

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) _____ **ННІТІ ім. акад. І. С. Гулого** _____
Кафедра _____ **теплоенергетики та холодильної техніки** _____

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ **Сергій БЛАЖЕНКО** _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

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

« ___ » _____ 20__ р.

« ___ » _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності _____ **142 Енергетичне машинобудування** _____
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми _____ **Холодильні техніка та технології** _____

на тему: _____ **Проект холодозабезпечення заготівельного холодильника для**
ягід місткістю 1500 т у м. Коростень _____

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

_____ **Кладухін Денис Миколайович** _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ **Мирошник Марія Миколаївна** _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2022р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. 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

“ 31 ” березня 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Кладухін Денис Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодозабезпечення заготівельного холодильника для ягід місткістю 1500 т у м. Коростень

керівник роботи доцент Мирошник Марія Миколаївна

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “31” 03 2022 року №167-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 03.06.2022

3. Вихідні дані до роботи

Холодоагент R717аміак

Тип продукту Ягоди «Вишня», «Виноград», «Смородина»

Ізоляційний матеріал Сендвіч панелі

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

1). Технолог. схема оброблення продукції.

2). Розрахунок холодильної частини проекту

3). Техніко економічні показники

4). Охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу

1. План та розріз будівлі холодильника

2. Схема холодильної установки

Анотація

Темою диплому є проект заготівельного холодильника для ягід місткістю 1500т у м. Коростень. Проаналізовано ефективність підприємства, використання підприємством електроенергії та затрат на будівництво даного проекту, розраховано собівартість одиниці холоду. Приведені технічні креслення і розрахунки щодо встановлюваного обладнання. Всі технічні рішення, які застосовуються, є економічно обґрунтовані.

В дипломі містяться розділи: «Об'ємно-планувальне рішення холодильника», «Розрахунок та вибір тепломасообмінних апаратів», «Охорона праці». В дипломному проекті враховані новітні досягнення в планувальних та конструктивних рішеннях холодильних установок та схемах охолодження.

Проект виконаний на ПК за допомогою програм «Microsoft Office 2020» та «Mathcad 15»

Ключові слова: ягоди, аміак, камери зберігання, камери заморожування, сендвіч панелі, R717.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проект заготівельного холодильника для ягід місткістю 1500 у м. Коростень.	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архив</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кладьчін. Д. М.</i>					<i>3</i>	<i>123</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Мирошник М.М.</i>						
<i>Реценз</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>				Нцхт ХМ-4-12СК		

Зміст

Анотація	
Вступ.....	5
1. Техніко-економічне обґрунтування проекту.....	6
2. Технологія зберігання продукції.....	7-13
3. Об'ємно-планувальне рішення холодильника	14-20
4. Теплоізоляційні конструкції холодильника.....	21-34
5. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.....	35-48
6. Визначення навантаження на обладнання камер та компресори.....	49-50
7. Вибір розрахункового робочого режиму, побудова циклу, розрахунок холодильної машини та вибір компресорів.....	51-61
8. Розрахунок та вибір тепломасообмінних апаратів.....	61-73
9. Розрахунок діаметрів трубопроводів, вибір насосів та допоміжного обладнання холодительної установки.....	74-91
10. Охорона праці.....	92-105
11. Розрахунок економічних показників.....	106-113
Список використаної літератури.....	115

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Аграрний сектор є важливою стратегічною галуззю української національної економіки, яка забезпечує продовольчу безпеку та продовольчу незалежність нашої держави. Сучасний агропромисловий комплекс є важливим сектором економіки України. Аграрний сектор формує продовольчу та у визначених межах економічну, екологічну та енергетичну безпеку, забезпечує розвиток технологічно пов'язаних галузей національної економіки та створює соціально-економічні умови сільського розвитку.

Метою виробників сільгосппродукції є не тільки постійне збільшення обсягів виробництва продукції, а і реалізація її за найбільш вигідною ціною. За останні декілька років в Україні збільшилася площа садів та суттєво зросло виробництво вишень, винограду, смородини та ін..

У зв'язку з цим продовження періоду реалізації дає змогу суттєво збільшити конкурентоспроможність та дохід. Це стає можливим завдяки наявності сучасних заготівельних холодильників та фруктосховищ. Для тривалого зберігання мають бути встановлені оптимальні умови, так як кожен вид фруктів потребує певної температури, вологості та складу повітря.

Для досягнення поставленої мети необхідно нарощувати технічний рівень підприємства, застосовувати найсучасніші методи технології та якісне обладнання, впроваджувати механізовані та автоматизовані системи виробництва. Головними завданнями при проектуванні холодильника є:

- вибір температурного режиму в камерах холодильника;
- визначення основних розмірів холодильника;
- розроблення плану холодильника;
- вибір будівельних та ізоляційних матеріалів;
- вибір та обґрунтування типу системи охолодження.

При вирішенні цих задач в дипломному проектуванні керуються науковими положеннями по зменшенню витрат електроенергії при виробництві штучного холоду.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою даної роботи є проект заготівельного холодильника для ягід місткістю 1500т у м. Коростень. 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.

Коростень— місто в Україні, адміністративний центр Коростенського району та Коростенської міської територіальної громади Житомирської області, великий транспортний вузол Південно-Західної залізниці. Населення Коростеня — 63,3 тисяч осіб.

У Коростені розвинуті підприємства переробної, видобувної, харчової, машинобудівної та хімічної промисловості. Тому будівництво заготівельного холодильника дуже вигідне.

Загальна характеристика ефективності капітальних вкладень в холодильник, що проектується, визначається техніко-економічними показниками, які розраховуються в економічній частині даного проекту. Строк окупності капітальних вкладень в даний проект 4,77 років, а індекс доходності – 1,05, індекс рентабельності - 0,32.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технологія виготовлення зберігання продукції

Сьогодні існує кілька промислових технологій сушіння: конвективна, кондуктивна, сублимаційна, високочастотна, сучасна екологічно чиста інфрачервона технологія.

Особливе значення має питання з післязбиральної доробки плодів, овочів, їхнє сортування, упакування, продовження періоду реалізації - все це дозволяє значно підвищити конкурентоспроможність продукції та отримати більший дохід.

Існує багато способів зберігання. Основні з них: сушіння, заморожування і зберігання в холодильниках. На підприємстві зберігається до 500 т вишні, яка з фермерських господарств, в період з кінця червня до середини липня, при температурі близько +15..+17°C надходить на підприємство кількістю ≈ 10 т/добу.

Вишня заморожується у камерах заморозки, температура в яких -30°C. На виході з камер температура продукту близько -16°C. Після заморожування продукт пакується в поліетилен і складається в картонних ящиках на піддони після чого надходить до холодильних камер, де зберігається при температурі -18°C.

Чорна смородина в звичайних умовах зберігається недовго. Смородина зберігається в поліетиленових мішках місткістю 1-1,5 кг, виконаних з напівпрозорої плівки високого тиску товщиною 50-60 мкм. У таких герметичних поліетиленових пакетах при температурі 0°C смородину можна зберігати 1-2 місяці. В середині поліетиленової упаковки в результаті дихання накопичується вуглекислий газ (до 4-6%) і зменшується вміст кисню. Внаслідок цих змін знижується інтенсивність дихання продукції. При високій вологості повітря в упаковці (95-99%) втрати вологи незначні, тому природний спад маси зменшується до 1% і продукція не в'яне.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проект заготівельного холодильника для ягід місткістю 1500 у м. Коростень.	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архувів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кладцхін. Д. М.</i>					7	123
<i>Перевір.</i>		<i>Мирошник М.М.</i>						
<i>Реценз</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>				Нцхт ХМ-4-12СК		

Пакети складаються в ящики.

Сучасний асортимент столового винограду дозволяє забезпечити вживання винограду у свіжому вигляді протягом 3-х місяців. У спеціальних промислових сховищах з регулюванням газового середовища виноград зберігають до нового врожаю без зниження його якості. Успіх зберігання та перевезення винограду у більшій мірі визначається вибором сорту та впливом ґрунтово-кліматичних факторів.

Зрізані грона складають в невеликі плоскі ящики (10-12 кг) або кошики, обшиті усередині тканиною, укладаючи в один ряд ніжками вгору.

Якщо передбачається транспортувати виноград, урожай сортують і упаковують. При перевезенні на велику відстань упаковка виробляється із застосуванням тирси м'яких деревних порід. На дно ящика ємністю 8-10 кг насипають тирсу шаром 2-3 см і укладають пошарово грона винограду, перешаровуючи їх тирсою. Потім закривають папером і кришкою.

Ящики з виноградом встановлюють штабелями так, щоб був вільний доступ повітря. Оптимальними умовами для зберігання винограду є постійна температура на рівні 0-2°C і відносна вологість повітря 85-90%. У період зберігання регулярно оглядають грона, розкриваючи ящики на вибір через кожні 2-3 тижні, а менш лежкі сорти - частіше, через 1-2 тижні.

Перевезення вантажів всередині холодильника здійснюються електронавантажувачами марки Maxformer серії FB20A [5].

Технічні характеристики:

Вантажопідйомність –2000 кг.

Акумуляторна батарея 48В, 450А/год.

Максимальна висота підйому - 6 м.

Нахил вил – 6°-12° ,

Загальна довжина - 2205мм

Загальна ширина -1100мм

Потужність тягового двигуна 7кВт

Потужність двигуна підйому 8.2кВт

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальна ширина робочого проходу для палети 1200ммх800мм, - 3300мм

Детальна характеристика пакетів та способу їх укладання наведена в табл.2.1. Режими зберігання продуктів в камерах наведені в табл.2.2.

Табл.2.1. Характеристика пакетів та спосіб їх укладання

Вид продукту і тари	Зовнішні розміри ящиків	Маса одного ящика, кг	Кількість ящиків в пакеті, шт	Висота пакету з урахуванням висоти піддону, мм
Вишня	370x285x126 мм	6	2x4x13	1788
Чорна смородина	370x285x126 мм	6	2x4x13	1788
Виноград	370x285x126 мм	6	2x4x13	1788

Продовження табл.2.1

Вид продукту	Площа пакета, м ²	Маса пакета з піддоном	Спосіб укладання продукту в камері
Вишня	0,96	624+15	На стелажах
Чорна смородина	0,96	624+15	На стелажах
Виноград	0,96	624+15	На стелажах

Таблиця 2.2.Режими зберігання продуктів

Вид продукту	Температура, °С	Вологість, %	Термін зберігання
Вишня	-18	85	3 міс.
Чорна смородина	0	95	1 міс.
Виноград	0	90	2 міс.

Розрахунковий час необхідний для заморожування однієї ягоди вишні

Параметри ягоди: радіус $R=0,007\text{м}$, густина $\rho=970\text{кг/м}^3$, вологість $w=0,83$, коефіцієнт теплопровідності замороженої частини $\lambda=1,34\text{Вт/м}\cdot\text{К}$, незамороженої $\lambda_0=0,52\text{Вт/м}\cdot\text{К}$, питома ізобарна теплоємність замороженої частини $c=2,52\text{кДж/кг}\cdot\text{К}$, незамороженої $c_0=3,34\text{кДж/кг}\cdot\text{К}$, криоскопічна температура $t_{кр}=-2,4^\circ\text{С}$, температура повітря $t_{п}=-30^\circ\text{С}$, початкова температура ягоди $t_{поч}=17^\circ\text{С}$, коефіцієнт форми $\Phi=1/3$; $k=2$, питома теплота кристалізації води $q=2,76\text{кДж/кг}$.

Визначаємо коефіцієнт тепловіддачі при заморожуванні:

Параметри повітря при -30°С : $\rho_{п}=1,4\text{кг/м}^3$, $\lambda_{п}=0,022\text{Вт/м}\cdot\text{К}$, $\mu_{п}=1,58\cdot 10^{-5}\text{Па}\cdot\text{с}$. Критерій Архімеда:

$$Ar = \frac{g \cdot d^3 \cdot (\rho - \rho_{п}) \cdot \rho_{п}}{\mu_{п}^2} = \frac{9,8 \cdot 0,014^3 \cdot (970 - 1,4) \cdot 1,4}{(1,58 \cdot 10^{-5})^2} = 1,461 \cdot 10^8$$

Критерій Рейнольдса при порозності шару $\varepsilon=0,64$ – частка вільного простору в шарі:

$$Re = \frac{Ar \cdot \varepsilon^{4.75}}{18 + 0.61\sqrt{Ar \cdot \varepsilon^{4.75}}} = \frac{1.461 \cdot 10^8 \cdot 0.64^{4.75}}{18 + 0.61\sqrt{1.461 \cdot 10^8 \cdot 0.64^{4.75}}} = 6.817 \cdot 10^3$$

Швидкість повітря над шаром:

$$v = \frac{Re \cdot \mu_{п}}{d \cdot \rho_{п}} = \frac{6.817 \cdot 10^3 \cdot 1,58 \cdot 10^{-5}}{0,014 \cdot 1,4} = 5.495\text{м/с}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критерій Нусельта:

$$Nu = 0,4Pr^{\frac{1}{3}}\left(\frac{Re}{\varepsilon}\right)^{2/3} = 0,4 \cdot 0,72^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{6.817 \cdot 10^3}{0,64}\right)^{2/3} = 173,6$$

Коефіцієнт тепловіддачі:

$$\alpha = \frac{\lambda_{\text{п}} \cdot Nu}{d} = \frac{0,022 \cdot 173,6}{0,014} = 272,8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Визначаємо час заморожування в першому наближенні:

$$\tau_0 = \Phi \frac{R \cdot \rho \cdot q \cdot w}{t_{\text{кр}} - t_{\text{о.с.}}} \left(\frac{R}{2 \cdot \lambda} + \frac{1}{\alpha} \right) = \frac{1}{3} \cdot \frac{0,007 \cdot 970 \cdot 276 \cdot 10^3 \cdot 0,83}{-2,4 - (-30)} \cdot \left(\frac{0,007}{2 \cdot 1,34} + \frac{1}{272,8} \right) = 118 \text{с.}$$

Поправка на теплоємність замороженої частини τ_1 :

$$\tau_1 = \frac{\rho \cdot c \cdot R^2}{\lambda} \cdot \frac{1 + \ln \left(1 + \frac{0,65}{Bi^*} \right)}{4 + 2(k-1)}$$

$$Bi = \frac{\alpha \cdot R}{\lambda} = \frac{272,8 \cdot 0,007}{1,34} = 1,43$$

$Bi = Bi^*$ при $k=2(k>1)$

$$\tau_1 = \frac{970 \cdot 2520 \cdot 0,007^2}{1,34} \cdot \frac{1 + \ln \left(1 + \frac{0,65}{1,43} \right)}{4 + 2 \cdot 1} = 10 \text{с.}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поправка на поступове виморожування води τ_2 :

$$\tau_2 = -\frac{q \cdot w \cdot \rho \cdot R^2}{\lambda(t_{кр} - t_n)} \cdot F(Bi, a, k)$$

$$\text{при } a = \frac{t_0 - t_{кр}}{t_{кр} - t_n} = \frac{0 - (-2,4)}{-2,4 - (-30)} = 0,087 \text{ функція}$$

$$F(Bi, a, k) = F(1,43; 0,087; 2) = 0,104$$

t_0 – температура замерзаючої чистої води; $t_0 = 0^\circ\text{C}$;

$$\tau_2 = -\frac{276 \cdot 10^3 \cdot 0,83 \cdot 970 \cdot 0,007^2}{1,34(-2,4 - (-30))} \cdot 0,104 = -30\text{с.}$$

Поправка на зміну теплопровідності замороженої частини τ_3 :

$$\tau_3 = \Phi \cdot \frac{q \cdot w \cdot \rho \cdot R^2}{(t_{кр} - t_n)} \cdot \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda^2} \cdot \frac{b(Bi + 2)}{2 \cdot Bi} \cdot \ln\left(1 + \frac{Bi}{b(Bi + 2)}\right)$$

$$\text{при } b = \frac{2 \cdot \lambda_0 + \lambda}{3 \cdot \lambda_0} \cdot a = \frac{2 \cdot 0,52 + 1,34}{3 \cdot 0,52} \cdot 0,087 = 0,133$$

$$\tau_3 = \frac{1}{3} \cdot \frac{276 \cdot 10^3 \cdot 0,83 \cdot 970 \cdot 0,007^2}{(-2,4 - (-30))} \cdot \frac{1,34 - 0,52}{1,34^2} \cdot \frac{0,133(1,43 + 2)}{2 \cdot 1,43} \cdot \ln\left(1 + \frac{1,43}{0,133(1,43 + 2)}\right) = 14\text{с.}$$

Поправка на початкову температуру тіла складається з τ_4 і тох:

$$\tau_4 = \Phi \cdot c_0 \cdot \rho \cdot R \cdot \frac{t_{поч} - t_{кр}}{t_{кр} - t_n} \cdot \left(\frac{R}{\lambda} \left(2 + \frac{A \cdot \chi_0}{k + 1} \cdot \frac{Bi + 2}{Bi}\right)^{-1} + \frac{1}{\alpha}\right)$$

$$A = \frac{\lambda_0 \cdot q \cdot w}{c_0(t_{кр} - t_n) \cdot \lambda} = \frac{0,52 \cdot 276 \cdot 10^3 \cdot 0,83}{3340(-2,4 - (-30)) \cdot 1,34} = 0,964$$

$$\chi_0 = \frac{(k + 1)(k + 5 + 2\sqrt{2k + 6})}{4} = \frac{(2 + 1)(2 + 5 + 2\sqrt{2 \cdot 2 + 6})}{4} = 9,9$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau_4 = \frac{1}{3} \cdot 3340 \cdot 970 \cdot 0,007 \cdot \frac{17 - (-2,4)}{-2,4 - (-30)}$$

$$\cdot \left(\frac{0,007}{1,34} \left(2 + \frac{0,964 \cdot 9,9}{2 + 1} \cdot \frac{1,43 + 2}{1,43} \right)^{-1} + \frac{1}{272,8} \right) = 23 \text{ с.}$$

Температура початку заморожування тпз:

$$t_{пз} = t_{п} + (t_{кр} - t_{п}) \cdot \frac{A_{об}}{A_{пов}}$$

$$Bi_{н} = \frac{\alpha \cdot R}{\lambda_0} = \frac{272,8 \cdot 0,007}{0,52} = 3,67$$

$$\chi_{н} = \frac{Bi_{н}(k+1)(k+5+2\sqrt{2k+6})(Bi_{н}+\sqrt{2k+6})}{4(\sqrt{2k+6}+2+Bi_{н})Bi_{н}+\sqrt{2k+6}(k+5+2\sqrt{2k+6})}$$

$$= \frac{3,67(2+1)(2+5+2\sqrt{2 \cdot 2+6})(3,67+\sqrt{2 \cdot 2+6})}{4(\sqrt{2 \cdot 2+6}+2+3,67)3,67+\sqrt{2 \cdot 2+6}(2+5+2\sqrt{2 \cdot 2+6})} = 9,998$$

$$A_{пов} = \frac{\Phi \cdot \chi_{н} \cdot A_{об}}{Bi_{н}} = \frac{0,33 \cdot 9,998 \cdot 1}{3,67} = 0,908$$

$$t_{пз} = -30 + (-1 - (-30)) \cdot \frac{1}{0,908} = 0,4^{\circ}\text{C}$$

$$\tau_{ох} = \frac{1}{m_{н}} \cdot \ln \left(A_{пов} \cdot \frac{t_{поч} - t_{п}}{t_{кр} - t_{п}} \right)$$

$$m_{н} = \frac{\lambda_0}{c_0 \cdot \rho \cdot R^2} \cdot \chi_{н} = \frac{0,52}{3340 \cdot 970 \cdot 0,007^2} \cdot 9,998 = 0,033 \text{ с}^{-1}$$

$$\tau_{ох} = \frac{1}{0,033} \cdot \ln \left(0,908 \cdot \frac{17 - (-30)}{-2,4 - (-30)} \right) = 13,2 \text{ с}$$

Загальний час заморожування:

$$\tau_{зам} = \tau_0 + \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 = 118 + 10 + 30 + 14 + 23 = 135 \text{ с.} = 2 \text{ хв. } 15 \text{ с.}$$

Загальний час процесу:

$$\tau_{заг} = \tau_{зам} + \tau_{ох} = 135 + 13,2 = 148,2 \text{ с} = 2 \text{ хв. } 18 \text{ с}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

3. Об'ємно-планувальне рішення холодильника

3.1 Генеральний план

Холодильник складається із наступних основних частин:

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

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

У генплані передбачена щільність забудови до 50%. Споруда холодильника розміщена перпендикулярно автомобільній платформі. Передбачено автомобільний під'їзд до автомобільної платформи. 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.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проект заготівельного холодильника для ягід місткістю 1500 у м. Коростень.	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кладцхін. Д. М.</i>					<i>14</i>	<i>123</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Мирошник М.М.</i>						
<i>Реценз</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>				Нцхт ХМ-4-12СК		

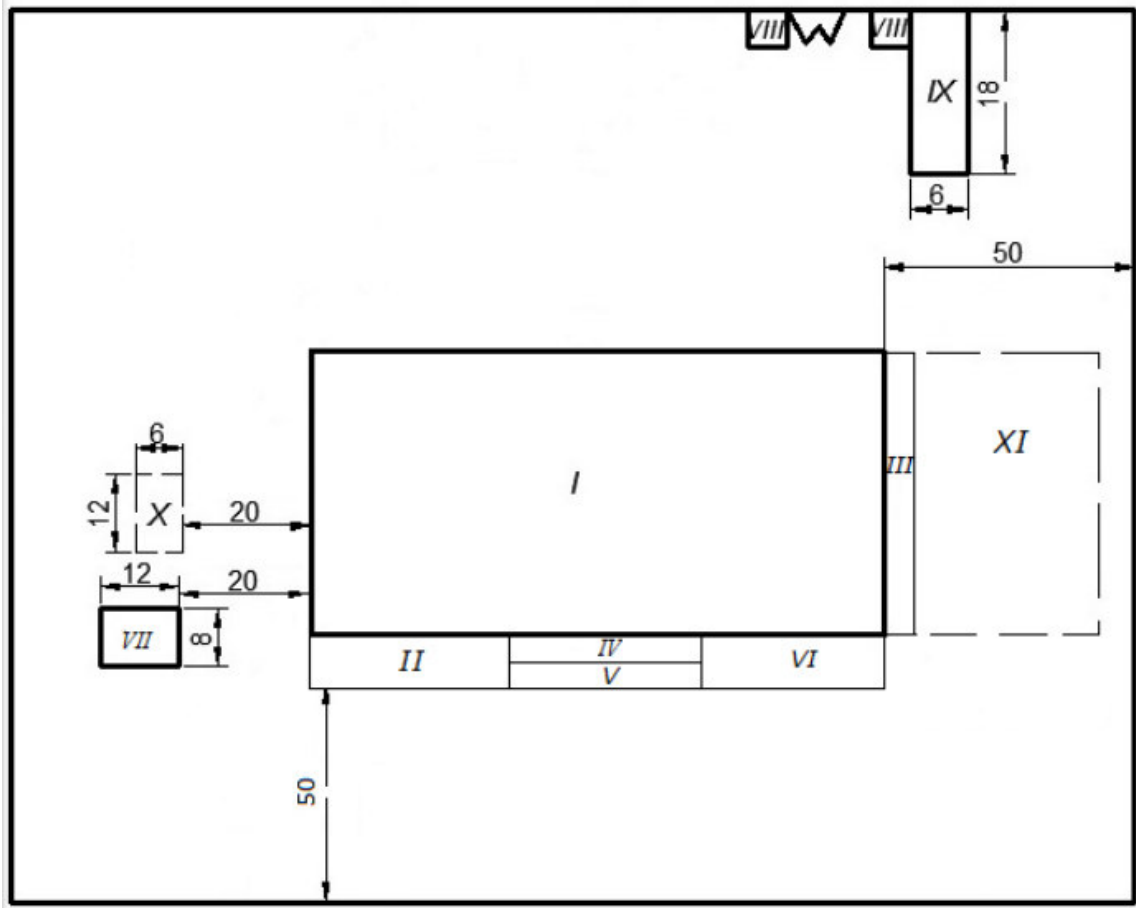


Рис 2.1. Генплан холодильника.

- I – будівля холодильни
- II – машинне відділенн
- III – автомобільна плат
- IV – трансформаторна п
- V – приміщення для об
- VI – службові приміще
- VII – склад для аміаку
- VIII – КПП
- IX – автомобільна вагов
- X – конденсаторна площ
- XI – місце для можливого розширення холодильника

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.424.ПЗ

Арк.

15

3.2 Об'ємно-планувальне рішення холодильника, що проектується

Будівля холодильника проектується за каркасною схемою, стіни збираються із сендвіч панелей.

Всі охолоджувані приміщення холодильника компонують в одному контурі.

Приймаємо сітку колон холодильника 12х6 м. Приміщення одноповерхове. Висота поверху 9м.

Визначаємо основні розміри та місткості камер холодильника.

Приймаємо камери розміром 24х12.

Визначаємо реальну місткість камер. Нанесемо на план холодильника схематичне розміщення стелажів у камерах.

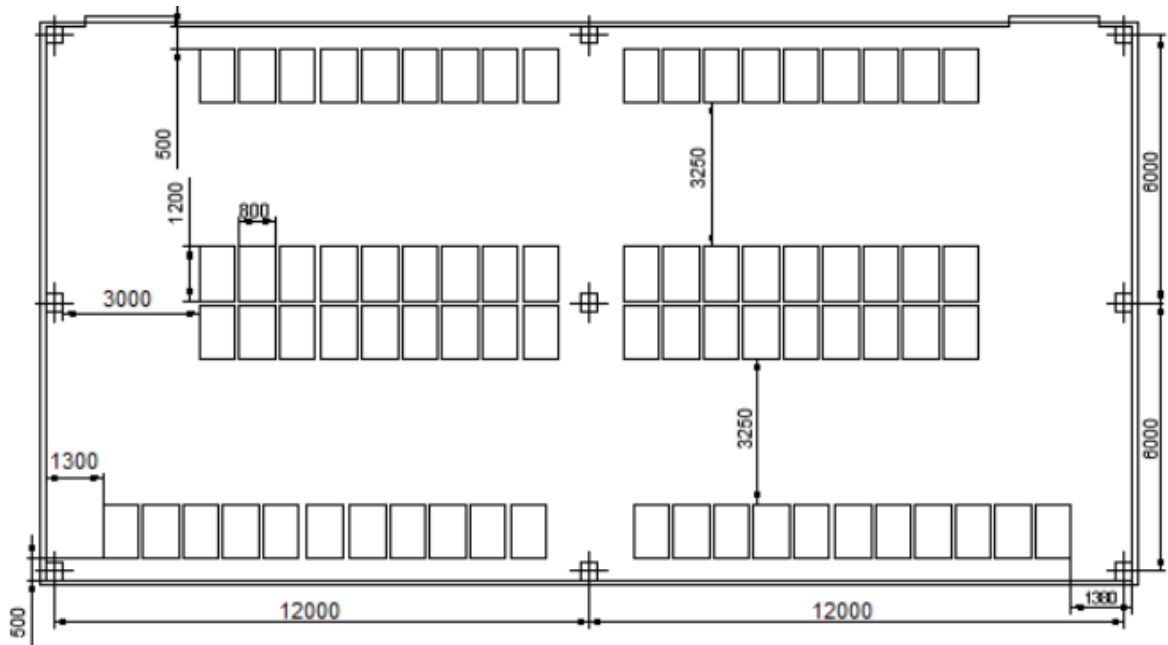


Рис. 3.2 Розміщення піддонів у камерах зберігання 24х12 м.

При такому розташуванні, штабелями в 4 яруса, в одну камеру поміститься 304 палет. Відстань між сусідніми піддонами 10 см.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Визначаємо необхідну кількість камер зберігання продукції.

Кількість камер для зберігання вишні:

$$\frac{550 \cdot 10^3}{624} = 881.41$$

$$\frac{881}{304} = 2.898 \quad 3 \text{ камери}$$

Кількість камер для зберігання чорної смородини:

$$\frac{475 \cdot 10^3}{624} = 761.218$$

$$\frac{761}{304} = 2.503 \quad 3 \text{ камери}$$

Кількість камер для зберігання винограду:

$$\frac{475 \cdot 10^3}{624} = 761.218$$

$$\frac{761}{304} = 2.503 \quad 3 \text{ камери}$$

Результати зводимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1. Зведена таблиця даних про камери

Назва камери	Маса, т	Маса 1 палети, кг	Кількість палет, шт	Розміри камери, м	Кількість камер, шт
Зберігання вишні	550	624	304	24x12	3
Зберігання чорної смородини	475	624	304		3
Зберігання винограду	475	624	304		3

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

Також в холодильнику передбачається 2 камери заморозки(12x12м).

На рис.3.3 зображено план розміщення камер холодильника.

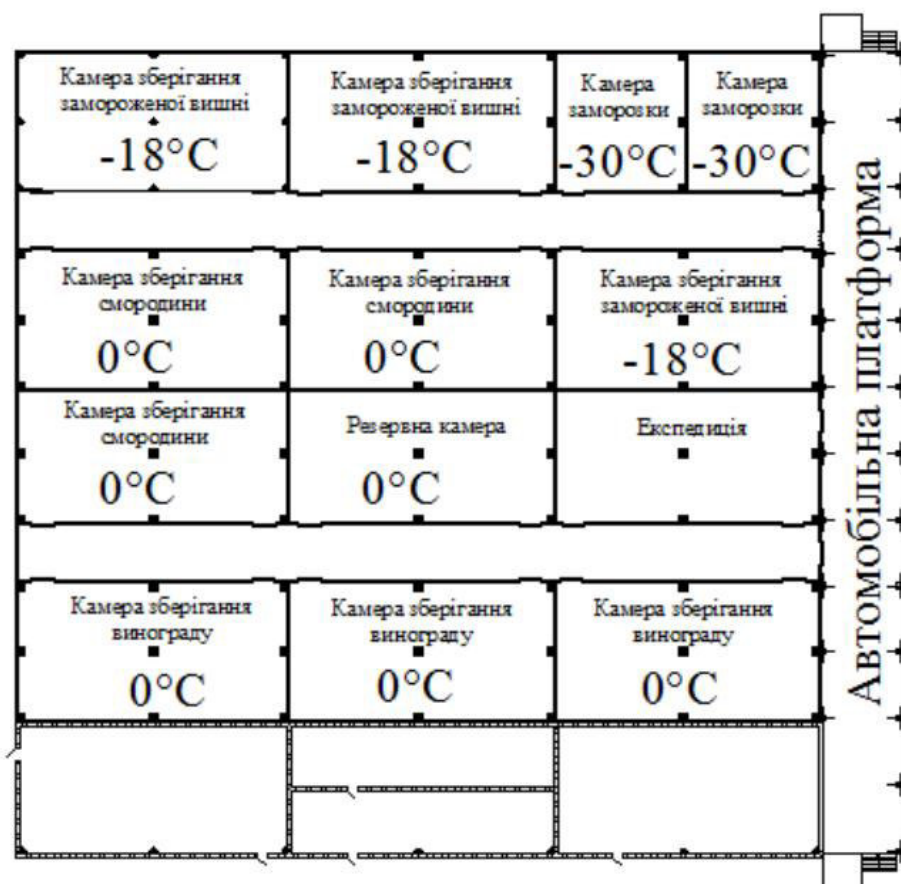


Рис.3.3. Планування холодильника.

3.3.Машинне відділення

Приміщення машинного відділення аміачних холодильних установок відповідно до СНиП 2.09.02-85 “Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования” відносяться за пожежо- і вибухонебезпечністю до категорії “Б”, а за ПУЕ - до категорії “В-2б”. Цим і визначаються вимоги до їх розміщення і об’ємно-планувальні рішення.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Одноповерхова будівля машинного відділення примикає до основної будівлі та відгороджена від нього капітальною вогнетривкою стіною у відповідності до вимог нормативних документів. Апаратне відділення холодильної установки розташоване в машинному відділенні.

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.

Довжина приміщення машинного відділення становить 24 м, ширина - 12 м, висота - 6 м. Вікна дворядні із звичайного скла. Над та під машинним відділенням не має побутових та допоміжних приміщень. З машинного відділення є один вихід на зовні та один через тамбур в побутові та службові приміщення. Двері відчиняються у бік виходу.

Загальна площа дверей і вікон більша за 0,03 м на 1 м об'єму приміщення машинного відділення.

Головний прохід складає 2 м, прохід між виступаючими частинами компресорів складає 1,2 м з кожної сторони компресора, між стіною і ресивером - не менше 0,8 м.

В компресорній залі розташовано аміачні холодильні машини. Для забезпечення холоду камер зберігання використовуємо 2 агрегати Gea Grasso CA-2A (ширина - 1120 мм , довжина - 2350 мм, висота - 1725 мм, маса - 810 кг), 1 агрегат Gea Grasso 310 (ширина - 555 мм , довжина - 1125 мм, висота - 765 мм, маса - 585 кг) і 1 агрегат Gea Grasso DA-2A (ширина - 1120 мм , довжина - 2350 мм, висота - 1725 мм, маса - 880 кг).

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановимо – 1 горизонтальний циркуляційні ресивери 0,75 РД (габаритні параметри: діаметр – 600х6 мм, довжина - 3020мм) і 2 вертикальні циркуляційні ресивери 1,5РДВ (габаритні параметри: діаметр – 800х8 мм, висота - 3380мм). Також встановимо 6 аміачних насосів. Випарні конденстори, лінійні та дренажні ресивери розташовані ззовні, поряд з машинним відділенням.

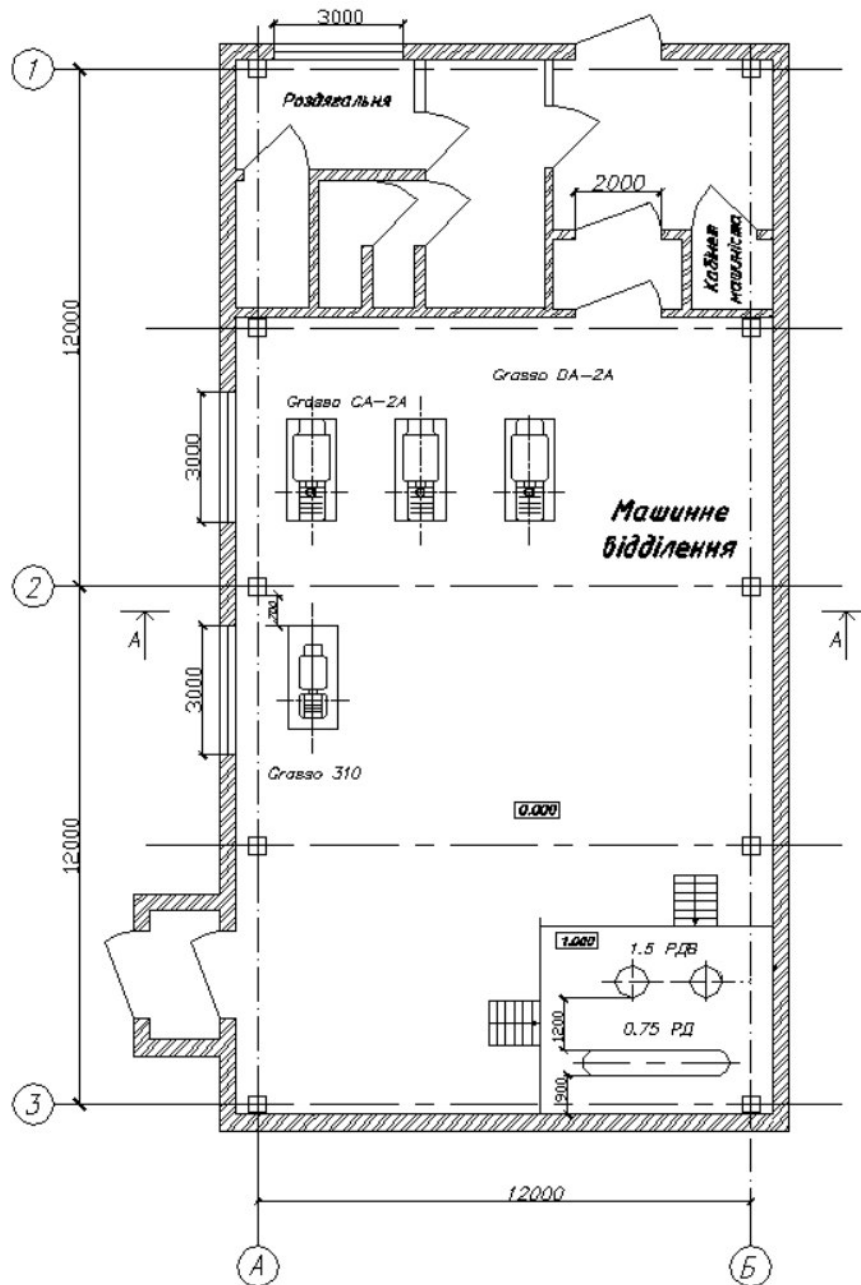


Рис. 3.4 Планування машинного відділення.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.424.ПЗ

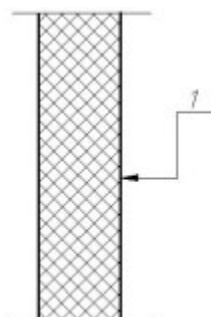
Арк.

20

4. Теплоізоляційні конструкції холодильника

4.1 Розрахунок товщини теплоізоляції.

Будівельно-ізоляційні конструкції холодильних камер наведено в таблицях



Зовнішня стіна		$\lambda,$ Вт/мК
	$\delta,$ м	
1. Сталевий лист	0,001	47
2. Теплоізоляція - сендвіч на основі мінеральної вати	-	0,044
3. Сталевий лист	0,001	47

Потрібна товщина ізоляційного шару:

$$\delta_{із} = \lambda_{із} \cdot \left[\frac{1}{k_0} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right], \text{ м};$$

де $\lambda_{із}$ - коефіцієнт теплопровідності ізоляції, Вт/(м·К);

k_0 - оптимальний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К);

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої або більш теплої сторони огороження, Вт/(м² · К);

α_B - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої або більш холодної сторони огороження, Вт/(м² · К);

Знаходимо потрібну товщину ізоляційного шару:

$$\delta_{із(-30^\circ\text{C})} = 0,044 \times \left[\frac{1}{0,22} - \left(\frac{1}{23} + 0,00004 + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,19 \text{ м}$$

$$\delta_{із(-18^\circ\text{C})} = 0,044 \times \left[\frac{1}{0,25} - \left(\frac{1}{23} + 0,00004 + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,17 \text{ м}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект заготівельного холодильника для ягід місткістю 1500 у м. Коростень.			
Розроб..		Кладцхін. Д. М.						
Перевір..		Мирошник М.М.						
Реценз								
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П.			Літ.	Арк.	Аркушів	
							21	123
						Нцхм ХМ-4-12СК		

$$\delta_{iz(0^{\circ}C)} = 0,044 \times \left[\frac{1}{0,38} - \left(\frac{1}{23} + 0,00004 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,1 \text{ м}$$

Приймаємо дійсне значення товщини теплоізоляції δ із округлюючи розрахункове значення δ із в бік зростання.

Робимо перерахунок коефіцієнта теплопередачі, і він уже буде дійсним:

$$k_{\partial} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_g} + \frac{\delta_{iz\partial}}{\lambda_{iz}}}$$

$$k_{\partial(-30^{\circ}C)} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{1}{11} + \frac{0,2}{0,044}} = 0,24 \frac{Вт}{м^2 \times К}$$

$$k_{\partial(-18^{\circ}C)} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{1}{11} + \frac{0,2}{0,044}} = 0,24 \frac{Вт}{м^2 \times К}$$

$$k_{\partial(0^{\circ}C)} = 0,38 \frac{Вт}{м^2 \times К}$$

Робимо перевірку огорожень на умову утворення конденсату (при розрахунковій зимній температурі зовнішнього повітря):

$$\tau_g = t_g - \frac{t_g - t_n}{\frac{1}{k_{\partial}} \times \alpha_g}$$

де t_n – температура повітря в більш теплому приміщенні,
 t_n – температура повітря в більш холодному приміщенні.

$$\tau_{g(-30^{\circ}C)} = -30 - \frac{-30 - 6,7}{\frac{1}{0,24} \times 11} = -24,31^{\circ}C$$

$$\tau_{g(-18^{\circ}C)} = -18 - \frac{-18 - 6,7}{\frac{1}{0,24} \times 11} = -17,53^{\circ}C$$

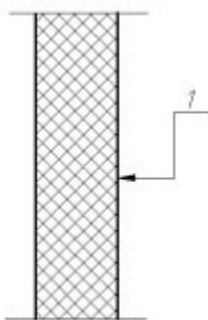
					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau_{e(0^{\circ}\text{C})} = 0 - \frac{0 - 6,7}{\frac{1}{0,38} \times 9} = +0,3^{\circ}\text{C}$$

Щоб не відбувалося випадання конденсату чи утворення інею, повинна виконуватися дана умова:

$$\tau_e \geq t_{m.p.}$$

де $t_{m.p.}$ – температура точки роси в більш теплому приміщенні.



Внутрішня стіна	δ , м	λ , Вт/м*К
1. Сталевий лист	0,001	47
2. Теплоізоляція - сендвіч на основі мінеральної вати	-	0,044
3. Сталевий лист	0,001	47

Приймаємо, що температура в коридорі $+6^{\circ}\text{C}$.

Знаходимо потрібну товщину ізоляційного шару:

$$\delta_{із(-30^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = 0,044 \times \left[\frac{1}{0,25} - \left(\frac{1}{11} + 0,00004 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,167 \text{ м}$$

$$\delta_{із(-18^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = 0,044 \times \left[\frac{1}{0,26} - \left(\frac{1}{11} + 0,00004 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,16 \text{ м}$$

$$\delta_{із(0^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = 0,044 \times \left[\frac{1}{0,5} - \left(\frac{1}{9} + 0,00004 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,078 \text{ м}$$

Приймаємо дійсне значення товщини теплоізоляції δ із округлюючи розрахункове значення δ із в бік зростання.

Робимо перерахунок коефіцієнта теплопередачі, і він уже буде дійсним:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_{\partial(-30^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{1}{11} + \frac{0,2}{0,044}} = 0,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

$$k_{\partial(-18^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{1}{11} + \frac{0,2}{0,044}} = 0,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

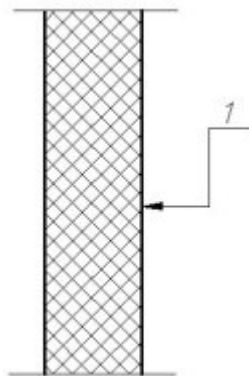
$$k_{\partial(0^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{0,08}{0,044}} = 0,49 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

Робимо перевірку огорожень на умову утворення конденсату (при розрахунковій зимній температурі зовнішнього повітря):

$$\tau_{\partial(-30^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = -30 - \frac{-30 - 6}{\frac{1}{0,23} \times 11} = -24,36^{\circ}\text{C}$$

$$\tau_{\partial(-18^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = -18 - \frac{-18 - 6}{\frac{1}{0,26} \times 11} = -17,44^{\circ}\text{C}$$

$$\tau_{\partial(0^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = 0 - \frac{0 - 6}{\frac{1}{0,49} \times 9} = +0,33^{\circ}\text{C}$$



Перегородка	δ , м	λ , Вт/мК
1. Сталевий лист	0,001	47
2. Теплоізоляція - сендвіч на основі мінеральної вати	-	0,044
3. Сталевий лист	0,001	47

Приймаємо, що сусідня камера не працює, а температура в ній така, як і в коридорі $+6^{\circ}\text{C}$.

Знаходимо потрібну товщину ізоляційного шару:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.424.ПЗ

Арк.

24

$$\delta_{iz(-30^{\circ}\text{C}/-30^{\circ}\text{C})} = 0,044 \times \left[\frac{1}{0,25} - \left(\frac{1}{11} + 0,00004 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,167 \text{ м}$$

$$\delta_{iz(-30^{\circ}\text{C}/-18^{\circ}\text{C})} = 0,044 \times \left[\frac{1}{0,26} - \left(\frac{1}{11} + 0,00004 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,16 \text{ м}$$

$$\delta_{iz(-18^{\circ}\text{C}/-18^{\circ}\text{C})} = 0,044 \times \left[\frac{1}{0,26} - \left(\frac{1}{11} + 0,00004 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,16 \text{ м}$$

$$\delta_{iz(-18^{\circ}\text{C}/0^{\circ}\text{C})} = 0,044 \times \left[\frac{1}{0,5} - \left(\frac{1}{9} + 0,00004 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,078 \text{ м}$$

$$\delta_{iz(0^{\circ}\text{C}/0^{\circ}\text{C})} = 0,044 \times \left[\frac{1}{0,26} - \left(\frac{1}{9} + 0,00004 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,159 \text{ м}$$

Приймаємо дійсне значення товщини теплоізоляції δ ізд округлюючи розрахункове значення δ із в бік зростання.

Робимо перерахунок коефіцієнта теплопередачі, і він уже буде дійсним:

$$k_{\partial(-30^{\circ}\text{C}/-30^{\circ}\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{1}{11} + \frac{0,20}{0,044}} = 0,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

$$k_{\partial(-18^{\circ}\text{C}/-30^{\circ}\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{1}{11} + \frac{0,20}{0,044}} = 0,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

$$k_{\partial(-18^{\circ}\text{C}/-18^{\circ}\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{1}{11} + \frac{0,20}{0,044}} = 0,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

$$k_{\partial(0^{\circ}\text{C}/-18^{\circ}\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{0,08}{0,044}} = 0,49 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

$$k_{\partial(0^{\circ}\text{C}/0^{\circ}\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{0,20}{0,044}} = 0,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робимо перевірку огорожень на умову утворення конденсату (при розрахунковій зимній температурі зовнішнього повітря):

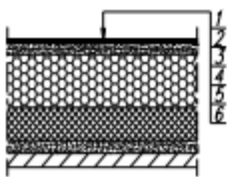
$$\tau_{e(-30^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = -30 - \frac{-30 - 6}{\frac{1}{0,23} \times 11} = -24,36^{\circ}\text{C}$$

$$\tau_{e(-18^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = -18 - \frac{-18 - 6}{\frac{1}{0,26} \times 11} = -17,44^{\circ}\text{C}$$

$$\tau_{e(0^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = 0 - \frac{0 - 6}{\frac{1}{0,49} \times 9} = +0,33^{\circ}\text{C}$$

Щоб не відбувалося випадання конденсату чи утворення інею, повинна виконуватися дана умова:

$$\tau_e \geq t_{m.p.}$$



Покриття	δ м	λ Вт/мК	$\sum \delta_i / \lambda_i$ м ² К/Вт
1. 5 шарів гідроізолау на бітумній мастиці	0,012	0,30	0,134
2. Цементно-піщаний розчин на металевій сітці	0,040	0,98	
3. Пароізоляція (шар пергаміну)	0,001	0,15	
4. Теплоізоляція на основі мінеральної вати	-	0,044	
5. Цементно-піщаний розчин	0,030	0,93	
6. Залізобетонна плита покриття	0,030	2,04	

Для покриття холодильника приймаємо одну товщину ізоляції, як для камери зберігання вишні (-18°C).

Знаходимо термічний опір окремих шарів будівельної конструкції за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

$$R_{\text{зал.бет.}} = \frac{0,03}{2,04} = 0,015 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}, \quad R_{\text{ц.п.}} = \frac{0,03}{0,93} = 0,032 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\text{пар.із.}} = \frac{0,001}{0,15} = 0,007 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}, \quad R_{\text{ц.п.}} = \frac{0,04}{0,98} = 0,04 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\text{гідроіз.}} = \frac{0,012}{0,3} = 0,04 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

Підраховуємо сумарний термічний опір всіх будівельних шарів (крім теплоізоляції) по формулі:

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 0,015 + 0,032 + 0,007 + 0,04 + 0,04 = 0,134 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

Знаходимо потрібну товщину ізоляційного шару:

$$\delta_{\text{із.}} = \lambda_{\text{із.}} \times \left[\frac{1}{k_{\text{тр}}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{н}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} \right) \right]$$

$$\delta_{\text{із.}(-18^{\circ}\text{C})} = 0,044 \times \left[\frac{1}{0,25} - \left(\frac{1}{23} + 0,134 + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,164 \text{ м}$$

Приймаємо дійсне значення товщини теплоізоляції δ ізд округлюючи розрахункове значення δ із в бік зростання.

Робимо перерахунок коефіцієнта теплопередачі, і він уже буде дійсним:

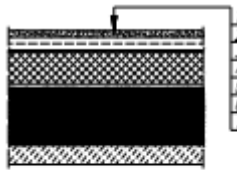
$$k_{\text{д}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{н}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{із.д}}}{\lambda_{\text{із.д}}}}$$

$$k_{\text{д}(-18^{\circ}\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{23} + 0,134 + \frac{1}{11} + \frac{0,2}{0,044}} = 0,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

Робимо перевірку огорожень на умову утворення конденсату (при розрахунковій зимній температурі зовнішнього повітря):

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau_{e(-18^{\circ}\text{C})} = -18 - \frac{-18 - 6,7}{\frac{1}{0,23} \times 11} = -17,48^{\circ}\text{C}$$



Підлога	δ м	λ Вт/мК	$\sum \delta_i / \lambda_i$ м ² К/Вт
1. Монолітне бетонне перекриття із важкого бетону	0,040	1,86	2,433
2. Армована бетонна стяжка	0,080	1,86	
3. Пароізоляція - 1 шар пергаміна	0,001	0,15	
4. Теплоізоляція на основі мінеральної вати	-	0,044	
5. Цементно-пісковий розчин	0,025	0,98	
6. Ущільнений пісок	1,35	0,58	
7. Бетонна підготовка з електронагрівачами	-	-	

Знаходимо термічний опір окремих шарів будівельної конструкції за формулою:

$$R_{\text{пісок}} = \frac{1,35}{0,58} = 2,33 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}, \quad R_{\text{ц.п}} = \frac{0,025}{0,98} = 0,026 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\text{пар.із}} = \frac{0,004}{0,3} = 0,013 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}, \quad R_{\text{бет.ст.}} = \frac{0,08}{1,86} = 0,043 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\text{бет}} = \frac{0,04}{1,86} = 0,021 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

Підраховуємо сумарний термічний опір всіх будівельних шарів (крім теплоізоляції) по формулі:

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 2,33 + 0,026 + 0,013 + 0,043 + 0,021 = 2,433 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

Теплоізоляцію підлоги приймаємо як для камер зберігання морозива (-18°C).

Знаходимо потрібну товщину ізоляційного шару:

$$\delta_{\text{із}} = \lambda_{\text{із}} \times \left[\frac{1}{k_{\text{о}}^{\text{ТР}}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{н}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} \right) \right]$$

$$\delta_{\text{із}(-18^{\circ}\text{C})} = 0,044 \times \left[\frac{1}{0,22} - \left(\frac{1}{11} + 2,433 \right) \right] = 0,089 \text{ м}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо дійсне значення товщини теплоізоляції δ із округлюючи розрахункове значення δ із в бік зростання.

Робимо перерахунок коефіцієнта теплопередачі, і він уже буде дійсним:

$$k_d = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_H} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_{изд}}{\lambda_{изд}}}$$

$$k_{d(-18^{\circ}\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{23} + 2,433 + \frac{1}{11} + \frac{0,1}{0,044}} = 0,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

Результати розрахунків товщини теплоізоляції і коефіцієнтів теплопередачі огороджуючи конструкцій заносимо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Огородження	$t_{\text{в}}$ °C	$\alpha_{\text{в}}$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$	$\alpha_{\text{г}}$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$	$R_{\text{в}}$ $\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$	$R_{\text{г}}$ $\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$	$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ $\frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$	Товщина теплоізол. шару, мм		Коеф. теплопер. $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$	
							$\delta_{\text{в}}^{\text{мп}}$	$\delta_{\text{г}}^{\text{д}}$	$k_{\text{в}}^{\text{мп}}$	$k_{\text{г}}^{\text{д}}$
Зовнішня стіна камери заморозки	-30	23	11	0,0435	0,09	0	190	200	0,22	0,24
Зовнішня стіна камери зберігання вишні	-18	23	11	0,0435	0,09	0	170	200	0,25	0,24
Зовнішня стіна камери зберігання винограду	0	23	9	0,0435	0,111	0	100	100	0,38	0,38
Внутрішня стіна камери заморозки (-30°C/+6°C)	-30	9	11	0,111	0,09	0	167	200	0,25	0,21
Внутрішня стіна камери зберігання морозива (-18°C/+6°C)	-18	9	11	0,111	0,09	0	160	200	0,26	0,21
Внутрішня стіна камери зберігання винограду (0°C/+6°C)	0	9	9	0,111	0,111	0	78	80	0,5	0,49
Перегородка (-30°C/-30°C)	-30	11	11	0,09	0,09	0	167	200	0,25	0,21
Перегородка (-30°C/-18°C)	-18	11	11	0,09	0,09	0	160	200	0,26	0,21
Перегородка (-18°C/-18°C)	-18	11	11	0,09	0,09	0	160	200	0,26	0,21
Перегородка (-18°C/0°C)	0	9	11	0,111	0,09	0	78	80	0,5	0,49
Перегородка (0°C/0°C)	0	9	9	0,111	0,111	0	159	200	0,26	0,21
Покриття	-18	23	11	0,0434	0,09	0,134	164	200	0,25	0,21
Підлога	-18	-	11	-	0,09	2,433	89	100	0,22	0,21

4.2. Пароізоляційні роботи.

При використанні бітумізованих рулонних матеріалів поверхню плит очищують, протирають соляркою, а потім фарбують гарячим бітумом або бітумною мастикою. На оброблену таким чином поверхню наклеюють на гарячому бітумі пароізоляцію з перекриттям швів шириною приблизно 50 мм. Після наклейки двох шарів пароізоляції, всі шви і нещільності біля металевих деталей для кріплення теплоізоляції промазують гарячим бітумом.

Заздалегідь (до виконання пароізоляційних робіт) необхідно закріпити всі закладні для кріплення теплоізоляції (пробки, болти, вуса).

Щоб виконати умову безперервності пароізоляції дерев'яні рейки встановлюють тільки в другому шарі плитної ізоляції і закріплюють їх болтами або вусами, які замуrowані в огорожу.

На готовій пароізоляції не повинно бути тріщин, раковин, вздуття, відшарування.

Для пароізоляційних робіт застосовують безпородоїністі нафтові бітуми з температурою при нанесенні не нижче 160 оС (бітуми марки БН-III, БН-IV, БН-V).

4.3. Теплоізоляційні роботи.

Сендвіч-панелі з наповнювачем мінеральною ватою - це тришаровий конструктор, що складається з двох листів металу, заповнених мінеральною ватою. У стандартному виконанні сендвіч -панель пофарбована харчовою фарбою в Ral 9003 по таблиці квітів Ral .

Також сендвіч -панель може бути виконана з нефарбованого металу, або з нержавіючої сталі (маркування 304 , 201 , 430). При комплектації всі панелі покриті захисною поліетиленовою плівкою , що видаляється після монтажу.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сендвіч-панелі з наповнювачем із жорсткої минеральної вати є сучасним універсальним пропродуктом. Із застосуванням в будівництві систем на основі сендвіч-панелей вирішується комплекс завдань з влаштувань зовнішніх огорожень будівель і внутрішніх перегородок, що забезпечують теплоізоляцію, вогнестійкість, надійну пароізоляцію і повітронепроникність, звукоізоляцію і якісну обробку як зовнішніх, так і внутрішніх поверхонь. Широкий вибір кольорів і типів профілювання облицювальних листів, а також можливість з'єднання зі столярними та іншими конструкціями прорізів, дозволяють здійснювати оригінальні будівельні та архітектурні проекти об'єктів різних розмірів і призначення.

В таблиці 4.2 наведено характеристики стінових панелей.

Таблиця 4.2

Товщина панелі (мм)	Вага панелі (кг/м ²)	Коеф. теплопровідн. кВт/(м ² хК)
40	15	0,75
50	16	0,73
60	17	0,71
80	19,5	0,57
100	22	0,47
120	24	0,38
150	27,5	0,32
200	30,1	0,24
250	33,4	0,19

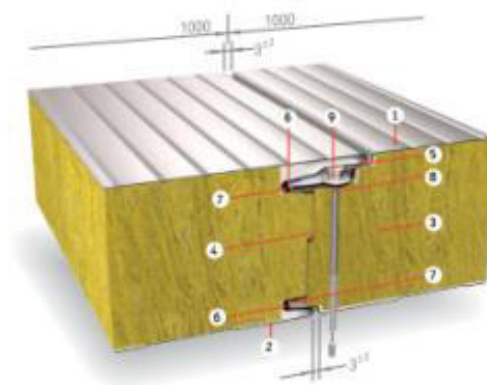


Рис.4.1.Сендвіч-панель

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.424.ПЗ

Арк.

31

1. Зовнішня профільована обшивка з гарячеоцинкованого сталевго листа з полімерним покриттям, що створює гарний зовнішній вигляд поверхні.
2. Внутрішня профільована обшивка гарячеоцинкованого сталевго листа з полімерним покриттям.
3. Наповнювач з безпечної для навколишнього середовища жорсткої мінеральної вати з високим ступенем вогнестійкості.
4. Відфрезерований лабіринтовий стик наповнювача покращує термоізоляцію і підвищує щільність стиків.
5. Великі радіуси вигини обшивки, що гарантують збереження властивостей захисного покриття.
6. Подвійний замок з обох сторін, забезпечує необхідну цілісність при пожежі і полегшує монтаж.
7. Ущільнююча маса, встановлюється при монтажі, що підвищує вогнестійкість та забезпечує не проникність повітря та вологи.
8. Допоміжна канавка, що дозволяє точно монтувати конструкцію.
9. Сховане кріплення, що забезпечує естетичний вигляд фасаду.

4.4. Ізоляція трубопроводів.

Для виготовлення елементів ізоляції трубопроводів застосовуємо вспінений каучук фірми k-flex, який виготовляється у вигляді труб або листів.



Рис. 5.1. Вспінений каучук на трубопроводі.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Трубчасті оболонки застосовуються для теплоізоляції сталевих, мідних і пластмасових трубопроводів з зовнішнім діаметром від 6 до 160 мм.

Вспінений каучук це гнучкий піноматеріал із закритими порами, самозатухаючий, не схильний до дії цвілі і мікроорганізмів. Має високу ступінь стійкості до вологовбирання і паро проникнення. Товщина ізоляційного шару становить 6-32 мм. Щільність ізоляції зі вспіненого каучуку - 40-80 кг/м³. Кількість закритих пор не менше 90%. Ізоляція зі вспіненого каучуку хімічно і водостійка, здатна забезпечити економію до 70% тепла, надійно захищає трубопроводи від утворення конденсату.

Монтаж ізоляції трубопроводів.

- перед установкою ізоляційної труби, її необхідно розрізати вздовж, встановити ізоляцію на трубу так, щоб краї були віддалені один від одного. Нанести рівні шари клею, з'єднати краї трубки та сильно затиснути їх на короткий час.
- при виконанні ізоляції двох вже змонтованих ділянок ізоляції, необхідно вирізати шматок ізоляційної трубки довше місця вкладки на 2 мм, розрізати вздовж та встановити як і основну ізоляцію.

Монтаж ізоляції поворотів трубопроводів.

- необхідно вирізати кусок трубки , довжиною достатньою для ізоляції кута, та розрізати її по середині під кутом 45°. Обернути одну частину трубки відносно іншої – утворивши кут 90°.Та склеїти їх один до одного. Далі виконуються дії описані вище.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- при ізоляції кутів повороту трубопроводів з трубами різних діаметрів, необхідно: спочатку виконати ізоляцію примикаючих до з'єднання труб меншого діаметра, потім з ізоляційної трубки, з внутрішнім діаметром рівним зовнішньому діаметру примикаючої ізоляції, виготовити ізоляційний кут довжиною, яка забезпечує нахлест 25 мм.

Захист поверхні ізоляції від зовнішнього середовища здійснюється фольгоізолом, який забезпечує додаткову теплоізоляцію завдяки відбиттю інфрачервоного випромінювання від поверхні.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень

Початковими даними для розрахунку є план холодильника з нанесеними розмірами камер та орієнтації по сторонам світу, значення коефіцієнтів теплопередачі будівельно-ізоляційних конструкцій, температура та вологість в камерах, зовнішнього повітря, та суміжних приміщень, температура та кількість вантажів що надходять до камер.

5.1. Розрахунок теплопритоків від зовнішнього повітря та приміщень з більшою температурою.

Через огороження, теплота надходить від навколишнього середовища шляхом теплопередачі за рахунок різниці температур в камері та зовнішньому середовищі, також в результаті дії сонячної радіації.

5.1.1. Розраховуємо теплопритоки від зовнішнього повітря та приміщень з більшою температурою:

$$Q_1 = Q_{1т} + Q_{1п} + Q_{1с} + Q_{1ст},$$

де $Q_{1т}$ – теплоприток через стіни,

$Q_{1п}$ – теплоприток через підлогу,

$Q_{1с}$ – теплоприток від сонячної радіації,

$Q_{ст}$ – теплоприток від стелі.

5.1.2. Розраховуємо теплопритоки через зовнішнє огороження під дією різниці температур за:

$$Q_{1т} = k_d \times F \times (t_n - t_v) \times 10^{-3}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект заготівельного холодильника для ягід місткістю 1500 у м. Коростень.	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб..		Кладцхін. Д. М.					35	123
Перевір..		Мирошник М.М.						
Реценз								
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П.				Нцхм ХМ-4-12СК		

де K_d – дійсний коефіцієнт теплопередачі через огорожу,
 F – розрахункова площа поверхні огорожі,
 t_n – розрахункова літня температура повітря зовнішнього боку огорожі,
 t_b – розрахункова темпер. повітря всередині охолоджуваної камери.
 Приймаємо, що сусідні камери відключені і температура в них $+6^\circ\text{C}$.
 Температуру службових приміщень і машинного відділення влітку приймаємо $+25^\circ\text{C}$.

5.1.3. Розраховуємо теплопритоки через підлогу:

$$Q_{1п} = k_d \times F \times (t_r - t_b) \times 10^{-3}$$

де t_r – середня температура гріючого пристрою для нагріву ґрунту

(приймаємо $t_r = 1^\circ\text{C}$)

для підлоги без нагріву

$$Q_{1п} = \sum k_{\text{умов}} \times F \times (t_n - t_b) \times m \times 10^{-3}$$

де $K_{\text{умов}}$ – умовний коефіцієнт теплопередачі відповідної зони підлоги.

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \times (\sum \frac{\delta_n}{\lambda_n})}$$

де δ_n – товщина окремих шарів підлоги,

λ_n – коефіцієнт теплопровідності окремих шарів підлоги.

$m = 1$ – для неізолюваної підлоги.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1.4. Знаходимо теплопритік від дії сонячної радіації:

$$Q_{1c} = k_d \times F \times \Delta t_c \times 10^{-3}$$

де Δt_c – надлишкова різниця температур, яка характеризує дію сонячної радіації в літній час.

На Рис.5.1 зображено розташування і нумерація камер холодильника.

№10 -18°C	№11 -18°C	№12 -30°C	№13 -30°C
№7 0°C	№8 0°C	№9 -18°C	
№4 0°C	№5 0°C	№6 0°C	
№1 0°C	№2 0°C	№3 0°C	

Рис.5.1.Роташування камер холодильника

Від стіни:

$$Q_{1Г(півн)} = 0.49 \cdot (24 \cdot 9) \cdot (6 + 0) \cdot 10^{-3} = 0.635 \text{ кВт}$$

$$Q_{1Г(сх)} = 0.21 \cdot (12 \cdot 9) \cdot (6 + 0) \cdot 10^{-3} = 0.136 \text{ кВт}$$

$$Q_{1Г(півд)} = 0.38 \cdot (24 \cdot 9) \cdot (20 + 0) \cdot 10^{-3} = 1.642 \text{ кВт}$$

$$Q_{1Г(зах)} = 0.38 \cdot (12 \cdot 9) \cdot (20 + 0) \cdot 10^{-3} = 0.821 \text{ кВт}$$

Від стелі:

$$Q_{1ст} = 0,24 \times (24 \times 12) \times (29 + 0) \times 10^{-3} = 2 \text{ кВт}$$

Від ґрунту:

$$Q_{1п(IV \text{ зона})} = 0,07 \times (24 \times 12) \times (29 + 0) \times 1 \times 10^{-3} = 0,58 \text{ кВт}$$

Від сонячної радіації:

$$Q_{1с} = 0 \text{ кВт}$$

$$Q_1 = (0,64 + 0,14 + 1,64 + 0,82) + 2 + 0,58 + 0 = 5,82 \text{ кВт}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок до інших камер.

Вище перераховані дані заносимо в таблицю 5.1

Таблиця 5.1

Назва камери	$F_{кам}$ м ²	$t_{кам}$ °С	$Q_{1т}$ кВт	$Q_{1ст}$ кВт	$Q_{1п}$ кВт	$Q_{1с}$ кВт	Q_1 кВт
№1	288	0	3,24	2	0,58	0	5,82
№2	288	0	2,67	2	0,58	0	5,25
№3	288	0	3	2	0,58	0	5,58
№4	288	0	2,1	2	0,58	0	4,68
№5	288	0	1,19	2	0,58	0	3,77
№6	288	0	0,06	2	0,58	0	2,64
№7	288	0	2,09	2	0,58	0	4,67
№8	288	0	0,47	2	0,58	0	3,05
№9	288	-18	5,74	3,25	1,31	0	10,3

№10	288	-18	4.92	3,25	1,31	0	9.47
№11	288	-18	3.55	3,25	1,31	0	8.1
№12	288	-30	3.2	2,04	1,07	0	6.31
№13	288	-30	4.4	2,04	1,07	0	7.51

5.2. Розрахунок теплопритоків при термічній обробці продуктів.

5.2.1. Розраховуємо теплопритік при термічній обробці продуктів за формулою:

$$Q_2 = Q_{2пр} + Q_{2п} + Q_{2т}$$

5.2.2. Знаходимо теплопритік при доохолодженні продуктів за формулою:

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

де $M_{пр}$ - денне поступання продукту в одну камеру,

Δi - різниця ентальпій при початковій і кінцевій температурах.

5.2.3. Знаходимо теплопритік від продуктів при холодильній обробці в камерах зберігання і заморозки за формулою:

$$Q_{2п} = 1,3 \times M_{пр} \times \Delta i \times \frac{10^3}{\tau_{обр} \times 3600}$$

де $\tau_{обр}$ - термін холодильної обробки.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.4. Знаходимо теплопритік від тари за формулою:

$$Q_{2Т} = M_T \times c_T \times (t_1 - t_2) \times \frac{10^3}{24 \times 3600}$$

де M_T – добове поступання тари,

c_T – теплоємність тари,

t_1 і t_2 – початкова і кінцева температури тари.

Камера №1.

$$Q_{2п} = 2,78 \times (307 - 235,8) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 2,29 \text{ кВт}$$

$$Q_{2Т} = 0,2 \times 2,3 \times (20 - 0) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,12 \text{ кВт}$$

$$Q_2 = 2,29 + 0,12 = 2,41 \text{ кВт}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок до інших камер.

Вище перераховані дані заносимо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2

Назва камери	$F_{\text{кам}'}$ м ²	$t_{\text{кам}'}$ °С	$Q_{2п}'$ кВт	$Q_{2Т}'$ кВт	Q_2' кВт
--------------	-------------------------------------	-------------------------	------------------	------------------	---------------

№1	288	0	2,29	0,12	2,41
№2	288	0	2,29	0,12	2,41
№3	288	0	2,29	0,12	2,41
№4	288	0	2,29	0,12	2,41
№5	288	0	4,81	0,27	5,08
№6	288	0	4,81	0,27	5,08
№7	288	0	4,81	0,27	5,08
№8	288	0	4,81	0,27	5,08
№9	288	-18	0,28	0,01	0,29
№10	288	-18	0,28	0,01	0,29
№11	288	-18	0,28	0,01	0,29
№12	288	-30	9,22	0,19	9,41
№13	288	-30	9,22	0,19	9,41

5.3. Розрахунок експлуатаційних теплопритоків.

5.3.1. Розраховуємо експлуатаційні теплопритоки за формулою:

$$Q_3 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4$$

де q_1 – теплопритоки від освітлення,

q_2 – теплопритоки від людей,

q_3 – теплопритоки від працюючих електродвигунів,

q_4 – теплопритоки від відкривання дверей.

5.3.2. Знаходимо теплоприток від освітлення за формулою

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

де A – питомий теплопритік від приладів на 1 м^2 підлоги,
 F – площа камери.

5.3.3. Знаходимо теплопритік від перебування людей за формулою:

$$q_2 = 0,35 \times n$$

де n – число людей, працюючих в приміщенні.

5.3.4. Знаходимо теплопритік від працюючих електродвигунів за формулою:

$$q_3 = N_e \times \eta_e$$

N_e – сумарна потужність всіх електродвигунів,
де η_e – ККД електродвигуна.

5.3.5. Знаходимо теплопритік від відкриття дверей за формулою:

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

де K – питомий теплоприток від відкриття дверей,
 F – площа камери.

Камера №1.

$$q_1 = 2,3 \times 288 \times 10^{-3} = 0,66 \text{ кВт}$$

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

$$q_3 = 2 \text{ кВт}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_4 = 12 \times 288 \times 10^{-3} = 3,46 \text{ кВт}$$

$$Q_4 = 0,66 + 0,35 + 2 + 3,46 = 6,47 \text{ кВт}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок до інших камер.

Вище перераховані дані заносимо до таблиці 5.3

Таблиця 5.3

Назва камери	F _д , м ²	A, Вт/м ²	q ₁ , кВт	n, чол	q ₂ , кВт	N _{ел} , кВт	q ₃ , кВт	K, Вт/м ²	q ₄ , кВт	Q _з , кВт
№1	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	12	3,46	6,47
№2	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	12	3,46	6,47
№3	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	12	3,46	6,47
№4	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	12	3,46	6,47
№5	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	12	3,46	6,47
№6	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	12	3,46	6,47
№7	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	12	3,46	6,47
№8	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	12	3,46	6,47
№9	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№10	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№11	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№12	144	2,3	0,33	1	0,35	2	2	15	2,16	4,84
№13	144	2,3	0,33	1	0,35	2	2	15	2,16	4,84

5.4. Розрахунок теплопритоків при «диханні» продуктів.

$$Q_4 = B_k \times (0,1 \times q_n + 0,9 \times q_{xp}) \times 10^{-3}$$

де B_k – місткість камери,

$q_{п}$ і $q_{хр}$ – тепловиділення при температурах поступання і зберігання.

Камера №1.

$$Q_5 = 166,67 \times (0,1 \times 78 + 0,9 \times 9) \times 10^{-3} = 2,65 \text{ кВт}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок до інших камер

Вище перераховані дані заносимо до таблиці 5.4

Таблиця 5.4

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Назва камери	$F_{\text{кам}}, \text{ м}^2$	$t_{\text{кам}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$V_{\text{к}}, \text{ т}$	$q_{\text{п}}, \text{ Вт/т}$	$q_{\text{хр}}, \text{ Вт/т}$	$Q_4, \text{ кВт}$
№1	288	0	166,67	78	9	2,65
№2	288	0	166,67	78	9	2,65
№3	288	0	166,67	78	9	2,65
№4	288	0	166,67	78	9	2,65
№5	288	0	0	0	0	0
№6	288	0	166,67	78	9	2,65
№7	288	0	166,67	78	9	2,65
№8	288	0	166,67	78	9	2,65
№9	288	-18	0	0	0	0
№10	288	-18	0	0	0	0
№11	288	-18	0	0	0	0
№12	144	-30	0	0	0	0
№13	144	-30	0	0	0	0

5.5. Теплонадходження при вентиляції визначається за формулою:

$$Q_5 = \frac{V_{\text{к}} * a * \rho_{\text{п}} * (i_{\text{зн}} - i_{\text{вн}})}{86,4},$$

де $V_{\text{к}}$ - об'єм камери, м^3 ;

a – кратність повітрообміну, приймається по [10]

$\rho_{\text{п}}$ - густина повітря при температурі і відносній вологості в камері, 3 м кг ;
приймається по додатку 8 [10];

$i_{\text{зн}}, i_{\text{вн}}$ - питомі ентальпії зовнішнього повітря і повітря в камері, знаходяться по i - d – діаграмі для вологого повітря.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Камера №1.

$$Q_5 = \frac{1382,4 * 3 * 1,28 * (64 - 8)}{86,4} = 3,44 \text{ кВт}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок до інших камер.

Вище перераховані дані заносимо до таблиці 5.5

Таблиця 5.5

Назва камери	$V_{к}$ м ³	a	$\rho_{п}$ кг/м ³	$i_{зн}$ кДж/кг	$i_{вн}$ кДж/кг	Q_5 кВт
№1	2592	3	1,28	64	8	3,44
№2	2592	3	1,28	64	8	3,44
№3	2592	3	1,28	64	8	3,44
№4	2592	3	1,28	64	8	3,44
№5	2592	0	0	0	0	0
№6	2592	3	1,28	64	8	3,44
№7	2592	3	1,28	64	8	3,44
№8	2592	3	1,28	64	8	3,44
№9	2592	0	0	0	0	0
№10	2592	0	0	0	0	0
№11	2592	0	0	0	0	0
№12	1296	0	0	0	0	0
№13	1296	0	0	0	0	0

5.6. Загальна кількість теплоти, що надходить в охолоджуване приміщення холодильника:

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

де Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 – надходження теплоти відповідно через огорожувальні будівельні конструкції; від продуктів при холодильному оброблені; теплопритоки, пов'язані з експлуатацією камери.

Камера №1.

$$Q = 5.82 + 2.41 + 6.47 + 2.65 + 3.44 = 20.79$$

Аналогічний розрахунок виконуємо для решти камер.

Вище перераховані дані заносимо до таблиці 5.4

Таблиця 5.4

Назва камери	$t_{\text{кам}},$ °C	$Q_1, \text{кВт}$	$Q_2, \text{кВт}$	$Q_3, \text{кВт}$	$Q_4,$ кВт	$Q_5,$ кВт	$Q, \text{кВт}$
№1	0	5.82	2,41	6,47	2,65	3,44	20.8
№2	0	5.25	2,41	6,47	2,65	3,44	20.25
№3	0	5.58	2,41	6,47	2,65	3,44	20.6
№4	0	4.68	2,41	6,47	2,65	3,44	19.7
№5	0	3.77	5,08	6,47	0	0	15.32

№6	0	2.64	5,08	6,47	2,65	3,44	20.28
№7	0	4.67	5,08	6,47	2,65	3,44	22.31
№8	0	3.05	5,08	6,47	2,65	3,44	20.69
№9	-18	10.3	0,29	5,31	0	0	15.9
№10	-18	9.47	0,29	5,31	0	0	15.7
№11	-18	8.1	0,29	5,31	0	0	13.7
№12	-30	6.31	9,41	4,84	0	0	20.57
№13	-30	7.51	9,41	4,84	0	0	21.77
Разом							247.59

6.Визначення навантаження на обладнання камер та компресори.

Навантаження на компресор QKM складається із усіх видів теплопритоків, але іноді їх можна враховувати не повністю, а частково, в залежності від типу та призначення холодильної камери. Навантаження на компресор розраховується по наближеному методу рекомендованому для холодильників з великою кількістю камер [7].

Навантаження на компресор від теплопритоку через огороження приймають

$$Q_{1км} = 0,9 \times Q_1$$

Навантаження на компресор від термічної обробки продуктів приймають:

$$Q_{2км} = 0,6 \times Q_2 - \text{для камер зберігання охолоджених вантажів, Вт};$$

Навантаження на компресор від експлуатаційних теплопритоків приймають:

$$Q_{3км} = 0,75 \times Q_3 - \text{для всіх камер, Вт.}$$

Навантаження на компресор від «дихання» продуктів приймається:

$$Q_{4км} = Q_4 - \text{для всіх камер, Вт.}$$

Навантаження на компресор від вентиляції приймається:

$$Q_{5км} = Q_5 - \text{для всіх камер, Вт.}$$

Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння $t_0 = -8^\circ\text{C}$

1. Камери зберігання винограду:

$$Q_{\text{вин}} = 0,9 \times Q_1 + 0,6 \times Q_2 + 0,75 \times Q_3 = 0,9 \times (5,82 + 5,25 + 5,58) + 0,6 \times (2,41 + 2,41 + 2,41) + 0,75 \times (6,47 + 6,47 + 6,47) + (2,65 + 2,65 + 2,65) + (3,44 + 3,44 + 3,44) = 14,99 + 4,34 + 14,56 + 7,95 + 10,32 = 52,17 \text{ кВт}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб..		Кладцхін. Д. М.			Проект заготівельного холодильника для ягід місткістю 1500 у м. Коростень.	Літ.	Арк.	Архувів
Перевір..		Мирошник М.М.					49	123
Реценз						Нцхм ХМ-4-12СК		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П.						

2. Камери зберігання чорної смородини:

$$Q_{см} = 0,9 \times Q_1 + 0,6 \times Q_2 + 0,75 \times Q_3 = 0,9 \times (4,67 + 4,67 + 3,05) + 0,6 \times (2,41 + 5,08 + 5,08) + 0,75 \times (6,47 + 6,47 + 6,47) + (2,65 + 2,65 + 2,65) + (3,44 + 3,44 + 3,44) = 11,16 + 7,54 + 4,85 + 7,95 + 10,32 = 41,85 \text{ кВт}$$

3. Експедиція:

$$Q_{екс} = 0,9 \times Q_1 + 0,6 \times Q_2 + 0,75 \times Q_3 = 0,9 \times 2,64 + 0,6 \times 5,08 + 0,75 \times 6,47 + 2,65 + 3,44 = 2,38 + 3,05 + 4,85 + 2,65 + 3,44 = 16,38 \text{ кВт}$$

$$Q_{-8} = k \times \frac{\sum Q_{кмз}}{b} = 1,05 \times \frac{54,5 + 42,08 + 16,38}{0,9} = 131,79 \text{ кВт}$$

Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння $t_0 = -26^\circ\text{C}$

Камери зберігання замороженої вишні:

$$Q_{км2} = 0,9 \times Q_1 + 0,7 \times Q_2 + 0,75 \times Q_3 = 0,9 \times (10,3 + 9,47 + 8,1) + 0,7 \times (0,29 + 0,29 + 0,29) + 0,75 \times (5,31 + 5,31 + 5,31) = 25,1 + 0,61 + 11,95 = 37,66 \text{ кВт}$$

$$Q_{-26} = 1,07 \cdot \frac{37,66}{0,9} = 44,8 \text{ кВт}$$

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

Камери заморозки:

$$Q_{км1} = 0,9 \times Q_1 + 0,7 \times Q_2 + 0,75 \times Q_3 = 0,9 \times (6,31 + 7,51) + 0,7 \times (9,41 + 9,41) + 0,75 \times (4,84 + 4,84) = 12,5 + 13,17 + 7,26 = 32,93 \text{ кВт}$$

$$Q_{-40} = 1,1 \cdot \frac{32,93}{0,9} = 40,25 \text{ кВт}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Вибір розрахункового робочого режиму, побудова циклу, розрахунок холодильної машини та вибір компресорів

Розрахунковий режим холодильної машини характеризується температурами кипіння t_0 , конденсації t_k , всмоктування (пари на вході в компресор) $t_{вс}$ і переохолодженням перед дроселюванням $t_{переох}$.

Значення цих параметрів обирають в залежності від призначення холодильної машини і розрахункових зовнішніх умов. Температуру кипіння хол. аг. приймаємо на $8-10^\circ\text{C}$ нижчою, ніж температура у камерах охолодження при безпосередньому охолодженні.

Оскільки при проектуванні холодильної установки ми використовуємо випарні конденсатори, то температура і тиск конденсації буде залежати від густини теплового потоку q_F і температури навколишнього повітря по мокрому термометру. По Рис.11.1[7] знаходимо, що $t_k = 38^\circ\text{C}$.

Проміжний тиск знаходимо за формулою:

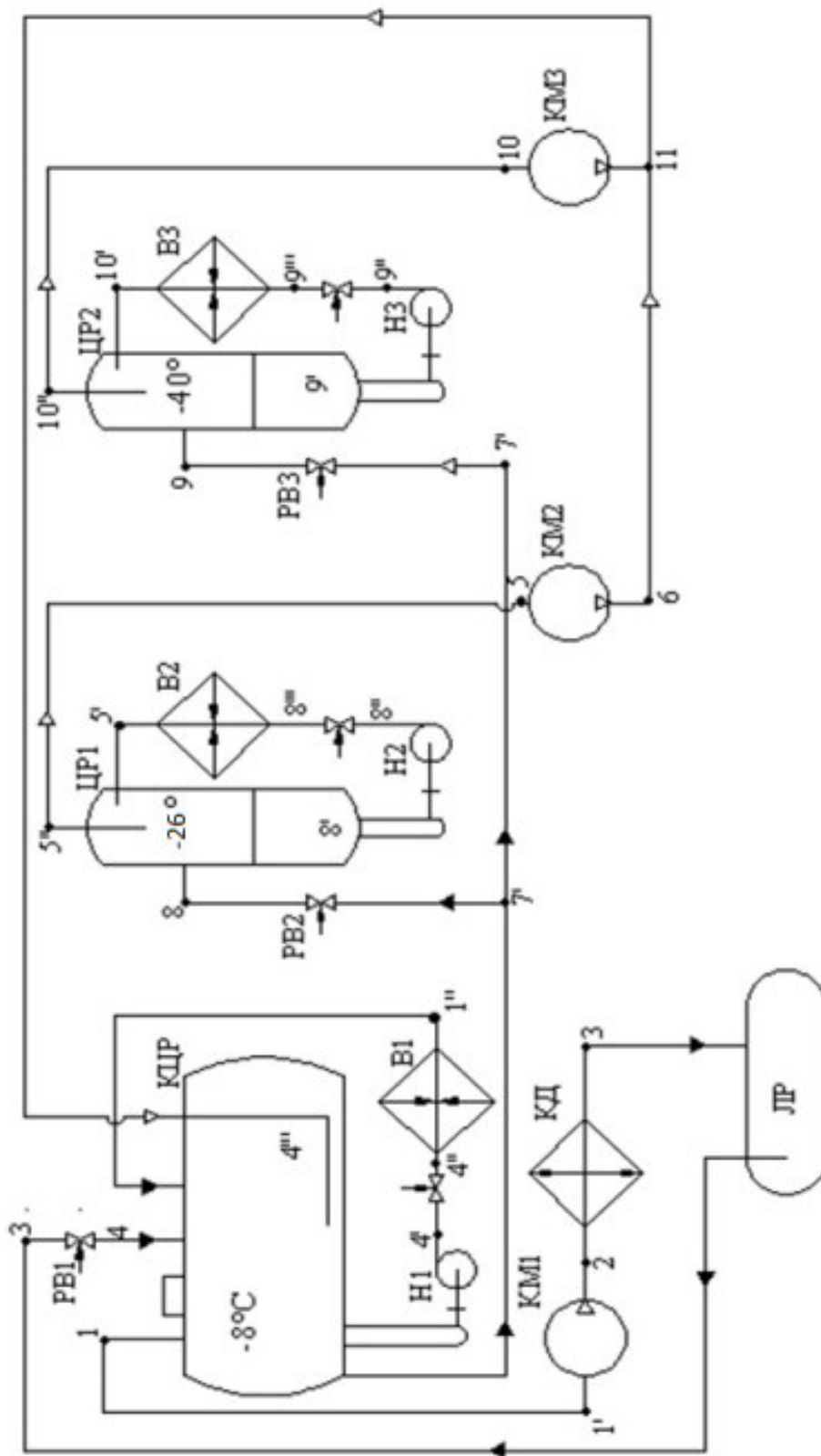
табл. 7.

№ точки	t, °C	p, бар	u, м³/кг	h, кДж/кг
1	2	3,2	0,4	1480
2a	117	13,5	0,13	1720
2p	134	13,5	0,13	1765
2	50	13,5	0,095	1510
3	33	13,5	-	350
4	-8	3,2	0,06	350
4'''	-8	3,2	-	160
4'	-7	6	-	165
4''	-8	3,2	0,025	165
1''	-8	3,2	0,1	480
1'	-8	3,2	0,38	1450
7'	-8	3,2	-	160
8	-26	1,6	0,07	160
8'	-26	1,6	-	70
8''	-25	3,7	-	75
8'''	-26	1,6	-	75

продовж.

№ точки	t, °C	p, бар	u, м³/кг	h, кДж/кг
5'	-26	1,6	0,2	410
5''	-26	1,6	0,8	1420
5	-16	1,6	0,85	1450
6a	35	3,2	0,46	1570
6p	49	3,2	0,49	1585
9	-40	0,71	0,17	160
9'	-40	0,71	-	25
9''	-39	2,5	-	30
9'''	-40	0,71	-	30
10'	-40	0,7	0,41	370
10''	-40	0,71	1,6	1410
10	-25	0,7	1,7	1430
11a	70	3,2	0,52	1640
11p	88	3,2	0,55	1680
11	50	3,2	0,49	1590
12	50	3,2	0,49	1590

00.ДП.142.008.424.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб..		Кладьчін. Д. М.		
Перевір..		Мирошник М.М.		
Реценз				
Н. Контр.				
Затверд.		Петренко В.П.		
Проект заготівельного холодильника для язід місткістю 1500 у м. Коростень.			Літ.	Арк.
				51
			Аркушів 123	
Нцхт ХМ-4-12СК				



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.424.ПЗ

Арк.

52

Оскільки пара у гвинтових компресорах охолоджується мастилом, то її температура буде залежати від о.с. (приймаємо 50°C). Щоб знайти навантаження на маслоохолоджувачі необхідно знайти дійсні процеси стиснення за формулою:

$$h_p = h_i + \frac{h_a - h_i}{\eta_i};$$

де h_p – ентальпія кінця реального процесу стискування, h_a – ентальпія кінця адіабатного процесу стискування, h_i – ентальпія на всмоктуванні, η_i – індикаторний ККД.

$$\eta_i = \lambda_\omega + b \times t_0,$$

де λ_ω – тепловий коефіцієнт, $b = 0,001$ – для аміаку.

Знаходимо тепловий коефіцієнт для кожного компресора за формулою:

$$\lambda_\omega = \frac{T_0}{T_k}; \quad \lambda_{\omega(-8)} = \frac{265}{311} = 0,85;$$

$$\lambda_{\omega(-26)} = \frac{247}{265} = 0,93; \quad \lambda_{\omega(-40)} = \frac{233}{265} = 0,88;$$

Знаходимо індикаторний ККД для кожного компресора за формулою:

$$\eta_{i(1 \text{ компр})} = 0,85 + 0,001 \times (-8) = 0,84$$

$$\eta_{i(2 \text{ компр})} = 0,93 + 0,001 \times (-26) = 0,9$$

$$\eta_{i(3 \text{ компр})} = 0,88 + 0,001 \times (-40) = 0,84$$

Знаходимо дійсний процес стиснення для кожного компресора за формулою:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h_{2p} = h_1 + \frac{h_{2a} - h_1}{\eta_{i(1 \text{ компр})}} = 1480 + \frac{1720 - 1480}{0,84} = 1700 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}};$$

$$h_{6p} = h_5 + \frac{h_{6a} - h_5}{\eta_{i(2 \text{ компр})}} = 1450 + \frac{1570 - 1450}{0,9} = 1585 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}};$$

$$h_{11p} = h_{10} + \frac{h_{11a} - h_{10}}{\eta_{i(3 \text{ компр})}} = 1430 + \frac{1640 - 1430}{0,84} = 1680 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}};$$

Розрахунок компресора КМЗ.

Масова витрата холодильного агенту, який циркулює в холодильному контурі з циркуляційним ресивером, знаходиться за формулою:

$$M = \frac{40,25}{1410 - 25} = 0,029 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Звідси знаходимо за формулою масову витрату х.а. через компресор №3:

$$m_{(\text{компр 3})} = \frac{M}{1 - x_9} = \frac{0,029}{1 - 0,1} = 0,033 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Коефіцієнт подачі λ знаходиться за табл.11.2[1]:

$$\lambda_3 = 0,85$$

За формулою знаходимо дійсну масову витрату через компресор №3:

$$m_{\partial(\text{компр 3})} = \frac{m_{(\text{компр 3})}}{\lambda_3} = \frac{0,033}{0,85} = 0,039 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Розрахунок компресора КМ2.

Масова витрата холодильного агенту, який циркулює в холодильному контурі з циркуляційним ресивером, знаходиться за формулою:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M = \frac{44.8}{1420 - 70} = 0.034 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Звідси знаходимо за формулою масову витрату х.а. через компресор №2:

$$m_{(\text{компр } 2)} = \frac{M}{1 - x_8} = \frac{0,034}{1 - 0,06} = 0,036 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Коефіцієнт подачі λ знаходиться за табл.11.2[1]:

$$\lambda_2 = 0,8$$

За формулою знаходимо дійсну масову витрату через компресор №2:

$$m_{\partial(\text{компр } 2)} = \frac{m_{(\text{компр } 2)}}{\lambda_2} = \frac{0,036}{0,8} = 0,045 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Розрахунок компресора КМ1.

Масова витрата холодильного агенту, який циркулює в холодильному контурі з циркуляційним ресивером, знаходиться за формулою:

$$M = \frac{131.79}{1450 - 165} = 0.103 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Для знаходження масової витрати через компресор №1 необхідно скласти баланс:

$$\begin{aligned} & (m_{(\text{компр } 3)} + m_{(\text{компр } 2)}) \times h_{12} + M_{(-8)} \times h_{1'} + m_{(\text{компр } 1)} \times h_4 = \\ & = M_{(-8)} \times h_{4''} + (m_{(\text{компр } 3)} + m_{(\text{компр } 2)}) \times h_{7'} + m_{(\text{компр } 1)} \times h_{1'} \end{aligned}$$

Звідси:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{(\text{компр } 1)} = \frac{(m_{(\text{компр } 3)} + m_{(\text{компр } 2)}) \times (h_{12} - h_{7'}) + M_{(-8)} \times (h_{1'} - h_{4''})}{h_{1'} - h_4} =$$

$$= \frac{(0,039 + 0,045) \times (1590 - 160) + 0,103 \times (1450 - 165)}{1450 - 350} = 0,23 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Коефіцієнт подачі λ знаходиться за табл. 11.2[1]:

$$\lambda_1 = 0,83$$

За формулою знаходимо дійсна масову витрату через компресор №1:

$$m_{\partial(\text{компр } 1)} = \frac{m_{(\text{компр } 1)}}{\lambda_1} = \frac{0,23}{0,83} = 0,277 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Підбираємо компресори:

Компресор КМ1

$$V_h = m_{\partial(\text{компр } 1)} \times \vartheta_{1'} = 0,277 \times 0,38 = 0,105 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 378,94 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо 2 гвинтових компресори Gea Grasso SP1C.

Марка компресора	Габарити, мм			Об'ємна витрата при $n^{-1} = 2940$ об/хв(50 Гц), $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	DN1, мм	DN2, мм	Маса, кг
	Д	Ш	В				
Grasso SP1C	2350	1120	1725	231	80	40	870

Дійсну об'ємну подачу знаходимо за формулою:

$$V_{\partial} = 231 \times 2 = 462 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,128 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Дійсна масова витрата знаходиться за формулою 11.6[1]:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$M_{(-8)} = \frac{\lambda_1 \times V_\partial}{\vartheta_{1'}} = \frac{0,85 \times 0,128}{0,38} = 0,286 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Сумарна теоретична потужність знаходиться за формулою 11.8[1]:

$$N_{m(-8)} = M_{(-8)} \times (h_2 - h_{1'}) = 0,286 \times (1510 - 1450) = 17,16 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність компресора знаходиться за формулою 11.9[1]:

$$N_{i(-8)} = \frac{N_{m(-8)}}{\eta_{i(1 \text{ компр})}} = \frac{17,16}{0,84} = 20,43 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність знаходиться за формулою 11.10[1]:

$$N_{e(-8)} = \frac{N_{i(-8)}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{20,43}{0,9} = 22,7 \text{ кВт}$$

де $\eta_{\text{мех}}$ – механічний ККД компресора.

Електрична потужність знаходиться за формулою 11.11[1]:

$$N_{\text{ел}(-8)} = \frac{N_{e(-8)}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{22,7}{0,9} = 25,22 \text{ кВт}$$

де $\eta_{\text{ел}}$ – електричний ККД компресора.

Для забезпечення нормальної роботи компресорів необхідно брати запас потужності 10% .

Підбираємо 3 двигуни Leroy Somer PLS 15.

$$N_{\text{ел,реал}(-8)} = 2 \times 15 = 30 \text{ кВт}$$

Підбираємо 2 агрегати СА-2А

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

КомпресорКМ2

$$V_h = m_{\partial(\text{компр } 2)} \times \vartheta_5 = 0,045 \times 0,85 = 0,038 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 136,8 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо 1 поршневий компресор Gea Grasso 310.

Марка компресора	Габарити, мм			Об'ємна витрата при $n^{-1} = 1450$ об/хв(50 Гц), $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	DN1, мм	DN2, мм	Маса, кг
	Д	Ш	В				
Grasso 310	1125	555	765	210	76	54	585

Дійсну об'ємну подачу знаходимо за формулою:

$$V_{\partial} = 210 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,058 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Дійсна масова витрата знаходиться за формулою:

$$M_{(-26)} = \frac{\lambda_2 \times V_{\partial}}{\vartheta_5} = \frac{0,93 \times 0,058}{0,85} = 0,063 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Сумарна теоретична потужність знаходиться за формулою:

$$N_{m(-26)} = M_{(-26)} \times (h_6 - h_5) = 0,063 \times (1585 - 1450) = 8,505 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність компресора знаходиться за формулою:

$$N_{i(-26)} = \frac{N_{m(-26)}}{\eta_{i(2 \text{ компр})}} = \frac{8,505}{0,9} = 9,45 \text{ кВт}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Ефективна потужність знаходиться за формулою:

$$N_{e(-26)} = \frac{N_{i(-26)}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{9,45}{0,9} = 10,5 \text{ кВт}$$

Електрична потужність:

$$N_{\text{ел}(-26)} = \frac{N_{e(-26)}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{10,5}{0,9} = 11,67 \text{ кВт}$$

Підбираємо 1 двигун Leroy Somer PLS 15.

$$N_{\text{ел,реал}(-26)} = 1 \times 15 = 15 \text{ кВт}$$

КомпресорКМЗ

$$V_h = m_{\text{д(компр з)}} \times \vartheta_{10} = 0,039 \times 1,7 = 0,066 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 237,6 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо 1 гвинтовий компресор Gea Grasso SP1D.

Марка компресора	Габарити, мм			Об'ємна витрата при $n^{-1} = 2940$ об/хв(50 Гц), $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	DN1, мм	DN2, мм	Маса, кг
	Д	Ш	В				
Grasso SP1D	2350	1120	1725	265	80	40	880

Дійсну об'ємну подачу знаходимо за формулою:

$$V_{\partial} = 265 \frac{m^3}{год} = 0,074 \frac{m^3}{c}$$

Дійсна масова витрата знаходиться за формулою:

$$M_{(-40)} = \frac{\lambda_3 \times V_{\partial}}{\vartheta_{10}} = \frac{0,88 \times 0,074}{1,7} = 0,038 \frac{кг}{c}$$

Сумарна теоретична потужність знаходиться за формулою:

$$N_{m(-40)} = M_{(-40)} \times (h_{11} - h_{10}) = 0,038 \times (1590 - 1430) = 6,08 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність компресора знаходиться за формулою:

$$N_{i(-40)} = \frac{N_{m(-40)}}{\eta_{i(3 \text{ компр})}} = \frac{6,08}{0,83} = 7,33 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність знаходиться за формулою:

$$N_{e(-40)} = \frac{N_{i(-40)}}{\eta_{мех}} = \frac{7,33}{0,9} = 8,14 \text{ кВт}$$

Електрична потужність:

$$N_{ел(-40)} = \frac{N_{e(-40)}}{\eta_{ел}} = \frac{8,14}{0,9} = 9,04 \text{ кВт}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підбираємо 1 двигун Leroy Somer PLS 10.

$$N_{ел.реал(-40)} = 10 \text{ кВт}$$

Підбираємо 1 агрегат DA-2A

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Розрахунок та вибір тепломасообмінних апаратів (випарники, конденсатор,)

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

$$F = \frac{Q_k}{k * \Delta t_{сер}},$$

де Q_k – теплове навантаження на конденсатор (для випарних конденсаторів $(0,9 \dots 0,92) * Q_k$); k – коефіцієнт тепловіддачі (для повітроохолодників Alfa Laval приймаємо $30 \frac{Вт}{м^2 * K}$); $\Delta t_{сер}$ – температурний напір.

Розрахунок конденсатора.

Навантаження на конденсатор знаходимо за формулою:

$$Q_k = 0,9 * M_{0(-8)} * (h_2 - h_3) = 0,9 * 0,286 * (1510 - 350) = 298,58 \text{ кВт}$$

До установки приймаємо 3 випарних конденсатори фірми Baltimore VXC 36.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект заготівельного холодильника для ягід місткістю 1500 у м. Коростень.		
Розроб..		Кладцхін. Д. М.					
Перевір..		Мирошник М.М.					
Реценз							
Н. Контр.							
Затверд.		Петренко В.П.			Літ.	Арк.	Аркушів
						62	123
					Нцхм ХМ-4-12СК		

Модел	Теплове навант., кВт	Робота, кг	Розміри, мм			Витр. пов., м³/с	Мотор вент., кВт	Витр. води, л/с	Мотор насоса, кВт	Запр. R717, кг
			В	Д	Ш					
VXS 86	156	1050	2035	1829	1207	4,6	1 × 4,0	4,7	1 × 0,37	16

Знаходимо дійсну потужність конденсатора за формулою:

$$Q_{k(\partial)} = 2 * 156 = 312 \text{ кВт}$$

Розрахунок повітроохолодників.

1. Камера зберігання №1 ($t_{\text{кам}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{20,80 \times 10^3}{30 \times 8} = 89,2 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic RLAN353AD (характеристики приведені в додатку 3).

$$F_p = 45,9 \times 2 = 102,6 \text{ м}^2$$

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \times (h_1 - h_2)}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

де $\rho_{нов}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника
(визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{вх} = +2^{\circ}\text{C}$
 $h_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} t_{вх} = 0, h_2 = 8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

$$V_{пер} = \frac{20,80}{1,3 \times (12 - 8)} = 4,12 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{нов} > V_{пер}$$

2.Камера зберігання №2 ($t_{кам} = 0^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні:

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{сер}} = \frac{20,25 \times 10^3}{30 \times 8} = 86,88 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic RLAN353AD (характеристики приведені в додатку 3).

$$F_p = 45,9 \times 2 = 102,6 \text{ м}^2$$

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

$$V_{пер} = \frac{Q_{обл}}{\rho_{нов} \times (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{нов}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника
(визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{вх} = +2^{\circ}\text{C}$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

$$h_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} t_{\text{вих}} = 0, \quad h_2 = 8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{20,25}{1,3 \times (12 - 8)} = 4,01 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{нов}} > V_{\text{пер}}$$

3. Камера зберігання №3 ($t_{\text{кам}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні:

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{20,6 \times 10^3}{30 \times 8} = 91,25 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic RLAN353AD (характеристики приведені в додатку 3).

$$F_p = 45,9 \times 2 = 102,6 \text{ м}^2$$

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{нов}} \times (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{нов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = +2^\circ\text{C}$

$$h_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} t_{\text{вих}} = 0, \quad h_2 = 8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{пер} = \frac{20,6}{1,3 \times (12 - 8)} = 4,21 \frac{м^3}{с}$$

$$V_{нов} > V_{пер}$$

4. Камера зберігання №4 ($t_{кам} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні:

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{сер}} = \frac{19,70 \times 10^3}{30 \times 8} = 82,46 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic RLAN353AD (характеристики приведені в додатку 3).

$$F_p = 45,9 \times 2 = 102,6 \text{ м}^2$$

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

$$V_{пер} = \frac{Q_{обл}}{\rho_{нов} \times (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{нов}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{вх} = +2^\circ\text{C}$

$$h_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} t_{вх} = 0, \quad h_2 = 8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{пер} = \frac{19,70}{1,3 \times (12 - 8)} = 3,81 \frac{м^3}{с}$$

$$V_{нов} > V_{пер}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

5. Камера зберігання №5 ($t_{\text{кам}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні:

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{15,32 \times 10^3}{30 \times 8} = 63,83 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic RLAN353AD (характеристики приведені в додатку 3).

$$F_p = 45,9 \times 2 = 102,6 \text{ м}^2$$

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{нов}} \times (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{\text{нов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{\text{вх}} = +2^\circ\text{C}$

$$h_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} t_{\text{вх}} = 0, \quad h_2 = 8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{15,32}{1,3 \times (12 - 8)} = 2,95 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{нов}} > V_{\text{пер}}$$

6. Камера зберігання №6 ($t_{\text{кам}} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні:

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{20,28 \times 10^3}{30 \times 8} = 84,54 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic RLAN353AD (характеристики приведені в додатку 3).

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_p = 45,9 \times 2 = 102,6 \text{ м}^2$$

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

$$V_{пер} = \frac{Q_{обл}}{\rho_{нов} \times (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{нов}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{вх} = +2^\circ\text{C}$

$$h_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad t_{вх} = 0, \quad h_2 = 8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{пер} = \frac{20,28}{1,3 \times (12 - 8)} = 3,9 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{нов} > V_{пер}$$

7. Камера зберігання №7 ($t_{кам} = 0^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні:

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{сер}} = \frac{22,31 \times 10^3}{30 \times 8} = 93,58 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic RLAN353AD (характеристики приведені в додатку 3).

$$F_p = 45,9 \times 2 = 102,6 \text{ м}^2$$

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

$$V_{пер} = \frac{Q_{обл}}{\rho_{нов} \times (h_1 - h_2)}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\rho_{нов}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{вх} = +2^{\circ}\text{C}$

$$h_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} t_{вх} = 0, \quad h_2 = 8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{пер} = \frac{22,31}{1,3 \times (12 - 8)} = 4,32 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{нов} > V_{пер}$$

8. Камера зберігання №8 ($t_{кам} = 0^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні:

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{сер}} = \frac{20,69 \times 10^3}{30 \times 8} = 86,2 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic RLAN353AD (характеристики приведені в додатку 3).

$$F_p = 45,9 \times 2 = 102,6 \text{ м}^2$$

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

$$V_{пер} = \frac{Q_{обл}}{\rho_{нов} \times (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{нов}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{вх} = +2^{\circ}\text{C}$

$$h_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} t_{вх} = 0, \quad h_2 = 8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{пер} = \frac{20,69}{1,3 \times (12 - 8)} = 3,98 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{нов} > V_{пер}$$

9. Камера зберігання №9 ($t_{кам} = -18^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{сер}} = \frac{15,9 \times 10^3}{30 \times 8} = 67,83 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic VLAN353BT (характеристики приведені в додатку 1).

$$F_p = 34,2 \times 2 = 68,4 \text{ м}^2$$

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

$$V_{пер} = \frac{Q_{обл}}{\rho_{нов} \times (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{нов}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{вх} = -16^\circ\text{C}$

$$h_1 = -15 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad t_{вх} = -18, \quad h_2 = -17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{пер} = \frac{15,9}{1,3 \times (-15 + 17)} = 6,26 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{нов} > V_{пер}$$

10. Камера зберігання №10 ($t_{кам} = -18^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні:

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{сер}} = \frac{15,7 \times 10^3}{30 \times 8} = 64,38 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic VLAN353BT (характеристики приведені в додатку 1).

$$F_p = 34,2 \times 2 = 68,4 \text{ м}^2$$

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

$$V_{пер} = \frac{Q_{обл}}{\rho_{нов} \times (h_1 - h_2)}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\rho_{нов}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника
(визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{вх} = -16^{\circ}\text{C}$
 $h_1 = -15 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} t_{вих} = -18, h_2 = -17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

$$V_{пер} = \frac{15,7}{1,3 \times (-15 + 17)} = 5,7 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{нов} > V_{пер}$$

11.Камера зберігання №11 ($t_{кам} = -18^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні:

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{сер}} = \frac{13,70 \times 10^3}{30 \times 8} = 58,17 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic ВЛАН353ВТ (характеристики приведені в додатку 1).

$$F_p = 34,2 \times 2 = 68,4 \text{ м}^2$$

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

$$V_{пер} = \frac{Q_{обл}}{\rho_{нов} \times (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{нов}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника
(визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{вх} = -16^{\circ}\text{C}$
 $h_1 = -15 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} t_{вих} = -18, h_2 = -17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

$$V_{пер} = \frac{13,70}{1,3 \times (-15 + 17)} = 5,37 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{нов} > V_{пер}$$

12.Камера заморозки №12 ($t_{кам} = -30^{\circ}\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{сер}} = \frac{20,57 \times 10^3}{30 \times 10} = 69,33 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic BLAH402CD (характеристики приведені в додатку 2).

$$F_p = 42,7 \times 2 = 85,4 \text{ м}^2$$

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

$$V_{пер} = \frac{Q_{обл}}{\rho_{нов} \times (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{нов}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{вх} = -28^\circ\text{C}$

$$h_1 = -27 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} t_{вх} = -30, h_2 = -29 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{пер} = \frac{20,57}{1,3 \times (-27 + 29)} = 8 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{нов} > V_{пер}$$

13.Камера заморозки №13 ($t_{кам} = -30^\circ\text{C}$).

Площа теплопередаючої поверхні:

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{сер}} = \frac{21,77 \times 10^3}{30 \times 10} = 73,53 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic BLAH402CD (характеристики приведені в додатку 2).

$$F_p = 42,7 \times 2 = 85,4 \text{ м}^2$$

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

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{пер} = \frac{Q_{обл}}{\rho_{нов} \times (h_1 - h_2)}$$

де $\rho_{нов}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника
(визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході $t_{вх} = -28^{\circ}\text{C}$

$$h_1 = -27 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad t_{вух} = -30, \quad h_2 = -29 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{пер} = \frac{21,77}{1,3 \times (-27 + 29)} = 8,48 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{нов} > V_{пер}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Розрахунок діаметрів трубопроводів, вибір насосів та допоміжного обладнання холодильної установки

Лінійний ресивер.

Ємність лінійного ресивера в насосно-циркуляційних схемах з нижньою подачею аміаку в прилади охолодження при умові заповнення її не більше ніж 80%:

$$V_{л.р.} = 0,6 * V_{но},$$

де $V_{но}$ – внутр. об'єм труб повітроохолодників.

Ємність повітроохолодників:

$$V_{но} = \sum V_i \times n = 0,0216 * 4 + 0,0173 * 6 + 0,0115 * 16 = 0,3742 \text{ м}^3$$

$$V_{л.р.} = 0,6 * 0,3742 = 0,22 \text{ м}^3$$

До установки приймаємо 3 (1 запасний) ресивери 0,75РД (Рис.14.6[7]) :

Назва моделі	Розміри, мм		Діаметри патрубків, мм			Місткість, м ³	Маса
	D×S	L	d ₁	d ₂	D _y		
0,75 РД	600 × 6	3020	32	25	1/2	0,77	340

Градирня

Знаходимо навантаження на мастило охолодники за формулою:

$$Q_{м.о.(-8)} = G_{х.а.} \times (h_{2p} - h_2) = 0,286 \times (1765 - 1510) = 72,93$$

$$Q_{м.о.(-40)} = G_{х.а.} \times (h_{11p} - h_{11}) = 0,038 \times (1680 - 1590) = 3,42$$

Загальне навантаження:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект заготівельного холодильника для язід місткістю 1500 у м. Коростень.	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб..		Кладцхін. Д. М.					74	123
Перевір..		Мирошник М.М.				Нцхм ХМ-4-12СК		
Реценз								
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П.						

$$Q_{м.о.} = 72,93 + 3,42 = 76,35 \text{ кВт}$$

Підбираємо суху градирню фірми Guentner GFH 067B/2-N(D)-F6/6P

Назва моделі	Потужність, кВт	Витрата води, м³/год	Втрати тиску, бар	Витрата повітря, м³/год	Спожив. електр., кВт	Розміри, мм			Маса, кг
						Д	Ш	В	
GFH 067B/2-N(D)-F6/6P	100	14,36	0,51	27800	3,9	2250	1145	950	218

Мастилозбірник

В якості мастилозбірника приймаємо 1 мастилозаповнюючу посудину 60МЗС.

Розміри показані на Рис.14.3[7].

Назва моделі	Розміри, мм										Місткість, л	Маса
	D	S	B	H	h	h ₁	h ₂	d	d ₁	d ₂		
60МЗС	325	9	650	1280	890	205	925	260	310	18	60	85

Циркуляційний ресивер

Циркуляційний ресивер ($t_0 = -40^\circ\text{C}$)

Ємкість циркуляційного ресивера в системах з нижньою подачею холодильного агента в прилади охолодження знаходимо за формулою:

													Арк.
													75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.ДП.142.008.424.ПЗ								

$$V_{цр} = K * [V_{н.т.} + 0,2 * V_{но} + 0,3 * V_{в.т.}],$$

де K – коефіцієнт, що залежить від типу ресивера (для горизонтальних – 2,7); $V_{н.т.}$ – внутрішній об'єм нагнітального трубопроводу насоса; $V_{в.т.}$ – внутрішній об'єм трубопроводу змішаної рідини і пари після повітроохолодників.

$$V_{цр} = 2,7 * (0,0113 + 0,2 * 0,0864 + 0,3 * 0,071) = 0,135 \text{ м}^3$$

Приймаємо 1 ресивер 1,5 РДВ (Рис.14.6[7]):

Назва моделі	Розміри, мм		Діаметри патрубків, мм				Місткість, м ³	Маса
	D×S	H	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄		
1,5 РДВ	800 × 8	3380	150	80	40	15	1,4	710

Циркуляційний ресивер($t_0 = -26^\circ\text{C}$)

Ємкість циркуляційного ресивера в системах з нижньою подачею холодильного агента в прилади охолодження знаходимо за формулою:

$$V_{цр} = K * [V_{н.т.} + 0,2 * V_{но} + 0,3 * V_{в.т.}],$$

де K – коефіцієнт, що залежить від типу ресивера (для вертикального – 2,7); $V_{н.т.}$ – внутрішній об'єм нагнітального трубопроводу насоса; $V_{в.т.}$ – внутрішній об'єм трубопроводу змішаної рідини і пари після повітроохолодників.

$$V_{цр} = 2,7 * (0,0132 + 0,2 * 0,1038 + 0,3 * 0,0528) = 0,135 \text{ м}^3$$

Приймаємо 1 ресивер 1,5 РДВ (Рис.14.6[7]):

Назва моделі	Розміри, мм		Діаметри патрубків, мм				Місткість, м ³	Маса
	D×S	H	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄		
1,5 РДВ	800 × 8	3380	150	80	40	15	1,4	710

Компаундний циркуляційний ресивер ($t_0 = -8^\circ\text{C}$)

Ємкість циркуляційного ресивера в системах з нижньою подачею холодового агента в прилади охолодження знаходимо за формулою:

$$V_{\text{цр}} = K * [V_{\text{н.т.}} + 0,2 * V_{\text{по}} + 0,3 * V_{\text{в.т.}}],$$

де K – коефіцієнт, що залежить від типу ресивера (для горизонтального – 1,7); $V_{\text{н.т.}}$ – внутрішній об'єм нагнітального трубопроводу насоса; $V_{\text{в.т.}}$ – внутрішній об'єм трубопроводу змішаної рідини і пари після повітроохолодників.

$$V_{\text{цр}} = 1,7 * (0,021 + 0,2 * 0,184 + 0,3 * 0,13) = 0,165 \text{ м}^3$$

Приймаємо 1 ресивер 0,75 РД (Рис.14.7[7]):

Назва моделі	Розміри, мм		Діаметри патрубків, мм			Місткість, м ³	Маса
	D×S	L	d ₁	d ₂	D _y		
0,75 РД	600 × 6	3020	32	25	1/2	0,77	340

Дренажний ресивер

Дренажний ресивер розраховується на прийом аміаку з найбільш аміакоємкісного апарату, посудини або блоку. В якості дренажного ресивера приймаємо 1 ресивер 1,5 РД (Рис.14.7[7]):

Назва моделі	Розміри, мм		Діаметри патрубків, мм			Місткість, м ³	Маса
	D×S	L	d ₁	d ₂	D _y		
1,5 РД	800 × 8	3610	50	25	1/2	1,65	670

Розрахунок діаметрів трубопроводів.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Окремі частини холодильної машини з'єднуються між собою трубопроводами.

Внутрішній діаметр круглої труби знаходимо за формулою:

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

1) *Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -40^\circ\text{C}$:*

$$M = 0,038 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_{10}} = \frac{1}{1,7} = 0,59 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,038}{3,14 * 0,59 * 20}} = 0,06 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 70 \text{ мм}$;

Нагнітальний трубопровід:

$$M = 0,038 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_{11}} = \frac{1}{0,49} = 2,04 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,038}{3,14 * 2,04 * 25}} = 0,029 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 32 \text{ мм}$;

2) *Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -26^\circ\text{C}$:*

$$M = 0,063 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_5} = \frac{1}{0,85} = 1,18 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - задаємося по таблицях.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,063}{3,14 * 1,18 * 20}} = 0,58 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 70 \text{ мм}$;

Нагнітальний трубопровід:

$$M = 0,063 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_6} = \frac{1}{0,49} = 2,04 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,063}{3,14 * 2,04 * 25}} = 0,04 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 40 \text{ мм}$;

3) Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -8^\circ\text{C}$:

$$M = 0,286 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_1} = \frac{1}{0,38} = 2,63 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,286}{3,14 * 2,63 * 20}} = 0,83 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 100 \text{ мм}$;

Нагнітальний трубопровід:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

$$M = 0,286 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_2} = \frac{1}{0,095} = 10,53 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,286}{3,14 * 10,53 * 25}} = 0,037 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 40 \text{ мм}$;

4) Трубопровід від циркуляційних насосів до випарників, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -40^\circ\text{C}$:

$$M = 0,029 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = 618 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,029}{3,14 * 618 * 20}} = 0,002 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 10$;

Після випарників:

$$M = 0,029 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_{10'}} = \frac{1}{0,41} = 2,44 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,029}{3,14 * 2,44 * 25}} = 0,025 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 25 \text{ мм}$;

5) Трубопровід від циркуляційних насосів до випарників, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -26^\circ\text{C}$:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M = 0,034 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = 618 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,034}{3,14 * 618 * 20}} = 0,002 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 10$;

Після випарників:

$$M = 0,034 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_{5'}} = \frac{1}{0,2} = 5 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,034}{3,14 * 5 * 25}} = 0,019 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_v = 20 \text{ мм}$;

б) Трубопровід від циркуляційних насосів до випарників, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -8^\circ\text{C}$:

$$M = 0,103 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = 618 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ - задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,103}{3,14 * 618 * 20}} = 0,003 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 10$;

Після випарників:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

$$M = 0,103 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_1''} = \frac{1}{0,1} = 10 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\omega = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{задається по таблицях.}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,103}{3,14 * 10 * 25}} = 0,023 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 25 \text{ мм}$;

7) Водяний трубопровід до випарного конденсатора:

$$M = 9,4 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\omega = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{задається по таблицях.}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 9,4}{3,14 * 1000 * 1}} = 0,109 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 125$;

Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах.

Метою гідравлічного розрахунку є визначення втрат тиску ΔP , зумовлених гідравлічними опорами, що можуть виникати при русі робочого середовища в трубах та теплообмінних апаратах. Значення величини 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 систем охолодження розрахунок гідравлічних опорів необхідний для визначення характеристики мережі залежно від витрати холодоагента та його розподілення, для підбору насоса і розрахунків потужності.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приводимо принципові ескізи розв'язки трубопроводів.

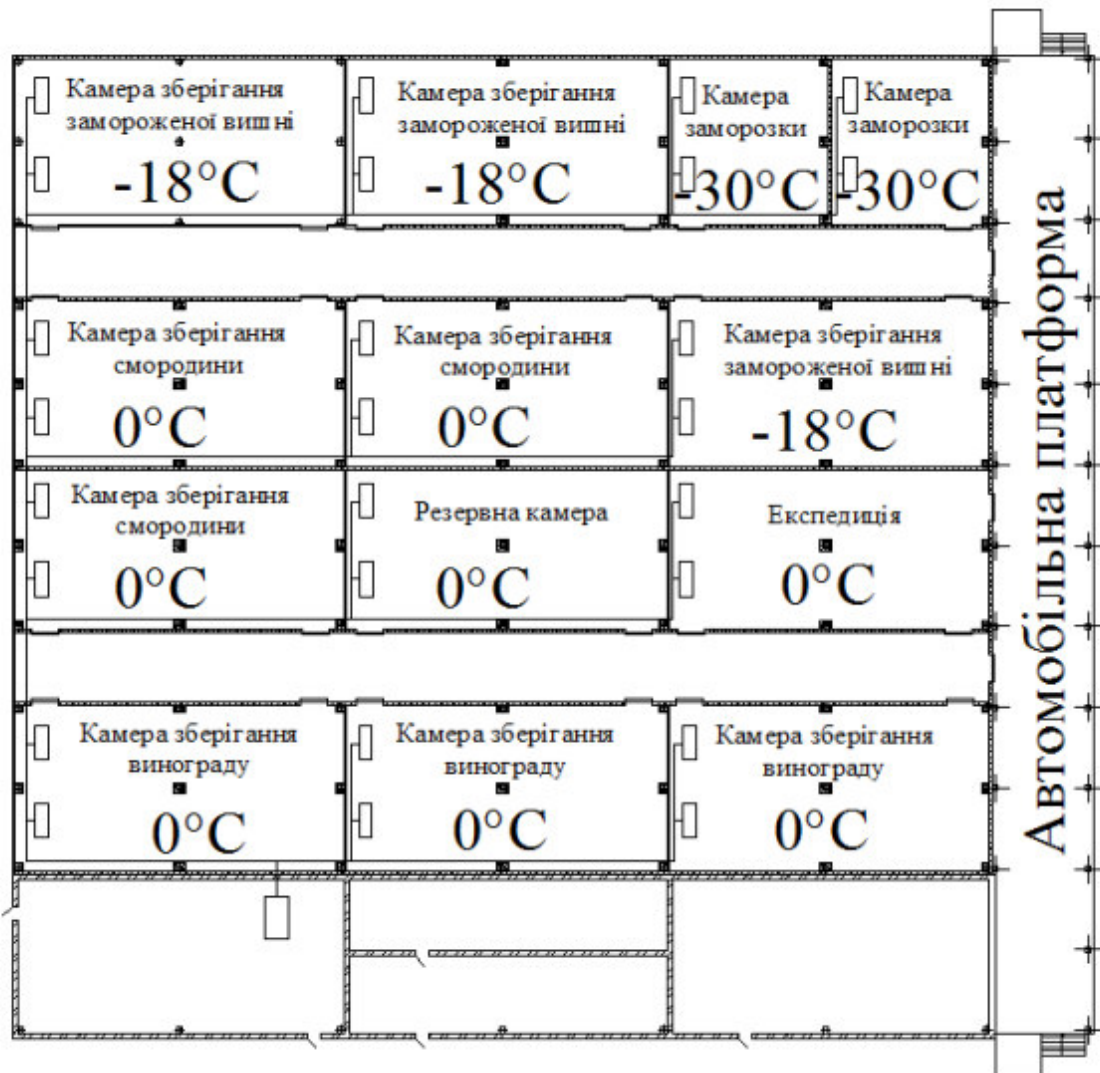


Рис.9.1.План трубопроводів

1. Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодників, які розміщений в камерах заморозки: $t_0 = -30^\circ\text{C}$.

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу знаходиться за формулою:

$$\Delta P_i = \Delta P_{тр} + \Delta P_{м.с.}$$

Місцеві втрати знаходяться за формулою:

$$\Delta P_{м.с.} = Z = \sum \xi_{м} * \frac{\rho \omega^2}{2}$$

де $\frac{\rho \omega^2}{2}$ – динамічний тиск потоку.

$$\sum \xi_{м} = \xi_{зв.кл} + \xi_{відв.90^\circ} + \xi_{кол.} + \xi_{тр.} = 4 * 5 + 4 * 1 + 7 * 1 + 3 * 1 = 34$$

де $\xi_{зв.кл}$, $\xi_{відв.90^\circ}$, $\xi_{тр.}$, $\xi_{кол.}$ – місцеві втрати від зворотнього клапана, коліна, трійника і відводу 90°.

$$\omega = 0,5 \frac{м}{с}; \quad Z = 34 * \frac{678 * 0,5^2}{2} = 2,88 \text{ кПа}$$

Число Рейнольдса знаходиться за формулою:

$$Re = \frac{\omega * d_{вн} * \rho}{\mu}; \quad Re = \frac{0,5 * 0,01 * 678}{9,82 * 10^{-6}} = 345214$$

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

де k – шорховатість труб (для нових сталевих труб $k = 0,06$)

$$\lambda_{тр} = 0,11 * \left(\frac{0,06}{0,01} + \frac{64}{345214} \right)^{0,25} = 0,17$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1 м:

$$\Delta P_{тр} = \frac{\lambda_{тр}}{d} * \frac{\rho \omega^2}{2} = \frac{0,17}{0,01} * \frac{678 * 0,5^2}{2} = 1,44 \frac{\text{кПа}}{\text{м}}$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $J = 144$ м (приблизна розрахункова довжина рахується: обв'язка по периметру).

$$\Delta P_{mn} = 1,44 * 144 = 207,36 \text{ кПа}$$

Загальна втрата тиску знаходиться за формулою:

$$\Delta P = 2,88 + 207,36 = 210,24 \text{ кПа}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

2. Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодників, які розміщені в камерах зберігання замороженої вишні:

$$t_0 = -18^\circ\text{C}.$$

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу знаходиться за формулою:

$$\Delta P_{\text{м.с.}} = Z = \sum \xi_{\text{м}} * \frac{\rho \omega^2}{2}$$

де $\frac{\rho \omega^2}{2}$ – динамічний тиск потоку.

$$\sum \xi_{\text{м}} = \xi_{\text{зв.кл.}} + \xi_{\text{відв.90}^\circ} + \xi_{\text{кол.}} + \xi_{\text{тр.}} = 6 * 5 + 6 * 1 + 8 * 1 + 4 * 1 = 48$$

де $\xi_{\text{зв.кл.}}$, $\xi_{\text{відв.90}^\circ}$, $\xi_{\text{тр.}}$, $\xi_{\text{кол.}}$ – місцеві втрати від зворотнього клапана, коліна, трійника і відводу 90° .

$$\omega = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad Z = 48 * \frac{678 \times 0,5^2}{2} = 4,07 \text{ кПа}$$

Число Рейнольдса знаходиться за формулою:

$$Re = \frac{\omega * d_{\text{вн}} * \rho}{\mu}; \quad Re = \frac{0,5 * 0,01 * 678}{9,82 * 10^{-6}} = 345214$$

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

де k – шорховатість труб (для нових сталевих труб $k = 0,06$)

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 * \left(\frac{0,06}{0,01} + \frac{64}{345214} \right)^{0,25} = 0,17$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{\lambda_{\text{тр}}}{d} * \frac{\rho \omega^2}{2} = \frac{0,17}{0,01} * \frac{678 \times 0,5^2}{2} = 1,44 \frac{\text{кПа}}{\text{м}}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $J = 168$ м (приблизна розрахункова довжина рахується: обв'язка по периметру).

$$\Delta P_{тр} = 1,44 * 168 = 241,92 \text{ кПа}$$

Загальна втрата тиску знаходиться за формулою:

$$\Delta P = 4,07 + 241,92 = 245,99 \text{ кПа}$$

3. Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодників, які розміщені в камерах зберігання смордини та винограду:

$$t_0 = 0^\circ\text{C}.$$

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу знаходиться за формулою:

$$\Delta P_i = \Delta P_{тр} + \Delta P_{м.с.}$$

Місцеві втрати знаходяться за формулою:

$$\Delta P_{м.с.} = Z = \sum \xi_m * \frac{\rho \omega^2}{2}$$

де $\frac{\rho \omega^2}{2}$ – динамічний тиск потоку.

$$\sum \xi_m = \xi_{зв.кл} + \xi_{відв.90^\circ} + \xi_{кол.} + \xi_{тр.} = 16 * 5 + 16 * 1 + 10 * 1 + 16 * 1 = 122$$

де $\xi_{зв.кл}$, $\xi_{відв.90^\circ}$, $\xi_{тр.}$, $\xi_{кол.}$ – місцеві втрати від зворотнього клапана, коліна, трійника і відводу 90° .

$$\omega = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad Z = 122 * \frac{678 * 0,5^2}{2} = 10,34 \text{ кПа}$$

Число Рейнольдса знаходиться за формулою:

$$Re = \frac{\omega * d_{вн} * \rho}{\mu}; \quad Re = \frac{0,5 * 0,01 * 678}{9,82 * 10^{-6}} = 345214$$

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

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

де k – шорховатість труб (для нових сталевих труб $k = 0,06$)

$$\lambda_{тр} = 0,11 * \left(\frac{0,06}{0,01} + \frac{64}{345214} \right)^{0,25} = 0,17$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{тр} = \frac{\lambda_{тр}}{d} * \frac{\rho \omega^2}{2} = \frac{0,17}{0,01} * \frac{678 * 0,5^2}{2} = 1,44 \frac{\text{кПа}}{\text{м}}$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $J = 264$ м (приблизна розрахункова довжина рахується: обв'язка по периметру).

$$\Delta P_{тр} = 1,44 * 264 = 380,16 \text{ кПа}$$

Загальна втрата тиску знаходиться за формулою:

$$\Delta P = 10,34 + 380,16 = 390,5 \text{ кПа}$$

Визначення гідравлічних втрат у водяних трубопроводах.

1) Трубопровід мастилоохолодники-градирня.

$$\sum \xi_{м} = \xi_{зв.кл} + \xi_{відв.90^\circ} + \xi_{кол.} + \xi_{тр.} = 1 * 5 + 2 * 1 + 2 * 1 = 9$$

Місцеві втрати знаходяться за формулою:

$$\omega = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad Z = 9 * \frac{1000 * 1^2}{2} = 9 \text{ кПа}$$

Число Рейнольдса знаходиться за формулою:

$$Re = \frac{\omega * d_{вн} * \rho}{\mu}; \quad Re = \frac{1 * 0,1 * 1000}{1 * 10^{-3}} = 100000$$

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

де k – шорховатість труб (для нових сталевих труб $k = 0,06$)

$$\lambda_{тр} = 0,11 * \left(\frac{0,06}{0,1} + \frac{64}{100000} \right)^{0,25} = 0,097$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Втрати тиску від тертя по довжині 1 м:

$$\Delta P_{тр} = \frac{\lambda_{тр}}{d} * \frac{\rho \omega^2}{2} = \frac{0,097}{0,1} * \frac{1000 \times 1^2}{2} = 0,49 \frac{\text{кПа}}{\text{м}}$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $J = 60$ м (приблизна розрахункова довжина рахується: відстань від мастилоохолодника до градирні + від градирні до мастилоохолодника).

$$\Delta P_{тр} = 0,49 * 60 = 29,4 \text{ кПа}$$

Загальна втрата тиску знаходиться за формулою:

$$\Delta P = 9 + 29,4 = 38,4 \text{ кПа}$$

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 $V(\text{м}^3/\text{год})$ та повному тиску P (в Па), створюючому насосу.

$$H = \frac{\Delta P}{\rho * g} - \text{потрібний напір насоса};$$

$$V = n_{ц} * \frac{M_i}{\rho} - \text{потрібна подача насоса},$$

де $n_{ц}$ – кратність циркуляції.

1. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння - 40°C .

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потрібний напір насоса знаходимо за формулою:

$$H = \frac{210240}{678 * 9,81} = 36,61 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{ц} * \frac{M_{-40}}{\rho} = 4 * \frac{0,029}{678} = 0,00017 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 0,612 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) фірми WITT GP42/1450.

Модель	Макс. продуктивність, м³/год	Макс. напір, м	Швидкість обертання, об/хв	DN1, мм	DN2, мм	Модель двигуна/ потужність, кВт	Заправка масла, кг
GP42/1450	3,6	50	1450	40	40	BG 100 L/2,2	85

2. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння - **26°C**.

Потрібний напір насоса знаходимо за формулою:

$$H = \frac{245990}{678 * 9,81} = 36,98 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{ц} * \frac{M_{-26}}{\rho} = 4 * \frac{0,034}{678} = 0,0002 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 0,722 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) фірми WITT GP42/1450.

Модель	Макс. продуктивність, м³/год	Макс. напір, м	Швидкість обертання, об/хв	DN1, мм	DN2, мм	Модель двигуна/ потужність, кВт	Заправка масла, кг
GP42/1450	3,6	50	1450	40	40	BG 100 L/2,2	85

3. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння - 8°C.

Потрібний напір насоса знаходимо за формулою:

$$H = \frac{390500}{678 * 9,81} = 58,71 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{ц} * \frac{M_{-8}}{\rho} = 4 * \frac{0,103}{678} = 0,0006 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 2,19 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) фірми WITT GP52/1450/5C.

Модель	Макс. продуктивність, м³/год	Макс. напір, м	Швидкість обертання, об/хв	DN1, мм	DN2, мм	Модель двигуна/ потужність, кВт	Заправка масла, кг
GP52/1450/5C	16,8	80	1450	50	50	BG 132 S/ 5,5	173

Підбір водяних насосів.

Насос мастилоохолодників.

Потрібний напір насоса знаходимо за формулою:

$$H = \frac{38400}{1000 * 9,81} = 3,91 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = 9,39 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасних) фірми Ebara DWO 150.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модель	Потужність, кВт	Продуктивність, м ³ /год	Напір, м	Розміри, мм			Маса, кг
				Д	Ш	В	
DWO 150	1,1	24	6,9	364	193	253	13,6

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

10.Охорона праці

Вступ

Метою дано проекту являється заміна застарілого обладнання з метою економії енергоресурсів та зниження кількості х.а. в системі. Впровадження найсучаснішого обладнання із високим рівнем автоматизації дозволить зменшити рівень впливу шкідливих і небезпечних факторів на людину, підвищить ступінь безпеки його експлуатації й обслуговування а також, таким чином, покращити умови праці обслуговуючого персоналу.

При розробці проекту були враховані основні вимоги нормативно-технічної документації з охорони праці в даній галузі, інші діючі нормативні документи та стандарти безпеки праці.

Умови праці

В якості прикладу розглядається робоче місце оператора (машиніста) компресорного цеху.

Шкідливими та небезпечними виробничими факторами при обслуговуванні аміачної холодильної установки є:

- ураження електричним струмом;
- підвищений рівень шуму, загазованості робочої зони;
- недостатня освітленість робочої зони;
- токсична дія пари газу;
- пожежо- та вибухонебезпека;
- наявність працюючих компресорів.

Нормативно-технічна документація на робочому місці оператора (машиніста).

					00.ДП.142.008.424.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проект заготівельного холодильника для язід місткістю 1500 у м. Коростень.	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кладцхін. Д. М.</i>					92	123
<i>Перевір.</i>		<i>Мирошник М.М.</i>						
<i>Реценз</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>				Нцхт ХМ-4-12СК		

В машинному відділенні ведеться добовий журнал роботи холодильної установки . Крім того, там та в пункті управління на видному місці знаходяться затвержені головним інженером інструкції із:

- будови й експлуатації аміачних холодильних машин;
- обслуговування установок, апаратів (посудин), охолоджуючих пристроїв;
- обслуговування контрольно-вимірювальних приладів і пристроїв;
- 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 планово-попереджувального ремонту;
- 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, поліції, начальника компресорного цеха, старших зміни;
- номери телефонів і адреса організації, що обслуговує автоматику холодильної установки.

Санітарні вимоги до виробничих приміщень та розташування обладнання

При плануванні виробничих приміщень потрібно враховувати санітарну характеристику виробничих процесів, дотримуватись норм корисної площі для працюючих, а також нормативів площ для розташування

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

устаткування і необхідної ширини проходів, що забезпечують безпечну роботу та зручне обслуговування устаткування.

Об'єм виробничого приміщення на одне робоче місце згідно з санітарними нормами має складати не менше 15 м³, а площа приміщення - не менше 4,5 м², а на одне робоче місце з відеодисплейним терміналом - відповідно 20 м³ та 6 м

Якщо в одній будівлі потрібно розміщати виробничі приміщення, до яких з точки зору промислової санітарії та пожежної безпеки висуваються різні вимоги, то їх потрібно групувати таким чином, щоб вони були ізольованими одне від одного.

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 – 6 м. План компресорного цеху з розташуванням основного технологічного обладнання машинного відділення та переліком шкідливих і небезпечних виробничих факторів при його роботі наведені на Рис.6.1.

Підлога відділення є рівною, неслизькою і зроблена з вогнетривкого матеріалу. Непрохідні канали та люки зачиняються на одному рівні 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.

З метою підвищення безпеки експлуатації холодильної установки, конденсатори та лінійні ресивери розміщені зовні машинного відділення. В компресорному цеху розміщено: 3 гвинтових компресори і 1 поршневий компресорів фірми GRASSO. Ширина проходу в цеху складає 3 м, прохід між виступаючими частинами компресорів - 2 м. Прохід між стіною та компресорами становить - 2 м. Циркуляційні та лінійні ресивери встановлені також в машинному відділенні впритул до стіни.

Поблизу з машинним відділенням, у спеціально відгородженому приміщенні, передбачений пункт управління, в якому встановлений центральний щит управління, стіл машиніста біля оглядового вікна та стілець.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ 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». В компресорному відділенні та приміщенні ПУ повинні забезпечуватися такі параметри мікроклімату:

	Компресорне відділення	ПУ
У теплий період року:		
- Температура	18...20 °С	22...24°С
- Відносна вологість, не вище	75%	75%
- Швидкість руху повітря, не більше	0,4 м/с	0,3м/с
У холодний період року:		
- Температура	16...18 °С	20...21°С
- Відносна вологість, не вище	75%	75%
- Швидкість руху повітря, не більше	0,3 м/с	0,2 м/с

Параметри мікроклімату та чистота повітря підтримуються в машинному та апаратному відділенні за допомогою загальнообмінної механічної вентиляції, теплоізоляції і 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.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для контролю за концентрацією аміаку в повітрі та виявлення його витоку використовують газоаналізатори УГ-2 та лакмусовий папір. Контроль відбувається 3 рази за зміну. Параметри мікроклімату і чистота повітря в ПУ відбувається за допомогою загальнообмінної змішаної припливно-витяжної вентиляції (подача свіжого повітря здійснюється механічним вентилятором з нагрівом 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:

$$G=30 \text{ г/год (по даним вимірювання хімлабораторії)}$$

Концентрація парів аміаку у повітрі припливного повітря (природний вміст аміаку):

$$C_1 = 0,02 \text{ мг/м}^3 \text{ (по даним вимірювання хімлабораторії)}$$

Концентрація парів аміаку у повітрі машинного відділення:

$$C_2 = 8 \text{ мг/м}^3 \text{ (по даним вимірювання хімлабораторії)}$$

Кількість вентиляційного повітря на вентиляцію становитиме:

$$L = \frac{1000 \cdot G}{C_2 - C_1} = \frac{1000 \cdot 30}{8 - 0,02} \approx 3750 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кратність повітрообміну у машинному відділенні:

$$n = \frac{L}{V} = \frac{3750}{6 \cdot 9 \cdot 42} = 1,65 \text{ год}^{-1}$$

де V – об'єм машинного відділення, м^3 .

Кратність циркуляції в машинному відділенні – 2 рази за годину.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шум та вібрація

Основним джерелом шуму в холодильних установках є компресори, насоси і їх електродвигуни, а також рух холодильного агенту по трубопроводам.

Допустимий рівень шуму в машинному відділенні та в ПУ не перевищує встановлених норм ДСН 3.3.6.037 – 99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвучу та інфразвучу. В машинному відділенні - 78...80 дБ, в ПУ -50...55 дБ.

Для зниження рівня шуму в машинному та апаратному відділенні використовують звукоізоляцію приводів; своєчасне змащування деталей та вузлів, їх профілактику і ремонт, а в ПУ – використовується звукоізоляція стін. Рівень вібрації на робочих місцях не перевищує гранично допустимої величини, передбаченої ГОСТ 12.1.012 – 90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. 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 допомогою:

- відсутності жорсткого кріплення до конструкцій будівлі трубопроводів, які приєднуються до холодильної машини;
- встановлення компресорів на спеціальних амортизаційних фундаментах ізольованих від несучих конструкцій будівлі;
- розташування ПУ в місці найменшої віброакустичної дії від працюючого обладнання.

Виробниче освітлення

Рівень освітленості в приміщеннях машинного відділення і ПУ відповідає вимогам ДБН В.2.5. – 28 – 2006. «Природне і штучне освітлення».

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У машинному відділенні й ПУ присутнє природне та штучне освітлення. Природне освітлення здійснюється через односторонні бічні прорізи (КПО у машинному відділенні становить 0,2%, у ПУ – 0,9%). Штучне освітлення здійснюється Изм. Лист № докум. Подпись Дата Лист 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 та апаратне відділення, ПУ, а також існуючі підземні прохідні тунелі з аміачними трубопроводами та розподільною арматурою мають аварійне освітлення від незалежного джерела (акумуляторні батареї). Воно автоматично включається при відключенні робочого освітлення. Рівень аварійного освітлення не менше 8 лк.

Розрахунок штучного освітлення в машинному відділенні

Розміри приміщення: довжина $a = 42$ м; ширина $b = 9$ 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 2x40;
- кількість ламп у світильнику $m = 2$ шт.

Визначаємо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{a*b}{(a+b)*Hn^2}$$

$$i = \frac{24*12}{(24+12)*4} = 2$$

Приймаємо наступні коефіцієнти:

коефіцієнт відбиття:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- стелі $\gamma_{\text{стелі}}=50\%$;

- стін $\gamma_{\text{стін}}=30\%$.

коефіцієнт використання $\eta = 60,4\%$.

коефіцієнт запасу $k = 1,5$.

коефіцієнт нерівномірності приймаємо $z = 1,1$.

Визначаємо необхідну кількість ламп на ділянці виходячи з формули:

$$n = \frac{E_{\text{min}} * S * z * k}{F * \eta},$$
$$n = \frac{75 * 288 * 1,1 * 1,5}{1520 * 0,604} = 38,8 \text{ шт.}$$

Приймаємо кількість ламп $n = 40$ шт. Визначаємо кількість світильників:

$$N = \frac{n}{m} = \frac{40}{2} = 20 \text{ шт.}$$

Світильники розміщуємо в 5 ряди по 5 світильників в кожному.

Техніка безпеки

Основна небезпека при експлуатації холодильної установки полягає в можливому раптовому руйнуванні холодильного обладнання (випарників, конденсаторів, компресорних агрегатів, трубопроводів та ін.), яке супроводжується вибухом і 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» а також інших нормативних документів та 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:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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 одного місяця та перевірки знань.

Холодильна установка обслуговується двома машиністами в зміну. Періодична перевірка знань персоналу інструкції з обслуговування холодильної установки, техніки безпеки при експлуатації обладнання та практичним діям в аварійних ситуаціях, надання першої медичної допомоги проводиться не рідше одного разу в 12 місяців комісією, яка складається із спеціалістів з холодильної техніки, електротехніки, приладах автоматизації та техніки безпеки.

Перевірка знань з техніки безпеки у керуючих та інженерно-технічних робітників здійснюється у відповідності з «Положенням про порядок перевірки знань правил та норм з охорони праці керуючих інженерно-технічних робітників і спеціалістів».

Для спостереження за робочим тиском на всмоктувальній магістралі кожного компресора встановлені манометри МП-4, 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 ТП-7 з кожухами для захисту від механічних пошкоджень. Система захисту компресорів включає наступні пристрої: реле високого тиску РД-4А-01Т; реле низького тиску РД-4А-01Т; реле температури ТР-2А-06ТМ; реле потоку холодної води РП-67; реле контролю змащення РКС-1А-01. Система захисту відключає компресори при виникненні небезпечних режимів роботи холодильної установки.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Посудини працюючі під тиском (дренажний та циркуляційні ресивери) оснащені манометрами типу МПЗ-У і пристроями безпеки: запобіжними клапанами типу E29139, захисними реле рівня ПРУ-5М. Захисне автоматичне напівпровідникове реле рівня контролює та сигналізує про досягнення максимального та мінімального рівня аміаку.

Циркуляційні ресивери мають по два взаємно дублюючих реле рівня ПРУ-5М, які сигналізують лампами наступних кольорів:

- жовтий – сигнал гранично допустимого рівня;
- червоний – аварійний сигнал небезпечного рівня.

Світлові сигнали спрацювання пристроїв захисту компресора, гранично допустимого та небезпечного рівня аміаку в апаратах, посудинах одночасно дублюється звуковим сигналом з ручним відключенням в машинному відділенні та пункті управління.

З метою підвищення безпеки експлуатації холодильної установки, посудини працюючі під високим тиском розміщені ззовні, на відстані двадцяти метрів від машинного відділення, в конденсаторній площадці. Огороджувальна площадка зварена із швелерів та металевої сітки, висотою 6 м і захищена від сонця.

У приміщенні машинного відділення встановлено 2 незалежних сигналізатори аварійної концентрації аміаку в повітрі нижнього рівня ДОЗОР-6-АМІАК-500-Т, який має 8 індикаторів контролю концентрації аміаку (біля кожного компресора, дренажного ресивера, регулюючої станції) і 2 незалежні сигналізатори аварійної концентрації аміаку верхнього рівня ДОЗОР-6-АМІАК-1500-Т.

При досягненні концентрації 500 мг/м³ (0,07%) сигналізатори концентрації аміаку нижнього рівня дають попереджувальний сигнал (світловий і звуковий) у приміщення постійного чергування персоналу. Якщо концентрація аміаку досягає 1500 мг/м³ (0,21%) сигналізатори концентрації аміаку верхнього рівня вимикають електроживлення всієї холодильної установки та одночасно вмикають: аварійну витяжну вентиляцію (кратність – 10...12 год⁻¹), світлову сигналізацію, сирену типу ПВ-СС і світлове табло біля входу в машинне відділення.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для екстреного відключення електроживлення усього обладнання холодильної установки та 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 та аварійне освітлення. Електроживлення аварійної вентиляції здійснюється, як від основного джерела, так і від незалежного.

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 та йод.

Електробезпека

Компресорне відділення і ПУ відносяться до приміщень з підвищеною електробезпекою (ПУЕ. Правила улаштування електроустановок). Безпечна експлуатація електроустановки здійснюється згідно вимог ДНАОП 0.00 – 1.32 – 01. «Правила 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 а також іншим нормативним документам.

У приміщенні компресорного і апаратного відділень електропроводка, кабельні лінії і виконання електроустановки мають ступінь захисту оболонки – IP44.

Безпечна експлуатація електрообладнання досягається такими заходами і засобами:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- недоступність струмоведучих частин від випадкового дотикання досягається за допомогою захисних огорож та блокування, закритих щитів, розташуванням кабелів та проводки на недоступній висоті, наявність знаків безпеки;

- надійною ізоляцією силових струмоведучих частин, опір якої повинен становити не менше 0,5 МОм;

- електрообладнання у виробничих приміщеннях та щиті управління в ПУ має захисне заземлення з ізольованою нейтраллю типу IT. Опір заземлюючого пристрою не перевищує 4 Ом;

- захист від струмів короткого замикання здійснюється (вказати тип автоматів, запобіжників);

- застосуванням низької напруги (36 В – для ручного інструмента і освітлення щита управління в ПУ, 12 В – для переносного світильника у вибухозахищеному виконанні – IP54).

Холодильник, машинне та 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 – і 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».

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 один раз на рік з наступною здачею заліку.

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;

- 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:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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 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).

Висновок

Впровадження сучасного обладнання з високим рівнем автоматизації дозволяє зменшити рівень впливу шкідливих та небезпечних факторів на людину, підвищує ступінь безпеки його експлуатації й обслуговування і, таким чином, покращує умови праці обслуговуючого персоналу. Також зменшує вміст аміаку в системі. В цьому проекті були враховані основні вимоги нормативно-технічної документації з охорони праці у галузі, та інші діючі нормативні документи і стандарти безпеки праці, що забезпечує безпечне перебування людей в приміщенні.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Розрахунок економічних показників

Вступ

Метою економічного розрахунку є визначення вартості побудови холодильника, вартості холодильного обладнання, витрат на використання електроенергії, витрат по оплаті праці виробничого персоналу, визначення амортизаційних відрахувань, визначення основних показників економічної ефективності проекту.

При проектуванні даного холодильника виконуються наступні роботи:

- вибір та придбання холодильного обладнання;

Вхідні дані

Розрахункове споживання електроенергії холодильним обладнанням компресорного цеху зводимо до таблиці 14.1

Таблиця 14.1

№ п/п	Найменування обладнання	К-ть	P _{еп} , кВт	Σ P _{еп} , кВт	Рік, тис. кВт·год
1	Агрегат Gea Grasso SP1C	2	15	30	135
2	Gea Grasso 310	1	15	15	67,5
3	Агрегат Gea Grasso DA-2A	1	10	10	45
4	Насос водяний	1	0,75	0,75	3,38
5	Насос водяний DWO 150	1	1,1	1,1	4,95
6	Насос аміачний WITT GP52/1450/5C	1	5,5	5,5	24,75
7	Насос аміачний WITT GP42/1450	2	2,2	4,4	19,8
8	ПО Alfa Laval BLAH353BT	6	0,73	4,38	19,71
9	ПО Alfa Laval BLAH402CD	4	0,84	3,36	15,12
10	ПО Alfa Laval RLAH353AD	16	0,73	11,68	52,56

					00.ДП.142.008.424.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект заготівельного холодильника для ягід місткістю 1500 у м. Коростень.	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб..		Кладцхін. Д. М.					106	123
Перевір..		Мирошник М.М.				Нцхм ХМ-4-12СК		
Реценз								
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П.						

Продовження таблиці 14.1

11	Вентилятор випарного конденсатора	2	4	8	36
Річна витрата електроенергії					423,77

Споживання електроенергії за рік розраховуємо за формулою:

$$N = P_{\text{ел}} \times n$$

Де n – час роботи компресорів, насосів, вентиляторів в рік при відповідних робочих умовах, год, приймаємо 4500 год.

$P_{\text{ел}}$ – електрична потужність компресора, насоса, вентилятора тощо.

Розрахунок витрат на придбання та монтаж обладнання наведено в таблиці 14.2

Таблиця 14.2

Найменування обладнання	К-ть	Витрати на обладнання, тис. грн			Загальні витрати, тис. грн
		Придбання	Монтаж	Інші витрати	
Агрегат Gea Grasso SP1C	2	1000	200	100	1300
Gea Grasso 310	1	700	140	70	910
Агрегат Gea Grasso CA-2A	1	1200	240	120	1560
ПО Alfa Laval BLAH353BT	6	600	120	60	780
ПО Alfa Laval BLAH402CD	4	460	92	46	598
ПО Alfa Laval RLAH353AD	16	1320	264	132	1716
Насос аміачний WITT GP52/1450/5C	2	100	20	10	130
Насос аміачний WITT GP42/1450	4	160	32	16	208
Випарний конденсатор Baltimore VXC 36	3	750	150	75	975
Водяний насос DWO 150		14	2,8	1,4	18,2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.424.ПЗ

Арк.

107

Продовження таблиці 14.2

Лінійний ресивер 0,75РД	3	360	72	36	468
Градирия Guentner GFH 067B/2-N(D)-F6/6P	1	100	20	10	130
Циркуляційний ресивер 1,5РДВ	1	150	30	15	195
Циркуляційний ресивер 1,5РДВ	1	150	30	15	195
Циркуляційний ресивер 0,75 РД	1	100	20	10	130
Дренажний ресивер 1,5 РД	1	150	30	15	195
Разом		7314	1462,8	731,4	9508,2

Витрати на монтаж приймаємо 20% від вартості обладнання. Інші витрати складають 10% від вартості обладнання.

Розрахунок витрат на будівництво холодильника приведено в табл. 14.3

Таблиця 14.3

№ п/п	Назва	Розмірність	Зовнішня стіна	Внутрішня стіна	Перегородка	Підлога	Покриття	Разом
1	Площа	м ²	2376	2592	972	4320	4320	-
2	Товщина	м	0,2	0,2	0,2	1,6	0,31	-
3	Вартість 1м ³ матеріалів	грн/м ³	1285	1080	1567	80	60	-
4	Загальна вартість ізоляційних матеріалів + роботи	тис.грн	610,6	560	304,6	552,96	80,35	2108,51

Загальна сума затрат – $2108,51 + 9508,2 \cdot 1,2 = 13940$ тис. грн.

Виробництво і використання електроенергії

Річне споживання електроенергії холодильником і компресорним цехом данного холодильника становить:

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		108

$$E_p = 423,77 \text{ тис. кВт. год}$$

Ціна за 1 кВт. год електроенергії становить: $C_{ел} = 2,6$ грн

Визначаємо річні витрати на споживання електричної енергії за проектними розрахунками:

$$V_{ел.р} = E_p \cdot C_{ел}$$

$$V_{ел.р} = 423770 \text{ кВт*год} \cdot 2,6 \text{ грн/ (кВт*год)} = 1,101 \text{ млн. грн.}$$

Мастило купується для компресорів за ціною 130 грн. за 1л, в моєму проекті необхідно 120 л і це коштує $80 \cdot 120 = 9,6$ тис.грн Холодоагент аміак купується за ціною 4 грн. за 1кг, в моєму проекті необхідно 400 кг і це коштує $400 \cdot 4 = 1,6$ тис.грн

Розрахунок витрат на оплату праці

Фонд основної заробітної плати робітників компресорного цеху наведено в таблиці 14.4

Таблиця 14.4

№ п/п	Професія	Тарифна ставка грн/год	Чисельність, чол	Місячний фонд, грн	Річний фонд, грн
1	Машиніст ХУ	17	4	12050	144600
2	Слюсар-ремонтник	17	3	10100	121200
<i>Разом</i>			7	22150	265800

Нарахування на заробітну плату становить 37,18%, тому затрати на працівників становлять $265800 \cdot 1,3718 = 364,62$ тис. грн.

Визначення амортизаційних відрахувань

Приймаємо норми амортизаційних відрахувань: для обладнання – на 5 років, для будівельних матеріалів – на 20 років.

Для основного обладнання – 20% від вартості обладнання;

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A_{\text{обл}} = \Sigma V_{\text{обл}} / 5$$

$$A_{\text{обл}} = 9508,2 / 5 = 1901,64 \text{ тис. грн.}$$

$$A_{\text{буд}} = \Sigma V_{\text{буд}} / 20$$

$$A_{\text{буд}} = 2108,51 / 20 = 105,43 \text{ тис. грн.}$$

$$A_{\text{буд+обл}} = 1901,64 + 105,43 = 2007,07 \text{ тис. грн.}$$

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 20% від амортизаційних відрахувань на обладнання:

$$V_{\text{рем}} = A_{\text{обл}} \times 0,20$$

$$V_{\text{рем}} = 1901,64 \times 0,20 = 380,33 \text{ тис. грн.}$$

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

$$V_{\text{пуск}} = V_{\text{обл}} \times 0,02$$

$$V_{\text{пуск}} = 9508,2 \times 0,02 = 190,164 \text{ тис. грн.}$$

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$V_{\text{ін}} = A_{\text{обл}} \times 0,03$$

$$V_{\text{ін}} = 1901,64 \times 0,03 = 57,05 \text{ тис. грн.}$$

Загальна сума інших витрат складає:

$$\Sigma V = V_{\text{рем}} + V_{\text{пуск}} + V_{\text{ін}}$$

$$\Sigma V = 380,33 + 190,164 + 57,05 = 627,544 \text{ тис. грн.}$$

Визначення основних показників економічної ефективності проекту

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати розрахунків проведених у попередніх розділах зводимо у порівняльну таблицю 14.5 собівартості енергії:

Таблиця 14.5

Статті витрат	Значення витрат тис. грн
	Проект
Електроенергія	1101,12
Мастило	9,6
Оплата праці	364,62
Амортизація	2007,07
Інші витрати	627,544
Разом	4109,954

Кількість виробленого холоду за рік: 4109,954

$$22 \cdot 270 \cdot 251,26 = 1492,48 \text{ МВт*год}$$

Собівартість холоду:

$$\Delta C = (4109,954 \text{ тис.грн}) / (1492,48 \text{ МВт} \times \text{год}) = 2,75 \text{ грн}/(\text{кВт} \times \text{год})$$

Таким чином собівартість холоду складає 4109,954 тис. грн. на рік; передбачається, що послуги холодильника будуть здійснюватися з середньою рентабельністю 210%.

Використовуємо нормативний метод планування прибутку, який базується на єдиному відсотку рентабельності на всю продукцію, загальний плановий прибуток буде складати:

$$\Delta П = C \cdot 0,98 = 4109,954 \cdot 2,1 = 8630,9 \text{ тис. грн.}$$

Чистий грошовий потік (ЧГП) складається з планового чистого (з врахуванням податків 18%) та приросту амортизації по обладнанню та будівлям:

$$\text{ЧГП} = (\Delta\Pi * 0,82) + A = (8630,90 * 0,82) + 2017,07 = 9094,3 \text{ тис. грн.}$$

Чистий приведений дохід (ЧПД) представляє собою абсолютне порівняння затрат на будівництво холодильника і результатів від його використання.

$$\text{ЧПД} = \sum_{t=1}^5 \frac{\text{ЧГП}}{(1+p)^t} - K \geq 0,$$

де t – період життєвого циклу проекту, приймається на рівні 5 років; p – ставка дисконту, яка характеризує можливий рівень втрат чистих грошових потоків (ЧГП) за період життєвого циклу, приймається на рівні 45%:

$$\begin{aligned} \text{ЧПД} &= \left(\frac{9094,3}{(1+0,45)^1} + \frac{9094,3}{(1+0,45)^2} + \frac{9094,3}{(1+0,45)^3} + \frac{9094,3}{(1+0,45)^4} + \frac{9094,3}{(1+0,45)^5} \right) - 13940 = \\ &= 311,7 \text{ тис. грн} \end{aligned}$$

Так як чистий приведений дохід більше 0 і складає 557,472 тис. грн., то проект доцільний до виконання. Індекс доходності (ІД) має нормативне значення >1 .

$$\text{ІД} = 14315,3 / 13940 = 1,02$$

Так, як ІД складає 1,02, то це означає, що сумарна дисконтована (змішана) віддача від використання холодильника в 1,02 рази перевищує капітальні вкладення на його створення.

Індекс рентабельності ІР:

$$\text{ІР} = \frac{\text{ЧП}}{K} = \frac{86300 * 0,82}{13940} = 0,50$$

де ЧП – чистий прибуток.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		112

Індекс доходності складає 1,02 при нормативному значенні більше 0, тобто рентабельність проекту складає 40%.

Термін окупності (дисконтований):

$$T_{\partial} = \frac{K}{\sum \left(\frac{q_{it}}{1+p} \right)^t} * 5 = \frac{13940}{14315,3} * 5 = 4,8 \text{ років}$$

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						113
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

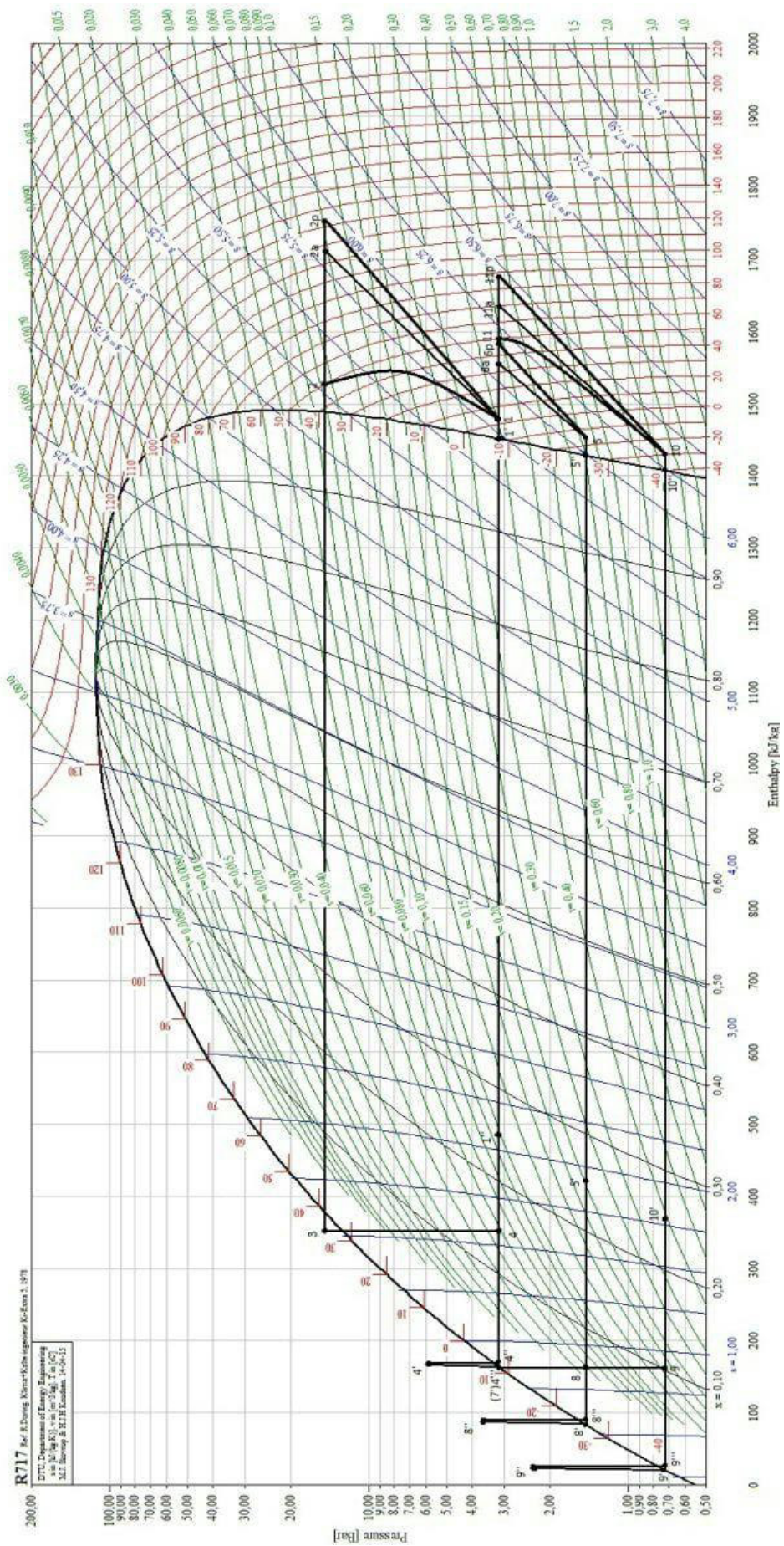
Чистий приведений дохід (різниця реальних вигод та капіталовкладень) величина позитивна і складає 375,2 тис. грн.. Тобто з однієї вкладеної грн.. очікується 1,02 грн. віддачі. Прибутковість проекту в цілому складає 32%, а реальний термін окупності – 4,8 роки, що не перевищує обґрунтований термін життєвого циклу проекту. Термін окупності може скоротитися до 1,8 років при відсутності негативного впливу чинників часу на грошові потоки (відсутність інфляції, дорожчання ресурсів, тощо).

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						114
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. <https://www.sop.com.ua/article/1551-nstruktsya-z-ohoroni-prats-dlya-mashinsta-holodilnih-ustanovok>
2. <http://www.fresher.ru/2013/08/10/kak-delayut-morozhenoe/?replytocom=389063> .
3. www.perezd-ek.ru/packing/ .
4. М. М. Масліков “Холодильна технологія харчових продуктів”.
5. Б.К. Явнель “Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха”.
6. www.shepetovka.olx.com.ua/iid-169082294 .
7. www.101660.ua.all.biz/derevyannyj-yashchik-dlya-pomidorov-tomator-slivy-g1027488).
8. <http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/09/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F-5.pdf>
9. https://ru.osvita.ua/vnz/reports/econom_pidpr/17635/
10. budsektor.com.ua
11. Гетун Г.В. “Основи проектування промислових будівель”.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.424.ПЗ

Специфікація обладнання

Позна-чення	Найменування	Кільк.	Примітка
1	Гвинтовий компресорний агрегат Grasso SP-C1	2	
2	Поршневий компресорний агрегат Grasso 310	1	
3	Гвинтовий компресорний агрегат C2-A2	2	
4	Циркуляційний ресивер 1,5РДВ	2	
5	Компаундний циркуляційний ресивер 0,75РД	1	
6	Випарний конденсатор Baltimore VXC 36	3	
7	Лінійний ресивер 0,75 РД	3	
8	Градирня Guentner GFH 067B/2-N(D)-F6/6P	1	
9	Водяний насос Ebara DWO 150	2	
10	Повітроохолодник Alfa Laval BLAH353BT	6	
11	Повітроохолодник Alfa Laval BLAH402CD	4	
12	Повітроохолодник Alfa Laval RLAH353AD	16	
13	Аміачний насос WITT GP52/1450/5C	2	
14	Аміачний насос WITT GP42/1450	4	
15	Мастилосбірник 60 МЗС	1	
16	Дренажний ресивер 1,5 РД	1	

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		117



ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ - 50 Hz

Дата 17.04.2014
Заказчик
Проект

Режим работы Аммиак: нижняя подача Тип AlfaCubic Модель BLAN353BT
Тип расчета Rating
Требуемая мощность kW Запас %
Рассчитанная мощность 10.08 kW

Размеры

Длина 1970 mm Вес стандартного аппарата 78 kg
Высота 585 mm
Ширина 460 mm
Упаковка Деревянная Транспортный объем 1.3 \uc0\u109\u179

Расчетные данные

Хладагент Ammonia
Температура воздуха -18.0 °C / -21.4 °C
Относительная влажность 85.0 %
Температура кипения -26.0 °C
Температурная разница 8.0 K

Данные вентилятора

Расход воздуха: 1.931 m³/s Количество вентиляторов 3
Длина струи 19.9 m Диаметр вентилятора 350.0 mm
Скорость вращения 1420 rpm Напряжение 230/400V
Энергопотребление 732 W Напряжение 3ph
Номинальный ток⁽¹⁾ 1.4 A Эл. Подключение вентилятора D/Y
Номинальный ток полной 1.7 A
Уровень звукового давл. (3.0 m) ⁽¹⁾ 54 dB(A)
Уровень звуковой мощности 75 dB(A)

Данные теплообменного блока

Материал трубок Нерж.сталь Материал оребрения Алюминий
Межреберное расстояние 12.0 mm Количество заходов в 5
Площадь поверхности 34.2 \uc0\u109\u178 Внутренний объем 17.3 litres
Патрубки 33 - 42mm Расположение коллекторов Коллектора на одной

Каркас и рама

Материал корпуса Окрашенная ламель
Coil frame material Алюцинк

Примечание

⁽¹⁾ В соответствии с директивой EN 13487

⁽²⁾ Номинальный ток при Tвозд=20°C. Меняется при других значениях напряжения или Tвозд.

					00.ДП.142.008.424.ПЗ	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Опции

Способ оттайки Оттайка горячим газом

Поддон с изоляцией Нет
 Блок перегрева Нет

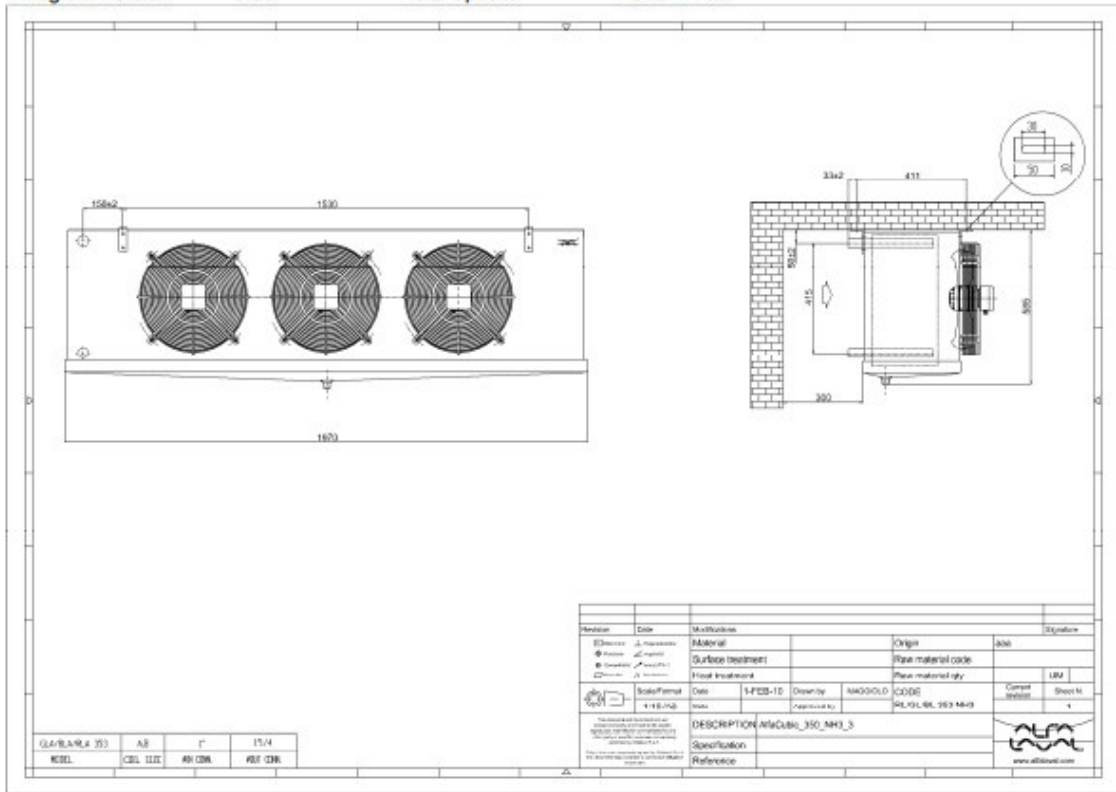
Электрическая часть

Соединение D/Y
 Ремонт.выключатель Нет Клеммная коробка Нет

Краткое резюме

Тип Идентиф. номер Цена (Евро без
 Компоновка теплообменника 3999
 Общая стоимость 3999
 Описание 1 BLAH353BD/Y 230/400VPB CR AP_HG
 Описание 2 AL 12.0 SS_

Program version 5.38 Data update 2010-12-08



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.424.ПЗ

Арк.

119

Додаток 2



ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ - 50 Hz

Дата 24.05.2015
Заказчик
Проект

Режим работы Аммиак: нижняя подача **Тип** AlfaCubic **Модель** BLAH402CD 400VPB
Тип расчета Design
Требуемая мощность 12.00 kW **Запас** 23.1 %
Рассчитанная мощность 14.77 kW

Размеры

Длина 1640 mm **Вес стандартного аппарата** 96 kg
Высота 685 mm
Ширина 630 mm
Упаковка Деревянная **Транспортный объем** 1.5 \u00b0\u00b0\u00b0109\u00b0179

Расчетные данные

Хладагент Ammonia
Температура воздуха -30.0 \u00b0C / -34.6 \u00b0C
Относительная влажность 85.0 %
Температура кипения -40.0 \u00b0C
Температурная разница 10.0 K

Данные вентилятора

Расход воздуха: 2.121 m\u00b3/s **Количество вентиляторов** 2
Длина струи 24.7 m **Диаметр вентилятора** 400.0 mm
Скорость вращения 1370 rpm **Напряжение** 400V
Энергопотребление 840 W **Напряжение** 3ph
Номинальный ток⁽²⁾ 1.4 A **Эл. Подключение вентилятора** D
Номинальный ток полной 1.7 A
Уровень звукового давл. (3.0 m) ⁽¹⁾ 56 dB(A)
Уровень звуковой мощности 77 dB(A)

Данные теплообменного блока

Материал трубок Нерж.сталь **Материал оребрения** Алюминий
Межреберное расстояние 12.0 mm **Количество заходов в** 4
Площадь поверхности 42.7 \u00b0\u00b0\u00b0109\u00b0178 **Внутренний объем** 21.6 litres
Патрубки 33 - 42mm **Расположение коллекторов** Коллектора на одной

Каркас и рама

Материал корпуса Окрашенная ламель
Coil frame material Алюцинк

Примечание

⁽¹⁾ В соответствии с директивой EN 13487

⁽²⁾ Номинальный ток при Tвозд=20\u00b0C. Меняется при других значениях напряжения или Tвозд.

⁽³⁾ Single electrical heater 230V

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.424.ПЗ

Арк.

120



Опции

Способ оттайки	Электрическая часть	Heaters on drip tray ⁽⁵⁾
No of Heaters	Heaters on Coil ⁽⁶⁾	1
Total El.Consumption	8100W	900W
Поддон с изоляцией	Нет	
Текстильный рукав	Нет	
АльфаСтример	Нет	
Блок перегрева	Нет	

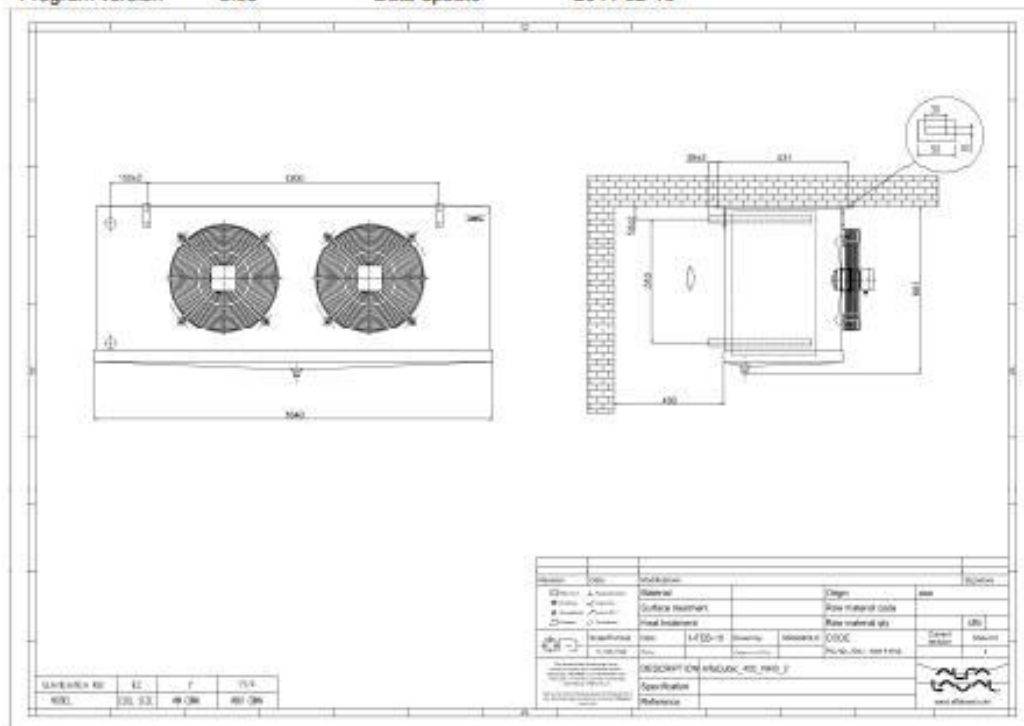
Электрическая часть

Соединение	D	
Ремонт.выключатель	Нет	Клеммная коробка Нет

Краткое резюме

Тип	Идентиф. номер	Цена (Евро без
Компоновка теплообменника		4559
Общая стоимость		4559
Описание 1	BLAH402CD 400VPB CR AP_E	
Описание 2	AL 12.0 SS_	

Program version 5.38 Data update 2011-02-16



BLAH402CD	40	12	7	15.4
4000	120	23	48	407

Material	Aluminum	Coil	See
Coil material code			
Coil material qty			
Material	Aluminum	Coil	See
Coil material code			
Coil material qty			
Material	Aluminum	Coil	See
Coil material code			
Coil material qty			

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

00.ДП.142.008.424.ПЗ

Арк.
121

Додаток 3



ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ - 50 Hz

Дата 02.05.2015
Заказчик
Проект

Режим работы Аммиак: нижняя подача **Тип** AlfaCubic **Модель** RLAN353AD/Y
Тип расчета Rating
Требуемая мощность kW Запас %
Рассчитанная мощность 12.70 kW

Размеры

Длина 1970 mm Вес стандартного аппарата 71 kg
Высота 585 mm
Ширина 460 mm
Упаковка Деревянная Транспортный объем 1.3 \u00b0u109\u179

Расчетные данные

Хладагент Ammonia
Температура воздуха 0.0 °C / -3.6 °C
Относительная влажность 85.0 %
Температура кипения -8.0 °C
Температурная разница 8.0 K

Данные вентилятора

Расход воздуха: 1.900 m³/s Количество вентиляторов 3
Длина струи 19.7 m Диаметр вентилятора 350.0 mm
Скорость вращения 1420 rpm Напряжение 230/400V
Энергопотребление 732 W Напряжение 3ph
Номинальный ток⁽²⁾ 1.4 A Эл. Подключение вентилятора D/Y
Номинальный ток полной 1.7 A
Уровень звукового давл. (3.0 m) ⁽¹⁾ 54 dB(A)
Уровень звуковой мощности 75 dB(A)

Данные теплообменного блока

Материал трубок Нерж.сталь Материал оребрения Алюминий
Межреберное расстояние 5.5 mm Количество заходов в 4
Площадь поверхности 45.9 \u00b0u109\u178 Внутренний объем 11.5 litres
Патрубки 33 - 42mm Расположение коллекторов Коллектора на одной

Каркас и рама

Материал корпуса Окрашенная ламель
Coil frame material Алюцинк

Примечание

⁽¹⁾ В соответствии с директивой EN 13487

⁽²⁾ Номинальный ток при Tвезд=20°C. Меняется при других значениях напряжения или Tвезд.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.ДП.142.008.424.ПЗ

Арк.

122

