}^3 / \text{с}$.

Температура повітря на вході $t_{вх} = 6^\circ\text{C}$, $i_1 = 20 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $t_{вих} = 3^\circ\text{C}$, $i_2 = 14 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів.

$$V_{не} = \frac{21,2}{1,35 \times (20 - 14)} = 2,6 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{не}$$

7.3.16. Коридор ($t_e = 5^\circ\text{C}$).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{3,01 \times 10^3}{17,5 \times 8} = 22 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 041C\18 з площею теплопередаючої поверхні $F=25 \times 2=50 \text{ м}^2$, подача повітря $2,56 \text{ м}^3 / \text{с}$.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = 6^{\circ}\text{C}$, $i_1 = 20 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, $t_{\text{вих}} = 3^{\circ}\text{C}$, $i_2 = 14 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів.

$$V_{\text{нв}} = \frac{3,01}{1,35 \times (20 - 14)} = 0,4 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{\text{по}} > V_{\text{пв}}$$

Технічні характеристики повітроохолодників.

Назва	N, кВт	F, м2	Vп м3\г	Довж. Потоку,м	Об'єм Труб, л	Вага кг.
Guntner 071D/112	13.6	108	13700	29	61	463
Guntner 066D\18	12.2	115	8980	25	46	423
Guntner 071D/110	14.6	127	13200	29	61	497
Guntner 066C/18	9.9	86	9310	25	35	334
Guntner 066D/28	32.8	233	17960	27	90	784
Guntner 071D/210	30	257	27000	31	120	900
Guntner 041D/15	5.4	51	2320	11	14	162
Guntner 046D\15	9.4	86	4100	16	23	248

На повітроохолодники даного виробника встановлюються різні типи вентиляторів, які можна підібрати в залежності від шагу ламелей (5, 8, 10, 12...мм).

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки.

8.1. Розрахунок та вибір ресиверів.

8.1.1. Лінійний ресивер.

Ресивером називається посуд для збору рідкого холодильного агента. Лінійний ресивер встановлюється на стороні високого тиску після конденсатора. Він звільнює від рідини поверхню конденсатора і створює рівномірний потік рідкого холодильного агента до регулюючого вентиля.

Лінійні ресивери підбирають по необхідному геометричному внутрішньому об'єму цих ємностей V (в м^3).

Ємність лінійного ресивера в автоматизованих насосоциркуляційних схемах з верхньою подачею аміака в прилади охолодження :

$$V_{\text{л.р.}} = 0,3 \times (V_B + V_{B.O.}) / 0,8; [1, \text{С.133}] \quad (8.1)$$

$$V_B = 0 \text{ м}_3;$$

$$V_{B.O.} = 8 \times 0,061 + 2 \times 0,014 + 0,023 + 2 \times 0,046 + 2 \times 0,061 + 5 \times 0,035 + 0,09 + 0,12 + 4 \times 0,011 = 0,94 \text{ м}_3;$$

$$V_{\text{л.р.}} = 0,4 \times (0 + 0,94) / 0,8 = 0,5 \text{ м}_3;$$

До установки приймаємо лінійний ресивер 1.5РД об'ємом $V = 1,65 \text{ м}^3$.

Ресивер	Об'єм, м^3	Розміри, мм		Маса, кг
		d ₁	d ₂	
1,5 РД	1,65	50	25	670

8.2.1 Циркуляційний ресивер($t_0 = -10^\circ\text{C}$).

Ємність циркуляційного ресивера в системах з нижньою подачею холодильного агента в прилади охолодження знаходимо за формулою:

$$V_{\text{цр}} = K * [V_{\text{н.т.}} + 0,3 * V_{\text{б}} + 0,5 * V_{\text{по}} + 0,3 * V_{\text{в.т.}}],$$

					00КР142.008.017.2023.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Проект розподільчого холодильника місткістю 5000 т у м. Запоріжжя	Літ.	Лист	Листів
Розробив	Фещенко Г Є							
Перевірив	Рябчук О М							
Реценз.						ХМ-4-9Н		
Н.контр.								
Затверд.	Петренко В П							

де K — коефіцієнт, що залежить від типу ресивера (для вертикальних — 2,7); $V_{н.т.}$ — внутрішній об'єм нагнітального трубопроводу насоса; $V_{в.т.}$ — внутрішній об'єм трубопроводу змішаної рідини і пари після повітроохолодників.

$$V_{B.O.} = 0,42 м_3;$$

$$V_{цр.} = 2,7 \times (0,04 + 0,5 \times 0,42 + 0,3 \times 0,01) = 0,61 м^3;$$

Приймаємо ресивер 0,75РД об'ємом $V = 0,77 м^3$.

Циркуляційний ресивер ($t_0 = -25^\circ C$).

$$V_{B.O.} = 0,54 м_3;$$

$$V_{цр} = 2,7 * (0,04 + 0,5 * 0,54 + 0,3 * 0,028) = 0,86 м^3$$

Приймаємо ресивер 1.5РДV об'ємом $V = 1.4 м^3$.

Циркуляційний ресивер ($t_0 = -40^\circ C$).

$$V_{B.O.} = 0,21 м_3;$$

$$V_{цр} = 2,7 * (0,06 + 0,5 * 0,38 + 0,3 * 0,014) = 0,5 м^3$$

До установки приймаємо циркуляційний ресивер 0,75РД ємністю $V = 0.77 м^3$.

8.2.2. Дренажний ресивер.

Вибираємо дренажний ресивер таким, щоб при умові заповнення не більше чим на 80% він вмістив рідкий аміак із найбільшого циркуляційного ресивера або приладів охолодження найбільшої випарної системи. Вибираємо дренажний ресивер по найбільшій випарній системі (на температуру кипіння $-10^\circ C$).

1,2 — коефіцієнт запаса;

$$V_{o.p.} = V_{в.с.} \cdot 1,2 / 0,8 = 0,28 \cdot 1,2 / 0,8 = 0,42 м_2;$$

До установки приймаємо циркуляційний ресивер 1,5РДВ ємністю $V = 1,5 м^3$.

8.3.Осушувач аміаку

Аміачний осушувач відфільтровує воду з холодильного контуру, навіть під час експлуатації установки. Дане обладнання надважливе для кожного підприємства, на якому використовується аміак. Навіть незначна кількість води у холодоагенті може призвести до зниження температури

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

кіпіння на 1 градус, що в свою чергу призведе до підвищення споживання електроенергії до 3%.

Вибираємо осушувач Grasso 150E

Тип	Потужність,кВт	Розміри, мм			Вага, кг
		Д	Ш	В	
150 E	1.8	2200	750	1000	500

8.4.Мастиловіддільники

Для запобігання виносу масла з компресора разом з парами холодоагента, слугують мастиловіддільники.

Підбираємо мастиловіддільники по діаметру нагнітального патрубку компресора

8.3.1 Мастиловіддільник, що працює при $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$

Вибираємо мастиловіддільник марки 85M

8.3.2 Мастиловіддільник, що працює при $t_0 = -25^{\circ}\text{C}$

Вибираємо мастиловіддільник марки 85M

8.3.3 Мастиловіддільник, що працює при $t_0 = -40^{\circ}\text{C}$

Вибираємо мастиловіддільник марки 100M

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Розрахунок діаметрів трубопроводів та вибір насосів

9.1. Розрахунок діаметрів трубопроводів.

Окремі частини холодильної машини з'єднуються між собою трубопроводами.

Внутрішній діаметр круглої труби знаходимо за формулою :

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times M}{\pi \times \rho \times \omega}}; [1, \text{С.151}] \quad (9.1)$$

Розрахункові швидкості w – наведені в табл. 16.3. [1].

1) Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t = -40^\circ\text{C}$.

$$M = 0,05 \text{ кг/с}; \quad \rho = 1/v_{10} = 1/1.61 = 0,62 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,05}{\pi \times 0,62 \times 18}} = 0,078 \text{ м};$$

Приймаємо трубу $d_y = 80 \text{ мм}$;

Нагнітальний трубопровід:

$$M = 0,053 \text{ кг/с}; \quad \rho = 1/v_{11} = 1/0,55 = 1,8 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,05}{\pi \times 1,82 \times 22}} = 0,042 \text{ м};$$

Приймаємо трубу $d_y = 50 \text{ мм}$;

2) Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t = -25^\circ\text{C}$.

$$M = 0,1 \text{ кг/с}; \quad \rho = 1/v_5 = 1/0,79 = 1,26 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,1}{\pi \times 1,26 \times 18}} = 0,075 \text{ м};$$

Приймаємо трубу $d_y = 80 \text{ мм}$;

Нагнітальний трубопровід:

$$M = 0,1 \text{ кг/с}; \quad \rho = 1/v_6 = 1/0,48 = 2,08 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,1}{\pi \times 2,08 \times 22}} = 0,053 \text{ м};$$

Приймаємо трубу $d_y = 70 \text{ мм}$;

					00KP142.008.017.2023.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Проект розподільчого холодильника місткістю 5000т. в м. Запоріжжя Літ. Лист Листів ХМ-4-9н			
Розробив	Фещенко Г Є							
Перевірив	Рябчук О М							
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.	Петренко В П							

3) Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t = -10^{\circ}\text{C}$.

$$M = 0,31 \text{ кг/с}; \quad \rho = 1/v_1 = 1/0,43 = 2,28 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,31}{\pi \times 2,28 \times 18}} = 0,098 \text{ м};$$

Приймаємо трубу $d_y = 100 \text{ мм}$;

Нагнітальний трубопровід:

$$M = 0,31 \text{ кг/с}; \quad \rho = 1/v_2 = 1/0,13 = 7,6 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,31}{\pi \times 7,6 \times 22}} = 0,049 \text{ м};$$

Приймаємо трубу $d_y = 50 \text{ мм}$;

9.2 Рідинна лінія.

9.2.1 Розрухуємо внутрішній діаметр трубопровода на рідинній лінії при температурі кипіння -40°C .

Розрахункова швидкість на напірній лінії $\omega = 0,3 \div 0,5 \text{ м/с}$.

Приймаємо $\omega = 0,5 \text{ м/с}$.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times M}{\pi \times \rho \times \omega}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,05}{3,14 \times 690 \times 0,5}} = 0,014 \text{ м};$$

Приймаємо $d_{\text{вн}} = 14,8 \text{ мм}$. [1, табл. 16.4]

Значення $\rho \text{ кг/м}^3$ вибираємо з таблиці теплофізичних якостей аміаку.

9.2.2 Розрахункова швидкість на зворотній лінії $\omega = 0,6 \div 1,2 \text{ м/с}$.

Приймаємо $\omega = 1,2 \text{ м/с}$.

Площа поперечного перерізу:

$$f_{\text{вн}} = \frac{M}{\rho \times \omega} = \frac{0,05}{0,64 \times 1,2} = 0,074 \times 10^3 \text{ м}^2; [1, \text{С.150}] \quad (9.2)$$

Приймаємо $d_{\text{вн}} = 10,8 \text{ мм}$.

9.2.3 Розрухуємо внутрішній діаметр трубопровода на рідинній лінії при температурі кипіння -25°C .

Розрахункова швидкість на напірній лінії $\omega = 0,3 \div 0,5 \text{ м/с}$.

Приймаємо $\omega = 0,5 \text{ м/с}$.

					00КР142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times M}{\pi \times \rho \times w}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,1}{3,14 \times 671 \times 0,5}} = 0,0190 \text{ м} ;$$

Приймаємо $d_{\text{вн}} = 21,8 \text{ мм}$.

9.2.4 Розрахункова швидкість на зворотній лінії $\omega = 0,6 \div 1,2 \text{ м/с}$.

Приймаємо $\omega = 1,2 \text{ м/с}$.

Площа поперечного перерізу:

$$f_{\text{вн}} = \frac{M}{\rho \times w} = \frac{0,1}{1,39 \times 1,2} = 0,06 \times 10^3 \text{ м}^2;$$

Приймаємо $d_{\text{вн}} = 28 \text{ мм}$.

9.2.5 Розрахуємо внутрішній діаметр трубопровода на рідинній лінії при температурі кипіння -10°C .

Розрахункова швидкість на напірній лінії $\omega = 0,3 \div 0,5 \text{ м/с}$.

Приймаємо $\omega = 0,5 \text{ м/с}$.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times M}{\pi \times \rho \times w}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,31}{3,14 \times 652 \times 0,5}} = 0,035 \text{ м} ;$$

Приймаємо $d_{\text{вн}} = 40 \text{ мм}$.

9.2.6 Розрахункова швидкість на зворотній лінії $\omega = 0,6 \div 1,2 \text{ м/с}$.

Приймаємо $\omega = 1,2 \text{ м/с}$.

Площа поперечного перерізу:

$$f_{\text{вн}} = \frac{M}{\rho \times w} = \frac{0,31}{1,557 \times 1,2} = 0,16 \times 10^3 \text{ м}^2;$$

Приймаємо $d_{\text{вн}} = 14,8 \text{ мм}$.

9.3. Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах.

Метою гідравлічного розрахунку є визначення втрат тиску ΔP , зумовлених гідравлічними опорами, що виникають при русі робочого середовища в трубах та теплообмінних апаратах. Значення величини ΔP необхідні для визначення потужності насосів, а також для вибору раціональних конструктивних характеристик апаратів та оптимізації їх режимів роботи. Надмірний гідравлічний опір призводить до зменшення тиску всмоктування і відповідно температури кипіння, що зменшує економічність роботи холодильної машини. Для насосно-циркуляційних

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

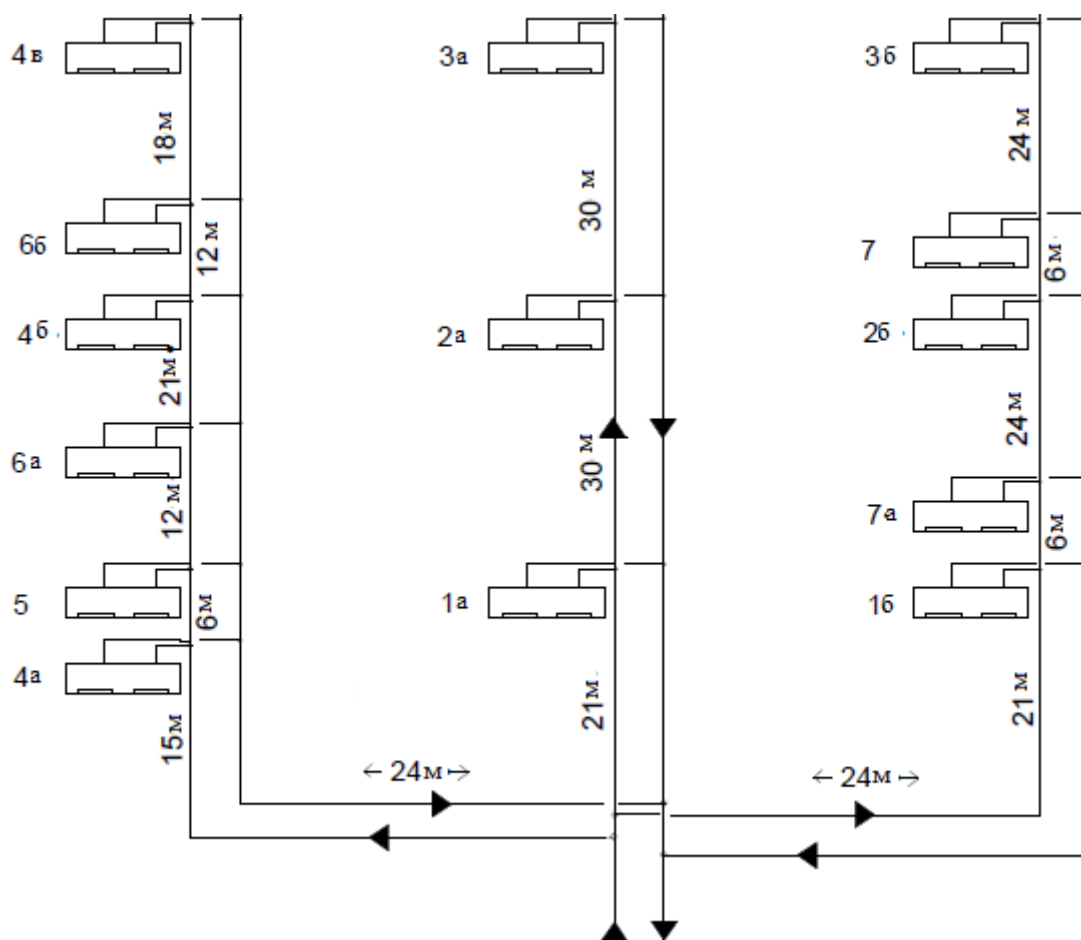
систем охолодження розрахунок гідравлічних опорів необхідний для визначення характеристики мережі залежно від витрати холодоагента та його розподілення, для підбору насоса і розрахунку потужності привода.

Загальні гідравлічні опори при проходженні в трубі або апараті киплячої рідини (тобто двофазного потоку) складаються з втрат тертя ($\Delta P_{тр}^{\partial\phi}$), місцеві опори ($\Delta P_{м}^{\partial\phi}$), прискорення потоку ($\Delta P_{п}^{\partial\phi}$) і на зниження або підвищення тиску через вплив статичного напору стовпа рідини ($\Delta P_{ст}^{\partial\phi}$).

$$\Delta P^{\partial\phi} = \Delta P_{тр}^{\partial\phi} + \Delta P_{м}^{\partial\phi} + \Delta P_{п}^{\partial\phi} + \Delta P_{ст}^{\partial\phi}.$$

При розрахунку гідравлічних опорів необхідно враховувати режим течії рідини й пари в трубах апаратів, раціонально використовувати існуючий напір як самопливних, так і насосно-циркуляційних систем охолодження.

Приводимо принципові ескізи розв'язки трубопроводів для точного розрахунку трубопроводів.



9.3.1. Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодника, який розміщений в камері заморожування $t = -40^{\circ}\text{C}$.

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу:

$$\Delta P_i = \Delta P_{mp} + \Delta P_{m.c.}; \quad (9.3)$$

$$\Delta P_{m.c.} = \sum \xi_m \times \frac{\rho \times \omega^2}{2}; \quad (9.4)$$

$$\sum \xi_m = \xi_{зв.к\lambda\text{пан}} + \xi_{коліно} + \xi_{відвід90^{\circ}} = 5 + 5 + 1 = 11; [1, \text{C.153}] \quad (9.5)$$

$$\omega = 0,5 \text{ м/с};$$

$$Z = 11 \times \frac{690 \times 0,5^2}{2} = 948 \text{ кПа}; [1, \text{C.153}] \quad (9.6)$$

$$\text{Re} = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{0,5 \times 0,0149 \times 690}{27,6 \times 10^{-3}} = 255 [1, \text{C.153}] \quad (9.7)$$

$\text{Re} < 2000$;

$$\lambda_{mp} = 0,11 \times \left(\frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{\text{Re}} \right)^{0,25} = 0,11 \times \left(\frac{0,06}{14,8} + \frac{64}{255} \right)^{0,25} = 0,078; [1, \text{C.153}] \quad (9.8)$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{mp} = R = \frac{0,078}{0,0148} \times \frac{690 \times 0,5^2}{2} \times 1 = 480 \text{ Па/м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 60 \text{ м}$:

$$\Delta P_{mp} = R \times l = 480 \times 90 = 43000 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 948 + 43000 = 43948 \text{ Па}.$$

9.3.2. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння -25°C .

$$\sum \xi_m = \xi_{зв.к\lambda\text{пан}} + \xi_{коліно} + \xi_{відвід90^{\circ}} = 5 + 5 + 1 = 11;$$

$$\omega = 0,5 \text{ м/с};$$

$$Z = 11 \times \frac{671 \times 0,5^2}{2} = 922 \text{ Па};$$

$$\text{Re} = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{0,5 \times 0,0218 \times 671}{23 \times 10^{-3}} = 320;$$

$\text{Re} < 2000$;

$$\lambda_{mp} = 0,11 \times \left(\frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{\text{Re}} \right)^{0,25} = 0,11 \times \left(\frac{0,06}{14,8} + \frac{64}{210,8} \right)^{0,25} = 0,074$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{mp} = R = \frac{0,074}{0,0218} \times \frac{671 \times 0,5^2}{2} \times 1 = 285 \text{ Па/м};$$

					00КР142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 60\text{м}$:

$$\Delta P_{mp} = R \times l = 285 \times 75 = 21375 \text{Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 21375 + 922 = 22297 \text{Па}.$$

9.3.3. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння -10°C .

$$\sum \xi_m = \xi_{\text{зв.клав.ан}} + \xi_{\text{коліно}} + \xi_{\text{відвід}90^\circ} = 5 + 5 + 1 = 11;$$

$$\omega = 0,5 \text{ м / с};$$

$$Z = 11 \times \frac{652 \times 0,5^2}{2} = 896 \text{кПа};$$

$$\text{Re} = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{0,5 \times 0,04 \times 652}{18,3 \times 10^{-3}} = 712;$$

$\text{Re} < 2000$;

$$\lambda_{mp} = 0,11 \times \left(\frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{\text{Re}} \right)^{0,25} = 0,11 \times \left(\frac{0,06}{40} + \frac{64}{712} \right)^{0,25} = 0,066;$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{mp} = R = \frac{0,063}{0,034} \times \frac{652 \times 0,5^2}{2} \times 1 = 134 \text{Па / м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 36\text{м}$:

$$\Delta P_{mp} = R \times l = 134 \times 108 = 14472 \text{Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 14472 + 896 = 15368 \text{Па}.$$

9.4. Підбір аміачного насоса.

В насосно циркуляційних схемах установок для перекачування рідкого аміаку використовують герметичні електронасоси. Насос встановлюється якомога ближче до циркуляційного ресивера. Щоб не відбулося википання рідини, необхідно мати надлишковий тиск на вході в насос по відношенню до тиску в циркуляційному ресивері.

Насос для перекачування рідин підбирають по двом основним параметрам: Подачі V ($\text{м}^3 / \text{с}$) та повному тиску P (в Па), створюючому насосу.

$$H = \frac{\Delta P_{mp}}{\rho \times g}; \text{ - Потрібний напір насоса (м); [1, С.156]} \quad (9.9)$$

$$V = n \times \sum \frac{M_{\text{км}}}{\rho}; \text{ - Потрібна подача насоса (} \text{м}^3 / \text{год}); \quad (9.10)$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де, n_u - кратність циркуляції ;

$$n_u = 6;$$

9.4.1. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння -40°C .

Потрібний напір насоса:

$$H = \frac{43000}{690 \times 9,81} = 6,35\text{м};$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_u \times \frac{\sum M_{\kappa\mu(-40)}}{\rho_{-40}} = 6 \times \frac{0,05}{690} = 0,00046\text{м}^3 / \text{с} = 1,6\text{м}^3 / \text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки Witt GP42. [8]

9.4.2. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння -25°C .

Потрібний напір насоса:

$$H = \frac{21375}{671 \times 9,81} = 3,25\text{м};$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_u \times \frac{\sum M_{\kappa\mu(-25)}}{\rho_{-25}} = 6 \times \frac{0,1}{671} = 0,0009\text{м}^3 / \text{с} = 3,2\text{м}^3 / \text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки Witt GP41.

9.4.3. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння -10°C .

Потрібний напір насоса:

$$H = \frac{14472}{652 \times 9,81} = 2,26\text{м};$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_u \times \frac{\sum M_{\kappa\mu(-10)}}{\rho_{-10}} = 6 \times \frac{0,31}{652} = 0,0028\text{м}^3 / \text{с} = 10\text{м}^3 / \text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки Witt GP51a.

Марка Witt	Подача, м ³ /год	Напір рідкого аміаку, м	Частота обертання, хв-1.	Потужність, кВт
GP41	3.2	4	1200	0,66
GP42	1,6	3	1200	1,3
GP51a	10	4	1800	6,6

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Охорона праці

Вступ

Проект розподільчого холодильника в місті Запоріжжя передбачає впровадження сучасного обладнання із високим рівнем автоматизації, що дозволить зменшити рівень впливу шкідливих і небезпечних факторів на людину, підвищити ступінь безпеки його експлуатації й обслуговування та, таким чином, покращити умови праці обслуговуючого персоналу.

При розробці проекту були враховані основні вимоги нормативно-технічної документації з охорони праці в галузі, інші діючі нормативні документи та стандарти безпеки праці [].

Умови праці

В якості прикладу розглядається робоче місце оператора (машиніста) машинного відділення.

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами при обслуговуванні аміачної холодильної установки є:

- параметри мікроклімату;
- наявність у повітрі парів аміаку;
- рівень освітленості;
- шум і вібрація;
- наявність працюючих компресорів;
- посудини, що працюють під тиском;
- рухомі елементи обладнання;
- електробезпека;
- пожежо- та вибухонебезпека;

Нормативно-технічна документація на робочому місці оператора (машиніста).

					00KP142.008.017.2023.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Фещенко Г Є.				Проект розподільчого холодильника місткістю 5000 т у м. Запоріжжя	Літ.	Лист	Листів
Перевірив	Рябчук О М							
Реценз.						ХМ-4-9н		
Керівник								
Затверд.	Петренко В П							

В машинному відділенні ведеться добовий журнал роботи холодильної установки. Крім того, там та в пункті управління на видному місці знаходяться затверджені головним інженером інструкції із:

- будови й експлуатації аміачних холодильних установок;
- обслуговування машин, апаратів (посудин), охолоджуючих пристроїв;
- обслуговування контрольно-вимірювальних приладів і пристроїв автоматики;
- пожежної безпеки;
- охорони праці (надання долікарської допомоги при отруєнні аміаком і ураженні електрострумом, дії персоналу по ліквідації прориву аміаку і виникненні аварійної ситуації тощо);

Також у пункті управління знаходяться:

- річні і місячні графіки проведення планових ремонтних робіт;
- схеми аміачних, масляних і водяних трубопроводів із пронумерованою запірно-регулювальною арматурою і приладами автоматики;
- показники розташування засобів індивідуального захисту (протигази, захисні костюми);
- номери телефонів швидкої допомоги, пожежної команди, диспетчера електромережі, штабу цивільної оборони, міліції, начальника компресорного цеху, старших зміни (домашні телефони);
- номери телефонів і адреса організації, що обслуговує автоматику холодильної установки.

Санітарні вимоги до виробничих приміщень та розташування обладнання

Приміщення машинного відділення розташоване в окремій будівлі у відповідності до вимог нормативно-технічної документації []. Довжина приміщення машинного відділення становить 24 м, ширина – 12 м, висота – 6м. План компресорного цеху з розташуванням основного технологічного

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання машинного відділення наведені на будівельному кресленні розподільчого холодильника.

Вікна дворядні із звичайного скла. Над та під машинним відділенням немає побутових та допоміжних приміщень. З машинного відділення є один вихід назовні та другий - в побутові та допоміжні приміщення. Двері відчиняються у бік виходу. В машинному відділенні розташований один відкритий прямокутник глибиною 1,6 м для розташування насосів. Прямокутник має своє огороження висотою 1,1 м і двоє сходів з перилами.

Підлога відділення є рівною, неслизькою і виконана з вогнетривкого матеріалу. Непрохідні канали та люки зачиняються під рівень з підлогою з'ємними металевими рифленими листами. Стіни машинного відділення, холодильне обладнання, трубопроводи пофарбовані у відповідності з діючими стандартами щодо раціонального фарбування поверхонь виробничих приміщень та технологічного обладнання промислових підприємств.

Для обслуговування обладнання чи арматури на рівні вище 1,8 м від підлоги встановлено металевий майданчик по всій довжині машинного відділення з огорожею та сходами з обох кінців. Майданчик та сходи мають поручні висотою 1,1 м; відстань між стійками поручнів не перевищує 1,2 м.

З метою підвищення безпеки експлуатації холодильної установки, конденсатори та лінійні ресивери розміщені зовні машинного відділення. В компресорному цеху розміщено: два гвинтові компресори фірми GEA Grasso SH C, два поршневі компресори GEA Grasso 6210 та два компресори GEA Grasso 3110. Ширина основного проходу в цеху складає 3 м, прохід між виступаючими частинами компресорів – 2 м. Прохід між стіною і компресором становить – 2 м. Циркуляційні ресивери встановлені в машинному відділенні впритул до стіни.

При машинному відділенні, у спеціально відгородженому приміщенні, передбачений пункт управління (ПУ), в якому встановлений центральний щит управління (ЦЩУ), стіл машиніста біля оглядового вікна, стілець.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікроклімат та чистота повітря

Мікроклімат виробничого середовища та чистота повітря в машинному відділенні та ПУ повинні відповідати вимогам ДНС 3.3.6.042-99. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

В компресорному відділенні та приміщенні ПУ повинні забезпечуватися такі параметри мікроклімату:

Період року	Приміщення	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Теплий	ПУ	22...24°С	75%	0,3 м/с
	Компресорне відділення	18...20 °С	75%	0,4 м/с
Холодний	ПУ	20...21°С	75%	0,2 м/с
	Компресорне відділення	16...18 °С	75%	0,3 м/с

Параметри мікроклімату та чистота повітря підтримуються в машинному і апаратному відділенні за допомогою загальнообмінної механічної вентиляції, теплоізоляції та герметизації компресорів, циркуляційних ресиверів, трубопроводів, а також опаленням у холодний період року.

Система постійно діючої припливної-витяжної вентиляції машинного та апаратного відділення забезпечує наступну кратність повітрообміну за годину:

- приплив – за розрахунком, але не менше 2;
- витяжка – за розрахунком, але не менше 3;

Повітря яке викидається в атмосферу не очищується.

Система опалення, опалювальні прилади, теплоносії та його граничні показники по температурі прийняті згідно до вимог СНиП 2.04.05. – 91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Для контролю за концентрацією аміаку в повітрі виробничих приміщень та виявлення його витoku використовують газоаналізатори УГ-2 та лакмусовий папір. Контроль здійснюється 3 рази на зміну.

Параметри мікроклімату та чистота повітря в ПУ підтримується загальнообмінною змішаною припливно-витяжною вентиляцією (подача свіжого повітря здійснюється механічним вентилятором з підігрівом повітря в холодний період року, а видалення забрудненого – неорганізованою природною вентиляцією через вентиляційну решітку у верхній частині ПУ).

Розрахунок кількості вентиляційного повітря

Інтенсивність виділення парів аміаку в машинному відділенні:

$G=30$ г/год (по даним вимірювання хімлабораторії)

Концентрація парів аміаку у повітрі припливного повітря (природний вміст аміаку):

$C_1=0,02$ мг/м³ (по даним вимірювання хімлабораторії)

Концентрація парів аміаку у повітрі машинного відділення:

$C_2=8$ мг/м³ (по даним вимірювання хімлабораторії)

Кількість вентиляційного повітря на вентиляцію становитиме:

$$L = \frac{1000 \times G}{C_2 - C_1} = \frac{1000 \times 30}{8 - 0.02} \approx 3750 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кратність повітрообміну у машинному відділенні:

$$n = \frac{L}{V} = \frac{3750}{6 \times 12 \times 24} = 2,1 \text{ год}^{-1}$$

де V – об'єм машинного відділення, м³

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Шум і вібрація.

Основними джерелами шуму в холодильних установках є компресор, насоси та їх електродвигуни, а також рух холодильного агенту по трубопроводах.

Допустимий рівень шуму в машинному відділенні та в ПУ не перевищує встановлених норм ДСН 3.3.6.037 – 99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку, ГОСТ 12.1.003.-83 ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки в машинному відділенні -78...80 дБ, в ПУ -50...55 дБ.

Для зниження рівня шуму в машинному і апаратному відділенні застосовують звукоізоляцію приводів; своєчасне змащування деталей і вузлів, їх профілактику та ремонт, а в ПУ – застосовується звукоізоляція стін.

Рівень вібрації на робочих місцях не перевищує гранично допустимої величини, передбаченої ГОСТ 12.1.012 – 90. ССБТ. Вібраційна безпека.

Загальні вимоги. ДСН 3.3.6.039 – 99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації; у машинному відділенні – 85...88 дБ, в ПУ – 75...77 дБ.

Зменшення загальної вібрації від роботи компресорів досягається за рахунок:

- відсутності жорсткого кріплення до конструкцій будівлі трубопроводів, які приєднуються до холодильної машини;
- встановлення компресорів та спеціальних амортизаційних фундаментів ізольованих від несучих конструкцій будівлі;
- розташування ПУ в місці найменшої віброакустичної дії від працюючого обладнання.

Виробниче освітлення

Рівень освітленості в приміщеннях машинного відділення та ПУ відповідає вимогам ДБН В.2.5. – 28 – 2006. «Природне і штучне освітлення». У машинному відділенні й ПУ присутнє природне і штучне освітлення. Природне освітлення здійснюється через односторонні бічні прорізи (КПО у машинному відділенні становить 0,2%, у ПУ – 0,9%). Штучне освітлення

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

здійснюється люмінісцентними лампами. Загальний рівень робочого освітлення у машинному відділенні становить 75 лк, у ПУ – 150 лк, крім того біля щита управління передбачається місцеве освітлення (лампа розжарювання, рівень комбінованого освітлення 500 лк).

Машинне і апаратне відділення, ПУ, а також існуючі підземні прохідні тунелі з ам'ячними трубопроводами і розподільною арматурою мають аварійне освітлення від незалежного джерела (аккумуляторні батареї). Воно автоматично включається при відключенні робочого освітлення. Рівень аварійного освітлення не менше 8 лк.

Розрахунок штучного освітлення в машинному відділенні

Розміри приміщення: довжина $a=24$ м; ширина $b=12$ м; висота $H=6$ м.

Площа $S=a*b=24*12=288$ м².

- приймаємо $E_{\min}=75$ лк;
- тип ламп ЛДЦ – 40;
- світловий потік однієї лампи $F=1520$ лк;
- тип світильників НОДЛ 2х40;
- кількість ламп у світильнику $m=2$ шт.

Визначаємо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{a \times b}{(a + b) \times H};$$
$$i = \frac{24 \times 12}{(24 + 12) \times 6} = 1.5$$

Приймаємо наступні коефіцієнти :

коефіцієнт відбиття:

- стелі $r_{\text{стелі}}=50\%$;
- стін $r_{\text{стін}}=30\%$.

коефіцієнт використання $\eta=60,4\%$.

коефіцієнт запасу $k=1,5$.

коефіцієнт нерівномірності приймаємо $z=1,1$.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо необхідну кількість ламп на ділянці виходячи з формули:

$$n = \frac{E_{\min} \times S \times z \times k}{F \times \eta},$$

$$n = \frac{75 \times 288 \times 1,1 \times 1,5}{1520 \times 0,604} = 39 \text{ шт.}$$

Приймаємо кількість ламп $n=40$ шт. Визначаємо кількість світильників:

$$N = \frac{n}{m} = \frac{40}{2} = 20 \text{ шт.}$$

Світильники розміщуємо в 2 ряди по 10 світильників в кожному.

Техніка безпеки

Основна небезпека при експлуатації холодильної установки полягає у можливому раптовому руйнуванні холодильного обладнання (випарників, конденсаторів, компресорних агрегатів, трубопроводів та ін.), яке супроводжується вибухом та викидом в атмосферу отруйних парів аміаку.

Безпечна експлуатація холодильного устаткування здійснюється згідно вимог [], ДНАОП 0.00 – 1.07 – 94. «Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском» та інших нормативних документів і стандартів безпеки праці.

До обслуговування холодильних установок допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд і мають свідоцтво про закінчення спеціального учбового закладу або курсів:

- по експлуатації холодильних установок – для машиністів;
- по автоматизації холодильних установок – для слюсарів по КВП і автоматизації.

До самостійного обслуговування холодильних установок машиністи допускаються тільки після проходження стажування строком не менше 1 місяця і відповідної перевірки знань.

Холодильна установка обслуговується двома машиністами в зміну.

Періодична перевірка знань персоналом інструкції з обслуговування холодильної установки, техніки безпеки при експлуатації обладнання і

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

практичним діям в аварійних ситуаціях, надання долікарської допомоги проводиться не рідше одного разу в 12 місяців комісією, яка складається із спеціалістів з холодильної техніки, електротехніки, приладах автоматизації і техніки безпеки.

Перевірка знань з техніки безпеки у керуючих та інженерно-технічних робітників здійснюється у відповідності з «Положенням про порядок перевірки знань правил і норм з охорони праці керуючих інженерно-технічних робітників і спеціалістів».

Для спостереження за робочим тиском на всмоктувальній магістралі кожного компресора встановлені манометри АВМУ -1, а на нагнітальних трубопроводах компресорів – по окремому манометру МТ-250 підвідна трубка до якого під'єднується за зворотним клапаном по ходу парів аміаку.

На нагнітальному трубопроводі кожного компресора розташовані термометри типу RT107 з кожухами для захисту від механічних пошкоджень. Система захисту компресора включає наступні пристрої: реле високого тиску RT5; реле низького тиску RT1; реле температури RT107; реле контролю змащення РКС-1А-01. Система захисту відключає компресори при виникненні небезпечних режимів роботи холодильної установки.

Посудини працюючі під тиском (ресивери) оснащені манометрами типу МПЗ-У та пристроями безпеки: запобіжними клапанами типу E29139, захисними реле рівня AKS41. Захисне автоматичне напівпровідникове реле рівня контролює і сигналізує про досягнення максимального та мінімального рівня аміаку.

Для візуальних показників рівня рідини в апаратах, посудинах, ресиверах застосовується плоске оглядове скло.

Випуск парів аміаку в атмосферу через запобіжні клапани здійснюється за допомогою загальної відвідної труби, виведеної на 1,5 м вище даху виробничого приміщення.

Циркуляційні ресивери, мають по два взаємно дублюючих реле рівня ПРУ-5М, які сигналізують лампами наступних кольорів:

- жовтий – сигнал гранично допустимого рівня;

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- червоний – аварійний сигнал небезпечного рівня.

Світлові сигнали спрацювання пристроїв захисту компресора, гранично допустимого і небезпечного рівня аміаку в апаратах, посудинах одночасно дублюється звуковим сигналом з ручним відключенням в машинному відділенні та пункті управління.

У приміщенні машинного відділення встановлено два незалежно діючих сигналізатори аварійної концентрації аміаку у повітрі нижнього рівня ДОЗОР-6-АМІАК-500-Т, який має 8 індикаторів контролю концентрації аміаку та два незалежно діючих сигналізатори аварійної концентрації аміаку верхнього рівня ДОЗОР-6-АМІАК-1500-Т.

При досягненні концентрації 500 мг/м^3 (0,07%) сигналізатори концентрації аміаку нижнього рівня дають попереджувальний сигнал (світловий та звуковий) у приміщення постійного чергування персоналу. Якщо концентрація аміаку досягає 1500 мг/м^3 (0,21%) сигналізатори концентрації аміаку верхнього рівня вимикають електроживлення всієї холодильної установки та одночасно вмикають: аварійну витяжну вентиляцію (кратність – $10 \dots 12 \text{ год}^{-1}$), світлову сигналізацію, сирену типу ПВ-СС та світлове табло біля входу в машинне відділення.

Для екстреного відключення електроживлення усього обладнання холодильної установки і робочого освітлення, на зовнішній стіні машинного відділення змонтовано кнопки загального аварійного відключення: одна – біля робочого входу, друга – біля запасного виходу. Одночасно з відключенням електроживлення обладнання ці кнопки вмикають в роботу аварійну витяжну вентиляцію, сирену і аварійне освітлення. Електроживлення аварійної вентиляції здійснюється, як від основного джерела, так і від незалежного.

Для індивідуального захисту обслуговуючого персоналу від аміаку застосовується захисний спецодяг, спецвзуття та протигази типу КД. Протигази зберігаються в машинному відділенні в спеціальній шафі біля

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

входу. Крім цього ззовні машинного та апаратного відділення, поруч з вхідними дверима, в шафі знаходяться запасні протигази типу КД.

У випадку аварійних робіт у загазованому приміщенні передбачено 3 захисних костюма Л-1.

Для надання долікарської допомоги в машинному відділенню є в наявності аптечка, в якій міститься: 1-2% р-н лимонної кислоти; 4% розчин борної кислоти; 1% розчин новокаїну; етиловий спирт; сода; бинти, вата, марлеві серветки; мазь Вишневського, йод.

Електробезпека

Компресорне відділення та ПУ відносяться до приміщень з підвищеною електробезпекою (ПУЕ. Правила улаштування електроустановок).

Безпечна експлуатація електроустаткування здійснюється згідно вимог ДНАОП 0.00–1.32–01. «Правил будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», ДНАОП 0.00–1.21–98. «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів», ГОСТ 12.1.019 – 79. ССБТ. «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты », а також діючим стандартам електробезпеки та іншим нормативним документам.

У приміщенні компресорного та апаратного відділень електропроводка, кабельні лінії та виконання електроустаткування мають ступінь захисту оболонок – IP44.

Безпечна експлуатація електрообладнання досягається такими заходами та засобами:

- недоступність струмоведучих частин від випадкового дотикання досягається за допомогою захисних огорож та блокування, закритих щитів, розташуванням кабелів і проводки на недоступній висоті, наявність знаків безпеки;
- надійною ізоляцією силових струмоведучих частин, опір якої повинен становити не менше 0,5 МОм;

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- електрообладнання у виробничих приміщеннях та щиті управління в ПУ має захисне заземлення із ізольованою нейтраллю типу IT. Опір заземлюючого пристрою не перевищує 4 Ом;
- захист від струмів короткого замикання передбачений вбудованими електрозахистними запобіжниками;
- застосуванням низьких напруг (36 В – для ручного інструмента та освітлення щита управління в ПУ, 12 В – для переносного світильника у вибухозахищеному виконанні – IP54).

Холодильник, машинне і апаратне відділення мають пристрій захисту від блискавки – блискавковідвідник по 2 категорії у відповідності з вимогами РД 34.21.122-87. «Инструкция по защите от молнии зданий и сооружений».

Пожежо- та вибухобезпека

Машинне відділення відноситься до вибухо – та пожежонебезпечної категорії Б або до вибухонебезпечних приміщень класу В – Іб, а ПУ – до пожежонебезпечної категорії Д (СНиП 2.11.02 – 87. «Холодильники», ОНТП 24-86. «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности»).

В процесі експлуатації холодильної установки робітники дотримуються вимог «Типові правила пожежної безпеки для промислових підприємств», ГОСТ 12.1.004 – 85. ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования», ДНАОП 0.01 – 1.01 – 95. «Правила пожежної безпеки в Україні».

Відповідність за пожежну безпеку в холодильно-компресорному цеху покладена на начальника цеху, а змінах - на начальника зміни або старшого машиніста.

Окрім обов'язкового для всіх працівників ввідного протипожежного інструктажу, а потім інструктажу на робочому місці, працівники машинного відділення проходять ще пожежно-технічний мінімум 1 раз на рік з наступною здачею заліку.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Пожежна безпека на підприємстві включає в себе систему запобігання вибуху і пожежі та систему пожежного захисту.

Система запобігання пожежі і вибуху передбачає:

- наявність в огорожуючих конструкціях будівлі машинного відділення легко скидних елементів (вікна, двері);
- контроль нижнього та верхнього аварійного рівня концентрації аміаку в приміщенні компресорного відділення; наявність аварійної витяжної вентиляції, табло над входом у машинне відділення, світлозвукової сигналізації;
- надійне приєднання провідників від обладнання до заземлюючого контуру без іскріння;
- використання засобів захисту від атмосферної електрики;
- застосування електроустаткування у вибухозахищеному виконанні;
- застосування аварійного та витяжного вентиляторів машинного відділення;
- наявність протипожежних інструкцій на робочих місцях;
- роботу на електрообладнанні без перевантажень;
- дотримання правил пожежної безпеки при виконанні вогнених робіт;
- заборону куріння на робочих місцях.

Система пожежного захисту включає:

- наявність у приміщенні машинного відділення двох евакуаційних виходів, причому двері відчиняються у бік виходу;
- застосування в машинному відділенні будівельних матеріалів не нижче II ступеня вогнестійкості (СНиП 2.11.02 – 87, СНиП 2.01.02 – 85. «Противопожарные нормы»);
- наявність системи оповіщення про пожежу (вказати тип системи);
- наявність аварійного відключення обладнання;
- забезпечення первинними засобами пожежогасіння: пожежним щитом з лопатою, сокирою, ломом, металевим багром, а також наявність

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

повітряно-пінного вогнегасника ОВП – 10 (2 шт); порошкового вогнегасника ОП – 9 (2 шт), ящика з піском і азбестовим полотном.

ПУ виконаний з будівельних матеріалів не нижче II ступеня вогнестійкості та оснащений вуглекислотним вогнегасником ОУ – 3 (2 шт).

					00КР142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Цивільний захист.

Організація оповіщення виробничого персоналу розподільчого холодильника місткістю 5000 т у м. Запоріжжя сигналами ЦЗ.

Вступ

Одним із основних завдань цивільної оборони є захист виробничого персоналу підприємств та населення від наслідків надзвичайних ситуацій.

Вирішення цього завдання передбачає захист людей від наслідків стихійного лиха, аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж, застосування сучасних засобів ураження.

Наявність в Україні потужної промисловості, її велика концентрація в окремих регіонах, наявність великих промислових комплексів, більшість із яких потенційно небезпечно, збільшує вірогідність виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

Для ефективного захисту виробничого персоналу важливе значення має організація оповіщення в системі пунктів керування ЦО. Сигналами оповіщення органів керування ЦО є: «Повітряна тривога», «Відбій повітряної тривоги», «Хімічна небезпека (ХН)», «Радіаційна небезпека»(РН). Оповіщення органів керування про загрозу повітряного нападу здійснюється від частин військ ППО. Сигнали «Хімічна тривога» і «Радіаційна небезпека» керівництво ЦО отримує від штабу оперативного напрямку. Крім того, рішення про оголошення сигналів «ХТ» і «РН» на території міста, області може прийняти начальник ЦО області за даними прогнозу радіаційної, хімічної, бактеріологічної обстановки.

11.1. Сигнали ЦЗ, порядок їх доведення до виробничого персоналу холодильника овочесховища, дії виробничого персоналу за сигналами ЦЗ, заходи, що виконуються на підприємстві як тільки дано сигнал.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ			
Змн.	Лист1	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Фещенко Г Є				Проект розподільчого холодильника місткістю 5000т. м.Запоріжжя	Літ.	Лист	Листів
Перевірив	Рябчук О М							
Реценз.						ХМ-4-9н		
Керівник								
Затверд.	Петренко В П							

Одним із елементів, що забезпечують захист виробничого персоналу в НС, є надійна система зв'язку і оповіщення. На овочесховищі зв'язок і оповіщення відбувається на основі використання існуючих загальнодержавних і заводських систем зв'язку (телефон, телеграф, телетайп, гучномовець селекторний зв'язок та інше). До оповіщення заводу про НС використовуються апаратура радіотрансляційного вузла і сирени, які вмикають у системи оповіщення району (міста). Система оповіщення повинна враховувати розміри території, всі сигнали і розпорядження цивільної оборони повинні бути почуті на будь-якій його ділянці. В місцях підвищеного шуму доцільно установлювати додаткові сигнальні пристрої (світлосигнальні табло, дзвінки гучного бою, сирени та ін.).

Надійність функціонування видів зв'язку забезпечується їх дублюванням, а також за рахунок завчасного укриття вузлів зв'язку (комутаторів) у захисних спорудах.

Крім того, як дублюючий зв'язок призначаються відповідальні особи — розсилні (20 основних службових осіб), а для зв'язку з вищим керівництвом — система телефонного і радіозв'язку.

Повідомлення «Хімічна тривога» подається у разі загрози хімічного нападу або виявлення хімічного чи бактеріологічного зараження. З метою захисту людей і зменшення втрат на об'єкті:

- негайно оповіщають виробничий персонал;
- застосовують засоби індивідуального захисту персоналу;
- здійснюють безаварійне припинення роботи виробничих цехів;
- герметизують виробничі приміщення, джерела водопостачання;
- забезпечують швидке перевезення сировини і продукції в герметичні приміщення (камери);
- укривають іншу сировину й продукцію, а також унікальне обладнання покривними матеріалами;
- по можливості дообладнують укриття, виробничі й службові приміщення;
-

					00КР142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- організовують роботу групи хімічної розвідки і хімічного відділення лабораторії для індикації ОР і встановлення ступеня зараження об'єкта, а в разі бактеріологічного нападу — бактеріологічного ;

- після отримання даних за результатами індикації ОР і ступеня зараження розпочинають проведення відповідних заходів з ліквідації наслідків хімічного нападу, а не зайнятих виконанням цих заходів евакуюють у безпечні зони;

- створюють необхідні санітарно-гігієнічні умови, спрямовані на запобігання (зниження) поширенню інфекцій (ізоляція хворих, санітарне оброблення уражених, введення карантину або обсервації).

Здійснюють також інші специфічні заходи захисту з урахуванням виду застосування ОР і бактеріальних засобів.

«Повітряна тривога» є сигналом небезпеки, ядерного, хімічного і бактеріологічного нападу. Передається штабом ЦО міста (району) по радіо, телебаченню, а на ОНХ - вузлами ретрансляцій і заводськими сигналами. У виробничих і службових приміщеннях сигнал дублюється голосом..

З урахуванням обстановки, що склалася, по цьому сигналу:

- припиняють будь-які роботи і виробничу діяльність у всіх цехах, відділах, службах, на ділянках за винятком котельної, служб електро- і водопостачання, ВОХР;

- переховують персонал працюючої зміни підприємства в притулках і укриттях, у міру заповнення захисні споруди закривають; приводять в готовність ПУ (вузол зв'язку), організовують на ньому цілодобове чергування осіб з числа керівного складу і відповідальних виконавців;

- здійснюють безаварійну зупинку об'єкта або його окремих цехів (виробництв) відповідно до сітьового графіка і з урахуванням можливого швидкого відновлення роботи;

- тимчасово припиняють подачу (підвезення) сировини, по можливості припиняють або обмежують вивіз готової продукції;

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- організовують захист підприємства, сировини, готової продукції, джерел водопостачання, технологічного і іншого устаткування від радіоактивних і отруйних речовин, а також від бактеріологічних засобів;
- керівництво підприємства вивчає обстановку, що склалася, вживає відповідним заходам захисту і приймає рішення про подальшу діяльність підприємства.

Сигнал "Відбій повітряної тривоги" передається, коли минула безпосередня небезпека нападу супротивника або напад з повітря закінчився.

По сигналу «Відбій повітряної тривоги»:

- проводять радіаційну, хімічну, бактеріологічну розвідку території підприємства, будівель і споруд для встановлення виду зараження, ступеня ураження об'єкта, рівня радіації;
- підприємство продовжує свою роботу в звичайному порядку, якщо його територія не була заражена і не піддається небезпеці бути зараженою РВ, ОВ і БС з сусідніх заражених територій;
- всі споруди і пристрої, призначені для забезпечення ЦО підприємства, приводять в готовність, маючи на увазі можливість нанесення супротивником повторного удару;
- при виявленні зараження території і споруд підприємства РВ, ОВ і БС вирішують питання про час виходу людей з сховищ (укриттів), встановлюють об'єм і послідовність проведення робіт по ліквідації наслідків дії ОШ на ОНХ і організують їхнє виконання.

1. У разі повітряної тривоги:

« Увага! Говорить відділ ЦЗ.

Громадяни! Повітряна тривога! Вимкніть світло, газ, воду, погасіть вогонь у печах. Візьміть засоби індивідуального захисту, документи, запас продовольства і води. Попередьте сусідів і в разі потреби надайте допомогу хворим і людям похилого віку. Якнайшвидше дійдіть до захисної споруди або укрийтеся на місцевості. Зберігайте спокій і порядок. Будьте уважні до повідомлень відділу ЦЗ».

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2. У разі відміни повітряної тривоги:

«Увага! Говорить відділ ЦЗ.

Громадяни! Відміна повітряної тривоги! Всім повернутися до місць роботи або проживання. Надайте в цьому допомогу хворим і людям похилого віку. Будьте готові до можливого повторного повітряного нападу. Завжди майте при собі засоби індивідуального захисту. Будьте уважні до повідомлень відділу ЦЗ».

3. У разі загрози хімічного зараження:

«Увага! Говорить відділ ЦЗ.

Громадяни! Виникла безпосередня загроза хімічного зараження. Одягніть протигази, сховайте дітей у захисну дитячу камеру (КЗД). Для захисту поверхні тіла використовуйте спортивний одяг, комбінезони, чоботи.

При собі мати плівкові накидки, плащі, куртки. Вимкніть електрообігрівальні прилади. Надалі діяти відповідно до вказівок відділу ЦЗ».

4. У разі загрози радіоактивного зараження:

«Увага! Говорить відділ ЦЗ.

Громадяни! Виникла безпосередня загроза радіоактивного зараження. Приведіть у готовність засоби індивідуального захисту і постійно тримайте їх біля себе. За командою відділу ЦЗ одягніть їх. Для захисту поверхні тіла від забруднення радіоактивними речовинами використовуйте спортивний одяг, комбінезони, чоботи.

З собою мати плівкові поліетиленові накидки, куртки або плащі.

Перевірте герметизацію житлових приміщень, стан вікон, дверей. Загерметезуйте харчові продукти і зробіть запас води у ємностях.

Оповістіть сусідів про отриману інформацію. Надайте допомогу хворим і людям похилого віку. Надалі діяти відповідно до вказівок відділу ЦЗ».

Всі заходи ЦЗ проводяться в інтересах народу, в інтересах збереження приватної і громадської власності. Тому студенти як майбутні керівники

підприємств, командно-керівний склад формувань ЦЗ об'єктів харчової промисловості повинні бути готовими до виконання завдань ЦЗ в НС.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

11.2. Схема оповіщення виробничого персоналу розподільчого холодильника місткістю 5000 т у м. Запоріжжя в робочий і не робочий час.

Робота овочесховища в НС можлива за такою схемою. Розпорядженням директора на пункті керування (ПК) об'єкта організовується чергування.

Чергові (відповідальні виконавці) отримують інформацію про НС від керівництва НСЦЗ району (міста) і від вищого керівництва, а також від своїх чергових засобів (постів спостереження, охорони та ін.). Отримавши інформацію про НС, черговий негайно інформує керівний склад і сусідні організації за схемою оповіщення. Залежно від виду небезпеки, про яку отримано інформацію, дії керівного складу і виробничого персоналу будуть різними. Повідомлення «Радіаційна небезпека» подається, якщо є безпосередня загроза чи виявлено радіоактивне зараження. За результатами прогнозування обстановки чи за даними, отриманими від відділу НСЦЗ району (міста), визначають характер переміщення радіоактивної хмари, рівень зараження території об'єкта. В цей час на підприємстві проводять такі заходи:

- здійснюють негайне безаварійне припинення роботи ;
- укривають в захисні споруди персонал ;
- з урахуванням прогнозованого рівня зараження встановлюють режим захисту;

- проводять дозиметричний контроль — контроль опромінення і контроль зараження для встановлення можливих рівнів зараження підприємства, території, виробничих і адміністративних приміщень, сировини, готової продукції і води;

- готують покривні матеріали і пристрої для швидкого укриття сировини, продукції і обладнання, проводять заходи з часткової герметизації виробничих приміщень і джерел водопостачання;

- перевозять максимально можливу кількість сировини і продукції в герметичне приміщення;

- приводять у готовність радіологічні відділення лабораторії для проведення аналізів на забрудненість радіоактивними речовинами сировини і

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

продукції;

- встановлюють порядок проведення знезараження об'єктів, санітарного оброблення персоналу, дії щодо запобігання занесенню радіоактивних речовин у захисні споруди;

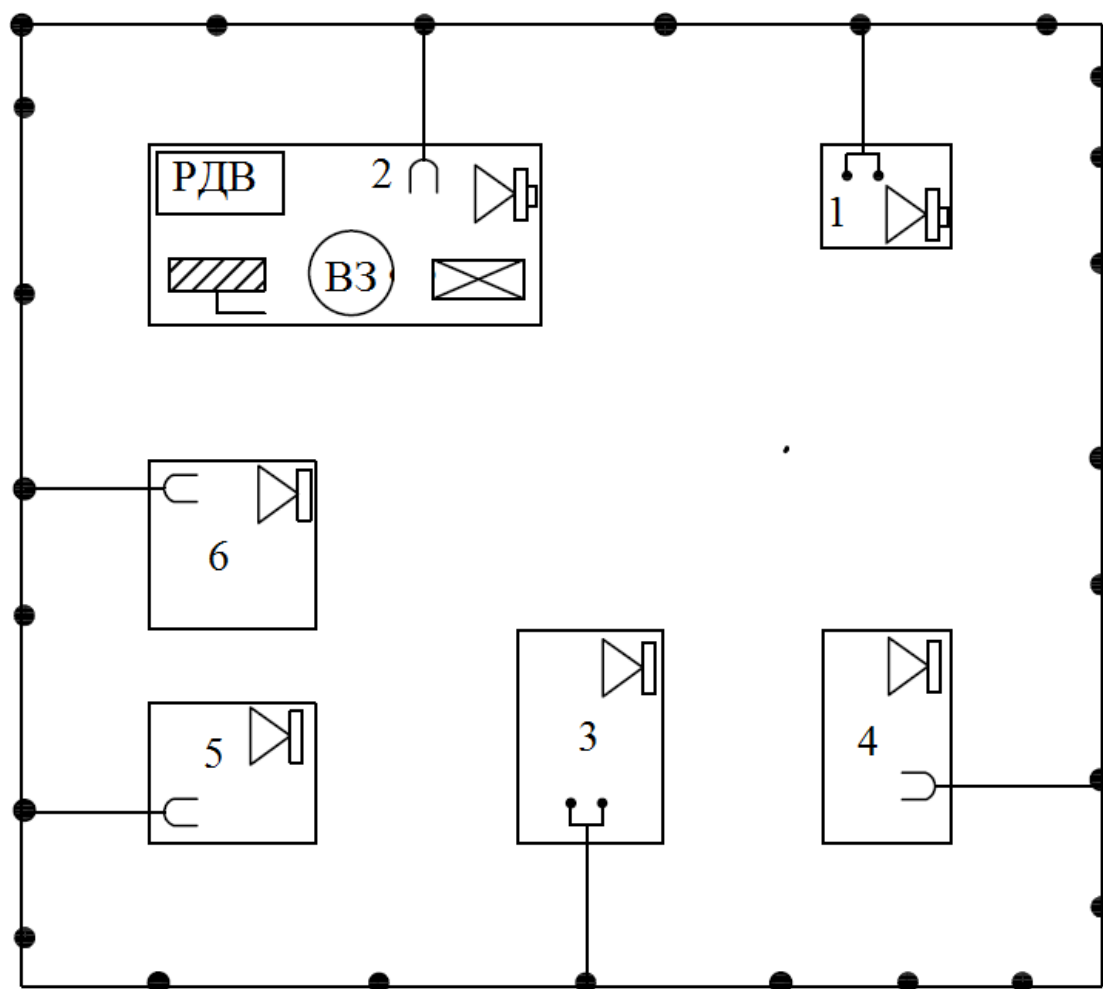
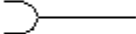


Рис. 11.1. Схема оповіщення та зв'язку холодильника.

Експлікація		Умовні позначення
1. Прохідна		– вузол зв'язку
2. Адміністративний корпус		– телефонний апарат
3. Машинне відділення		– гучномовець
4. Холодильник		– електросирена
5. Склади	• •	– лінія зв'язку
6. Гараж та майстерня		– радіопередавальний вузол
		– розподільчий шкаф
		– розподільча коробка
		– сховище

Висновок

В даному розділі розглянуто основні способи захисту виробничого персоналу, організацію і проведення евакуаційних заходів, ЗІЗ і організацію оповіщення в системі ЦЗ в надзвичайних ситуаціях.

Досвід ліквідації наслідків аварії і стихійних лих у мирний час свідчать, що завчасно підготовлені захисні споруди, чітка організація евакуаційних заходів служать надійним засобом захисту виробничого персоналу та населення.

10.Автоматизація холодильної установки

Останнім часом, велику увагу в розробці та експлуатації холодильного обладнання приділяється різним видам її автоматизації. Системи автоматичного регулювання, контролю та захисту здатні скоротити при експлуатації до мінімуму кількість обслуговуючого персоналу і тим самим зменшити витрати на утримання холодильника в цілому.

Автоматизацію холодильної установки здійснюють з метою підвищення економічної ефективності та забезпечення безпеки робіт обслуговуючого персоналу. Підвищення економічної ефективності досягається внаслідок зменшення експлуатаційних витрат і витрат на ремонт обладнання, а безпеку експлуатації - застосуванням автоматичних пристроїв, що захищають холодильну установку від роботи в небезпечних режимах.

Система автоматизації побудована за принципом: датчик - задатчик - регулюючий елемент - виконавчий механізм.

У загальному випадку система автоматизації виконує три основні функції:

- Система автоматичного захисту;
- Система дистанційного контролю параметрів роботи холодильної установки;
- Система автоматичного регулювання

10.1 Система автоматичного захисту

В процесі експлуатації холодильної установки можливі різні несправності в системах (відхилення від оптимального режиму роботи

					00KP142.008.017.2023.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Фещенко Г Є					
Перевір.		Рябчук О М					
Н. Контр.							
Затверд.		Петренко В П					
					Літ.	Арк.	Акрушіє
						1	
					ХМ-4-9н		

В процесі експлуатації холодильної установки можливі різні несправності в системах (відхилення від оптимального режиму роботи холодильної установки), що може призвести до небезпечних режимам роботи холодильної установки: підвищення тиску і температури нагнітання, зниження тиску всмоктування, підвищення температури масла після масляного холодильника, підвищення рівня рідини в апаратах, припинення змащення тертьових пар, падіння тиску в системі змащення компресорів, відсутність охолоджуючої води і т.д. Без прийняття своєчасних заходів можливі пошкодження або руйнування компресорів, теплообмінних апаратів або інших елементів установки.

В даній холодильній установці передбачається наступні види захисту:

1. Захист компресора від пониження тиску всмоктування. Забезпечується реле низького тиску RT1 . При досягненні установочного тиску всмоктування посилається сигнал на відключення електродвигуна компресора і включення сигнальної лампи на щиті управління, а також включення звукової сигналізації.
2. Захист компресора від пониження різниці тиску в системі мастила. Захист забезпечується реле контролю змащення MP55 При спрацьовуванні захисту відбувається відключення електродвигуна компресора і включається світлова та звукова сигналізація. Під час пуску передбачається блокування цього захисту на 15 секунд.
3. Захист компресора від підвищення тиску нагнітання. Забезпечується реле тиску RT5 .При спрацьовуванні даного захисту відбувається відключення електродвигуна компресора і включення сигнальної лампи на щиті управління, а також включення звукової сигналізації.
4. Захист компресора від підвищення температури нагнітання. Забезпечується температурним реле RT107 (позиція 37 і 50). При

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спрацьовуванні захисту відбувається відключення електродвигуна компресора і включення світлової та звукової сигналізації.

5. Захист компресора від підвищення температури масла.

Забезпечується температурним реле Danfoss RT101 .При його спрацьовуванні відбувається відключення двигуна компресора і включення світлової та звукової сигналізації.

6. Захист гвинтового компресора передбачає захист компресора від низької температури масла. Захист здійснюється за допомогою температурного реле RT101 ,при спрацьовуванні якого не відбувається включення електродвигуна компресора, а включаються ТЕНи, розташовані в масловіддільники (прогрів масла здійснюється до досягнення значення в 15оС). Також включається світлова та звукова сигналізації.

7. Захист циркуляційного, лінійного і дренажного ресивера від перевищення значення максимального рівня аміаку для запобігання попадання рідкого холодильного агента у всмоктуючий трубопровід компресора. Здійснюється за допомогою реле рівня Danfoss AKS38 .При спрацьовуванні цих приладів вимикається електродвигун компресора і включається світлова та звукова сигналізація.

8. Захист насосів холодильного агента від втрати продуктивності. Здійснюється по різниці тиску нагнітання і всмоктування. Захист організовується за допомогою диф. реле тиску насоса MP55. При досягненні неприпустимого перепаду тисків реле вимикає електродвигун компресора, одночасно включається світлова та звукова сигналізація.

9. На всіх апаратах і судинах холодної установки передбачені здвоєні запобіжні клапана, з'єднані в загальну аварійну лінію .

Система автоматичного захисту не допускає роботу холодної установки в аварійному режимі. Тим самим забезпечується безпека

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

експлуатації і збереження обладнання. Автоматичний захист повинна мати високий ступінь надійності, це досягається включенням дублюючих приладів з однаковими уставками і додаткових приладів з уставками нижче аварійних, а також застосуванням приладів автоматики, що мають більш високий ступінь надійності. Дія автоматичного захисту зводиться до вимикання холодильної установки в цілому або окремих її складових при досягненні небезпечних значень будь-яких контрольованих параметрів, в якості яких вибирають ті параметри, які дають найбільш повну інформацію про відхилення в роботі холодильної установки від оптимального режиму роботи.

Після повернення параметра в нормальне положення, автоматичне включення холодильної установки в роботу, заборонено до з'ясування причин спрацювання захисту та усунення причин її викликаних.

Автоматизація процесу регулювання холодопродуктивності компресорів зводиться до зміни положення поршня золотникового пристрою за допомогою гідросистеми. Напрямком переміщення золотникового пристрою управляють соленоїдні вентиля EVR3 в залежності від тиску всмоктування. Регулювання температури повітря в камері необхідно для збереження якості зберігання продуктів. Регулювання забезпечується за допомогою датчика температури Danfoss RT11.

При досягненні необхідної температури в камері, подається сигнал на закриття соленоїдних вентилів на вході і на виході з приладів охолодження, і вони вимкнуться з роботи. При підвищенні температури в камері на величину виставленого диференціала, здійснюється включення охолоджуючих приладів в роботу шляхом відкриття соленоїдного вентиля .

Заповнення циркуляційного ресиверів здійснюється за допомогою датчика рівня AKS41 і соленоїда EVR3 .Застосування даної електронної системи регулювання рівня дає більш точне заповнення посудини, а також практично виключає роботу компресора вологим ходом.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік приладів автоматики і контрольно-вимірювальних приладів, що використовуються на холодильній установці наведено в таблиці 10.1.

Таблиця 10.1

Назва прибору	Марка прибора	Технічна характеристика	Місце установки на холодильній установці	Настройка
1	2	3	4	5
Реле тиску	RT1	-0.8...5 кг/см ²	Всасывающий трубопровод компрессора	0,5 кг/см ²
Реле тиску	RT5	4...17 кг/см ²	Нагнетательный трубопровод компрессора	13,5 кг/см ²
Реле температури	RT107	+70...+150°C	Нагнетательный трубопровод компрессора	95 °C
Дифференціальне реле тиску	MP55	-1...12 кг/см ²	Всасывающий трубопровод компрессора	1,5 кг/см ²
Датчик температури	RT101	+25...+90°C	Маслоотделитель	45 °C
Датчик рівня	AKS41	0...50%	Циркуляционный ресивер	0,15V
Датчик рівня	AKS41	0...80%	Линейный ресивер	0...0,5V
Поплавкове реле рівня	AKS38		Циркуляционный ресивер	0,3V
Поплавкове реле рівня	AKS38		Линейный ресивер	0,5V
соленоїд	EVR3		Циркуляционный ресивер	
Датчик температури	RT11	-35...0°C	Камера хранения	В зависимости от режима
Манометр	ABMU - 1	-0,1...25кг/см ²	Аппараты и сосуды холодильной установки	

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Магнитний пускач	ПМЕ-220		Электродвигуни компрессоров, насосов	
---------------------	---------	--	--	--

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Техніко-економічне обґрунтування проекту

Метою даної роботи є проект розподільчого холодильника місткістю 5000т. у м. Запоріжжя. Економічне обґрунтування на будівництво даного холодильника включає в себе дві основні задачі:

- обґрунтування вибору потужності холодильника, що проектується, та місця його будівлі;
- розрахунок основних техніко-економічних показників.

Запоріжжя - один із найбільших адміністративних, індустріальних і культурних центрів півдня України. Адміністративний, промисловий, науковий і культурний центр Запорізької області. Населення міста налічує 762 тисяч чоловік. Також Запоріжжя є розвинутим транспортним вузлом регіону, що дозволить розповсюджувати продукцію великій кількості споживачів. Тому будівництво розподільчого холодильника дуже вигідне та перспективне.

Загальна характеристика ефективності капітальних вкладень в холодильник, що проектується, визначається техніко-економічними показниками, які розраховуються в економічній частині даного проекту. Термін повернення інвестицій не перевищує життєвий цикл проекту і складає 4.1 року. Індекс дохідності складає 1.22, що в свою чергу підтверджує доцільність реалізації проекту.

					00КР142.008.017.2023.ПЗ								
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата									
Розробив		Фещенко Г Є				Літ.		Лист	Листів				
Перевірів		Рябчук О М											
Реценз.					Техніко-економічне обґрунтування проекту		ХМ-4-9н						
Н.контр.													
Затверд.		Петренко В П											

13. Розрахунок економічної ефективності

Мета економічного розрахунку полягає у визначенні вартості будівництва холодильника, вартості холодильного обладнання, витрат на використання енергії, витрат по оплаті праці виробничого персоналу, визначення амортизаційних відрахувань, визначення основних показників ефективності проекту холодильника овочесховища. При проектуванні холодильника овочесховища виконуються наступні роботи:

- будівництво холодильника;
- будівництво компресорного цеху;
- вибір та придбання холодильного обладнання;
- укомплектування штату виробничого персоналу компресорного цеху;
- інше.

Реалізація проекту здійснюється без демонтажу старого обладнання і його реалізації, економічний ефект даного проекту полягає в зменшенні споживання електроенергії компресорним цехом, та менших капітальних затрат на реконструкцію в порівнянні з типовим проектом. Це досягається за рахунок малої встановленої потужності холодильної станції.

Вхідні дані

Підраховуємо проектне споживання електроенергії холодильним обладнанням компресорного цеху, насосами і камерним обладнанням, всі розрахунки заносимо до табл. 13.1.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ							
Змн.	Лист1	№ докум.	Підпис	Дата								
Розробив		Фещенко Г Є			Проект розподільчого холодильника місткістю 5000 т у м. Запоріжжя				Літ.		Лист	Листів
Перевірів												
Реценз.									ХМ-4-9н			
Керівник												
Затверд.												

Таблиця 13.1. Проектне споживання електроенергії

№	Найменування обладнання	К-ть, шт	P_n , кВт	$P_{ел}$, кВт	$\Sigma P_{ел}$, кВт	Рік, тис. кВт год
1	Компресори GEA Grasso 6210	2	119	132	264	1844
2	Компресори GEA Grasso Grasso 3110	2	19	21	42	294
3	компресори GeaGrasso SH C	2	18	20	40	280
4	Вентилятори градирні	3	4	3	12	78
5	Витяжний вентилятор КМ- цеху(робочий)	2	5,5	5	10	66
6	Приточний вентилятор КМ-цеху	1	5,5	5	5	33
7	Насоси Witt GP51a	2			6.6	44
8	Насоси Witt GP42	2			1.3	9
9	Насоси Witt GP41	2			0.66	5
Річна витрата електроенергії						2653

Розрахунок капітальних витрат

Визначаємо капітальні витрати на реалізацію проекту:

$$K = B_{пр} + B_{буд} + B_{обл} - B_{д-Л},$$

де $B_{п.р}$ - витрати на проектні роботи (4-5% загальної кошторисної вартості об'єкта;

$B_{буд}$ - витрати на будівельні роботи;

$B_{обл}$ - витрати на придбання обладнання;

$B_{т.з}$ - транспортно-заготівельні витрати (транспортні 4-5%, заготівельні 1-1,25% від вартості обладнання);

$$B_{ін} := 0.02 \quad B_{п.р} := 0.05 \quad B_{буд} := 1 \quad B_{обл} := 1$$

$$B_{т.з} := 0.06 \quad B_{н.р} := 1 \quad B_{т.у} := 1 \quad B_{м} := 0.1$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок витрат на теплоізоляцію холодильника наведено в табл. 13.2.

Таблиця 13.2. Витрати на
теплоізоляцію

№	Назва	Розмір- ність	Зовнішні і внутрішні стіни, перегородки, стеля (сандвіч)	Каркас з залізобетону, (ферми, балки)	Двері відкат- ні, шт	Підло- га	Разом
1	Загальна вартість матеріалів	тис. грн.	1996,00	2010,00	330,00	900,00	5236,00
2	Вартість монтажних робіт	тис. грн.	300,00	310,00	50,00	125,00	762,00
3	Загальна вартість	тис. грн.	2294,00	2320,00	380,00	1025,00	6019

Розрахунок витрат на будівництво машинного відділення наведено в
грн. в таблиці 13.3.

Таблиця 13.3. Вартість будівництва машинного відділення

№	Назва	Розмір- ність	Цегла вогнестійка	Підлога	Покриття	Разом
1	Площа	м ²	430	288	288	-
2	Загальна вартість матеріалу	тис. грн..	81,00	65,00	38,00	190,00
3	Вартість монтажних робіт	тис. грн..	15,00	7,00	4,00	20,00
4	Загальна вартість	тис. грн..	96,00	72,00	42,00	210,00

Розрахунок витрат на придбання та монтаж обладнання наведено в табл. 13.4.

Таблиця 13.4. Витрати на придбання обладнання

№	Найменування обладнання	К-ть, шт	Витрата на одиницю обладнання, тис. грн			Загальна вартість, тис. грн
			Ціна обладнання	Монтаж обладнання	Тара і упаковка	
1	компресори GeaGrasso SH C	2	79000	15000	-	173000
2	Компресори GEA Grasso 6210	2	102000	15000	-	219000
3	Компресори GEA Grasso Grasso 3110	2	69000	15000	-	153000
4	Воздухоохлодники Guntner 071D\122 066D\18 071D\110 066C\18 071D\210 041D\15 046D\15					
		8	180	60	-	240
		2	40	15	-	55
		2	46	15	-	61
		2	40	15	-	55
		1	30	8	-	38
		1	19	8		27
		1	19	8		27
	Ресивери	5	350	50		400
5	Насоси Witt	6	240	50	-	290
6	Осушувач аміаку Grasso 150E	1	60	9	-	69
7	Аміак R717	4,5т.	55	-	-	55
8	Градирня Radial ERRK 73	1	75	15	-	
Разом						1870

Визначаємо витрати на проектні роботи в розмірі 5% від кошторисної вартості будівель холодильника і машинного відділення, та вартості обладнання, його транспортування і монтажу:

$$B_{n.p.} = 0,05 \times (\sum B_{б\ddot{y}д.} + \sum B_{обл.}) = 0,05 \times (6229 + 1870) = 404,9 \text{ тис.грн};$$

Розраховуємо інші витрати в розмірі 1,5% від загальних витрат:

$$B_{ін.б\ddot{y}д.} = 0,015 \times \sum B_{б\ddot{y}д.} = 0,015 \times 6229 = 93,4 \text{ тис.грн};$$

$$B_{ін.обл.} = 0,015 \times \sum B_{обл.} = 0,015 \times 1870 = 28 \text{ тис.грн};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Суми капітальних затрат:

$$K_{\text{бюд}} = \sum B_{\text{обл}} + B_{\text{ін.бюд}} + B_{\text{пр.}} = 6229 + 93,4 + 404,9 = 6727,3 \text{ тис.грн};$$

$$K_{\text{обл}} = \sum B_{\text{обл}} + B_{\text{ін.обл}} = 1870 + 28 = 1898 \text{ тис.грн};$$

Загальні капітальні затрати:

$$K = K_{\text{бюд}} + K_{\text{обл}} = 6727,3 + 1898 = 8625,3 \text{ тис.грн};$$

Виробництво і використання енергії

Річне споживання електроенергії холодильником та машинним відділенням холодильника становить $E_p = 2653 \times 10^3$ кВт год. Ціна за 1 кВт*год електроенергії становить $C_{\text{ел}} = 1,6$ коп/кВт год. Визначаємо витрати на споживання електричної енергії за проектними розрахунками:

$$B_{\text{ел.р}} = E_p \times C_{\text{ел}} = 2653 \times 1,6 = 4244 \text{ тис.грн};$$

Розрахунок витрати на оплату праці

Фонд основної заробітної плати робітників компресорного цеху наведено в табл. 13.5.

Таблиця 7.5. Фонд заробітної плати робітників

№	Професія	Розряд	Тарифна ставка, грн/год	Чисельність, чол	Місячний фонд	Річний фонд, грн.
1	Машиніст ХУ	III	12	3	9600	115200
2	Машиніст ХУ	IV	14	3	11200	134400
3	Слюсар ремонтник	II	10	3	8000	96000
Разом				9	28800	345600

Визначаємо додатковий фонд заробітної плати за формулою:

$$\Phi ЗП_{\text{др}} = \Phi ЗП_{\text{осн}} \times Д = 345600 \times 0,15 = 51,84 \text{ тис.грн};$$

де Д - прийнятий коефіцієнт доплат (приймаємо Д = 15.%).

Розраховуємо повний фонд заробітної плати за формулою:

$$\Phi ЗП_{\text{пр}} = \Phi ЗП_{\text{осн}} + \Phi ЗП_{\text{др}} = 345,6 + 51,84 = 397,44 \text{ тис.грн};$$

Визначаємо нарахування на заробітну плату за формулою:

$$НЗП_{\text{др}} = \Phi ЗП_{\text{пр}} \times В = 345,6 \times 0,37 = 147,76 \text{ тис.грн};$$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де v - коефіцієнт нарахувань на заробітну плату ($v=37,18\%$)

Витрату на оплату праці визначаємо за формулою:

$$ВОП_p = ФЗП_{np} + НЗП_{op} = 397,44 + 147,76 = 545,2 \text{ тис.грн};$$

Фонд основної заробітної плати апарату управління наведено в табл. 13.6.

Таблиця 13.6. Фонд заробітної плати апарату управління

№	Професія	Посадовий оклад грн.	Чисельність, чол	Місячний фонд	Річний фонд, грн.
1	Механік	2500	2	5000	60000
2	Начальник цеху	4000	1	4000	48000
Разом			3	14000	108000

Визначаємо додатковий фонд заробітної плати апарату управління за формулою:

$$ФЗП_{yd} = ФЗП_{ocn} \times D = 108000 \times 0,15 = 16,2 \text{ тис.грн};$$

де D - прийнятий коефіцієнт доплат (приймаємо $D = 15\%$).

Розраховуємо повний фонд заробітної плати апарату управління:

$$ФЗП_{ny} = ФЗП_{ocn} + ФЗП_{yd} = 108000 + 16200 = 124,2 \text{ тис.грн};$$

Визначаємо нарахування на заробітну плату за формулою:

$$НЗП_{ny} = ФЗП_{ny} \times v = 124200 \times 0,37 = 46 \text{ тис.грн};$$

де v - коефіцієнт нарахувань на заробітну плату ($v=37,18\%$).

Витрату на оплату праці визначаємо за формулою:

$$ВОП_y = ФЗП_{ny} + НЗП_{ny} = 124200 + 46000 = 170,2 \text{ тис.грн};$$

Загальні витрати на оплату праці по машинному відділенні визначаємо за формулою:

$$ВОП_{zag} = ВОП_p + ВОП_y = 545200 + 170200 = 715,4 \text{ тис.грн};$$

Визначення амортизаційних відрахувань

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Стаття амортизаційних відрахувань розраховується як елемент собівартості.

Приймаємо норми амортизаційних відрахувань:

- для основного обладнання термін 5 років;
- для будівель термін 20 років.

Витрати на амортизацію будівель складають:

$$A_{\text{буд}} = \frac{\sum B_{\text{буд}}}{20} = \frac{6727,3}{20} = 336,3 \text{ тис.грн};$$

Витрати на амортизацію основного технологічного обладнання:

$$A_{\text{обл}} = \frac{\sum B_{\text{обл}}}{5} = \frac{1898}{5} = 379,6 \text{ тис.грн};$$

Загальна сума амортизаційних витрат:

$$\sum A = A_{\text{буд}} + A_{\text{обл}} = 336,3 + 379,6 = 715,9 \text{ тис.грн};$$

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:

$$B_{i,\text{рем}} = A_{\text{обл}} \times 14\% = 379,6 \times 14\% = 53,1 \text{ тис.грн};$$

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

$$B_{i,\text{пуск}} = \sum B_{\text{обл}} \times 2\% = 1898 \times 2\% = 38 \text{ тис.грн};$$

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$B_{i,\text{ін}} = \sum A \times 3\% = 715,9 \times 3\% = 21,5 \text{ тис.грн};$$

Загальна сума інших витрат складає:

$$\sum B_i = B_{i,\text{рем}} + B_{i,\text{пуск}} + B_{i,\text{ін}} = 53,1 + 38 + 21,5 = 112,6 \text{ тис.грн};$$

Визначення основних показників економічної ефективності проекту

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати розрахунків зводимо у порівняльну таблицю (табл. 13.7.).

Таблиця 13.7 Порівняльна таблиця собівартості

№	Статі витрат	Значення показників, тис.грн
1	Електроенергія	4244
2	Оплата праці	715,4
4	Амортизація	715,9
5	Інші витрати	112,6
Разом		5787,9

Собівартість експлуатації холодильного господарства:

$$C = 5787,9 \text{ тис.грн};$$

Чистий грошовий потік рівний:

$$ЧГП = \Delta П \times 0,82 + \sum A = 6945,4 \times 0,82 + 715,9 = 6410,3 \text{ тис.грн};$$

Додатковий прибуток розраховуємо нормативним методом виходячи з прийнятого рівня прибутковості проекту – 120%

$$\Delta П = C \times 1,2 = 5787,9 \times 1,2 = 6945,4 \text{ тис.грн.}$$

Термін служби проекту (життєвий цикл) складає 5 років;

Теперішня вартість за весь життєвий цикл проекту:

Приймаємо дисконтну ставку $P=0,47$ (47%).

Чистий теперішній дохід:

Середньорічна теперішня вартість:

Дисконтний період повернення інвестицій (гарантований):

Індекс дохідності визначається за формулою:

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Доцільність реалізації проекту підтверджується тим, що реальний термін повернення інвестицій не перевищує життєвий цикл проекту і складає 4.1 року. Пристабілізації економіки і зниження розмірів втрат грошових потоків цей термін може скоротитись до 1.6 року. Реальні вигоди від проекту в 1.22 рази перевищують капіталовкладення.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Електрообладнання та електропостачання

14.1. Загальні положення

Схема електропостачання з холодильною установкою (ХКУ) централізованого типу мають дві незалежні лінії електроживлення:

1 – увід №1 робочий, від районної трансформаторної підстанції (ТП РЕМ) з $U_{\text{ном}} = 10,5 \text{ кВ}$;

2 – увід №2 від трансформаторної підстанції (ТП) підприємства з $U_{\text{ном}} = 10,5 \text{ кВ}$.

На підприємстві розподіл електроенергії здійснюється по кабельним лініям. Енергія приймається на підприємстві через ТП зв'язку з енергосистемою. На трансформаторах встановлені захисти: відсічення диференціальне, струмове, максимально струмове, від замикань на землю.

На ХКУ з заданою холодопродуктивністю встановлені з відповідною потужністю $P_{\text{ном}}$ компресорні агрегати і інше допоміжне електрообладнання ХКУ (електродвигуни приводу насосів, вентиляторів та ін.), яке розраховується на цілодобову роботу. Робота електроприводу допоміжного обладнання ХКУ після пуску основного технологічного устаткування характеризується довготривалим мало змінним (в межах 10% $P_{\text{ном}}$) режимом.

Розподіл електричної енергії на підприємстві з установленою потужністю трансформаторів $S_{\text{ном}} = 2500 \text{ кВА}$ виконується на наступних рівнях напруги:

- 380 / 220 В - для споживання електроенергії основним цеховим електрообладнанням, враховуючи електроосвітлення (робоче і аварійне);
- 36 - 12 В – в мережі живлення місцевих трансформаторів для ремонтних робіт.

Основними електроприймачами ХКУ є асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором. По ступені надійності електропостачання електроприймачів ХКУ відносять, частково, до 1-ої і, в основному, до 2-ої

					00KP142.008.017.2023.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Фещенко Г Є				Проект розподільчого холодильника місткістю 5000т. в м.Запоріжжя	Літ.	Лист	Листів
Перевірив	Рябчук О М							
Реценз.						ХМ-4-9Н		
Керівник								
Затверд.	Петренко В П							

категорії.

Надійність живлення електроприймачів 1-ої і 2-ої категорії забезпечують проведенням наступних заходів:

1 – вибором відповідної структури схеми електропостачання: власні потреби ХУ живлять на стороні високої напруги від незалежних джерел живлення не менш чим двома трансформаторами, які підключають до індивідуальних шаф і до різних секцій розподільного пристрою РПр – 10кВ (при наявності двосекційного пристрою);

2 – на стороні низької напруги джерела живлення резервують, передбачаючи "потайний резерв" шляхом комутаційної перемички між двома секціями РПр ТП; перемичка має для комутації з двох сторін два роз'єднувачі і між ними один автомат (або тільки один межсекційний роз'єднувач);

3 – потужність кожного трансформатора ТП вибирають із розрахунку забезпечення одночасного живлення як власних електроприймачів, так і електроприймачів аварійно відключеного джерела; у цьому випадку ушкоджений трансформатор відключають власним перемикачем від його секції РПр на стороні низької напруги і через міжсекційну перемичку її підключають відповідним перемикачем до другої секції працюючого трансформатора.

З метою підвищення надійності і на перспективу розвитку мережі підприємства на кожній секції розподільного пристрою ТП для групи електроприймачів, а також для окремих приймачів передбачають резервні ланки з відповідними апаратами. Аналогічно, в цехових шафах силових розподільних пунктів (РП) передбачають резервні електроапарати.

14.2. Низьковольтна мережа

Основне цехове споживання електричної енергії здійснюють при напрузі 380/220 В. Основними електроприймачами ХКУ є асинхронні двигуни з короткозамкнутим ротором. При об'єднанні приймачів у групи варто враховувати однотипність, рід навантаження, потужність споживання.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Для підвищення коефіцієнта активної потужності до нормованого значення 0,92 встановлюються на кожній секції РПр ТП батареї статичних конденсаторів КУ1, КУ2.

Розподілення електроенергії між приймачами передбачено на напругу 380 / 220В від шаф РПр - 0,4кВ трансформаторної підстанції через відповідні розподільні пункти РП1, РП2 на технологічних ділянках ХКУ.

Освітлення приміщень виробничого характеру (ХКУ забезпечує ОУ з лампами типу ЛДЦ (машинна зала) та з лампами розжарювання (аварійне освітлення). Для приміщень РПр машзали, а також перед фасадом шаф КВПіА, передбачене освітлення газорозрядними лампами низького тиску (люмінесцентними).

Відповідно вимогам ПУЕ передбачаються наступні види освітлення: робоче, аварійне і місцеве. Крім того, існує мережа зниженої напруги 12В при проведенні ремонтних робіт, а також вентиляційні установки. Живлення мереж робочого і аварійного освітлення для надійної їх роботи здійснюється від різних секцій трансформаторної підстанції. Мережі місцевого освітлення і ремонтного живляться відповідно від мереж аварійного і робочого освітлення через стаціонарні знижувальні трансформатори 220/12 В.

14.3. Високовольтна мережа

Приймання електроенергії на холодильнику від джерел живлення і її розподіл між цеховими трансформаторними підстанціями виконує розподільний пристрій (РПр) із відповідним числом ланок. РПр встановлений в місці поруч з цехом, який має найпотужніше електроустаткування, що відповідає найменшій відстані від центру електричних навантажень. РПр виконується, згідно сучасних вимог до проектних рішень, як конструктивно комплектний набір шаф відповідного заводу - виробника. Електролінія зв'язку підприємства з РЕМ (від шаф РПр ТП до шаф районної ТП; загальноприйнятий термін - "лінія зв'язку з системою") підключається до своїх шаф комплектного розподільного пристрою КРПр - 10 кВ силовими кабелями, відповідно, через роз'єднувач і масляний вимикач (або високовольтний запобіжник).

					00КР142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Трансформаторна підстанція цеху з ХКУ, як і інші ТП підприємства, і потужні високовольтні двигуни підключені силовими кабелями, відповідно, до своїх шаф КРПр – 10кВ. На високій стороні цехової трансформаторної підстанції встановлені високовольтні запобіжники, роз'єднувачі і вимірювальні трансформатори струму.

Вибір високовольтного електрообладнання в лінії живлення трансформаторної підстанції може бути проведеним тільки на основі порівняння паспортних параметрів апаратів та результатів розрахунку струмів короткого замкнення (к.з.).

14.4. Розрахунок номінальної потужності електричних двигунів приводу компресорів, вентиляторів, насосів

Номінальна потужність електричних двигунів приводу вентиляторів в перш. набл. за техн. парам:

$$P_{ном} = \frac{1,1 \cdot Q_n \cdot H_n \cdot 10^{-2}}{3670 \cdot \eta},$$

де Q_n - продуктивність вентилятора, м³/год;

H_n - напір вентилятора;

H_n = 285 мм.вд.ст. (числовий еквівалент вентиляційних труб);

η - ККД вентилятора, $\eta = 0,90$.

Залежно від потужності вибираємо електродвигуни до приводу компресорів, вентиляторів, насосів . Умова вибору :

$$P > P_{дв}.$$

Визначення номінального струму:

$$I_H = \frac{P_H \cdot 10^3 \cdot \beta}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 10^3 \cdot \cos\phi \cdot \eta},$$

де β - коефіцієнт використання, $\beta = 1$;

η - ККД двигуна.

Результати розрахунків та відомі паспортні дані зводимо до табл.14.1.

Приклад розрахунку:

$$P_{ном} = \frac{1,1 \cdot Q_n \cdot H_n \cdot 10^{-2}}{3670 \cdot \eta} = \frac{1,1 \cdot 13000 \cdot 20 \cdot 10^{-2}}{3670 \cdot 0,91} = 0,9 \text{ кВт}$$

$$I_H = \frac{P_H \cdot 10^3 \cdot \beta}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 10^3 \cdot \cos\phi \cdot \eta} = \frac{0,9 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 10^3 \cdot 0,87 \cdot 0,90} = 1,7 \text{ А}$$

					00КР142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 14.1. Розрахунок номінальної потужності електричних двигунів

№ п/п	Назва позиції	К- сть	$P_{\text{н}}$, кВт	$I_{\text{н}}$, А	$\frac{I_{\text{н}}}{I_{\text{н}}}$	η , %	$\cos\varphi$	n , об/хв
1	Компресори Gea Grasso6210	2	90	176	4,5	0,82	0,86	1500
2	Компресори Gea Grasso2110	2	70	137	4,5	0,82	0,86	1500
3	Компресори Gea GrassoSH	2	140	260	4,5	0,8	0,86	1500
4	Вентилятори ПО 071D/112	8	1,3	2,48	7	0,90	0,87	1380
5	Вентилятори ПО 066D/18	2	0,75	1,43	7	0,88	0,87	1340
6	Вентилятори ПО 071D110	2	1.27	2.46	7	0,90	0,87	1380
7	Вентилятори ПО 066C/18	6	0,77	1,5	7	0,90	0,87	1340
8	Вентилятори ПО 066D/28	2	1,6	3,1	7	0,88	0,87	1380
9	Вентилятори ПО 071D/210	2	2,7	5,2	7	0,87	0,87	1380
10	Насоси Witt GP41	2	1.3	2	7	0,93	0,85	1450
11	Насоси WittGP51	2	6.6	8.9	7	0,95	0,87	1450
12	Насоси Witt GP42	2	1.4	2.1	7	0,93	0,81	1450
13	Витяжний вентилятор КМ-цеху(робочий)	2	0,9	1,7	7	0,91	0,87	1450
14	Приточний вентилятор КМ-цеху	1	7	13,4	7	0,91	0,84	1450

3.5. Розрахунок та вибір низьковольтного обладнання

Вибір магнітних пускатів.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Магнітні пускачі вибирають і застосовують для дистанційного управління електричними приймачами різної потужності. Їх використовують на пультах управління або безпосередньо біля двигунів.

Для захисту електричних двигунів від режимів перевантаження в магнітних пусках встановлено теплове реле захисту.

Магнітні пускачі вибираються з умов:

1. $I_{МП} > I_{н.дв.}$
2. $U_{МП} = U_{н.дв.}$
3. $I_{спр.т.р.} > 1,1I_M$

де $I_{МП}$ і I_n - номінальний струм машин,

$I_{спр.т.р.}$ - струм спрацьовування теплового реле.

Результати вибору зводимо в табл. 14.2.

Таблиця 14.2. Розрахунок та вибір низьковольтного обладнання

№ п/п	I_n, A	$1,1 \cdot I_n, A$	МП		Теплове реле	
			Тип	, A	Тип	, A
1	176	193.6	CJ40	200	РТ М2-200	200
2	137	147,4	ПМА-6000	160	ТРТ-151	155
3	260	286	КМ 2335	300	ТРТП-155	300
4	1,3	1,5	МПЛ	2.5	ТРТП-121	5
5	1,43	1,6	МПЛ	2.5	ТРТП-121	5
6	2,46	2,7	ПМА	4	ТРТП-121	5
7	1,5	1,65	МПЛ	2.5	ТРТП-121	5
8	3,1	3,41	ПМА	4	ТРТП-121	5
№	, A	$1,1 \cdot I_n, A$	МП		Теплове реле	

п/п			Тип	I_n, A	Тип	I_n, A
9	5,2	5,72	DIL K4-10	9	РТИ-3353	32
10	2	2,2	МПЛ	2.5	ТРТП-121	5
11	8,9	9,79	DIL K5-10	12	РТИ-3353	32
12	2,1	2,31	МПЛ	2.5	ТРТП-121	5
13	1,7	1,87	МПЛ	2.5	ТРТП-121	5
14	13,4	14,7	ПМЛ-2000	25	РТИ-3353	32

14.6. Розрахунок та вибір автоматичних повітряних вимикачів

Автоматичні повітряні вимикачі (автомати) застосовують і для захисту мереж електричних приймачів від пошкоджень, які вимикають під впливом струму, що перевищує допустимі значення, в тому числі струмів КЗ.

Вони виробляються з електромагнітними і комбінованими роз'єднувачами. Вибір автоматів виконується згідно умов:

1. $I_{н.а.} > I_{л.}$;
2. $U_{н.а.} > U_{л.}$;
3. $\sum I_{с.р.} > 1,25 \cdot I_{пуск}$ – доля ланцюгів зодним двигуном;
4. $I_{т.р.} > \beta \cdot I_n$,

де $I_{н.а.}$ і $U_{н.а.}$ - номінальний струм і напруга автоматів,

$I_{л.}$ і $U_{л.}$ - струм і напруга лінії,

$I_{с.р.}$ - струм спрацювання роз'єднувача,

$I_{пуск}$ - пусковий струм двигуна;

$I_{т.р.}$ - струм спрацювання теплового роз'єднувача.

Таблиця 14.3. Автоматичні повітряні вимикачі

№ п/п	Назва позиції	, А	I _{пуск} , А	1,25 · I _{пуск} , А	Автомати []			
					Тип	а, А	I _{т.р.} , А	I _{с.р.} , А
1	Компресори Gea Grasso6210	176	1056	1320	A3144	600	400	2800
2	Компресори Gea Grasso2110	137	822	986	A3144	600	400	2800
3	Компресори Gea GrassoSH	260	1300	1560	A3144	600	400	2800
4	Вентилятори ПО 071D/112	2,48	17,3	21,7	A2036	1,6	1	25
5	Вентилятори ПО 066D/18	1,43	10	12,5	A2036	1,6	1	25
6	Вентилятори ПО 071D110	2.46	17,2	21,52	A2036	1,6	1	25
7	Вентилятори ПО 066C/18	1,5	10,5	13,1	A2036	1,6	1	25
8	Вентилятори ПО 066D/28	3,1	21,7	27,1	A3160	8.5	7	50
9	Вентилятори ПО 071D/210	5,2	36	43,2	A3160	8.5	7	50
10	Насоси Witt GP41	2	14	17,5	A2036	1,6	1	25
11	Насоси WittGP51	8.9	62,3	77,8	A3160	25	14	100
12	Насоси Witt GP42	2.1	14,7	18,3	A2036	1,6	1	25
13	Витяжний вентилятор КМ-цеху(робочий)	1,7	11,9	14,8	A2036	1,6	1	25
14	Приточний вентилятор КМ-цеху	13,4	93,8	117	A3160	25	14	100

14.7. Розрахунок та вибір шафи розподільчого пункту №1.

Розрахунок навантаження на шинах шафи розподільного пункту.

Значення середньої потужності за максимально навантаженою зміну:

$$P_{зм} = K_{\text{в}} \cdot P_{\text{н}}, \quad P_{зм} = 0,8 \cdot 180 = 144$$

де $K_{\text{в}}$ — коефіцієнт використання,

$P_{\text{н}}$ — номінальна потужність.

Значення середньої реактивної потужності за максимально навантаженою зміну:

$$Q_{зм} = P_{зм} \cdot \text{tg}\phi. \quad Q_{зм} = 144 \cdot 0,62 = 89,2$$

Результати розрахунків зводимо до табл. 14.4.

Таблиця 14.4.Розрахунок навантаження на шинах шафи розподільчого пункту

№ п/п	Приймач	К-сть	Σ кВт	$P_{зм}$ кВт	$Q_{зм}$ квар	$K_{\text{в}}$	$\cos\phi$	$\text{tg}\phi$
1	Компресори Gea Grasso6210	2	180	144	89,2	0,8	0,86	0,62
2	Компресори Gea Grasso2110	2	140	112	69,4	0,8	0,86	0,62
4	Вентилятори ПО 071D/112	8	10,4	8,32	5,1	0,8	0,87	0,62
13	Витяжний вентилятор КМ-цеху(робочий)	2	1,8	1,44	0,9	0,8	0,84	0,62
14	Приточний вентилятор КМ-цеху	1	7,5	6	3,72	0,8	0,84	0,62
5	Вентилятори ПО 066D/18	2	1,5	1,2	0,77	0,8	0,87	0,62
6	Вентилятори ПО 071D110	2	2,54	2,1	1,3	0,8	0,87	0,62
Всього		-	343,6	275,64	171	-	-	-

Визначаємо значення розрахункової потужності:

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m = \frac{P_{н\max}}{\sum P_{н\min}} = \frac{180}{1,5} = 120$$

Так як коефіцієнт $m > 3$, то ефективне число споживачів $n_e = 2,01$;

Коефіцієнт максимуму:

З таблиці $K_M = f(n_e, K_u)$, знаходимо $K_M = 1,7$;

Розрахункові значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_m \times \sum P_{zm} = 1,7 \times 275,6 = 469$$

2) реактивної:

$$Q_p = Q_{zm} \cdot 1,1 = 1,1 \cdot 188,1 = 206,9 \text{ квар.}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{469^2 + 206,9^2} = 512,6 \text{ ВА}$$

Коефіцієнт потужності РП:

$$\cos \phi = \frac{P_p}{S_p} = \frac{469}{512,6} = 0,91$$

Значення розрахункового і короткочасного струму:

$$I_p = S_p / (1,732 \cdot U) = 512,6 / (1,732 \cdot 0,38) = 780 \text{ А}$$

$$I_{\max} = I_{п\max} + I_p = 1056 + 780 = 1836 \text{ А}$$

Приймаємо шину ШМА 4 – 2000, розраховану на: $I_n = 2000 \text{ А}$.

Вибираємо стандартну шафу типу ПР9231 (виконання 128).

Встановлюємо в шафу вибране обладнання.

14.8. Розрахунок та вибір шафи розподільчого пункту №2.

Результати розрахунків аналогічні, зводимо до табл. 14.5.

Таблиця 14.5. Розрахунок навантаження на шинах шафи розподільчого пункту

№ п/п	Приймач	К-сть	Σ кВт	P_{zm} кВт	Q_{zm} квар	K_Σ	$\cos \phi$	$\tan \phi$
7	Вентилятори ПО 066С/18	6	5,39	4,3	2,64	0,8	0,87	0,62
8	Вентилятори ПО 066D/28	2	3,2	2,56	1,58	0,8	0,87	0,62
9	Вентилятори ПО 071D/210	2	5,4	4,32	2,67	0,8	0,87	0,62

					00KP142.008.017.2023.ПЗ				Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

10	Насоси Witt GP41	2	2,6	2,08	1,28	0,8	0,85	0,62
11	Насоси WittGP51	2	13,2	10,5	6,54	0,8	0,87	0,62
12	Насоси Witt GP42	2	2,8	2,24	1,3	0,8	0,81	0,62
3	Компресори Gea GrassoSH	2	280	224	138	0,8	0,86	0,62
Всього		-	312	250,2	154,1	-	-	-

Визначаємо значення розрахункової потужності:

$$m = \frac{P_{n \max}}{\sum P_{n \min}} = \frac{280}{2,6} = 107$$

Так як коефіцієнт $m > 3$, то ефективне число споживачів $n_e = 2,01$;

З таблиці $K_M = f(n_e, K_u)$, знаходимо $K_M = 1,7$;

Розрахункове значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_m \times \sum P_{zm} = 1.7 \times 250,2 = 425$$

2) реактивної:

$$Q_p = Q_{zm} \cdot 1,1 = 1,1 \cdot 154,1 = 169,5 \text{ квар.}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{425^2 + 169,5^2} = 457 \text{ кВА}$$

Коефіцієнт потужності РП:

$$\cos \phi = \frac{P_p}{S_p} = \frac{425}{457} = 0.93$$

Значення розрахункового і короткочасного струму:

$$I_p = S_p / (1,732 \cdot U) = 457 / (1,732 \cdot 0,38) = 690 \text{ А}$$

$$I_{\max} = 1300 + 690 = 1990 \text{ А.}$$

Приймаємо шину ШМА 4 – 2000, розраховану на: $I_H = 2000 \text{ А.}$

					00KP142.008.017.2023.ПЗ		Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Вибираємо стандартну шафу типу ПР9231 (виконання 128).
Встановлюємо в шафу вибране обладнання.

14.9. Вибір кількості та розрахунок потужності трансформаторів для трансформаторної підстанції.

Для надійного і безперервного забезпечення приймачів II категорії, до яких відносять ХКУ, вибрано двотрансформаторну підстанцію. При виході з ладу одного трансформатора трансформатору - той, що залишився забезпечить (з урахуванням допустимих навантажень) живлення включається в роботу другий трансформатор, що знаходиться у резерві. Така схема забезпечує надійне живлення всіх споживачів. Потужність силових трансформаторів вибрано за умов:

а) економічного, номінального режиму роботи;

б) необхідного забезпечення резервування живлення електроприймачів з урахуванням допустимих (можливих) перевантажень трансформаторів:

$$K_T = 1,15 \leq 1,4.$$

Номінальна потужність трансформаторів вибрана із розрахунку максимуму навантаження S_p . Згідно ПУЕ номінальна потужність трансформатора вибрана не більше, ніж 0,75 від прогнозованого максимуму навантаження, тобто $K_1=0,75$. Величина допустимого перевантаження $K_2(t)=1,1$.

Умови вибору:

$$S \geq \frac{S_p}{\beta_u(t) \cdot 0,75},$$

Таблиця 14.6. Розрахунок загального навантаження

Назва РП та індивідуальних приймачів	P_n , кВт	$P_{зм}$, кВт	$Q_{зм}$, кВар	$tg\phi$	$cos\phi$	K_n
РП1	343,6	275,64	171	0,62	0,91	0,8
РП2	312	250	154,1	0,62	0,93	0,8
Освітлення	70	56	35	0,62	0,61	0,8
Всього	725	581,6	360,1	-	-	-

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$\beta_u(t)$ – коефіцієнт перевантаження за графічною діаграмою;

$k_{зг} = 0,75$ – коефіцієнт завантаження; $t = 12$ год – час перевантаження.

Визначаємо:

- коефіцієнт перевантаження: $\beta_u(t) = f(k, t) = 1,1$

- номінальну потужність трансформатора:

Розрахункове значення потужностей:

1) активної:

$$P_p = K_m \cdot \sum P_{зм} = 1,7 \cdot 581,6 = 1026 \text{ кВт.}$$

2) реактивної:

$$Q_p = Q_{зм} \cdot 1,1 = 1,1 \cdot 360,1 = 411 \text{ квар.}$$

3) повної:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{1026^2 + 411^2} = 1105 \text{ кВА}$$

$$(S_n)_p = 1105 / (1,1 \cdot 0,75) = 1347,5 \text{ кВА.}$$

Вказану потужність необхідно врахувати при розрахунку і підборі трансформатора для цеху.

До встановлення приймаємо 2 трансформатори типу ТМ-1600.

Таблиця 14.7. Технічні параметри трансформаторів ТМ-1600

Номінальна потужність, кВА	Втрати холостого ходу, кВт	Номінальна напруга, кВ		Втрати короткого замикання, кВт	Струм холостого ходу, %	Схема і група з'єднання обмоток
		Висока	Низька			
1600	3,85	10	0,4	16	1,0	$\Delta/\times$

14.10 Електробезпека та заземлення

Всі електроустановки та розподільчі шафи мають захисне стрижневе заземлення з метою вирівнювання потенціалів. Сталевий провідник, який сполучає заземлювач із головною заземлюючою шиною має переріз 75 мм².

Заземлювачі вертикальні забивають за допомогою механізмів у попередньо вириті траншеї глибиною 0,7-0,8 м. Сталеві прутки діаметром 10-12 мм, довжиною 4-4,5 м вкручують за допомогою спеціальних пристосувань.

Занурені в землю вертикальні заземлювачі з'єднують смуговою сталлю, приварюючи її до верхнього кінця стрижня ребром нагору для кращого контакту з землею. При використанні смуги, як самостійного заземлювача, її укладають у таку ж траншею ребром нагору і засипають землею з наступним ретельним трамбуванням для поліпшення її контакту з землею.

14.11. Висновок

В дипломному проєкті вирішено задачі розрахунку елементів зовнішньої та внутрішньої цехової розподільчої мережі машинного залу ХКУ – окремої ділянки в системі електропостачання холодильника.

Всі розрахунки і вибір низьковольтного обладнання (магнітних пускачів, автоматичних, масляних або повітряних вимикачів, шаф для цехового РП; увідної, лінійної шаф для розподільчого пристрою трансформаторної підстанції РПр – 0,4 кВ) було проведено після визначення потужності двигунів допоміжного електрообладнання ХКУ, визначення розрахункових навантажень на шинах РП і РПр ТП. Останнє дозволило визначити потужність трансформаторів. Виконані розрахунки дозволяють використовувати обладнання ефективно та безпечно.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

У даному дипломі спроектований розподільний холодильник ємкістю 5000 т. у м.Запоріжжя. Холодильник призначений для зберігання мороженої та охолодженої продукції. В ньому є камери зберігання мороженої продукції з $t_k = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$, а також камери для охолоджених продуктів з $t_k = -2 \dots 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ і дві камери доморозки з $t_k = -35\text{ }^{\circ}\text{C}$, що дозволяє зберігати як морожені так і охолоджені вантажі.

Будівля холодильника одноповерхова, виконано із залізобетонних конструкцій, сітка колон прийнята 6х12 м. В якості ізоляційного матеріалу було прийняте рішення використовувати ПСБ-С.

Для здійснення технологічного процесу на розподільному холодильнику передбачено три температурні режими:

1 режим - режим роботи для камер охолоджених вантажів;

2 режим - режим роботи для камер морожених вантажів;

3 режим - режим роботи для камер домороження;

Для цих режимів, взятий цикл двоступеневого стиснення на три температури кипіння з дренажним та лінійним ресивером. В якості холодоагенту обраний аміак R-717.

До холодильника прибудований компресорний цех, де знаходиться все холодильне обладнання:

- Два двоступеневі поршневі компресори фірми «Grasso» на температуру кипіння $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Два двоступеневі поршневі компресори фірми «Grasso» на температуру кипіння $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Два гвинтові компресори фірми «Grasso» на температуру кипіння $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- Три циркуляційних ресивера марки РД по одному на кожну температуру кипіння;

					00KP142.008.017.2023.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Фещенко Г Є				Проект розподільчого холодильника місткістю 5000т. в м. Запоріжжя	Літ.	Лист	Листів
Перевірів	Рябчук О М							
Реценз.						ХМ-4-9н		
Н.контр.								
Затверд.	Петренко В П							

- Один дренажний ресивер марки РДВ;
- Один лінійний ресивер марки РД;
- Шість насосів холодильного агента по два на кожну температуру кипіння;

На вимогу техніки безпеки передбачені засоби захисту: спецодяг, протигази, аптечка. Проектом передбачені аварійна, припливна і витяжна система вентиляції, два виходи з різних сторін компресорного цеху.

Розроблена система автоматичного захисту не допускає роботу холодильної установки в аварійному режимі тим самим, забезпечує безпеку експлуатації і збереження обладнання. Вона включає в себе: захист компресорів від підвищення тиску і температури нагнітання, низької температури масла, захист від зниження тиску всмоктування, захист від попадання рідкого холодоагенту у всмоктуючий трубопровід компресора, захист лінійно-дренажного ресивера від перевищення рівня холодильного агента, захист насосів холодильного агента від втрати продуктивності.

Регулювання температури повітря в камері забезпечується за допомогою реле температури. При підвищенні температури в камері воно відкриває соленоїдний клапан подачі рідкого холодильного агента.

Підтримування робочого рівня в циркуляційному ресивері здійснюється за допомогою реле рівня, яке управляє соленоїдним клапаном на подачі рідкого холодильного агента в апарат.

Крім того, проектом передбачена система автоматичної сигналізації та дистанційного контролю параметрів роботи.

Економічний розрахунок показав, що реальний термін повернення інвестицій складає 4.1 роки а реальні вигоди від проекту в 1.22 рази перевищують капіталовкладення, тому реалізація даного проекту є доцільною.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Явнель Б.К. “Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха”. М.: «Агропромиздат», 1989-223с.
2. ГОСТ 9570-84. Поддоны ящичные и стоечные.- Москва. Изд-во стандартов, 1986.- 10с
3. ГОСТ 13515-91. Ящики из тарного плоского склеенного картона для сливочного масла. - Москва. Изд-во стандартов, 1992.- 9с
4. Сайт компанії «Realpack» [Інтернет ресурс]: Каталог продукції.- Режим доступу: <http://www.realpack.by/catalog/seriya-200/yashchik-plastikovuyu-art-201-1/>.- вільний.
5. ГОСТ 9142-90. Ящики из гофрированного картона .- Москва. Изд-во стандартов, 1992.- 27с
6. Гетун Г.В.. «Основи проектування промислових будівель»: Навчальний посібник. - К.: Кондор, 2009. - 210 с.
7. Курылев Е.С., Оносовский В.В. «Холодильные установки». Санкт-Петербург, 2000. – 576с.
8. Сайт компанії «Witt» [Інтернет ресурс]: Каталог продукції.- Режим доступу:<http://www.thwitt.de/witt/index.php?treeid=190&id=&sprache=ru&fallback=1>,-вільний.
9. НАОП 8.1.00-1.04-90. Правила будови і безпечної експлуатації аміачних холодильних установок.
- 10.Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском: ДНАОП.-К.: Преса України, 1995.-189с .

					00KP142.008.017.2023.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічна схема холодильної обробки продукції	Літ.	Лист	Листів
Розробив		Фещенко Г Є						
Перевірів		Рябчук О М						
Реценз.						ХМ-4-9н		
Н.контр.								
Затверд.		Петренко В П						

11. Масліков, М. М. Холодильна технологія харчових продуктів : Навч. посіб. / М. М. Масліков. - К.: НУХТ, 2007. – 335 с.
12. Данилова Г.Н., Богданов С.Н. и др.; под общей ред. Д-ра техн. Наук Г.Н. Даниловой «Теплообменные аппараты холодильных установок – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1986 – 303 с.
13. Резенфельд Л.М. и Ткачев А.Г. Холодильные машины и аппараты. М., Госториздат, 1960.
14. Тимофеевский Л.С. Холодильные машины – СПб.: Политехника, 1997 – 992с.
15. Чумак И.Г. и др. Холодильные установки – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981 – 344с.

					00KP142.008.017.2023.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		