

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

_____ Блаженко С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Петренко В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми _____

Холодильні техніка та технологія

на тему: Проект фабрики морозива продуктивність 20 т/добу у м. Мелітополь.

Виконав: здобувач 5 курсу, групи ЗХМ-5-3

_____ Тютюнник Костянтин Володимирови
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

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

Консультант _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Рецензент _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

_____ (підпис та прізвище здобувача)

Київ – 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут 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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф. Петренко В.П.

“03” листопада 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Тютюнник Костянтин Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь.

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

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 01.11.2021р. №859-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2022 року

3. Вихідні дані до роботи : Передбачити камери зберігання сировини, холодоагент R717 теплоізоляційні конструкції на основі ПСБС.

4. Зміст

Вступ, 1. Технологія виготовлення морозива та норми технологічної обробки. 2. Оброблення та технологічні режими підготування сировини. 3. Обґрунтування техніко-економічної вигоди виробництва. 4. Планування холодильних камер та їх площі. 5. Будівельно-ізоляційне комплектування холодильної камери. 6. Розрахунок теплопритоків до охолоджуваних приміщень. 7. Розрахунок навантажень на теплообмінне обладнання камер та компресорів. 8. Підбір типу холодильної установки та структури системи охолодження. 9. Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної машини. 10. Вибір теплообмінного обладнання та тепломасообмінних апаратів. 11. Розрахунок теплового навантаження на охолодник оборотної води (градирні). 12. Вибір допоміжного обладнання. 13. Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах. 14. Визначення вартості. 15. Охорона праці. Література .

5. Перелік графічного матеріалу

1. План та розріз будівлі та холодильних камер(A1)

2. Принципова схема розводки трубопроводів холодильної установки(A1)

Анотація

Темою диплому є проєкт холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу, у м. Мелітополь. Приведені технічні креслення і розрахунки щодо встановлюваного обладнання. Всі технічні рішення, які застосовуються, мають економічне обґрунтування. Проаналізовано ефективність підприємства використання підприємством електроенергії та затрат на даний проєкт, розраховано собівартість одиниці холодупродуктивності.

Дипломний проєкт виконаний на ПК, для розрахунків використовувалися такі програми: Microsoft Word”, креслення та схеми виконанні за допомогою програми “AutoCad 2013”, “Microsoft Excel”.

Ключові слова: аміак, R717, охолодження, фабрики морозива, холодильна машина, централізована двоступенева аміачна холодильна машина, проміжна посудина, дренажний ресивер, норми технологічної обробки морозива, фризер.

					<i>КР 000.142.008.001.2022.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Тютюнник.К.В</i>			Проект холодокомбінату фабрики морозива продуктивністю 20 т\добу м. Мелітополь.	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Мирошник.М.М</i>					2	94
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко.В.П</i>						

Зміст

Вступ.....	4
1. Технологія виготовлення морозива та норми технологічної обробки.....	5
2. Оброблення та технологічні режими підготування сировини	15
3. Обґрунтування техніко-економічної вигоди виробництва.....	17
4. Планування холодильних камер та їх площі.....	18
5. Будівельно- ізоляційне комплектування холодильної камери.....	22
6. Розрахунок теплопритоків до охолоджуваних приміщень.....	27
7. Розрахунок навантажень на теплообмінне обладнання камер та компресорів.....	39
8. Підбір типу холодильної установки та структури системи охолодження.....	41
9. Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної машини.....	42
10. Вибір теплообмінного обладнання та тепломасообмінних апаратів	54
11. Розрахунок теплового навантаження на охолодник оборотної води (градирні).....	59
12. Вибір допоміжного обладнання.....	60
13. Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах.....	64
14. Визначення вартості	79
15. Охорона праці.....	83
Література.....	

Вступ

З кожним роком якість продукції набуває все більшого і більшого значення. Якість продукції об'єктивно відображає результати діяльності суспільства. За якістю продукції визначають технічні можливості країни, рівень організації виробництва, торгівлі. Насиченість ринку якісними харчовими продуктами з високими споживними властивостями є ознакою стабільної, розвинутої економіки. Сучасному ринку морозива необхідно подальше розширення співробітництва вчених та взаємодії виробників морозива і інгредієнтів, технологічного, промислового й торгового холодильного устаткування. Перед підприємствами переробної галузі, постає гостра потреба у збільшенні виробництва холоду, підчас технологічного процесу та при зберіганні виробленої продукції. Зокрема гостро стоїть дана проблема при визначенні якості морозива. Все це призводить до необхідності проектування та будівництва нових холодокомбінатів. Головними задачами при проектуванні таких підприємств вважаються:

- підбір схеми технологічного процесу та визначення вантажообігу між цехами;
- підбір системи відводу теплоти конденсації.
- підбір та обґрунтування типу камер для холодильної обробки та зберігання продукції;
- розробка планування холодильного устаткування;
- визначення основних розмірів холодильника;
- підбір та обґрунтування типу систем охолодження;

Головною задачею інженерних впроваджень є комплексне вивчення місцевих умов та отримання необхідних вихідних даних для технічного обґрунтування та економічної доцільності вирішення питань проектування та будівництва холодокомбінату. При вирішенні цих задач в дипломному проекті керуюся науковими положеннями по збереженню електроенергії на виробку холоду, зменшення затрат на транспортні операції, збереження високої якості сировини [5].

					<i>КР 000.142.008.001.2022.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Тютюнник К.В</i>			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Мирошник.М.М</i>					4	94
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко.В.П</i>						

1. Технологія виготовлення морозива та норми технологічної обробки

Фабрика морозива у м. Мелітополь, продуктивністю 20 т/добу. Працює в дві зміни по 8 годин. Асортимент продукції [10]:

1. Морозиво «Пломбір Ескімос» виготовляється у кількості 50% від усієї продукції (10т/добу). Фасується на паличці по 100г. Рецептатура [10]

Сировина і показники готового продукту	Норма, кг на 1000 кг морозива без врахування втрат Пломбір
Молоко коров'яче незбиране	600
Масло вершкове	151,7
Молоко згущене	50
Молоко сухе обезжирине	15,5
Цукор-пісок	150
Крохмал	15

2. Молочне морозиво «Золотий Ключик» виготовляється у кількості 25% від усієї продукції (5 т/добу). У вафельних стаканчиках, по 80г порція в поліпропіленових упаковках. Рецептатура морозива [10]:

Сировина і показники готового продукту	Норма, кг на 1000 кг морозива без врахування втрат Золотий Ключик
Молоко коров'яче незбиране	500
Масло вершкове	6,9
Молоко знежирене згущене з цукром	178,8
Цукор-пісок	2,6
Сироп	100
Крохмал	18,8
Вода питна	192,9
Всього	1000

					<i>КР 000.142.008.001.2022.ПЗ</i>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м.Мелітополь.	Лит.	Лист	Листів
Розроб.		Гютюнник.К.В					5	94
Перевір.		Мирошник.М.М				<i>НУХТ</i>		
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко.В.П						

3. Фруктовий лід «Малинка» виготовляється у кількості 25% від усієї продукції (5т/добу).
 Фасується порціями по 70 г, спіральної форми на палочці, упаковка з поліпропілену.
 Рецептúra фруктового льоду [10]:

Сировина і показники готового продукту	Норма, кг на 1000 кг морозива без врахування втрат
	Фруктовий лід «Малинка»
Пюре і сік із малини	77
Цукор-пісок	237
Агароїд	4
Лимонна кислота	37
Вода питна	645
Всього	1000

Сировина для морозива постачається в таких кількостях:

- ✓ добове надходження молока - 8,5 т;
- ✓ масло вершкове – 1,551 т;
- ✓ молоко сухе обезжирине-0,155т
- ✓ агароїд-0,02т
- ✓ молоко знежирене згущене – 1,394 т;
- ✓ сироп – 0,5т;
- ✓ пюре і сік із малини – 0,385 т;
- ✓ цукор- пісок - 2,698 т;
- ✓ лимонна кислота - 0,185 т;
- ✓ крохмаль -0,51т;
- ✓ вода питна – 4,367 т.

Місткість камер зберігання замороженого морозива розраховується на 30 добових надходжень продукції: $B_K = 30 \cdot 20 = 600$ т.

- Місткість камери зберігання вершкового масла: $B_K = 1,551 \cdot 30 = 46,5$ т.
- Місткість приміщення зберігання сухих продуктів: $B_K = 3,568 \cdot 30 = 107$ т
- Камера для зберігання охолоджених продуктів: $B_K = 2,279 \cdot 30 = 68,4$ т

Принципова технологічна схема виробництва морозива [10]:

Приймання та оцінювання якості сировини

Підготовка сировини

Приготування суміші (38...47 °С)

Фільтрування суміші

Пастеризація суміші

(t 80-85 °С з витримкою 50-60 с або без витримки за температури t 92-95 °С);
періодичний спосіб (t 68-72 °С з витримкою 25-30 хв., а також при t 73-77 °С
з витримкою 15-20 хв., при t 78-82 °С з витримкою 8-10 хв., та при t 83-87 °С
з витримкою 3-5 хв.)

Гомогенізація суміші (t 65...90 °С)

Охолодження суміші (t 0...6 °С)

Визрівання суміші

(t 0...6 °С – 2...24 год., t 0...4 °С – до 48 год., або без витримки при
застосуванні ефективних стабілізаторів)

Фризерування суміші (-4...-6 °С)

Фасування та загартовування морозива (-32...-40 °С)

Пакування морозива

Зберігання морозива (-18 ...-22 °С
до 10 місяців, та при -24...-26 °С
до 12 місяців

Приймання, підготовка та оцінка якості сировини

Зважування розрахованих рецептурних компонентів, фільтрування рідких, просіювання та, за необхідності, змішування сухих інгредієнтів, подрібнення добавок, очищення ягід, зачищення та розплавлення вершкового масла, миття ягід, набухання та розчинення стабілізаторів структури. Ароматичні есенції, плодоягідні соки, молочну кислоту, що надходять у скляній тарі, розпаковують з ящиків, оглядають, обмивають, обтирають та розкупорюють. Ящики, бочки та металеві банки відкривають обережно, щоб з них у сировину не попали сторонні часточки. Мішки з сипкою сировиною відкривають по шву та направляють її на просіювання з діаметром отворів сит: 1,0-2,0мм – для крохмалю, 1,5-2,0мм – для молока сухого; 2,0-3,0мм – для цукру-піску. Згущене молоко вноситься до суміші без розчинення. Усі компоненти зважуються відповідно до рецепту [10].

Змішування складових суміші

Починають зі змішування рідких компонентів (води, молока, вершків та ін.) та підігрівання одержаної суміші до температури 40...45 °С. Потім додають розплавлені та згущені компоненти, далі - сухі продукти, яєчні продукти і наприкінці – стабілізатори [10].

Сухе молоко, яєчний порошок, какао-порошок та стабілізатори, якщо вони не переведені у рідку форму, можна попередньо змішувати з частиною цукру та додавати до рідких компонентів. Не можна допускати розчинення компонентів при температурах більших за 60 °С, інакше зі складовими рецептурних компонентів можуть пройти незворотні фізико-хімічні зміни. Заморожені вершкове масло та вершки повинні бути нарізані та попередньо розплавлені. При змішуванні жиру з водною фазою утворюється груба нестійка емульсія прямого типу. Барвники та ароматизатори додають в основному у визхрівшу суміш перед фризераванням. Стабілізатори краще диспергуються у сумішах з низькою активністю води, наприклад, у цукровому сиропі, що вміщує 66-68 % сухих речовин. Особливо важко вводити стабілізатори у нежирні суміші, зокрема за умови їх подальшої пастеризації у пластинчастих теплообмінниках, тому що нежирні суміші сильно спінюються та стають занадто в'язкими [13].

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						8
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Пастеризація

Застосовують з метою суттєвого зниження вегетативних мікроорганізмів та повного винищення патогенних мікроорганізмів, руйнування гідролітичних ферментів, повного розчинення сухих компонентів та розплавлення жиру та емульгатору, покращання смаку та аромату сумішей, підвищення однорідності та термінів зберігання продукту. Приготовану суміш пастеризують за: t 80-85 °С з витримкою 50-60 с або без витримки за t 92-95 °С в апаратах безперервної дії. При періодичному за t 68-72 °С з витримкою 25-30 хв; а також при t 73-77 °С з витримкою 15-20 хв; при t 78-82 °С з витримкою 8-10 хв. Та при t 83-87 °С з витримкою 3-5 хв.

Для пастеризації застосовують пластинчасті пастеризаційно-охолоджувальні установки, трубчасті пастеризатори, а також апарати періодичної дії (ванни тривалої пастеризації, пароварочні котли [10]).

Гомогенізація

Гомогенізація підвищує в'язкість сумішей у 5-15 разів, внаслідок чого в них не відстоюється жир до фризеравання. У гомогенізованих сумішах емульгатор та молочний білок розподіляються по поверхні жирових кульок та утворюють захисну оболонку, а тонко розподілений стабілізатор запобігає утворенню великих кристалів льоду. Максимальна ефективність гомогенізації виявляється при температурі близько 80 ± 5 °С, бо за цих умов сила тяжіння між молекулами казеїну стає слабкою, тому білок легше розподіляється по поверхні жирових кульок та стабілізує їх. Цей ефект є найбільшим, коли гомогенізація проходить після теплового оброблення. Температура гомогенізації сумішей становить 63...90 °С. Такий температурний режим забезпечує переведення усієї жирової фази у рідкий стан та протидіє злипанню жирових кульок під дією природного компоненту молока – агглютинану. Тиск гомогенізації сумішей морозива знаходиться у зворотній залежності від вмісту в них жиру: для молочного морозива тиск складає — 12,5...15,0 Мпа, вершкового -10,0...12,5 Мпа, пломбіру — 7,5...9,0 Мпа. Гомогенізатор-Диспергатор ГМД-Р-052, К5-ОГА-12; ОГБ-М;

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Охолодження і визрівання сумішей

Після гомогенізації суміші охолоджують до температури 0...6 °С та витримують протягом не менше 2-х год для молочного морозива, і не менше 4-х годин для морозива, що вміщує 10 % жиру. Моногліцериди з високою температурою плавлення можуть прискорювати кристалізацію жиру. Під час визрівання проходить кристалізація близько 50% молочного жиру, білки молока та стабілізатори під час витримки набухають, поглинають вологу, проходить адсорбція деяких компонентів суміші поверхнею жирових кульок. визрівання сумішей, незалежно від масової частки жиру та застосованого стабілізатора, необхідно проводити при температурі 0...6 °С не менше 4-х год. Більша тривалість визрівання може бути передбачена у кожному конкретному випадку, але зниження температури нижче 0 °С недоцільне. Максимальний термін зберігання охолодженої суміші – 24 години [11].

Фризерування суміші

Перед фризеруванням сумішей необхідно перевірити їх на відповідність показникам якості та рецептурі. Суміш для морозива надходить у фризер при температурі не вище t_6 °С, охолоджується до кріоскопічної температури, потім при інтенсивному перемішуванні з частотою обертів мішалки 150-200 об/хв. частково заморожується при температурі t_4 ... t_6 °С, внаслідок чого приблизно 35..65 % води, що знаходиться у розчині, перетворюється у дрібні кристали льоду, більшість з яких має розміри 60...100 мкм. Заморожена суміш після фризерування має температуру t_3 ... t_5 °С та ступінь збивання до 100 %. Від кількості вимороженої води та ступеня збивання залежать якість морозива, а також його густина, необхідна для обчислення кількості відведеної теплоти у системі охолодження фризера та камери загартовування [11]. Стандартний модельний ряд фризера для морозива Tetra Pak Hoyer Frigus SF безперервної дії – це повністю комплектні та готові до роботи машини з продуктивністю 150, 300, 600, 1000, 1200, 2400 літрів на годину.

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Фризер для морозива безперервної дії				
Модель фризера	SF 150	SF 300	SF 600	SF 1000
Розрахункова продуктивність, л/год	150	300	600	1000
Холодопродуктивність, Ккал/кВт	4000 / 4.5	8000 / 9	16000 / 17	27000 / 31
Температура вхідної сировини, °С	t+2 ct+5 c			
Температура готового продукту, °С	Не більше t -5 c			
Потужність, кВт	5.5 — привод 0.75 — насос	7.5 — привод 0.75 — насос	10.0 — привод 0.75 — насос	15.0 — привод 0.75 — насос
Холодоагент	R717			
Габаритні розміри, мм	1270 x 800 x 1600	1370 x 800 x 1600	1470 x 800 x 1600	1800 x 960 x 2100
Маса, кг	460	680	800	1300

У фризері встановлений потужний двигун, що обертає міксер усередині циліндра, що заморожує. Стінки циліндра, що заморожує, постійно охолоджуються за допомогою компресора. У цей циліндр, що заморожує, надходить заздалегідь підготовлена і пастеризована суміш морозива, яка і піддається заморожуванню (при постійному перемішуванні). Менші енергетичні витрати, безперервність процесу, більша кількість обертів мішалки, можливість регулювання об'ємів суміші та повітря, що надходять, швидкість фризера (біля 0,5 хв замість 5-15 хв у фризері періодичної дії) забезпечують кращу якість морозива у порівнянні з морозивом, що одержують у фризерах періодичної дії.

Процес загартування може бути скорочений за рахунок високого ступеня заморожування продукту. Системи охолодження можуть бути аміачними та фреоновими. Теплообмін відбувається через металеву поверхню, а швидкість заморожування залежить від температурного перепаду між сумішшю та холодоагентом [11].

Морозиво, що виходить з фризера, відразу ж фасують та направляють на загартування. Будь-яка затримка може призвести до відтаювання частини закристалізованої води та утворення великих кристалів льоду. Промисловість випускає морозиво вагове та фасоване. Вагове морозиво фасують в гільзи з неіржавіючої сталі із щільно прилеглими кришками, в ящики з полімерних матеріалів та з гофрованого картону з мішками-вкладишами. Фасоване морозиво випускають дрібними порціями з масою нетто: від 60 до 100 г. Маса нетто морозива фасованого безпосередньо в транспортну тару - від 4 кг.

Тара та пакувальні матеріали для охолоджених продуктів повинні бути сумісними з продуктом, нетоксичними, витримувати механічний та термічний вплив процесу формування та упакування, навантаження при розподіленні продукту, запобігати механічним пошкодженням при зберіганні продукту, бути газонепроникними, вологоміцними, морозостійкими, жиростійкими, перешкоджати міграції вологи, захищати від світла, гарантувати цілісність герметизації, попереджувати мікробіологічні забруднення, бути інертними до складових морозива, нетоксичними, захищати від запахів та присмаків, не повинні додавати морозиву стороннього присмаку і запаху при тривалому контакті; мати гладку поверхню. Бути економічно доцільними, привабливими для споживачів, нести інформацію про продукт, легко відкриватися та витримувати температурний режим зберігання продукту.

У вигляді одношарових, багатшарових різнобарвних порцій по формі, близькій до циліндра, прямокутного паралелепіпеда, прямокутного батончика, зрізаного конуса, еліпса або піраміди у глазури або без неї, в ароматизованому покритті або без нього, з паличкою, що упаковані в етикетку або пакетик; У вафельних стаканчиках, ріжках, трубочках, конусах, корзиночках, що запаковані в етикетку. Тара та пакувальні матеріали повинні відповідати вимогам і бути допущені органами й установами державної санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я України для контакту з харчовими продуктами [10].

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Загартування морозива

Процес охолодження та витримки морозива за температур від мінус 18 °С і нижче з метою надання морозиву міцності та опору таненню. Після загартування близько 75...90 % води знаходиться у вигляді дрібних кристалів, які зростаються в жорсткий кристалізаційний каркас. Внаслідок цього процесу морозиво набуває щільну консистенцію та високу міцність. Під час загартування розміри кристалів льоду збільшуються у середньому на 30-40 %. Загартування морозива необхідно проводити швидко. Коливання температури у камерах неприпустиме, бо в іншому випадку лід почне розтавати та знову викристалізуватися з утворенням великих кристалів, що призведе до грубої структури та консистенції готового продукту.

Загартування здійснюють за допомогою спеціальних швидкоморозильних апаратів або холодильних камер за температур від мінус 30 до мінус 40° С. Холодильні камери використовують лише при невеликих обсягах виробництва морозива. Процеси фасування та загартування морозива повністю механізовані та виконуються на поточних лініях. До складу таких ліній входять: фризер безперервної дії, автомат-дозатор та морозильний апарат, що з'єднані системою транспортерів. Залежно від виду фасування в лінію підключаються обгорткові автомати. Поточні лінії виключають важкі ручні операції, що підвищує продуктивність праці. При переміщенні транспортера усередині камери морозиво обдувається холодним повітрям за допомогою вентиляторів та загартується за 35...45 хвилин ,в спіральному швидко морозильному апараті [11] .

Різновид конвеєрних морозильних апаратів,(Спіральний) в яких довга безперервна конвеєрна стрічка розташовується по спіралі ярусами до 50 ярусів висотою. Сітчастою стрічкою продукт направляється в апарат, у ньому стрічка з продуктом, ковзаючи направляючими, рухається по спіралі вздовж барабана, що обертається, при цьому відбувається швидке заморожування продукту в потоці холодного повітря, створюваного вентиляторами, при температурі -35 ° С. Продуктивність від 200 до 2000 кг / год.

Спіральний багатоярусний конвеєр (рама поворотна сітчаста стрічка з нержавіючої сталі, система регульованої швидкості руху конвеєрної стрічки)

- Теплоізолювана камера, виконана з пінополіуретанових сендвіч-панелей ППУ 160мм.
- Низькотемпературна холодильна установка на базі поршневіх або гвинтових компресорів Bitzer, Frascold, Copeland.

Модель	FES-19
Температура повітря в камері, °C	-35
Споживаюча потужність, кВт	19,4
Продуктивність, кг/год	1300
Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	4500×3100×3200
Вага	5840
Холодоагент	R717

Пакування та зберігання морозива.

Готовий продукт упаковують у транспортну тару: контейнери, ящики з гофрованого картону, ящики з кришками з полімерних матеріалів, для багаторазового користування .

Захищає продукт в процесі зберігання і транспортування від механічних ушкоджень, втрат, деформацій і певною мірою зменшує вплив коливань температури навколишнього середовища. Транспортна тара забезпечує транспортабельність продукту. Транспортна тара повинна бути міцною при стисканнях, поштовхах, ударах, падіннях, вібрації і стійкою при штабелюванні. Морозиво упаковують у картонні коробки з гофрованого картону по 3-6 кг і направляють в камери схову з температурою $-18...-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ і відносною вологістю повітря 85-90%.

Температурні коливання в камері не повинні перевищувати $t \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ а при тривалому зберіганні морозива не допускаються зовсім. При випуску з підприємства температура морозива молочних видів повинна бути не вище $t-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, фруктово- ягідного і ароматичного - не вище $t-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. [10]

Охолодження камер до температури $t-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ здійснюється за допомогою повітроохолодників, швидкість повітря в камерах зберігання 5 м/с. Використовують переважно дерев'яні контейнери, між подвійними фанерними стінками яких прокладається для ізоляції гофрований картон у 3-4 шари, пенополистирол ПСБ та інші матеріали. Іноді внутрішні стінки контейнерів виготовляють з листового алюмінію, а зовнішні – із шаруватого пластику; загальна товщина стінок 46-50 мм.

Картонні ящики з продуктом повинні бути обклеєні на стиках паперовою або полімерною стрічкою з липким шаром або скріплені металевими скобами. Полімерні ящики, лотки, відра і гільзи з морозивом повинні бути опломбовані [11].

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Оороблення та технологічні режими підготування сировини

Розрахунок часу заморожування морозива на палочці в спіральному швидкоморозильномуапараті FES-19.

Вихідні дані:

Товщина $\delta=0,031$ м

Довжина $L=0,1$ м

Ширина $b=0,06$ м

Початкова температура морозива після фризера $t_{\text{поч}} = -4^{\circ}\text{C}$ Кінцева температура морозива після заморозки $t_{\text{кін}} = -30^{\circ}\text{C}$ Коефіцієнт теплопровідності $\lambda_0 = 0,405$ Вт/м·К

Коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря $\nu = 11,13 \cdot 10^{-6}$ м²/с

Густина морозива $\rho = 1110$ кг/м³

Коефіцієнт теплопровідності повітря $\lambda_{\text{пов}} = 0,0244$ Вт/м·К

Розраховуємо час заморожування морозива від температури -4°C до -30°C

Коефіцієнт теплопровідності замороженого продукту:

$$\lambda_{\text{мор}} = \lambda_0 + 0,9 \cdot \omega$$

$$\omega = 1 - \frac{t_{\text{кр}}}{t_{\text{кам}}} = 1 - \frac{-1}{-30} = 1 - 0,33 = 0,67$$

ω - частка вимороженої вологи [6].

$$\lambda_{\text{мор}} = 0,405 + 0,9 \cdot 0,67 = 1,28 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$$

Розрахунок коефіцієнта тепловіддачі з поверхні продукту:

$$Re = \frac{\omega_{\text{пов}} \cdot \delta}{\nu_{\text{пов}}} = \frac{5 \cdot 0,031}{11,13 \cdot 10^{-6}} = 13926$$

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,7} = 0,17 \cdot 13926^{0,7} = 135,2$$

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гютюнник К.В			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь	Лист	Лист	Листів
Перевір.		Мирошник М.М					15	94
Реценз.						НУХТ		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

$$a = \frac{Nu \cdot \lambda_{\text{пов}}}{\delta} = \frac{135,2 \cdot 0,0244}{0,031} = 106,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$

Розрахунок часу заморожування морозива на паличці:

$$\tau = \frac{\rho \cdot \delta \cdot (h_{\text{поч}} - h_{\text{кін}})}{t_{\text{кр}} - t_{\text{ка}}} \cdot \left(R \cdot \frac{\delta}{\lambda_{\text{мор}}} + P \cdot \frac{1}{\alpha} \right)$$

R= 0,0751; P= 0,2632- коефіцієнти для розрахунку тепловіддачі [6].

$t_{\text{кр}} = -1 \text{ }^\circ\text{C}$ – криоскопічна температура морозива;

$h_{\text{поч}} = 105 \text{ кДж}/\text{кг}$ – початкова ентальпія брикету морозива;

$h_{\text{кін}} = 0 \text{ кДж}/\text{кг}$ – кінцева ентальпія брикету морозива;

$$\tau = \frac{1110 \cdot 0,031 \cdot (105 - 0) \cdot 10^3}{-1 - (-30)} * \left(0,0751 * \frac{0,031}{1,28} + 0,2632 * \frac{1}{106,4} \right) = 535\text{с} = 8,9\text{хв}$$

Одна порція морозива на палочці заморожується в спіральному швидкоморозильному апараті FES -19, за 8,9 хвилин.

Таблиця параметрів камер зберігання:

Камера	Температура, °C	Відносна вологість, %	Циркуляція повітря	Тривалість зберігання
Камери зберігання морозива (1,2,3,4,5)	-18	85-90	Примусова 5м/с	до 1 місяця
Камера зберігання вершкового масла(6)	-18	80-85	Примусова 5м/с	до 1 місяця
Камера для зберігання сухої сировини(9)	+4	60-65	Примусова 5м/с	до 1 місяця
Камера для зберігання охолодженої сировини(10)	+4	75	Примусова 5м/с	до 1 місяця
Приміщення для танків з Молоком(11)	+4	-	Примусова до 5м/с	до 1 доби

3. Обґрунтування техніко-економічної вигоди виробництва

Метою даного проекту являється розробка холодозабезпечення фабрики морозива в м. Мелітополь, продуктивністю 20т/добу.

Місто Мелітополь — великий та багатогалузевий промисловий центр, в Запорізькій області, розташований на правому березі річки Молочної. Загальна площа зелених насаджень 2,2 тис. га. Територія міста та району розташована в основному в межах Причорноморської низовини. Її поверхня — плоска низовинна рівнина, знижуються з півночі на південь, приступом обривається на березі Азовського моря. Основною рисою кліматичних умов міста є спекотне літо, помірно холодна зима і недостатнє зволоження. В Мелітополі знаходиться одні з найкращих молочних ферм Приазов'я, та молокозавод «Олком».

В даному проекті, для отримання холоду, використовується централізована двоступенева аміачна холодильна машина, з трьома температурами кипіння і фіксованим проміжним тиском. Схема охолодження, обрана з урахуванням зменшення капітальних затрат в порівнянні з використанням проміжного теплоносія, а також зменшуються витрати на спожиту електроенергію. Вона є простою та надійною порівняно з подібними схемами, що працюють на аміаку. Це дозволяє використовувати на кожен температуру кипіння, одноступеневий агрегат і зменшити кількість проміжних посудин. Даний холодильний агент, порівняно з іншими, економічно вигідніший. З розрахунком надійності та економічності, використовуємо насосно-циркуляційну подачу аміаку. Як теплообмінне обладнання для камер холодильника обрані повітроохолодники, що дозволяє забезпечити примусову циркуляцію повітря, а значить і процес заморожування та охолодження. Також, порівняно з батарейним охолодженням, повітроохолодники більш компактні, і менше займають вантажну площу, менше складної металоконструкції при однаковій холодопродуктивності. Конденсатор обраний кожухотрубний з водяним охолодження, що дає змогу зменшити тиск конденсації в порівнянні з повітряним конденсатором.

					<i>КР 000.142.008.001.2022.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Тютюнник К.В</i>			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Мирошник.М.М</i>					17	94
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко.В.П</i>						

4. Планування холодильних камер та їх площі

Планувальні будівельні холодильні камери та приміщень повинні застосовувати технології обробки та зберігання вантажів, переміщення вантажів, навантажувально-розвантажувальні роботи, зручність обслуговування обладнання.

Складаємо план будівлі для збереження сировини:

- камери для зберігання вершкового масла ($B_k=46.5$ т; -18°C);
- камери для зберігання замороженого морозива ($B_k=600$ т; -18°C);
- камери для зберігання охолодженої сировини ($B_k=68.4$ т; $+4^\circ\text{C}$);
- камери для зберігання сухої сировини ($B_k=107$ т; $+4^\circ\text{C}$);
- приміщення для танків з молоком ($B_k=8.5$ т; $+4^\circ\text{C}$);
- приміщення для технологічних операцій (0°C);
- допоміжні приміщення (вентиляційні камери, візкові кладові, коридори, тощо);
- службові приміщення ($+20^\circ\text{C}$);
- машинне відділення та приміщення для обслуговуючого персоналу;
- автомобільні платформи та рампи

Розмір будівельних прямокутників приймаємо 6×6 м.

Будівельну площу камер зберігання визначаємо за формулою:

$$F_{\text{буд}} = \frac{B_k}{q_v * h_{\text{гр}} * \beta}$$

де: B_k - місткість камер зберігання, т;

q_v - норма завантаження на 1 м вантажного об'єму камери;

$h_{\text{гр}}$ - вантажна висота штабеля, приймаємо 5,2 м для камери висотою 6 м;

β - коефіцієнт використання будівельної площі камери;

$\beta=0,8$ - для холодильних камер з площею від 400 м^2 .

					<i>КР 000.142.008.001.2022.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Тютюнник К.В</i>			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Мирошник М.М</i>					18	94
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П</i>						

Розрахункові питомі навантаження q_v від продуктів приймаємо за додатком

- інгредієнти для виготовлення морозива в картонних ящиках $q_v = 0,35 \text{ т/м}^3$;
- морозиво в картонних ящиках $q_v = 0,13 \text{ т/м}^3$;
- масло в картонних ящиках $q_v = 0,51 \text{ т/м}^3$;
- СОМ в паперових мішках $q_v = 0,35 \text{ т/м}^3$.

$$F_{\text{зб.мор.}} = \frac{600}{0,23 \cdot 0,8 \cdot 5,2} = 667 \text{ м}^2$$

Визначаємо площу одного будівельного квадрата за формулою:

$$f = b \cdot l = 6 \cdot 6 = 36 \text{ м}^2$$

Визначаємо кількість будівельних квадратів за формулою:

$$n = \frac{F_{\text{буд}}}{f} = \frac{667}{36} = 18,52$$

Приймаємо дійсну кількість будівельних квадратів $n_{\text{д}} = 19$, округлюючи до цілих значень (в бік зростання) розрахункове значення n .

Знаходимо дійсну площу камери за формулою:

$$F_{\text{д}} = n_{\text{д}} \cdot f = 19 \cdot 36 = 684 \text{ м}^2$$

Визначаємо будівельну площу камери зберігання вершкового масла:

$$F_{\text{зб.м.}} = \frac{46,5}{0,8 \cdot 5 \cdot 0,7} = 16,60 \text{ м}^2$$

Приймаємо розміри приміщення: 2 будівельних квадрати.

Визначаємо будівельну площу камери для зберігання охолодженої сировини:

$$F_{\text{ох.сир.}} = \frac{68,4}{0,35 \cdot 5 \cdot 0,8} = 48,85 \text{ м}^2$$

Приймаємо розміри приміщення: 2 будівельних квадрати.

Визначаємо будівельну площу приміщення для зберігання сухої сировини:

$$F_{\text{с.р.}} = \frac{107}{0,35 \cdot 5 \cdot 0,8} = 76,42 \text{ м}^2$$

Приймаємо розміри приміщення: 3 будівельних квадрати.

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						19
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Приміщення для танків з молоком:

Для охолодження прийнятого молока використовуємо 2 танки-термоси ємністю 5000 л (довжина – 3800 мм, діаметр –1500 мм, висота – 1900 мм). Приймаємо розміри приміщення: 2 будівельних квадрати.

$$F_{т.м.} = 36 \cdot 4 = 144 \text{ м}^2$$

Приміщення для технологічних операцій:

Приймаємо розміри приміщення за розмірами апаратів: 8 будівельних квадратів.

Довжина – 24 м; Ширина – 12 м; Висота –6 м.

$$F_{тех} = 36 \cdot 8 = 288 \text{ м}^2$$

Площа машинного відділення приймається в межах $(0,05 - 0,35) \cdot F$

$$F_{маш} = 2077 \cdot 0,15 = 311,5 \text{ м}^2$$

Приймаємо 9 будівельних квадратів.

Площа службових приміщень приймається в межах $(0,2 - 0,4) \cdot F$

$$F_{сл} = 0,2 * 2077 = 415,4 \text{ м}^2$$

Приймаємо 12 будівельних квадратів.

Таблиця основних будівельних площ холодильника:

Таблиця

Камера	Температура, °С	Місткість камери, т	Площа камери, м ²	Кількість буд. прямокутників	Дійсна площа камери, м ²
Камери зберігання морозива [1,2,3,4,5]	-18	600	667	35	1260
Камера зберігання вершкового масла [6]	-18	46.5	16.60	2	72
Камера експедиції морожених продуктів[7]	-12	-	144	4	144
Приміщення для технологічних операцій [8]	0	-	288	8	288
Приміщення для збер. сухої сировини[9]	+4	107	76.42	3	108

КР 000.142.008.001.2022.ІІЗ

Лист

20

Зм.

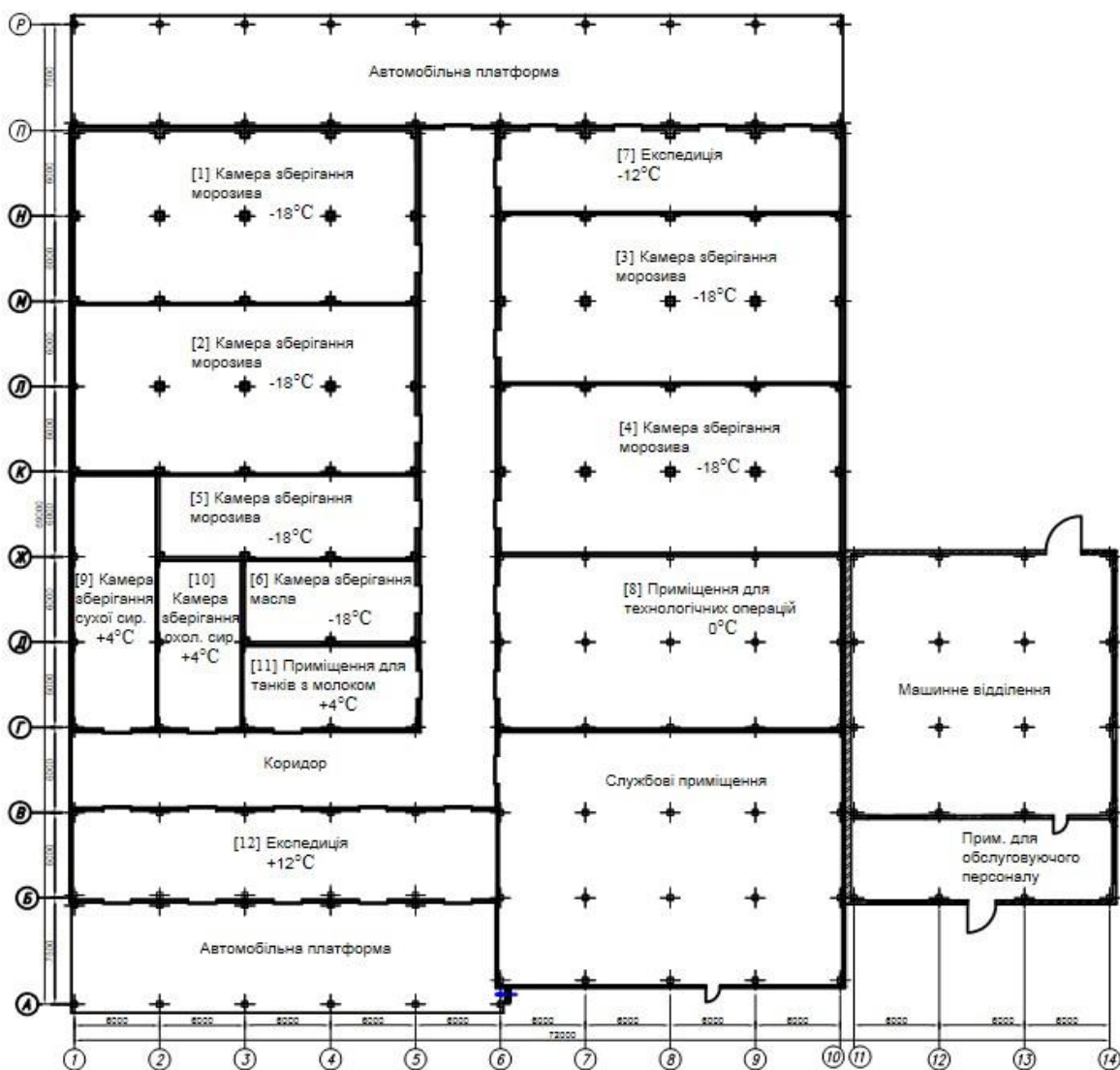
Лист

№ докум.

Підпис

Дата

Камера для зберігання охолодженої сировини[10]	+4	68.4	48.85	2	72
Приміщення для танків з молоком[11]	+4	8.5	72	2	72
Камера експедиції сировини[12]	+12	-	180	5	180
Приміщення для обл. персоналу	Без опалення	-	108	3	108
Машинне відділення	Без опалення	-	311,5	9	324
Службові приміщення	+20	-	415.4	12	432
Коридор	Без опалення	-	432	12	432



План фабрики морозива в м. Мелітополь

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

Лист

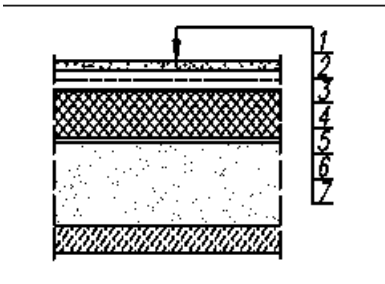
21

5. Будівельно-ізоляційне комплектування холодильної камери

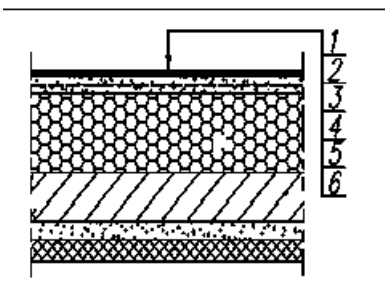
Проектуємо будівлю каркасного типу з залізобетонними колонами 400×400мм. Розмір сітки колон приймаємо 6×6 м. Будівельні балки залізобетонні довжиною 6 м і висотою 440 мм. Висота камер від підлоги до низу балки 6 м. Стіни з перегородками - залізобетонні. Покриття без горища. Матеріал профнастил. Листи покриття мають хвилі висотою 20 мм, довжиною 6 м шириною 1,5 м та товщиною листа 1,5мм. Підлога покрита теплоізоляцією, для захисту від промерзання. В якості теплоізоляції приймаємо пінопласт полістирольний ПСБ-С [6].

Середня температура зовнішнього повітря у м. Мелітополь дорівнює +14,5°C. Розрахункова літня + 32°C, зимня -11°C.

Будівельно-ізоляційні конструкції холодильника



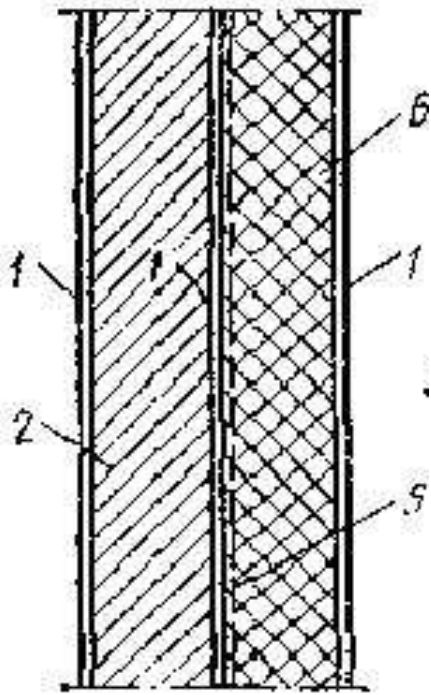
Підлога	δ м	λ Вт/мК	Σδ _i /λ _i м ² К/Вт
1. Монолитне бетонне покриття із важкого бетону	0.040	1.86	1.341
2. Армована бетонна стяжка	0.150	1.86	
3. Пароізоляція - 1 шар пергаміна	0.001	0.15	
4. Теплоізоляція із пінопласта полістирольного ПСБ-С	-	0.05	
5. Цементно-піщаний розчин	0.025	0.98	
6. Ушільнений пісок	1	0.58	
7. Бетонна підготовка з електронагрівачами	-	-	



Покриття	δ м	λ Вт/мК	Σδ _i /λ _i м ² К/Вт
1. 5 шарів гідроізоли на бітумній мастиці	0,012	0,30	0,202
2. Стяжка із бетону по металевій сітці	0,040	1,86	
3. Засипка з гравію	0,200	0,2	
4. Цементно-піщаний розчин	0,030	1	
5. З/б плита	0,220	2	
6. Теплоізоляція з ПСБ-С	-	0,025	

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Тютюнник К.В.			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь	Лист.	Лист	Листів
Перевір.		Мирошник М.М					22	94
Реценз.						НУХТ		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П						



Д
 ля
 прикла
 ду
 наведе
 но
 розрах
 унок
 ізоляці
 йних

Зовнішня стіна	δ м	λ Вт/мК	Σδ _i /λ _i м ² К/Вт
1. Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0.020	0.98	0.1090
2. Теплоізоляція із пінопласта полістирольного ПСБ-С	-	0.05	
3. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0.004	0.30	
4. Залізобетонна плита	0.140	1.86	

Внутрішня стіна	δ м	λ Вт/мК	Σδ _i /λ _i м ² К/Вт
1. Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0.020	0.98	0.1090
2. Теплоізоляція із пінопласта полістирольного ПСБ-С	-	0.05	
3. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0.004	0.30	
4. Залізобетонна плита	0.140	1.86	

Перегородка	δ м	λ Вт/мК	Σδ _i /λ _i м ² К/Вт
1. Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0.020	0.98	0.0768
2. Теплоізоляція із пінопласта полістирольного ПСБ-С	-	0.05	
3. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0.004	0.30	
4. Залізобетонна плита	0.080	1.86	

конструкцій стіни між камерами зберігання морозива(1,2,3,4,5) та зовнішнім повітрям:

Склад стіни показано в таблиці. Температура в камерах -18°C, охолодження здійснюється повітряними охолодниками, відповідно циркуляція повітря помірна. Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з t_в = -18°C холодильника, k₀^{пот} = 0,25 Вт/(м²·К) відповідно табл. α_з = 23 Вт/(м²·К), α_в = 9 Вт/(м²·К). [6]

Підраховуємо загальний термічний опір в їх шарів, окрім теплоізоляційного:

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,02}{0,98} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,14}{1,86} = 0,109 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{из} = \left[\frac{1}{K_{нор}} m_1 - \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_k} \right) \right] \lambda_{из} m_2$$

$$\delta_{із} = 0,05 * \left(\frac{1}{0,25} + 0,109 + \frac{1}{23} \right) = 0,187\text{м}$$

де $\lambda_{із}$ - коефіцієнт теплопровідності теплоізоляції, Вт/(м·К); $K_{нор}$ - нормативний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К);

m_1 - коефіцієнт теплоізоляційної конструкції для напилувальних і заливальних конструкцій

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

α_6 - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої або більш холодної сторони огородження, Вт/(м²·К);

Приймаємо товщину теплоізоляції 200 мм.

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

де t_B - температура повітря в більш теплом приміщенні, °С;

t_3 - температура повітря в більш холодному приміщенні, °С.

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

$$\tau_B \geq t_{т.р}$$

$$\tau_B = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_0 \cdot \alpha}$$

де $t_{т.р}$ - температура точки роси в більш теплом приміщенні (визначається по i-d діаграмі повітря за температурою та вологістю повітря в приміщенні), °С [8].

Розрахунок умови випадіння конденсату для даної стіни не виконується.

Розрахунки всіх інших ізоляційних конструкцій будівлі наведено в таблиці

$$K_D = \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{із}}{\lambda_{із} m_2} + \frac{1}{\alpha_k} \right)^{-1}$$

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						24
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця

Огорожа	$t_{в}/t_{з}$ °C	$\alpha_{вн},$ Вт/(м ² ·К)	$\alpha_{вн},$ Вт/(м ² ·К)	$R_{зв},$ м ² ·К Вт	$R_{вн},$ м ² ·К Вт	$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ м ² ·К Вт	Товщина теплоізоляції , м		Коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м ² ·К)	
							$\delta_{із}$ <i>потр</i>	$\delta_{із}$ <i>д</i>	k_0 <i>потр</i>	k_0 <i>д</i>
1.Стіни між камерами зберігання морозива (1,2,3,4) та зовнішнім повітрям	-18 +32	23	9	0,043	0,111	0,109	0,187	0,2	0,25	0,23
2.Стіни між експедицією(7) та зовнішнім повітрям	-12 +32	23	9	0,043	0,111	0,109	0,165	0,18	0,28	0,26
3.Стіна між камерою зберігання сировини(9)та зовнішнім повітрям	+4 +32	23	9	0,043	0,111	0,109	0,11	0,12	0,44	0,38
4.Стіна між камерою зберігання сировини (9,10,11) та коридором	+4 +12	9	9	0,011	0,111	0,076	0,081	0,1	0,52	0,43
5.Стіна між камерою зберігання сировини (9,10,11) та зберігання (5,6)	-18 +4	9	9	0,111	0,111	0,076	0,17	0,2	0,27	0,23
6.Стіна між експедицією(12) та зовн.повітрям	+12 +32	23	9	0,043	0,111	0,109	0,062	0,08	0,64	0,51
7.Внутрішні стіни між камерами зберігання морозива і масла (1,2,3,4,5,6)	-18 -18	9	9	0,111	0,111	0,076	0,071	0,08	0,58	0,52
8.Стіни між камерами зберігання морозива (3) та Експедицією(7)	-18 -12	9	9	0,111	0,111	0,076	0,107	0,12	0,41	0,37
9.Стіна між експедицією (7)та коридором	-12 +12	9	9	0,111	0,111	0,076	0,164	0,18	0,28	0,25
10.Стіни між камерами зберігання [1,2,3,4,5,6] та коридором	-18 +12	9	9	0,111	0,111	0,076	0,193	0,2	0,24	0,23
11.Стіни між коридором, експедицією (12) та службовим приміщенням	+12 +20	23	9	0,043	0,111	0,076	0,067	0,08	0,64	0,54

12. Стіна між приміщенням для технологічних операцій(12)та коридором;	0 +12	9	9	0,111	0,111	0,076	0,094	0,1	0,46	0,43
13.Стіна між приміщенням для технологічних операцій(8) та службовим прим;	0 +20	23	9	0,043	0,111	0,076	0,113	0,12	0,4	0,38
14.Стіна між приміщенням для технологічних операцій(8) та камерою зберігання Морозива(4);	-18 0	9	9	0,111	0,111	0,076	0,168	0,18	0,29	0,25
15.Стіна між приміщенням для технологічних операцій(8) та машинним відділенням;	0 +25	23	9	0,043	0,111	0,109	0,112	0,12	0,4	0,37
16.Стіни між камерами зберігання сировини (9,10,11)	+4 +4	9	9	0,111	0,111	0,076	0,07	0,08	0,58	0,52
17.Стіна між коридором та зовнішнім повітрям	+12 +32	23	9	0,043	0,111	0,076	0,067	0,08	0,64	0,54
18.Стіна між експедицією (12) та коридором	+12 +14	9	9	0,111	0,111	0,076	0,075	0,08	0,44	0,42
19.Підлога з електро- підігрівом ґрунту для камер (1,2,3,4,5,6,7);	-18 +1	7	-	0,142	-	1,341	0,95	0,1	0,23	0,22
20.Підлога для камер без електропідігріву	0 +14	7	-	0,142	-	1,341	0,077	0,01	0,41	0,4
21.Стеля над камерами зберігання морозива і вершкового масла, та експедицією(1,2,3,4,5,6,7);	-18 +32	7	23	0,142	0,043	0,202	0,105	0,12	0,25	0,22
20.Стеля над іншими камерами.	0 +32	7	23	0,142	0,043	0,202	0,037	0,04	0,37	0,36

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

Лист

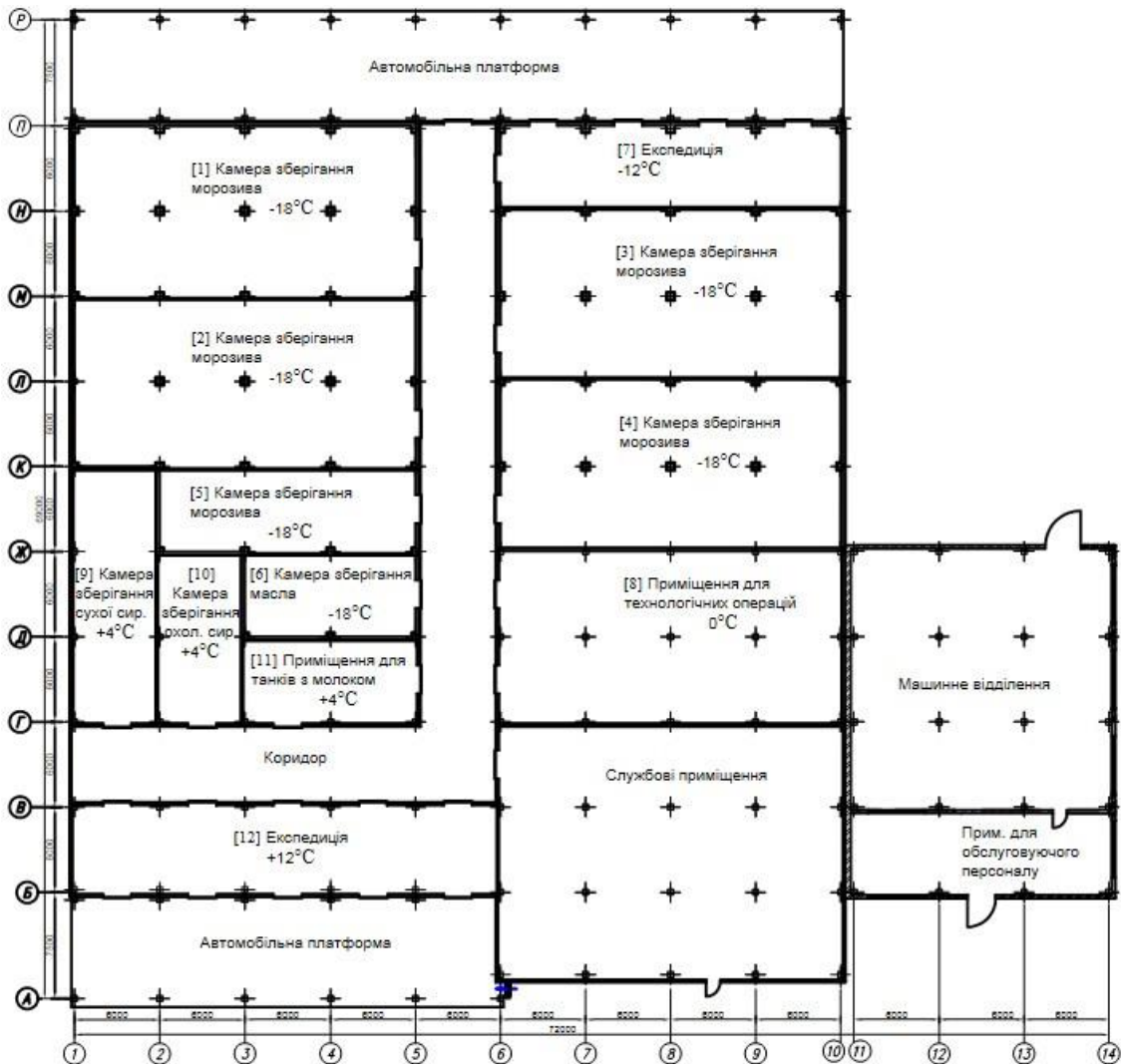
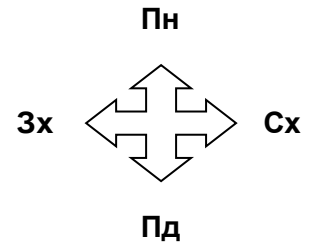
26

6. Розрахунок теплопритоків до охолоджуваних приміщень

Теплопритоки через огорожувальні конструкції

Для визначення теплопритоків від сонячної радіації приймаємо орієнтацію будівлі машинним відділенням на схід. Розміри огорожень на плані і площу камер приймаємо по осям колон.

Враховуємо, що стеля зовні світла (тобто $\Delta t_c = 14,9^\circ\text{C}$). Розрахункова літня температура 32°C .



					<i>КР 000.142.008.001.2022.ПЗ</i>		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Гютюнник.К.В				Лит.	Лист	Листів
Перевір.	Мирошник.М.М					27	94
Реценз.					<i>НУХТ</i>		
Н. Контр.							
Затверд.	Петренко.В.П						
Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь							

Розраховуємо теплопритік від зовнішнього повітря та приміщень з більшою температурою:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C} , \text{ Вт}$$

де Q_{1T} - теплопритік через зовнішнє огороження, Вт ;

Q_{1C} - теплопритік від дії сонячної радіації, Вт .

$$Q_{1T} = K_o \cdot F \cdot (t_3 - t_6) , \text{ Вт}$$

де F - площа огороження, м^2 ;

t_3 - температура зовні огороження, $^{\circ}\text{C}$;

t_6 - температура в камері, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q_{1C} = K_o \cdot F \cdot \Delta t , \text{ Вт}$$

де Δt - надлишкова різниця температури від дії сонячної радіації, $^{\circ}\text{C}$.

Розрахунок теплонадходжень через огорожувальні конструкції камери №1
Зберігання морозива (-18°C):

Північна сторона

$$Q_{1T} = 0,23 \cdot 144 (32 + 18) = 1656 \text{ Вт} ; Q_{1C} = 0 \text{ Вт} ; Q_1 = 1656 + 0 = 1656 \text{ Вт} .$$

Південна сторона

$$Q_{1T} = 0 \text{ Вт} ; Q_{1C} = 0 \text{ Вт} ; Q_1 = 0 \text{ Вт} .$$

Західна сторона

$$Q_{1T} = 0,23 \cdot 72(32 + 18) = 828 \text{ Вт} ; Q_{1C} = 0,23 \cdot 72 \cdot 11,7 = 193,7 \text{ Вт} ; Q_1 = 828 + 193,7 = 1021,7 \text{ Вт} .$$

Східна сторона

$$Q_{1T} = 0,23 \cdot 72 \cdot (12 + 18) = 496,8 \text{ Вт} ; Q_{1C} = 0 \text{ Вт} ; Q_1 = 496,8 + 0 = 496,8 \text{ Вт} .$$

Підлога

$$Q_{1T} = 0,22 \cdot 288 \cdot (1 + 18) = 1203,8 \text{ Вт} ; Q_{1C} = 0 \text{ Вт} ; Q_1 = 1203,8 + 0 = 1203,8 \text{ Вт}$$

Покриття

$$Q_{1T} = 0,22 \cdot 288 \cdot (32 + 18) = 3168 \text{ Вт} ; Q_{1C} = 0,22 \cdot 288 \cdot 14,9 = 944 \text{ Вт} ;$$

$$Q_1 = 3168 + 944 = 4112 \text{ Вт} .$$

Загальна кількість теплопритоків в камеру: Враховуючи товщину стін, вводимо поправку на 5%.

$$Q_1 = (1589,76 + 988,5 + 496,8 + 1203,8 + 3985,28) \cdot 1,05 = 8914,82 \text{ Вт}.$$

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						28
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНА ТАБЛИЦЯ ВСІХ ТЕПЛОАДХОДЖЕНЬ ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ:

Таблиця

Огорожа	k_0^A , Вт/м ² · К	F, м ²	t_{zn} , °C	Θ , °C	Q_{IT} , кВт	Δt_c , °C	Q_{IC} , кВт	Q_{Izag} , кВт
Камера №1 Зберігання морозива (-18°C)								
Північна стіна	0,23	144	+32	48	1,656	-	-	1,656
Південна стіна	0,52	144	-18	0	0	-	-	0
Західна стіна	0,23	72	+32	48	0,828	11,7	193,7	1,021
Східна стіна	0,23	72	+12	30	0,496	-	-	0,496
Підлога	0,22	288	+1	19	1,203	-	-	1,203
Покриття	0,22	288	+32	48	3,168	14,9	0,944	4,112
Загалом:								8,914
Камера №2 Зберігання морозива (-18°C)								
Північна стіна	0,52	144	-18	0	0	-	-	0
Південна стіна	0,23	36	+4	22	0,340	-	-	0,340
Західна стіна	0,23	72	+32	48	0,828	11,7	0,193	0,988
Східна стіна	0,23	72	+12	30	0,496	-	-	0,496
Підлога	0,22	288	+1	19	1,203	-	-	1,203
Покриття	0,22	288	+32	48	3,168	14,9	0,944	4,112
Загалом								7,139
Камера №3 Зберігання морозива (-18°C)								
Північна стіна	0,37	144	-12	6	0,568	-	-	0,568
Південна стіна	0,52	144	-18	17	0,244	-	-	0,244
Західна стіна	0,23	72	+12	30	0,711	-	-	0,711
Східна стіна	0,23	72	+32	48	0,870	9,8	0,162	1,032
Підлога	0,22	288	+1	19	0,726	-	-	0,726

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

Лист

29

Загалом								7,444
Камера №4 Зберігання морозива (-18°C)								
Північна стіна	0,52	144	-18	12	0,380	-	-	0,380
Південна стіна	0,25	144	0	18	0,917	-	-	0,917
Західна стіна	0,23	72	+12	30	0,749	12,4	-	0,749
Східна стіна	0,23	72	+30	48	1,140	9,8	0,162	1,302
Підлога	0,22	288	+1	19	1,203	-	-	1,203
Покриття	0,22	288	+32	48	3,168	15,8	0,972	4,140
Загалом								8,691
Камера №5 Зберігання морозива (-18°C)								
Північна стіна	0,52	108	-18	0	0	-	-	0
Південна стіна	0,23	36	+4	22	0,793	-	-	0,793
Західна стіна	0,23	36	+4	22	0,809	-	-	0,809
Східна стіна	0,23	36	+12	30	0,671	-	-	0,671
Підлога	0,22	108	+1	19	0,572	-	-	0,572
Покриття	0,22	108	+32	48	1,718	14,9	0,710	2,428
Загалом								5,273
Камера №6 Зберігання масла (-18°C)								
Північна стіна	0,52	72	-18	0	0,126	-	-	0,126
Південна стіна	0,23	72	+4	22	0,590	-	-	0,590
Західна стіна	0,23	36	+4	22	0,632	-	-	0,632
Східна стіна	0,23	36	+12	30	0,418	-	-	0,418
Підлога	0,22	72	+1	19	0,122	-	-	0,122
Покриття	0,22	72	+32	48	0,371	16,7	0,57	0,941
Загалом								2,829
Камера №7 Експедиція морожених продуктів (-12°C)								

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

Лист

30

Північна стіна	0,26	144	+32	42	1,972	-	-	1,972
Південна стіна	0,37	144	-18	6	-0,237	-	-	-0,237
Західна стіна	0,25	36	+12	24	0,572	-	-	0,572
Східна стіна	0,26	36	+32	42	0,117	10,4	0,231	0,348
Підлога	0,22	144	+1	19	0,871	-	-	0,871
Покриття	0,23	144	+32	48	1,845	16,7	0,248	2,093

Загалом

5,619

Камера №9 Камера зберігання сухої сировини (+4°C)

Північна стіна	0,23	36	-18	22	-0,231	-	-	-0,231
Південна стіна	0,43	36	+12	8	0,542	-	-	0,542
Західна стіна	0,38	108	+30	26	1,458	9,8	0,144	1,602
Східна стіна	0,23	36	-18	22	-0,188	-	-	-0,188
Підлога	0,4	108	+32	26	1,780	-	-	1,123
Покриття	0,37	108	+32	26	1,845	14,9	0,612	2,457

Загалом

5,305

Камера №10 Камера зберігання охолодженої сировини (+4°C)

Північна стіна	0,23	36	-18	22	-0,182	-	-	-0,182
Південна стіна	0,43	36	+12	8	0,431	-	-	0,431
Західна стіна	0,52	72	+4	0	0,433	-	-	0,433
Східна стіна	0,23	36	-18	22	-0,187	-	-	-0,187
Підлога	0,4	72	+32	26	0,942	-	-	0,942
Покриття	0,37	72	+32	26	0,871	14,9	0,562	1,433

Загалом

2,870

Камера №11 Приміщення для танків з молоком (+4°C)

Північна стіна	0,23	72	-18	22	-0,218	-	-	-0,218
----------------	------	----	-----	----	--------	---	---	--------

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

Лист

31

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Південна стіна	0,43	72	+12	8	0,549	-	-	0,549
Західна стіна	0,52	36	+4	0	0,114	-	-	0,114
Східна стіна	0,43	36	+12	8	0,273	-	0,203	0,476
Підлога	0,4	72	+32	26	0,748	-	-	0,748
Покриття	0,37	72	+32	26	0,914	14,9	0,407	1,321
Загалом								3,304
Камера №8 Приміщення для технологічних операцій (0°C)								
Північна стіна	0,25	144	-18	18	-0,471	-	-	-0,471
Південна стіна	0,52	144	+20	20	1,123	-	0,712	1,835
Західна стіна	0,43	72	+12	12	0,812	-	-	0,812
Східна стіна	0,37	72	+25	25	1,118	-	-	1,118
Підлога	0,4	288	+32	30	3,129	-	-	3,129
Покриття	0,37	288	+32	30	2,371	14,9	1,983	4,354
Загалом								10,777
Камера №12 Експедиція сировини (+12°C)								
Північна стіна	0,42	180	+12	0	0	-	-	0
Південна стіна	0,51	180	+32	18	2,021	8	0,738	2,759
Західна стіна	0,51	36	+32	18	0,522	-	-	0,522
Східна стіна	0,54	36	+25	8	0,453	-	-	0,453
Підлога	0,4	180	+32	18	1,541	-	-	1,541
Покриття	0,37	180	+32	18	1,562	14,9	0,992	2,554
Загалом								7,829

Теплопритоки при термічній обробці продуктів Розрахунок

здійснюємо за формулою:

$$Q_2 = Q_{2П} + Q_{2Т}, \text{ кВт}$$

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						32
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$Q_{2П}$ - теплопритік від продуктів, кВт;

$Q_{2Т}$ - теплопритік від тари, кВт.

Знаходимо теплопритік від продуктів за формулою:

$$Q_{2П} = M_{\delta} \cdot (i_n - i_k) \cdot \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ кВт} - \text{при дозаморожуванні та доохолодженні}$$

продуктів в камерах зберігання.

$$Q_{2П} = 1,3 \cdot M_{\delta} \cdot (i_{np} - i_n) \cdot \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ кВт} - \text{при холодильній обробці в камерах}$$

охолодження і заморожування періодичної дії,

1,3 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність теплового навантаження

i_n - ентальпія продукту при надходженні в камеру, кДж / кг ;

M_{δ} - добове надходження продуктів в камеру, т / добу ;

i_k - ентальпія продукту після холодильної обробки, кДж / кг ;

τ - час холодильної обробки, год/ діб .

Знаходимо теплопритік від тари за формулою:

$$Q_{2Т} = M_{\delta т} \cdot C_T \cdot (t_n - t_k) \cdot \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ кВт}$$

де $M_{\delta т}$ - добове надходження тари в камеру, т / добу ;

t_n - температура тари при надходженні в камеру, °С ;

t_k - температура тари після холодильної обробки, °С ;

τ - час холодильної обробки, год/ діб ;

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

картонного ящика 2,3 кДж / (кг · К)

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						32
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Масу тари приймаємо як 10% від маси продукту.

Витрата холоду на охолодження молока після пастеризації:

$$Q_{2П} = 8,5 \cdot (657,5 - 342,5) \cdot \frac{1000}{8 \cdot 3600} = 93 \text{ кВт};$$

Витрата холоду на охолодження після пастеризації та гомогенізації суміші:

$$Q_{2П} = 20 \cdot (657,5 - 342,5) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 32,13 \text{ кВт};$$

Теплове навантаження від технологічних процесів обробки сировини :

$$Q_2 = 93 + 204,8 = 297,8 \text{ кВт} .$$

Витрата холоду у фризерному апараті:

$$Q_{2П} = 20 \cdot (215 - 78,3) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 32,81 \text{ кВт};$$

Витрата холоду у апараті загартовування морозива:

$$Q_{2П} = 20 \cdot (78,3 - 12,4) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 15,82 \text{ кВт};$$

Сумарне теплове навантаження від технологічного обладнання:

$$Q_2 = 92,9 + 44,8 = 137,7 \text{ кВт} .$$

Камера зберігання морозива № 1, 2, 3, 4:

$$Q_{2П} = 9 \cdot (12,4 - 7,1) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 1,31 \text{ , кВт};$$

$$Q_{2Т} = 0,9 \cdot 2,3 \cdot (0 + 18) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,43 \text{ , кВт};$$

$$Q_2 = (1,31 + 0,43) \cdot 4 = 6,96 \text{ , кВт} .$$

Камера зберігання морозива № 5:

$$Q_{2П} = 4 \cdot (19,7 - 7,1) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,58 \text{ , кВт};$$

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{2T} = 0,4 \cdot 2,3 \cdot (0+18) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,19, \text{ кВт};$$

$$Q_2 = (0,58 + 0,19) \cdot = 0,77, \text{ кВт}.$$

Камера зберігання вершкового масла № 6:

$$Q_{2П} = 1,551 \cdot (17,6 - 3,8) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,256 \text{ кВт};$$

$$Q_{2T} = 0,26 \cdot 2,3 \cdot (-12 + 18) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,043 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = 0,256 + 0,043 = 0,299 \text{ кВт}.$$

Камера зберігання охолодженої та сухої сировини № 9,10: Охолоджена

сировина:

$$Q_{2T} = 2,27 \cdot (398 - 334) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 1,74 \text{ кВт};$$

$$Q_{2П} = 2,27 \cdot 0,8 \cdot (20 - 4) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,35 \text{ кВт}; \quad Q_2 = 1,74 + 0,35 = 2,09 \text{ кВт}$$

Суха сировина:

$$Q_{2T} = 3,56 \cdot (75 - 31) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 1,87 \text{ кВт};$$

$$Q_{2П} = 3,56 \cdot 2,3 \cdot (20 - 4) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 1,57 \text{ кВт};$$

$$Q_2 = 3 + 0,6 + 3,35 + 0,28 = 7,23, \text{ кВт}.$$

Загальна таблиця теплопритоків при термічній обробці продуктів занесена до таблиці

Номер камери	t _{кам} °С	M _{пр} т/доб	M _т т/доб	t _п °С	t _к °С	i _п кДж/кг	i _к кДж/кг	C _т кДж/ кг·К	τ, год	Q _{2п} кВт	Q _{2т} кВт	Q ₂ кВт
Камера №1,2,3,4	-18	9	0,9	-35	-18	-40	-7,1	2,3	24	1,31	0,43	6,96
Камера №5	-18	4	0,4	-35	-18	-40	-7,1	2,3	24	0,58	0,19	0,77

Камера №7	-18	3,6	0,36	-12	-18	17,6	3,8	2,3	24	1,551	0,057	0,632
Камера №9	+4	4,05	4,05	20	+4	398	334	0,8	24	0,35	1,74	2,09
Камера №10	+4	6,59	0,659	20	+4	75	31	2,3	24	3,35	0,28	3,63

Розрахунок експлуатаційних теплопритоків.

Розраховуємо експлуатаційні теплопритоки за формулою:

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \text{ Вт}$$

q_1 - теплопритік від освітлення, Вт ;

q_2 - теплопритік від людей, Вт ;

q_3 - теплопритік від працюючих електродвигунів, Вт ;

q_4 - теплопритік від відкриття дверей, Вт .

Знаходимо теплопритік від освітлення за формулою:

$$q_1 = A \cdot F \text{ Вт}$$

A - питомий теплопритік від приладів на 1 м^2 підлоги, $(\text{Вт} / \text{м})^2$;

F - площа камери, м^2 .

Знаходимо теплопритік від перебування людей за формулою:

$$q_2 = 350 \cdot n \text{ Вт}$$

n - кількість людей, (чол) ;

350 - теплопритік від однієї працюючої людини, $(\text{Вт} / \text{чол})$.

Знаходимо теплопритік від працюючих електродвигунів за формулою:

$$q_3 = N_{el} \cdot 1000 \text{ Вт}$$

N_{el} - сумарна потужність всіх електродвигунів, (кВт) .

Знаходимо теплопритік від відкривання дверей за формулою:

$$q_n = K \cdot F \quad \text{Вт}$$

K - питомий теплопритік на 1 м^2 підлоги, ($\text{Вт} / \text{м}^2$);

F - площа камери, м^2 .

Наведемо розрахунок експлуатаційних теплопритоків для камер зберігання морозива № 1, 2, 3, 4:

$$q_1 = 2,3 \cdot 144 = 331,2 \text{ Вт} ;$$

$$q_2 = 350 \cdot 2 = 700 \text{ Вт} ;$$

$$q_3 = 2000 \text{ Вт} ;$$

$$q_4 = 8 \cdot 144 = 1152 \text{ Вт} ;$$

$$Q_4 = 331,2 + 700 + 2000 + 1152 = 4183,2 \text{ Вт}$$

Значення експлуатаційних теплопритоків всіх камер занесені до таблиці

Номер камери	F_d м^2	A $\text{Вт}/\text{м}^2$	q_1 Вт	n чол	q_2 Вт	$N_{\text{ел}}$ кВт	q_3 Вт	K $\text{Вт}/\text{м}^2$	q_4 Вт	Q_4 Вт
Камера №1	144	2,3	331.2	2	700	4	2000	4	2304	4183.2
Камера №2	144	2,3	331.2	2	700	4	2000	4	2304	4183.2
Камера №3	144	2,3	331.2	2	700	4	2000	4	2304	4183.2
Камера №4	144	2,3	331.2	2	700	4	2000	4	2304	1483.2
Камера №5	54	2,3	124.2	2	700	4	2000	4	432	4183.2
Камера №6	72	2,3	82.8	2	700	4	2000	4	288	2720.8
Камера №7	144	2,3	270.72	4	1400	4	2000	6	1728	4241.6
Камера №8	144	4.7	331.2	4	1400	4	2000	10	5760	5911
Камера №9	54	2,3	124.2	2	700	4	2000	12	1620	3285.6
Камера №10	36	2,3	82.8	2	700	4	2000	12	1080	5945,6
Камера №11	36	2,3	82.8	2	700	4	2000	12	1080	2972.8
Камера №12	90	4.7	676.7	4	1400	4	2000	10	3600	5176.8

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

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \text{ Вт}$$

де Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 – надходження теплоти, відповідно через огорожувальні будівельні конструкції, від продуктів при холодильному обробленні, від вентиляції приміщень, пов'язане з експлуатацією камери, від продуктів [6].

Значення всіх теплопритоків холодильних камери занесені до таблиці .

Назва приміщення	$t_{ка}$ м °С	t_0 °С	Q_1 , кВт	Q_2 , кВт	Q_4 , кВт	Q , кВт
Приміщення для технологічних операцій (№8)	0	-6	4,082	-	5,911	9,993
Приміщення зберігання охолодженої сировини (№10)	+4	-6	3,18	3,6	2,972	6,612
Приміщення зберігання сухої сировини(№9)	+4	-6	0,798	3,3 6	3,284	5,762
Приміщення зберігання молока в танках (№11)	+4	-6	4,30	-	3,595	5,755
Експедиція(№12)	+1 2	-6	2,322	-	5,176	7,360
Теплове навантаження від технологічних процесів обробки сировини		-6	-	297,8	-	297,8
(-6)Σ=			14,682	304,76	20,938	333,282
Теплове навантаження від технологічного обладнання	-35	- 40	-	137,7	-	137,7
(-40)Σ=			-	137,7	-	137,7
Камера зберігання морозива(№1)	-18	- 25	8,914	1,7 4	7,540	18,32
Камера зберігання морозива(№2)	-18	- 25	7,139	1,7 4	7,661	16,538
Камера зберігання морозива(№3)	-18	- 25	7,444	1,7 4	7,570	16,85
Камера зберігання морозива(№4)	-18	- 25	8,691	1,7 4	7,421	17,097
Камера зберігання морозива(№5)	-18	- 25	5,273	0,7 7	5,415	11,085
Камера зберігання масла (№6)	-18	- 25	2,829	0,299	5,118	8,569
Експедиція(№7)	-12	- 25	5,619	-	7,245	13,448
(-25)Σ=			45,909	8,029	49,746	101,907

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

Лист

38

7. Розрахунок навантажень на теплообмінне обладнання камер та компресорів

Навантаження на компресор, розраховуємо по наближеному методу рекомендованому для холодильних камер з великою кількістю камер (споживачів холоду) [8].

Навантаження на компресор для камер термообробки від термічної обробки продуктів :

$$Q_{2\text{км}} = Q_2 \text{ Вт}$$

Навантаження на компресор для всіх камер від теплопритоку через огородження :

$$Q_{1\text{км}} = 0,9 \cdot Q_1 \text{ Вт}$$

Навантаження на компресор для всіх камер від експлуатаційних теплопритоків :

$$Q_{4\text{км}} = 0,75 \cdot Q_4, \text{ Вт}$$

Навантаження на компресор для камер зберігання заморожених вантажів від термічної обробки продуктів :

$$Q_{2\text{км}} = 0,5 \cdot Q_2, \text{ Вт}$$

Розрахункову холодопродуктивність для підбору компресорів (на кожну температуру кипіння окремо) визначають по формулі:

$$Q = \frac{k \cdot \Sigma Q_{\text{км}}}{b}, \text{ Вт}$$

k - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах і апаратах холодильної установки

b – коефіцієнт робочого часу.

Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння $t_0 = - 6^\circ\text{C}$

$$\Sigma Q_{\text{км}} = 0,9 \cdot \Sigma Q_1 + \Sigma Q_2 + 0,5 \Sigma Q_4 = 0,9 \cdot 14,682 + 304,76 + 0,5 \cdot 20,938 = 324,4 \text{ кВт}$$

$$Q_{-6} = \frac{1,05 \cdot \Sigma Q_{\text{км}}}{0,9} = \frac{1,05 \cdot 324,4}{0,9} = 378,5 \text{ кВт}$$

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Тютюнник.К.В			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь	Лит.	Лист	Листів
Перевір.		Мирошник.М.М					39	94
Реценз.						НУХТ		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко.В.П						

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

$$\Sigma Q_{\text{км}} = 0,9 \cdot \Sigma Q_1 + 0,7 \cdot \Sigma Q_2 + 0,5 \Sigma Q_4 = 0,9 \cdot 45,909 + 0,7 \cdot 8,029 + 0,5 \cdot 49,746 = 71,8 \text{ кВт};$$

$$Q_{-25} = \frac{1,065 \cdot \Sigma Q_{\text{км}}}{0,9} = \frac{1,065 \cdot 71,8}{0,9} = 85 \text{ кВт}$$

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

$$\Sigma Q_{\text{км}} = 0,9 \cdot \Sigma Q_1 + \Sigma Q_2 + 0,5 \Sigma Q_4 = 0,9 \cdot 0 + 137,7 + 0,5 \cdot 0 = 137,7 \text{ кВт};$$

$$Q_{-40} = \frac{1,05 \cdot \Sigma Q_{\text{км}}}{0,9} = \frac{1,05 \cdot 137,7}{0,9} = 160,65 \text{ кВт}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці:

t_0	k_1	ΣQ_1 , кВт	k_2	ΣQ_2 , кВт	k_3	ΣQ_4 , кВт	ΣQ , кВт	k	Q кВт
-6	0,9	14,682	1	304,76	0,5	20,938	324,4	1,05	378,5
-25	0,9	45,909	0,7	8,029	0,5	49,746	71,8	1,065	85
-40	0,9	0	1	137,7	0,5	0	137,7	1,05	160,65

8. Підбір типу холодильної установки та структури системи охолодження

В даному проекті джерелом холодопостачання є централізована система охолодження з холодильним агентом – аміак. Система охолодження має безпосереднє охолодження камер. Така система більш економічна в порівнянні з системою з проміжним холодоносієм завдяки невеликому перепаду між температурою в камері та температурою кипіння холодильного агента, а зниження перепаду температури на 5°C зменшує витрату електроенергії на 15%. На великих холодильних виробництвах місткістю 600 т і більше з аміачними системами охолодження використовують централізоване холодопостачання з розміщенням в загальному машинному відділенні компресорів, які працюють на різні температури кипіння. Застосовуємо насосно-циркуляційну схему з 3 циркуляційними ресиверами та проміжною ємністю. Розміщення обладнання в загальному залі полегшує його обслуговування і огляд протягом робочого дня, якщо потребується постійне спостереження. Основна причина переходу на насосно-циркуляційну схему в тому, що при охолодженні 8 – 10 камер і більше потребується велика кількість енергозатрат. Практичність обладнання та безперебійна робота виробництва, в межах великої кількості теплонадходжень, які потребують добову норму енергозатрат в певній кількості [3].

Дана холодильна установка є двоступеневою з 3 температурами кипіння і фіксованим проміжним тиском. Така схема є більш економічною у порівнянні з трьома окремими системами (2 двоступеневі та 1 одноступенева) та дозволяє спростити та здешевити установку.

Охолодження камер здійснюється через випарники з циркуляцією повітря, що дає змогу зменшити об'єм конструкції та збільшити енергоефективність в порівнянні з батарейним охолодженням. Також в даному проекті використовуються кожухотрубні конденсатори з водяним охолодження через оборотне водопостачання [3].

					<i>КР 000.142.008.001.2022.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Тютюнник.К.В</i>			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Мирошник.М.М</i>					41	94
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко.В.П</i>						

9. Підбір розрахунків робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної камери

Розрахунковий режим холодильної установки

характеризується температурами кипіння t_0 , конденсації t_k , всмоктування $t_{вс}$, і переохолодження $t_{по}$.

Проектування холодильної установки приймають на 5-10 °С нижче температури повітря в камері (Аміак) R717 [12].

- температура кипіння в камерах для зберігання морозива, вершкового масла та в експедиції:

$$t_0 = t_{кам} - (5 \dots 10)^\circ\text{C} = -18 - 7 = -25^\circ\text{C}$$

- температура кипіння в приміщеннях сировини, приміщенні для технологічних операцій та в експедиції:

$$t_0 = t_{кам} - (5 \dots 10)^\circ\text{C} = 0 - 6 = -6^\circ\text{C}$$

- температура кипіння в швидкозаморожувальному апараті:

$$t_0 = t_{кам} - (5 \dots 10)^\circ\text{C} = -35 - 5 = -40^\circ\text{C}$$

Для охолодження оборотної води використовують градирню. Використовуємо конденсатори - горизонтальні кожухотрубні теплообмінники. Параметри зовнішнього повітря наступні:

- розрахункова літня температура +32°C,
- розрахункова зимня температура -11,2°C,
- середня температура +8,3°C,
- відносна вологість влітку 37%,
- відносна вологість взимку 80%.

Визначимо температуру оборотної води на виході з градирні мокрого термометра – $t_M=22^\circ\text{C}$. Температура води, що поступає на конденсатор, на 4°C вища, від мокрого термометра, $t_{o1}=26^\circ\text{C}$. Допускаємо, що вода в конденсаторі нагріється на $\Delta t=4^\circ\text{C}$, тоді температура на виході з конденсатора дорівнює [4]:

					<i>КР 000.142.008.001.2022.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Тютюнник.К.В</i>			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Мирошник.М.М</i>					42	94
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко.В.П</i>						

$$t_{\omega 2} = t_{\omega 1} + \Delta t = 26 + 4 = 30^{\circ}\text{C}$$

В цьому випадку температура конденсації буде вища на 2...5 °С, тобто 4 °С, а значить:

$$t_k = 34^{\circ}\text{C}, (p_k = 12,19 \text{ бар})$$

За діаграмою $\lg p - h$ визначаємо тиски котрі відповідають прийнятим температурам:

- для технологічного обладнання (фризери та апарати загартовування морозива) ($t_0 = -40^{\circ}\text{C}$):
 $p_0 = 0,72 \text{ бар};$
- для температури кипіння в камерах зберігання морозива та експедиції морожених продуктів ($t_0 = -25^{\circ}\text{C}$):
- $p_0 = 0,51 \text{ бар};$
- для температури кипіння в експедиції сировини, приміщення для сировини, в приміщеннях для технологічного обладнання ($t_0 = -6^{\circ}\text{C}$):
 $p_0 = 2,43 \text{ бар};$

Визначимо, яку машину (одно або двоступеневу) потрібно для кожної температури кипіння:

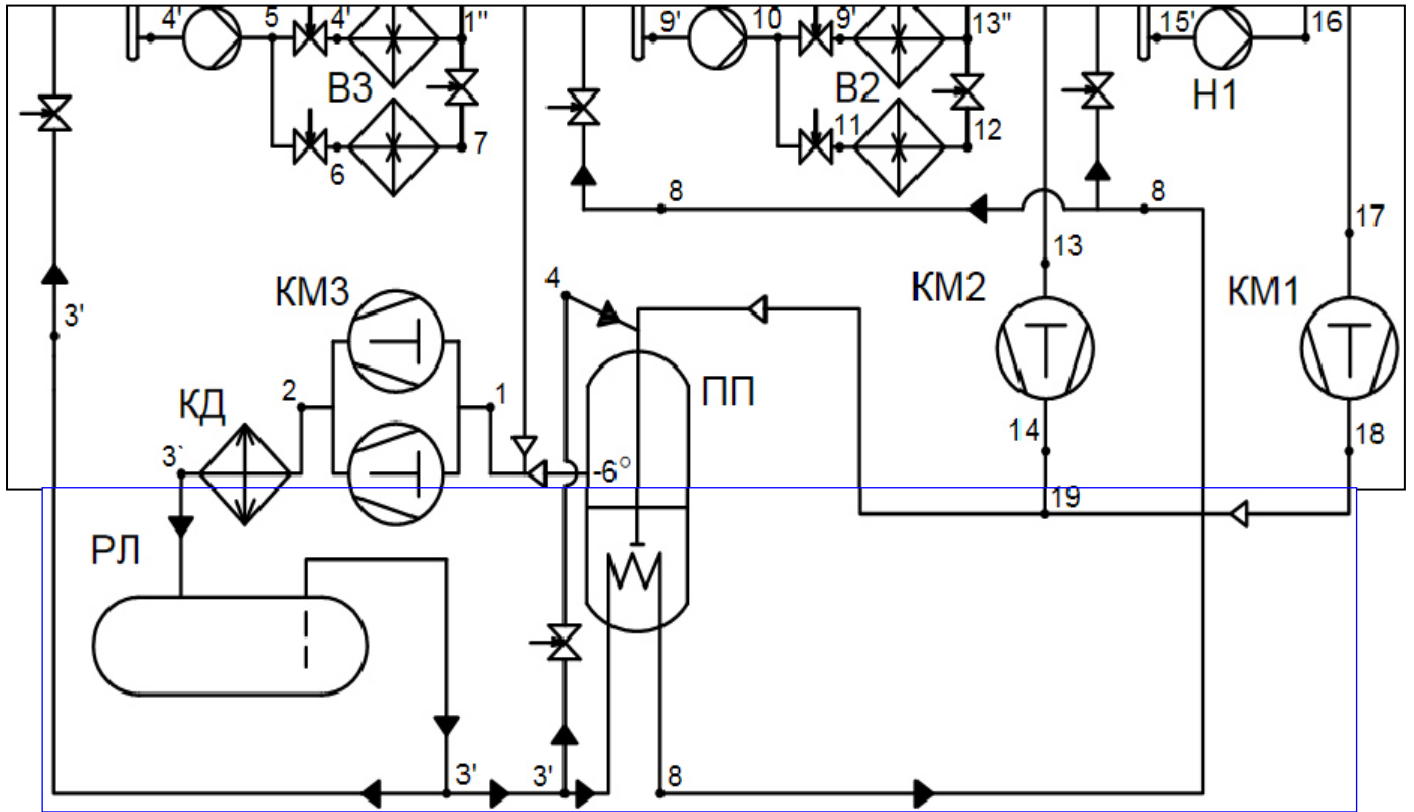
- Експедиція сировини, приміщення для сировини, приміщення для технологічного обладнання:
- $\frac{p_k}{p_0} = \frac{12,19}{2,43} = 5,02$ - одноступенева машина
- камери зберігання та експедиція морозива: $\frac{p_k}{p_0} = \frac{12,19}{0,51} = 8,07$ - двоступенева машина
- для технологічного обладнання (фризери та апарати загартовування морозива):
- $\frac{p_k}{p_0} = \frac{12,19}{0,72} = 16,9$ - двоступенева машина.

Обираємо двоступеневу аміачну холодильну машину з трьома температурами кипіння і фіксованим проміжним тиском [3].

Розрахункову схему холодильної машини зображено на малюнку.

За даною схемою будуємо цикл та визначаємо параметри характерних точок.

Розрахункова схема холодильної машини

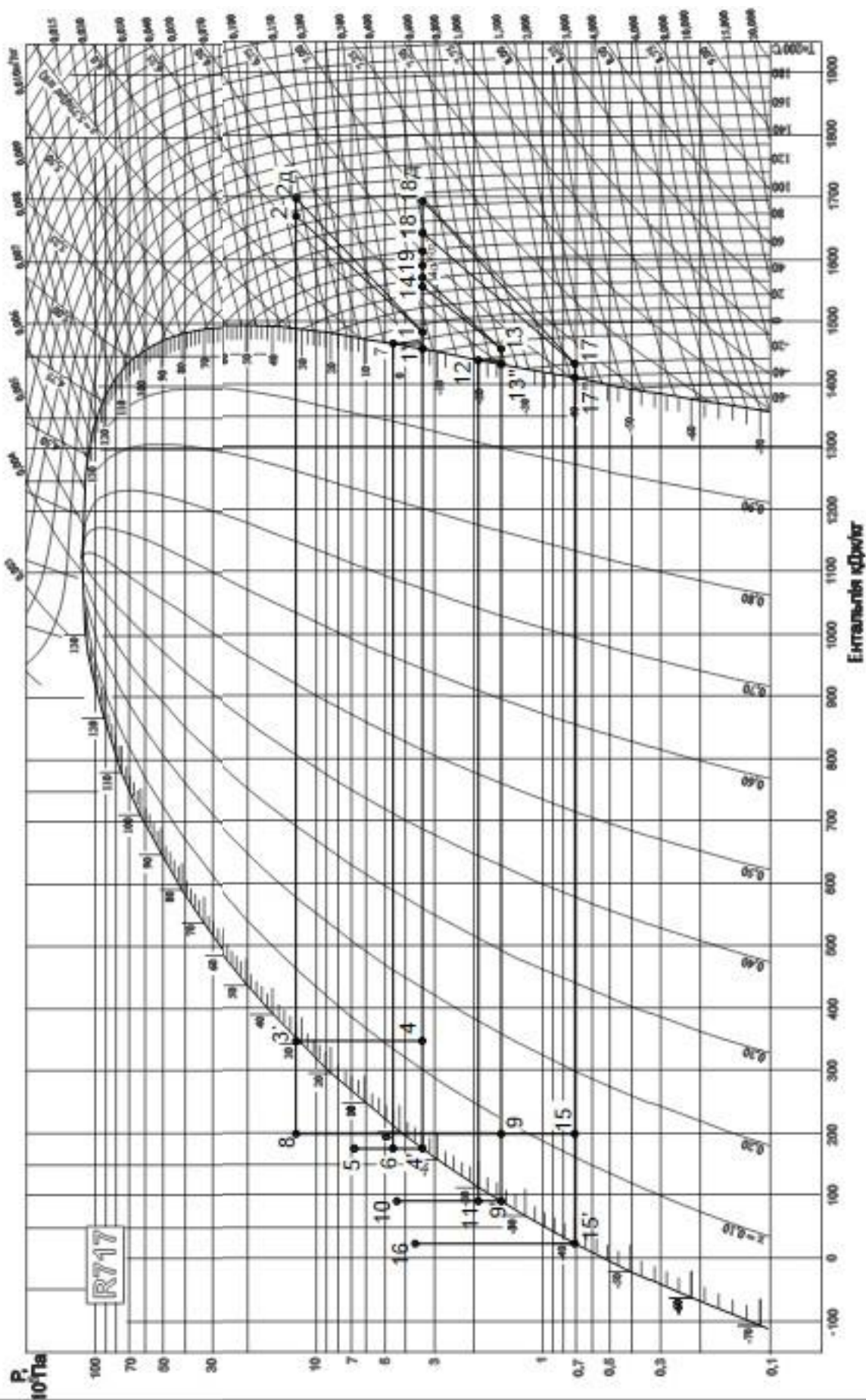


Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

Лист

44



Цикл холодильної машини.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

№ точки	Температура, °C	Тиск, бар	Ентальпія, кДж/кг	Питомий об'єм, м³/кг
1''	-6	3,4	1454	0,35
1	+4	3,4	1480	0,37
2	+97	12,4	1670	0,13
2 ^o	+107	12,4	1698	0,14
3'	+29	12,4	348,9	0,0017
4	-6	3,4	348,9	0,05
4'	-6	3,4	175	0,0016
5	-6	6,7	175	-
6	-6	4,6	175	-
7	+2	4,6	1462	0,2
8	-1	12,4	196	-
9	-1	1,5	196	0,06
9'	-25	1,5	90	0,002
10	-25	4,4	90	-
11	-25	1,9	90	0,515
12	-20	1,9	1435	0,26
13''	-25	1,5	1430	0,76
13	-15	1,5	1450	0,8
14	+39	3,4	1562	0,43
14 ^o	+42	3,4	1574	0,44
15	-40	0,72	196	0,2
15'	-40	0,72	22,8	0,0014
16	-40	3,7	22,8	-
17''	-40	0,72	1405	1,55
17	-30	0,72	1430	1,6
18	+75	3,4	1648	0,48
18 ^o	+92	3,4	1692	0,51
19	+60	3,4	1624	0,44
19 ^o	+68	3,4	1659	0,46

Масова витрата циркулюючого холодильного агенту, яку необхідно відводити від циркуляційних ресиверів:

$$M_{(-40)} = \frac{\sum Q_{-40}}{(h_{25} - h_{21})} = \frac{183,5}{(1405 - 196)} = 0,150 \text{ кг/с}$$

$$M_{\text{км1}} = 0,150 \text{ кг/с}$$

$$M_{(-25)} = \frac{\sum Q_{-25}}{(h_{13} - h_9)} = \frac{67,62}{(1430 - 196)} = 0,0547 \text{ кг/с}$$

$$M_{(-20)} = \frac{\sum Q_{-20}}{(h_{12} - h_9)} = \frac{12,776}{(1435 - 196)} = 0,0102 \text{ кг/с}$$

$$M_{\text{км2}} = M_{(-25)} + M_{(-20)} = 0,0548 + 0,0103 = 0,0653 \text{ кг/с}$$

$$M_{(-6)} = \frac{\sum Q_{-6}}{(h_1 - h_4)} = \frac{514,5}{(1454 - 350)} = 0,467 \text{ кг/с}$$

$$M_{(+2)} = \frac{\sum Q_{+2}}{(h_7 - h_4)} = \frac{14,721}{(1462 - 350)} = 0,0134 \text{ кг/с}$$

$$M_{\text{км3}} = M_{(-6)} + M_{(+2)} = 0,467 + 0,0134 = 0,480 \text{ кг/с}$$

Знайдемо індикаторний ККД для визначення точок стиснення та реальної маси холодильного агента, що проходить через компресори:

$$1. \eta_{i-6} = \lambda_{w3} + b \cdot t_{-6}; \quad b = 0,001; \quad \lambda_{w3} = \lambda_{\omega3} = \frac{T_0}{T_K}$$

$$\eta_{i-6} = \frac{(273 - 6)}{273 + 34} + 0,001 \cdot (-6) = 0,863$$

$$2. \eta_{-25} = \lambda_{w2} + b \cdot t_{-25}; \quad b = 0,001;$$

$$\lambda_{w2} = \frac{T_0}{T_K} = \frac{(273 - 25)}{273 + 6} = 0,888$$

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						47
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\eta_{i-25} = 0,888 + 0,001 \cdot (-25) = 0,863$$

$$3. \eta_{-40} = \lambda_{w3} + b \cdot t_{-40}; \quad b = 0,001;$$

$$\lambda_{w2} = \frac{T_0}{T_k} = \frac{(273 - 40)}{273 + 6} = 0,835$$

$$\eta_{i-40} = 0,835 + 0,001 \cdot (-40) = 0,795$$

Знаходимо реальні точки стиснення після компресорів:

$$1: \quad h_{18^\circ} = h_{17} + \frac{h_{18} - h_{17}}{\eta_{i-40}} = 1430 + \frac{1648 - 1430}{0,835} = 1691 \text{ кДж/кг}$$

$$2: \quad h_{14^\circ} = h_{13} + \frac{h_{24} - h_{13}}{\eta_{i-25}} = 1450 + \frac{1562 - 1450}{0,888} = 1576 \text{ кДж/кг}$$

$$3: \quad h_{2^\circ} = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{\eta_{i-6}} = 1480 + \frac{1670 - 1480}{0,863} = 1700 \text{ кДж/кг}$$

Теоретична точка змішування двох потоків після компресорів КМ 1 та КМ 2:

$$h_{19} = \frac{M_{км2} \cdot h_{14^\circ} + M_{км1} \cdot h_{18^\circ}}{M_{км2} + M_{км1}} = \frac{0,0653 \cdot 1562 + 0,150 \cdot 1648}{0,0653 + 0,150} = 1621 \text{ кДж/кг}$$

Реальна точка змішування двох потоків після компресорів КМ 1 та КМ 2:

$$h_{19^\circ} = \frac{M_{км2} \cdot h_{14^\circ} + M_{км1} \cdot h_{18^\circ}}{M_{км2} + M_{км1}} = \frac{0,0653 \cdot 1574 + 0,150 \cdot 1692}{0,0653 + 0,150} = 1281 \text{ кДж/кг}$$

Складаємо тепловий баланс компаундного ресивера з температурою кипіння $t_0 = -6^\circ\text{C}$

$$M_{км3} = \frac{M_{-40} \cdot (h_{17} - h_8)}{h_{17} - h_4} + \frac{M_{-25} \cdot (h_{14} - h_8)}{h_{14} - h_4} + M_{-6} \text{ кг/с}$$

$$M_{км3} = \frac{0,150 \cdot (1430 - 196)}{1454 - 350} + \frac{0,0653 \cdot (1562 - 196)}{1454 - 350} + 0,479 = 0,726 \text{ кг/с}$$

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						48
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення потрібної об'ємної продуктивності компресорів знаходимо коефіцієнт подачі:

Індикаторний об'ємний коефіцієнт подачі: Для КМ1:

$$\lambda_{\text{впр}} = \frac{P_0 - \Delta P_0}{P_0} - C \cdot \left[\left(\frac{P_k + \Delta P_k}{P_k} \right)^{\frac{1}{n}} - \frac{P_0 - \Delta P_0}{P_0} \right]$$

0,3 – відносний мертвий простір, 1,1 – показник політропи;

$\Delta P_{\text{вс}} = 0,03 \cdot P_0 = 0,03 \cdot 0,72 = 0,0216$ бар - депресія на всмоктуванні;

$\Delta P_{\text{наг}} = 0,03 \cdot P_k = 0,05 \cdot 3,4 = 0,17$ бар - депресія на нагнітанні;

$$\lambda_{\text{др}} = \frac{0,72 - 0,021}{0,72} - 0,03 \cdot \left[\left(\frac{3,4 + 0,17}{0,72} \right)^{\frac{1}{1,1}} - \frac{0,72 - 0,021}{0,72} \right] = 0,870$$

$$\lambda_1 = \lambda_{i1} \cdot \lambda_{w1} = 0,871 \cdot 0,832 = 0,724.$$

Для КМ2:

$\Delta P_{\text{вс}} = 0,03 \cdot P_0 = 0,03 \cdot 1,5 = 0,045$ бар - депресія на всмоктуванні;

$\Delta P_{\text{наг}} = 0,05 \cdot P_k = 0,05 \cdot 3,4 = 0,17$ бар - депресія на нагнітанні;

$$\lambda_{i2} = \frac{1,5 - 0,045}{1,5} - 0,03 \cdot \left[\left(\frac{3,4 + 0,17}{1,5} \right)^{\frac{1}{1,1}} - \frac{1,5 - 0,045}{1,5} \right] = 0,852;$$

$$\lambda_2 = \lambda_{i2} \cdot \lambda_{w2} = 0,852 \cdot 0,928 = 0,78.$$

Для КМ3:

$\Delta P_{\text{вс}} = 0,03 \cdot P_0 = 0,03 \cdot 3,4 = 0,102$ бар - депресія на всмоктуванні;

$\Delta P_{\text{наг}} = 0,05 \cdot P_k = 0,05 \cdot 12,4 = 0,62$ бар - депресія на нагнітанні;

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						49
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda_{i3} = \frac{3,4 - 0,102}{3,4} - 0,03 \cdot \left| \frac{\left[(12,4 + 0,62)^{1,1} - (3,4 - 0,102) \right]}{3,4} \right| = 0,896$$

$$\lambda_3 = \lambda_{i3} \cdot \lambda_{w3} = 0,896 \cdot 0,879 = 0,787$$

Знаходимо теоретичну об'ємну продуктивність компресора:

$$V_{KM1} = \frac{M_{KM1} \cdot v_{17}}{\lambda_1} = \frac{0,151 \cdot 1,6}{0,724} = 0,333 \text{ м}^3/\text{с} ;$$

$$V_{KM2} = \frac{M_{KM2} \cdot v_{13}}{\lambda_2} = \frac{0,065 \cdot 0,8}{0,79} = 0,0587 \text{ м}^3/\text{с} ;$$

$$V_{KM3} = \frac{M_{KM3} \cdot v_{11}}{\lambda_3} = \frac{0,728 \cdot 0,37}{0,788} = 0,337 \text{ м}^3/\text{с}$$

Для V_{KM1} обираємо 1 компресор GEA Grasso V 1800 об'ємною продуктивністю $V_1 = 1592 \text{ м}^3/\text{год}$ (запас 17%).

Характеристики компресора GEA Grasso V 1800:

[www.gea.com]

Марка компресора	GEA Grasso V 1800
Число циліндрів, шт	10
Об'ємна продуктивність компресора V, м ³ /год	1592
Діаметр циліндра, мм	160
Хід поршня, мм	110
Частота обертання, об/хв	1200
Діаметр всмоктуючого патрубку, мм	150
Діаметр нагнітаючого патрубку, мм	125
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	1909
- ширина	1076
- висота	1027
Маса, кг	1725
Заправка масла, л	48

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						50
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Для $V_{км2}$ обираємо 1 компресор GEA Grasso V 300 об'ємною продуктивністю

$V_1 = 290 \text{ м}^3/\text{год}$ (запас 21 %).

Характеристики компресорного агрегату GEA Grasso V 300:

Марка компресора	GEA Grasso V 300
Число циліндрів, шт	4
Об'ємна продуктивність компресора V , $\text{м}^3/\text{год}$	290
Діаметр циліндра, мм	110
Хід поршня, мм	85
Частота обертання, об/хв	1500
Діаметр всмоктуючого патрубку, мм	65
Діаметр нагнітаючого патрубку, мм	50
Габаритні розміри, мм:	882
- довжина	933
- ширина	922
- висота	
Маса, кг	575
Заправка масла, л	10

Для $V_{км3}$ обираємо два компресори GEA Grasso V 1800 об'ємною продуктивністю $V_3 = 1592 \text{ м}^3/\text{год}$ (запас 20%).

Дійсна масова витрата компресорів:

$$M_{-40} = \frac{\lambda_1 \cdot \sum V_{-40}}{\nu_{17}} = \frac{0,724 \cdot 0,44}{1,6} = 0,199 \text{ кг/с}$$

$$M_{-25} = \frac{\lambda_2 \cdot \sum V_{-25}}{\nu_{13}} = \frac{0,79 \cdot 0,08}{0,8} = 0,079 \text{ кг/с}$$

$$M_{-6} = \frac{\lambda_3 \cdot \sum V_{-6}}{\nu_1} = \frac{0,897 \cdot 0,88}{0,37} = 2,13 \text{ кг/с}$$

					<i>KP 000.142.008.001.2022.ПЗ</i>	Лист
						51
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо дійсне навантаження на конденсатор:

$$Q_K = (h_{2'} - h_{3'}) = 1698 - 350 = 1348 \text{ кВт}.$$

Адіабатна потужність:

$$N_{A-40} = M_{KM1} \cdot (h_{18} - h_{17}) = 0,199 \cdot (1692 - 1430) = 52,13 \text{ кВт};$$

$$N_{A-25} = M_{KM2} \cdot (h_{14} - h_{13}) = 0,079 \cdot (1574 - 1450) = 9,79 \text{ кВт};$$

$$N_{A-6} = M_{KM3} \cdot (h_{2'} - h_{1'}) = 2,13 \cdot (1698 - 1480) = 444,3 \text{ кВт}.$$

Індикаторна потужність компресора:

$$N_{i-40} = \frac{N_{A-40}}{\eta_{i-40}} = \frac{52,13}{0,832} = 62,65 \text{ кВт}$$

$$N_{i-25} = \frac{N_{A-25}}{\eta_{i-25}} = \frac{9,79}{0,903} = 8,62 \text{ кВт};$$

$$N_{i-6} = \frac{N_{A-6}}{\eta_{i-6}} = \frac{444,3}{0,879} = 493,8 \text{ кВт};$$

Знаходимо потужність на валу компресора:

$$N_{\epsilon-40} = \frac{N_{i-40}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{62,65}{0,9} = 69,61 \text{ кВт}$$

$$N_{\epsilon-25} = \frac{N_{i-25}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{8,62}{0,9} = 9,57 \text{ кВт}$$

$$N_{\epsilon-6} = \frac{N_{i-6}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{493,8}{0,9} = 538,6 \text{ кВт};$$

Визначаємо електричну потужність електродвигуна:

$$N_{\text{ел-40}} = \frac{N_{\epsilon-40}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{69,61}{0,95} = 73,27 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{ел-25}} = \frac{N_{\epsilon-25}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{9,57}{0,95} = 10,07 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{ел-6}} = \frac{N_{\epsilon-6}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{538,6}{0,95} = 566,9 \text{ кВт};$$

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						52
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

За розрахованими електричними потужностями обираємо двигуни для даних компресорів:

Для КМ1:

$$N_{\text{э}} = 1,1 \cdot 73,27 = 80,59 \text{ кВт}$$

Для КМ2:

$$N_{\text{э}} = 1,1 \cdot 10,07 = 11,07 \text{ кВт}$$

Для КМ3:

$$N_{\text{э}} = 1,1 \cdot \frac{566,9}{2} = 311,8 \text{ кВт}$$

Технічні характеристики електродвигунів для компресорів: [www.gea.com]

Марка компресора	GEA Grasso V 1800 (КМ1)	GEA Grasso V 300 (КМ2)	GEA Grasso V 1800 (КМ3)(2 шт)
Серія	4A250M4Y3	4A160S4Y3	4A355M4Y3
Синхронна частота обертання, об/хв	1500	1500	1500
Р _н , кВт	90	15	315
ККД, %	93	88,5	94,5
cosφ	0,91	0,88	0,92

10. Вибір теплообмінного обладнання та тепломасообмінних апаратів

Розрахунок і вибір кожухотрубного горизонтального конденсатора Розраховуємо

середню логарифмічну різницю температур між холодильним

агентом, що конденсується і охолоджуючим середовищем (оборотною водою):

$$\Delta t = \frac{t_{\omega 2} - t_{\omega 1}}{\left(\frac{t_k - t_{\omega 1}}{t - t_{\omega 1}} \right) \ln \left(\frac{32 - 25}{32 - 29} \right)} = \frac{29 - 25}{\left(\frac{32 - 25}{32 - 29} \right) \ln \left(\frac{32 - 25}{32 - 29} \right)} = 4,72 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні конденсатора:

$$F = \frac{Q_{\text{кд}}}{k_k \cdot \Delta t} = \frac{1348 \cdot 10^3}{790 \cdot 4,7} = 361,8 \text{ } \text{м}^2$$

k_k - коефіцієнт теплопередачі для кожухотрубного аміачного конденсатора; Знаходимо витрату охолоджувальної води на конденсатор:

$$V = \frac{Q_{\text{кд}}}{c \cdot \rho \cdot \Delta t} = \frac{1349,1}{4,19 \cdot 1000 \cdot 4} = 0,08 \text{ } \text{м}^3/\text{с}$$

Обираємо два кожухотрубних горизонтальний конденсатора

1АК-10.50/8 (КТГ-200) з площею теплообміну 213,5 м² кожний.

Характеристика конденсатора 300 КТ:

[<https://gauge.tk>]

Марка	300 КТ
Кількість ходів	8
Кількість теплообмінних труб	520
Конструктивні розміри, мм	
діаметр D _{вн}	1080
ширина	1153
довжина	5750
висота	1670
Маса, кг	5645

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гютюник К.В.			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь	Лист.	Лист	Листів
Перевір.		Мирошник М.М					54	94
Реценз.						НУХТ		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

Підключення, мм	
вхід аміаку	100
вихід аміаку	40
вхід води	200
вихід води	200

Розрахунок і вибір повітроохолодників

Для прикладу розглянемо розрахунок та підберемо повітроохолодник для камери №1.

Камера зберігання морозива:

Теплове навантаження на камерне обладнання:

$$Q_{\text{обл}} = 17,67 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплообміну поверхні повітроохолодника:

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k_{\text{ox}} \cdot \Delta t} \text{ м}^2$$

$$\Delta t = 8, \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$k_{\text{ox}} = 12,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} - \text{коефіцієнт теплопередачі для аміачного повітроохолодника}$$

$$F = \frac{17670}{12,5 \cdot 8} = 176,7 \text{ м}^2$$

Обираємо випарник AlfaCubic типу VLH504B7 1 шт.

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

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

де $q_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із випарника (визначається за I-d діаграмою).

Температура повітря: $t_{\text{вх}} = -16^\circ\text{C}$ $h_1 = -15 \text{ кДж/кг}$

$t_{\text{вих}} = -18, h_2 = -17 \text{ кДж/кг}$

$$V_{\text{пер}} = \frac{17,67}{1,3 \times (-15 + 17)} = 6,79 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}} \quad 8,05 > 6,79$$

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						55
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

За подібним розрахунком підбираємо стельові повітроохолодники для інших камер:

Теплове навантаження на камерне обладнання:

Номер камери	Теплове навант. на камерне обл. $Q_{обл}, \text{кВт}$	Потрібна площа теплообміну повітроохолодника $F, \text{м}^2$	Площа теплообміну підбраного повітроохолодника $F, \text{м}^2$
№1	17,6	176,7	195
№2	16,26	165,4	195
№3	16,363	166,7	195
№4	16,695	168,1	195
№5	11,896	120,1	125,6
№6	8,153	84,6	97,5
№7	12,776	130,3	155,9
№8	19,986	221,9	256,2
№9	5,765	118,9	125,6
№10	13,225	135,6	155,9
№11	11,511	118,4	125,6
№12	14,721	152,7	155,9

Для камер зберігання морозива № 1,2,3,4 обираємо по два випарника Guntner типу 041A/35.

Для камери зберігання морозива № 5 обираємо повітроохолодник Guntner типу 046B/38.

Для камери зберігання масла № 6 обираємо повітроохолодник Guntner типу 041A/35.

Для Експедиції № 7 обираємо повітроохолодник Guntner типу 046A/35.

Для приміщення для технологічних операцій № 8 обираємо два випарника Guntner типу 046B/38.

Для приміщення зберігання охол. сир. № 9 обираємо випарника Guntner типу 046B/38.

Для приміщення зберігання сухої сир. № 10 обираємо випарника Guntner типу 046A/35.

Для приміщення зберігання танків молока № 11 обираємо випарника Guntner типу 046B/38.

Для експедиції № 12 обираємо випарника Guntner типу 046A/35.

Технічна характеристика повітроохолодників:

Типорозмір	041A/35	046B/38	046A/35
Поверхня теплообміну, м ²	97.5	125,6	155,9
Витрата повітря, м ³ /год	8640	14430	14250
Довжина струменя, м	26	28	32
Розміри, мм			
довжина	2330	2930	2930
ширина	1565	1565	1565
висота	430	520	830
Об'єм труб, л	26	46	39
Маса, кг	261	386	402

Підбір пластинчастих теплообмінників для льодяної води:

В цьому приладі охолоджуємо воду від 4°C до 2°C при кипінні аміаку -6°C

Таким чином, Δt_{cp} буде дорівнювати:

$$\Delta t = \frac{t_{\omega 1} - t_{\omega 2}}{\ln \left(\frac{t_{\omega 1} - t_0}{t - t_{\omega 2}} \right) \ln \left(\frac{4 + 6}{2 + 6} \right)} = \frac{4 - 2}{\ln \left(\frac{4 - 2}{t - 2} \right) \ln \left(\frac{4 + 6}{2 + 6} \right)} = 8,9, \text{ } ^\circ\text{C}$$

									Лист
									57
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

За даних умов приймаємо, коефіцієнт теплопередачі $k=650\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

Необхідна площа теплообміну дорівнює:

$$F_B = \Sigma Q_{\text{Л.В.}} / (k \cdot \Delta t_{\text{ср}}) = 405,9 \cdot 10^3 / (650 \cdot 8,9) = 70,16 \text{ м}^2.$$

Обираємо пластинчастий теплообмінник Alfa laval M10-BW з площею теплообміну 120 м^2 .

Технічні дані випарника E10-W:

Показник	Значення
Марка	E10-W
Площа зовнішньої поверхні, м^2	120
Кількість секцій, шт.	12
Габаритні розміри	
довжина, мм	2400
ширина, мм	470
висота, мм	981
Діаметр умовного проходу штуцерів	
для входу води, мм	200
для входу аміаку, мм	40
для виходу аміаку, мм	150
Об'єм аміаку, л	351
Маса, кг	1100

Витрата води через випарник:

$$V = \frac{Q_{\text{вир}}}{c \cdot \rho \Delta t} = \frac{405,9}{4,19 \times 1000 \times 2} = 0,048 \text{ м}^3/\text{с} = 172,8 \text{ м}^3/\text{год.}$$

11. Розрахунок теплового навантаження на охолодник оборотної води (градирні)

Теплове навантаження градирні рівне тепловому навантаженню конденсатора:

$$Q_{zp} = Q_{кд} = 1348 \text{ кВт};$$

Знаходимо площу поперечного перерізу градирні:

$$q = 35 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \text{ - питома тепла загрузка на } 1 \text{ м}^2$$

$$F = \frac{Q_{zp}}{q} = \frac{1348}{35} = 38,5 \text{ м}^2;$$

Обираємо 1 вентиляторну градирню марки NCT-800, площа поперечного перерізу якої $F_{zp} = 44 \text{ м}^2$.

Характеристики вентиляторної градирні марки NCT -800:

Технічні характеристики градирні NCT-800	
Площа зрошення, м ²	44
Кількість вентиляторів, шт.	1
Діаметр робочого колеса, мм	3000
Частота обертання, об/хв	1000
Установлена потужність електродвигуна, кВт	35
Напруга/частота мережі, В/Гц	380/50
Розміри (довжина, ширина, висота)	6740x6740x7260
Маса, кг	21980

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гютюник.К.В			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь	Лит.	Лист	Листів
Перевір.		Мирошник.М.М					59	94
Реценз.						НУХТ		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко.В.П						

12. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки

Лінійний ресивер

Ємність лінійного ресивера в насосно-циркуляційних схемах з верхньою подачею аміаку в прилади охолодження при умові заповнення її не більше ніж 80% [7]:

$$V_{л.р.} = 0,4 \cdot V_{ПО}; \text{ м}^3$$

$V_{ПО}$ - внутрішній об'єм труб повітроохолодників

$$V_{л.р.} = 0,4 \cdot (26 \cdot 9 + 46 \cdot 5 + 3 \cdot 39) / 1000 = 0,232 \text{ м}^3;$$

Приймаємо 1 лінійний горизонтальний ресивер.

Марка	КРАПТ -75
Габаритні розміри, мм	
D x S	600x6
L	3200
Місткість, л	750
Маса, кг	340

Циркуляційні ресивери

Ємність циркуляційного ресивера в системах з верхньою подачею холодильного агента в прилади охолодження:

$$V_{цр} = K[V_{нт.} + 0,5 \times V_{по} + 0,3 \times V_{вт.}]$$

де $V_{нт.}$ — внутрішній об'єм нагнітаючого трубопроводу аміачного насосу;

$V_{вт.}$ — внутрішній об'єм трубопроводів сумісного відсмоктування пари і зливу рідини [9].

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

$$V_{ц.р.-40} = 2 \cdot [V_{нт.} + 0,5 \cdot (V_{ПО}) + 0,3 \cdot V_{вт.}] = 2 \cdot [0,142 + 0,5 \cdot 0,262 + 0,3 \cdot 6,598] = 4,05 \text{ м}^3$$

Циркуляційний ресивер марки **РЦЗ-4,0.**

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гютюнник.К.В			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь	Лист.	Лист	Листів
Перевір.		Мирошник.М.М					60	94
Реценз.						НУХТ		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко.В.П						

2.Циркуляційний ресивер ($t_0 = -25 \text{ }^\circ\text{C}$)

$$V_{ц.р.-25} = 2 \cdot [0,198 + 0,5 \cdot 0,215 + 0,3 \cdot 4,5] = 3,311 \text{ м}^3;$$

3

Приймаємо 1 циркуляційний ресивер марки РЦЗ-4,0

3.Циркуляційний ресивер ($t_0 = -6 \text{ }^\circ\text{C}$)

$$V_{ц.р.-6} = 2 \cdot (1,54 + 0,5 \cdot 0,262 + 0,3 \cdot 6,45) = 7,2 \text{ м}^3;$$

Приймаємо 1 циркуляційний ресивер марки РЦЗ-8,0

Технічна характеристика ресивера РЦЗ-8,0

Марка	РЦЗ-8,0
Габаритні розміри, мм	
D	1600
L	4310
Загальний об'єм, л	8000
Діаметр патрубків, мм	
всмоктування компресора	250
повернення із випарника	250
впорскування рідини	100
всмоктування насосів	250
дренажний	50

Технічна характеристика ресивера марки РЦЗ-4,0

Марка	РЦЗ-4,0
Габаритні розміри, мм	
D	1220
L	3320
Загальний об'єм, л	4000
Діаметр патрубків, мм	
всмоктування компресора	200
повернення із випарника	200

впорскування рідини	200
всмоктування насосів	200
дренажний	80

Дренажний ресивер

При розрахунку, що при умовному заповненні не більше ніж на 80% він вміщував рідкий аміак із будь-якого апарату або найбільш аміакоємних батарей. Підбираємо по циркуляційному ресивері [7].

Технічна характеристика ресивера 8 РВЦЗ в таблиці .

Марка	8 РВЦЗ
Габаритні розміри, мм	
D	1600
L	4410
Місткість, л	8000
Діаметр патрубків, мм	
вхід пари аміаку	200
вихід пари аміаку	300
вхід для рідини	150
вихід рідини	250

Проміжна посудина

За діаметром всмоктуючого патрубка компресора високого тиску підбираємо проміжну посудину із змієвиком ПСЗ – 60, ємністю 650 л.

Розміри :

Проміжна посудина	Розміри, мм		Об'єм, л	Маса, кг
	D	H		
ПСЗ - 60	600	2985	650	До 580

Мастиловіддільник

Мастиловіддільники підбирають по діаметру нагнітального трубопроводу компресора та встановлюють за компресором на лінії нагнітання.

Для кожного компресора **GEA Grasso V 1800** з $D_{\text{наг}}=125$ мм підбираємо по 1 мастиловіддільнику **2ПМО-125**.

Аміачні мастиловіддільники	Розміри, мм			Об'єм, л	Маса, кг
	D	H	h		
2ПМО-125	400	2070	1420	320	До 275

Для поршневого компресора **GEA Grasso V 300** з $D_{\text{наг}}=50$ мм підбираємо мастиловіддільник **2ПМО-50**.

Аміачні мастиловіддільники	Розміри, мм			Об'єм, л	Маса, кг
	D	H	h		
2ПМО-50	273	1420	1020	50	до 87

Мастилозбірник

Визначається числом та розміром розміщенням обслуговуваних апаратів.

В якості мастилозбірника приймаємо **МС-60**. Об'єм 170 л. Розміри, мм: $D=500$, $H=1870$.

Мастилозбірник	Розміри, мм		Об'єм, л	Маса, кг
	D	H		
МС-60	500	1870	170	до 220

13.Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах

Мета гідравлічного розрахунку є визначення втрат тиску ΔP , зумовлених гідравлічними опорами, що виникають при русі робочого середовища в трубах та теплообмінних апаратах. 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 холодоагенту та його розподілення, для підбору насоса і розрахунку потужності привода. Значення величини P необхідні для визначення потужності насосів, а також для вибору раціональних конструктивних характеристик апаратів та оптимізації їх режимів роботи..[7]

Загальні гідравлічні опори при проходженні в трубі або апараті киплячої рідини двофазного потоку складаються з втрат тертя $\Delta P^{дф}$ та місцевих опорів $\Delta P^{дф} \cdot m$

$$\Delta P^{дф} = \Delta P_{тр}^{дф} + \Delta P_{м}^{дф}, \text{Па}$$

Насоси, що перекачують рідину при температурах насичення, повинні працювати під зливом, і висота підпору стовпа рідини має компенсувати розрідження при вході в робоче колесо, втрати напору на всмоктувальній трубі, швидкісний напір на вході в робоче колесо, а також кавітаційний запас.

Приймаємо, що випарники камер № 1-7 живляться від насоса, що працює на температуру кипіння -25°C . Камери № 8-12 від насоса, що працює на температуру кипіння -6°C . Фризери та швидко морозильні апарати від насоса, що працює при температурі -40°C , які знаходяться в машинному відділенні на висоті 0,5 м від рівня підлоги біля стіни, що відділяє холодильні камери від машинного відділення. Оскільки висота становить 6 м, то висота підйому холодильного агента h становить в межах 5 м.

					<i>KP 000.142.008.001.2022.ПЗ</i>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гютюник.К.В			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь	Лист	Лист	Листів
Перевір.		Мирошник.М.М					64	94
Реценз.						<i>НУХТ</i>		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко.В.П						

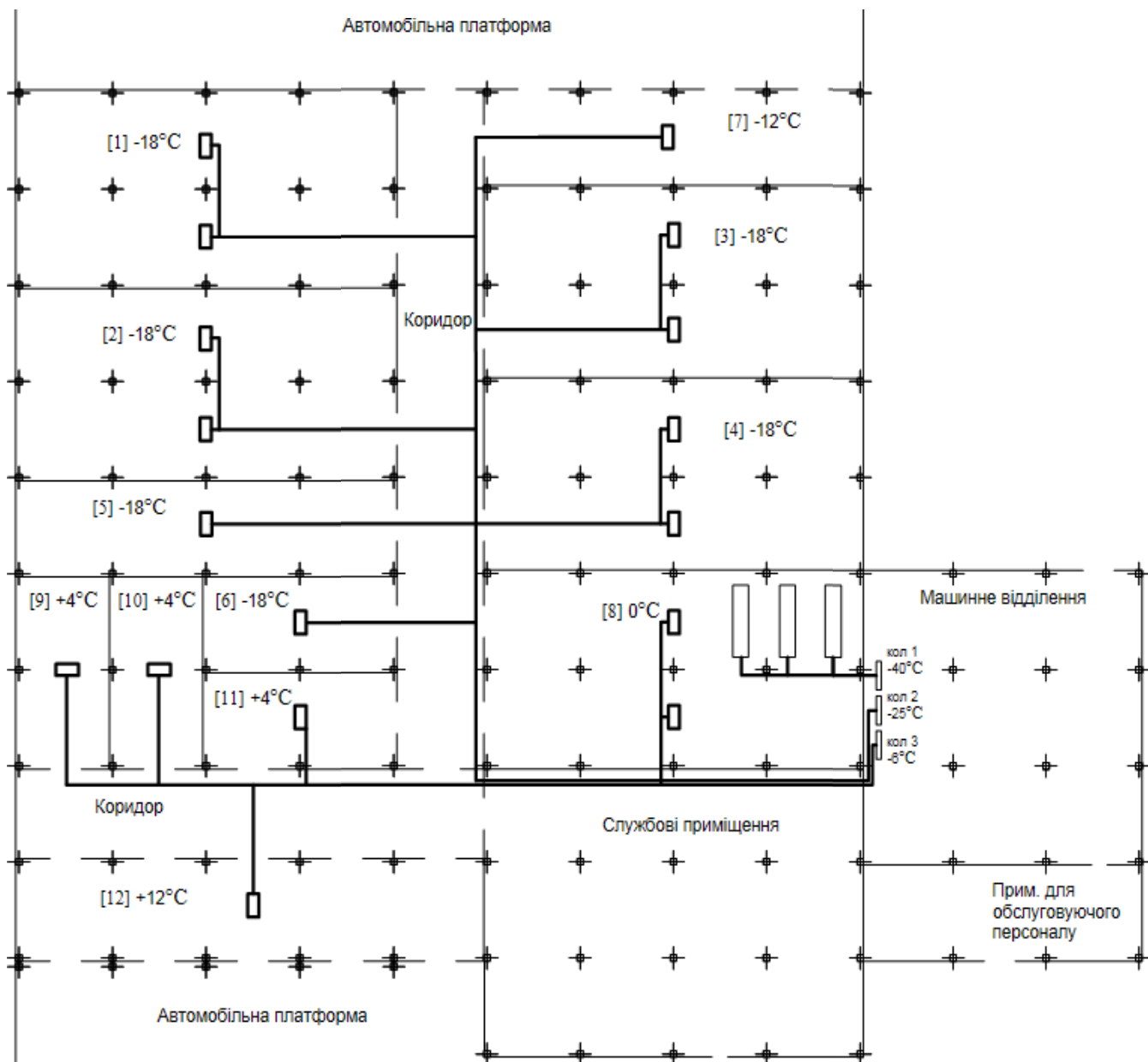


Схема живлення випарників.

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу:

$$\Delta P_i = \Delta P_{тр} + \Delta P_{м.с.} + \rho \cdot g \cdot h; \text{ Па}$$

$\Delta P_{тр}$ - втрати тиску, що витрачається на подолання тертя в трубах.

$\Delta P_{м.с.}$ - втрата тиску, що витрачається на подолання місцевих опорів.

$h = 5$ - висота підйому холодоагенту, м.

$$\Delta P_{тр} = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \cdot l \quad \text{Па}$$

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

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

λ_{mp} - коефіцієнт тертя в нагнітальному трубопроводі

l - довжина трубопроводу, м

d - діаметр нагнітального трубопроводу, мм

ρ - густина аміаку в нагнітальному трубопроводі, кг/м³

ω - швидкість фреону в нагнітальному трубопроводі, м/с

$\sum \xi_m$ - сума місцевих опорів.

Внутрішній діаметр круглої труби знаходимо за формулою:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}}, \text{ м}$$

З рівняння знайдемо швидкість в напірному та зворотному трубопроводах насосно-циркуляційної системи подачі

$$\omega = \frac{4 \cdot M}{\rho \cdot \pi \cdot d^2}$$

M - маса аміаку, що подається через даний трубопровід

$$M_{\text{ц}} = n \cdot m,$$

$n_{\text{ц}}=5$ - кратність циркуляції

m - маса аміаку, що випаровується у повітроохолодниках

густина аміаку в нагнітальному трубопроводі (густина двофазної суміші в зворотному трубопроводі)

Розрахунок діаметру трубопроводів.

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

$$M = 0,1545$$

$$\rho = \frac{1}{\vartheta_{17}} = \frac{1}{1,6} = 0,625 \text{ кг / м}^3$$

$m = 20^{\text{М}}$ — задаємося по таблицях

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						66
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = J \frac{4 \times 0,1545}{3,14 \times 0,625 \times 20} = 0,12 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 125 \text{ мм}$;

2. Нагнітальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -40^\circ \text{C}$:

$$M = 0,1545 \text{ кг/с}$$

$$q = \frac{1}{P_{18}} = \frac{1}{0,48} = 2,08$$

$m = 25 \text{ м/с}$ — задаємося по таблицях

$$d_{\text{вн}} = J \frac{4 \times 0,1545}{3,14 \times 2,08 \times 25} = 0,061 \text{ м}$$

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

3) Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -25^\circ \text{C}$:

$$M = 0,065 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \text{—}$$

$$q = \frac{1}{P_{13}} = \frac{1}{0,8} = 1,25 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$m = 20 \text{ м/с}$ — задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = J \frac{4 \times 0,065}{3,14 \times 1,25 \times 20} = 0,057 \text{ м}$$

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

4) Нагнітальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -25^\circ \text{C}$:

$$M = 0,065 \text{ кг/с}$$

$$q = \frac{1}{P_{14}} = \frac{1}{0,43} = 2,32 \text{ кг/м}^3$$

$m = 25 \text{ м}$ — задаємося по таблицях

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						67
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = J \frac{4 \times 0,065}{3,14 \times 2,32 \times 25} = 0,037 \text{ м}$$

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

5) Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -6^\circ\text{C}$:

$$M = 0,676$$

$$q = \frac{1}{P_1} = \frac{1}{0,37} = 2,7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$m = 20 \text{ м}^3$ — задаємося по таблицях. с

$$d_{\text{вн}} = J \frac{4 \times 0,676}{3,14 \times 2,7 \times 20}$$

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

6) Нагнітальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -6^\circ\text{C}$:

$$M = 0,676$$

$$q = \frac{1}{P_2} = \frac{1}{0,13} = 7,69 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$m = 25 \text{ м}^3$ — задаємося по таблицях. с

$$d_{\text{вн}} = J \frac{4 \times 0,676}{3,14 \times 7,69 \times 25} = 0,066 \text{ м}$$

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

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

$$M = 0,1545 \text{ кг/с}$$

$$q = \frac{1}{P_{15u}} = \frac{1}{0,0014} = 714 \text{ кг/м}^3$$

$m = 0,5 \text{ м}^3/\text{с}$ — задаємося по таблицях

					<i>КР 000.142.008.001.2022.ПЗ</i>	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = J \frac{4 \times 0,1545}{3,14 \times 714 \times 0,5} = 0,023 \text{ м}$$

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

8) Трубопровід після випарників, що працює на температуру кипіння

$$t_0 = -40^\circ \text{C} :$$

$$M = 0,1545 \text{ кг/с}$$

$$q = \frac{1}{P_{17u}} = \frac{1}{1,55} = 0,64 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$m = 20 \text{ м/с}$ — задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = J \frac{4 \times 0,1545}{3,14 \times 0,64 \times 20} = 0,124 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 125 \text{ мм}$;

9) Трубопровід циркуляційних насосів до випарників, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -25^\circ \text{C}$:

$$M = 0,065 \text{ кг/с}$$

$$q = \frac{1}{P_{9u}} = \frac{1}{0,002} = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$m = 0,5 \text{ м/с}$ — задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = J \frac{4 \times 0,065}{3,14 \times 500 \times 0,5} = 0,018 \text{ м}$$

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

10) Трубопровід після випарників, що працює на температуру кипіння

$$t_0 = -25^\circ \text{C} :$$

$$M = 0,065 \text{ кг/с}$$

$$q = \frac{1}{P_{13u}} = \frac{1}{0,76} = 1,31$$

$m = 20 \text{ м/с}$ — задаємося по таблицях.

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = J = \frac{4 \times 0,065}{1,31 \times 20} = 0,056 \text{ м } 3,14$$

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

11) Трубопровід від циркуляційних насосів до випарників, що працює на температуру кипіння $t_0 = -6^\circ\text{C}$:

$$M = 0,728 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$q = \frac{1}{P_{4F}} = \frac{1}{0,0016} = 625 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$m = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ — задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = J \frac{4 \times 0,728}{3,14 \times 625 \times 0,5} = 0,054 \text{ м}$$

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

12) Трубопровід після випарників, що працює на температуру кипіння $t_0 = -6^\circ\text{C}$:

$$M = 0,728 \text{ кг/с}$$

$$q = \frac{1}{P_{1u}} = \frac{1}{0,35} = 2,85 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$m = 20$ задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = J \frac{4 \times 0,728}{3,14 \times 2,85 \times 20} = 0,122 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 125 \text{ мм}$;

13) Трубопровід охолодної води на конденсатори:

Розрахункова швидкість на напірній лінії $\omega = 0,8 \div 1,3 \text{ м/с}$. Приймаємо $\omega = 1 \text{ м/с}$.

Знаходимо витрату охолоджувальної води на конденсатор:

$$V_{\omega} = \frac{Q_{KD}}{\omega \cdot c \cdot \rho \cdot \Delta t} = \frac{1349,1}{4,19 \cdot 1000 \cdot 4} = 0,08 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 288 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

$$d_{\text{вн}} = 1,13 \sqrt{\frac{0,08}{1}} = 0,32 \text{ м};$$

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо трубу $d_y = 350\text{мм}$;

14) Трубопровід льодяної води. Розрахункова швидкість на напірній лінії

$$\omega = 0,7 \div 1,2\text{ м / с. Приймаємо } \omega = 1\text{ м / с.}$$

Витрата води через випарник:

$$V = \frac{Q_{\text{вир}}}{c_p \rho \Delta t} = \frac{405,9}{4,19 \times 1000 \times 2} = 0,048\text{ м}^3/\text{с} = 172,8\text{ м}^3/\text{год.}$$

$$d_{\text{вн}} = 1,13 \sqrt{\frac{0,048}{1}} = 0,244\text{ м};$$

Приймаємо трубу $d_y = 250\text{мм}$.

Підбір насосів

Аміачний насос для температури кипіння $t_0 = -40^\circ\text{С}$.

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до технологічного обладнання [7].

Визначаємо коефіцієнти місцевих опорів згідно таблиці... зворотний

клапан $\xi = 6$

вентиль запорний (2шт.) $\xi = 2 \cdot 0,5 = 1$ коліно

90° (6 шт.) $\xi = 6 \cdot 0,5 = 3$

фільтр рідинний $\xi = 6$ вентиль

соленоїдний $\xi = 10$ вентиль

регулюючий $\xi = 12$

$$\sum \xi_m = 6 + 1 + 3 + 6 + 10 + 12 = 38;$$

$$\omega = 0,5\text{ м / с};$$

$$Z = 38 \times \frac{714 \times 0,5^2}{2} = 3391\text{ Па}; 2$$

$$\text{Re} = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{0,5 \times 0,025 \times 714}{29 \times 10^{-3}} = 307,75; \quad \text{Re} < 2000;$$

$$\lambda_{\text{мс}} = 0,11 \times \left(\frac{k}{d_{\text{вн}} \text{ Re}} + \frac{64}{\text{Re}} \right)^{0,25} = 0,11 \times \left(\frac{0,06}{25 \times 307,75} + \frac{64}{307,75} \right)^{0,25} = 0,074;$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta P_{mp} = \frac{0,074}{R} \times \frac{714 \times 0,5^2}{2} = 264 \text{ Па / м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 20 \text{ м}$:

$$\Delta P_{mp} = R \times l = 264 \times 20 = 5280 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 3391 + 5280 = 8671 \text{ Па}.$$

Потрібний напір насоса:

$$H = \frac{\Delta P_{mp}}{\rho \cdot g} = 5 + \frac{8671}{714 \cdot 9,81} = 6,23 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = \frac{\sum M_{\text{км}(-45)}}{\rho \cdot 714} = 5 \cdot \frac{0,1545}{-45} = 0,001 \text{ м}^3 / \text{с} = 3,89 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки GP51A/1450 фірми WITT.

Технічна характеристика насоса марки GP51A/1450:

Марка насоса	GP51A/1450
Максимальна продуктивність, м ³ /год	10.2
Максимальний напір, м	38
Частота обертання, об/хв	1450
Розміри патрубків	
вхід	DN50
вихід	DN50
Маса, кг	108
Заправка мастила, л	2

2) Ам'ячний насос для температури кипіння $t_0 = -25^\circ \text{C}$

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодника в камері №1.

Визначаємо коефіцієнти місцевих опорів згідно таблиці зворотний клапан

$$\xi = 6$$

$$\text{вентиль запорний (4шт.) } \xi = 4 \cdot 0,5 = 2$$

									Лист
									72
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

коліно 90° (5 шт.) $\xi = 5 \cdot 0,5 = 2,5$

фільтр рідинний $\xi = 6$

вентиль соленоїдний $\xi = 10$

вентиль регулюючий $\xi = 12$

$$\sum \xi_{\text{м}} = 6 + 2 + 2,5 + 6 + 10 + 12 = 38,5;$$

$\omega = 0,5 \text{ м / с};$

$$Z = 38,5 \times \frac{714 \times 0,5^2}{2} = 3436 \text{ Па}; 2$$

$$\text{Re} = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{0,5 \times 0,02 \times 714}{29 \times 10^{-3}} = 246,2; \quad \text{Re} < 2000;$$

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \times \left(\frac{k}{d} + \frac{64}{\text{Re}} \right)^{0,25} = 0,11 \times \left(\frac{0,06}{20} + \frac{64}{246,2} \right)^{0,25} = 0,078;$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1 м:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R = \frac{0,078}{0,02} \times \frac{714 \times 0,5^2}{2} = 348 \text{ Па / м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 90 \text{ м}$:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \times l = 348 \times 90 = 31320 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 3436 + 31320 = 34756 \text{ Па}.$$

Потрібний напір насоса:

$$H = 5 + \frac{\Delta P_{\text{тр}}}{\rho \cdot g} = 5 + \frac{34756}{714 \cdot 9,81} = 9,96 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n \cdot \frac{\sum M_{\text{км}(-45)}}{\rho \cdot 714} = 5 \cdot \frac{0,065}{-45} = 0,00045 \text{ м}^3 / \text{с} = 1,63 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Технічна характеристика насоса марки GP41/960

Марка насоса	GP41/960
Максимальна продуктивність, м ³ /год	2,0
Максимальний напір, м	12

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

Лист
73

3) Ам'ячний насос для температури кипіння $t_0 = -6^\circ\text{C}$

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодника в камері №9.

Визначаємо коефіцієнти місцевих опорів згідно таблиці [6] зворотний клапан $\xi = 6$

вентиль запорний (6 шт.) $\xi = 6 \cdot 0,5 = 3$ коліно

90° (6 шт.) $\xi = 6 \cdot 0,5 = 3$

фільтр рідинний $\xi = 6$ вентиль

соленоїдний $\xi = 10$ вентиль

регулюючий $\xi = 12$

$$\sum \xi_m = 6 + 3 + 3 + 3 + 6 + 10 + 12 = 40; \quad \omega = 0,5 \text{ м / с};$$

$$Z = 40 \times \frac{714 \times 0,5^2}{2} = 3570 \text{ Па}; \quad 2$$

$$\text{Re} = \frac{\omega \times d_{\text{ен}} \times \rho}{\mu} = \frac{0,5 \times 0,07 \times 714}{29 \times 10^{-3}} = 861,7; \quad \text{Re} < 2000;$$

$$\lambda_{\text{мп}} = 0,11 \times \left(\frac{k}{d_{\text{ен}}} + \frac{64}{\text{Re}} \right)^{0,25} = 0,11 \times \left(\frac{0,06}{70} + \frac{64}{861,7} \right)^{0,25} = 0,057;$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1 м:

$$\Delta P_{\text{мп}} = R = \frac{0,057}{0,07} \times \frac{714 \times 0,5^2}{2} = 72,6 \text{ Па / м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 12 \text{ м}$:

$$\Delta P_{\text{мп}} = R \times l = 348 \times 12 = 4176 \text{ Па};$$

$$\text{Загальна втрата тиску } \Delta P = 72,6 + 4176 = 4248,6 \text{ Па}.$$

Потрібний напір насоса:

Частота обертання, об/хв	960
Розміри патрубків	
вхід	DN40
вихід	DN40
Маса, кг	68
Заправка мастила, л	1,7

$$H = \frac{\Delta P_{mp}}{\rho \cdot g} = 5 + \frac{4248,6}{714 \cdot 9,81} = 5,61 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V_{ц} = n \cdot \frac{\sum M_{км(-45)}}{\rho \cdot 714} = 5 \cdot \frac{0,065}{-45} = 0,00045 \text{ м}^3 / \text{с} = 1,63 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки GP41/960 фірми WITT.

Технічна характеристика насоса марки GP41/960

Марка насоса	GP41/960
Максимальна продуктивність, м ³ /год	2,0
Максимальний напір, м	12
Частота обертання, об/хв	960
Розміри патрубків	
вхід	DN40
вихід	DN40
Маса, кг	68
Заправка мастила, л	1,7

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Насос оборотного водопостачання:

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від насосу до конденсатора і до градирні від конденсатора [6].

Визначаємо коефіцієнти місцевих опорів згідно таблиці зворотний

“клапан $\xi=6$

вентиль запорний (8шт.) $\xi=6 \cdot 0,5=3$ коліно

90° (4 шт.) $\xi=4 \cdot 0,5=2$

фільтр рідинний $\xi=6$

$$\sum \xi_{.m} = 6 + 3 + 2 + 6 = 17;$$

$$\omega = 1_m / c;$$

Підбираємо 2 насоси (1 резервний) Wilo-Ipg 100/225-30/2 Технічна характеристика насоса марки Wilo IPg 100/225-30/2

Максимальна подача насоса, м ³ /год	300
Умовний прохід	DN150
Частота обертання, об/хв	1000
Максимальний напір, м	15
Потужність, кВт	23
ККД, %	0,92
cosφ	0,85

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

Лист

76

$$Z = 17 \times \frac{996 \times 1^2}{2} = 8466 \text{ Па}; 2$$

$$\text{Re} = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{1 \times 0,035 \times 996}{0,799 \times 10^{-3}} = 43629; \text{Re} > 2000;$$

$$\lambda_{\text{тр}} = \frac{1}{(1,82 \lg \text{Re} - 1,64^2)} = \frac{1}{(1,82 \lg 43629 - 1,64^2)} = 0,022$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{0,022}{R} \times \frac{1000 \times 1^2}{0,035^2} = 314 \text{ Па / м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 10 \text{ м}$:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \times l = 314 \times 10 = 3140 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 8466 + 3140 = 11606 \text{ Па}.$$

Потрібний напір насоса:

$$H = 5 + \frac{\Delta P_{\text{тр}}}{\rho \cdot g} = 5 + \frac{11606}{996 \cdot 9,81} = 6,18 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = \frac{Q_{\text{кл}}}{c \cdot \rho \cdot \Delta t} = \frac{1348}{4,19 \cdot 1000 \cdot 4} = 0,08 \text{ м}^3/\text{с} = 288 \text{ м}^3/\text{год};$$

5) Насос для перекачування води до пластинчатих теплообмінників:

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від насосу до споживачів холоду [6].

зворотний клапан $\xi = 6$

вентиль запорний (2шт.) $\xi = 2 \cdot 0,5 = 1$ коліно

90° (2 шт.) $\xi = 2 \cdot 0,5 = 1$

фільтр рідинний $\xi = 6$

$$\sum \xi_{\text{м}} = 6 + 1 + 1 + 6 = 14;$$

$$Z = 14 \times \frac{1127 \times 1^2}{2} = 7889 \text{ Па}$$

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Re = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{1 \times 0,035 \times 1127}{1,12 \times 10^{-3}} = 35218; \quad Re > 2000;$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{0,027}{R} \times \frac{1127 \times 1^2}{0,025 \times 2} = 511,9 \text{ Па / м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 10\text{м}$:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \times l = 511,9 \times 10 = 5119 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 7889 + 5119 = 13008 \text{ Па}.$$

Потрібний напір насоса:

$$H = 5 + \frac{\Delta P_{\text{тр}}}{\rho \cdot g} = 5 + \frac{13008}{1127 \cdot 9,81} = 6,17 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = \frac{Q_{\text{вир}}}{c_p \rho \Delta t} = \frac{405,9}{4,19 \times 1000 \times 2} = 0,048 \text{ м}^3/\text{с} = 172,8 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Підбираємо 3 насоси 1 резервний CP150 Grundfos

[www.grundfos.com]

Таблиця

Номінальна подача насоса, м ³ /год	120
Максимальний напір, м	210
ККД, %	75
Діапазон подачі м ³ /год	60 -160
Потужність, кВт	11 – 75

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Визначення вартості

Метою економічного розрахунку є визначення вартості будівництва холодильника, вартості холодильного обладнання, витрат на використання електроенергії, витрат по оплаті праці виробничого персоналу, визначення амортизаційних відрахувань, визначення основних показників економічної ефективності проекту фабрики морозива у м. Мелітополь.

При проектуванні даного холодильника виконуються наступні роботи:

- будівництво одноповерхового холодильника;
- вибір та придбання холодильного обладнання;
- укомплектування штату виробничого персоналу холодильника.

Розрахункове споживання електроенергії холодильним обладнанням компресорного цеху зводимо до таблиці

№ п/п	Найменування обладнання	К-сть	Р _{ел} , кВт	Σ Р _{ел} , кВт	Р _{ел} , тис. кВт·год	Р _{ел} , Гкал
1	Компресор Grasso V1800 (1ст)	1	90	90	405	347,97
2	Компресор Grasso V1800 (2ст)	2	315	630	2835	2435,7
3	Компресор Grasso V300	1	15	15	67,5	57,99
4	Насос Wilo IPg 100/225-30/2	2	37	74	333	286,1
5	Насос CP150 Grundfos	3	75	150	675	579,9
6	Насос WITT GP51A/1450	2	2,8	5,6	25,2	21,65
7	Насос WITT GP41/960	4	0,9	3,6	16,2	13,91
8	Вентилятори повітроохолодників:					
	041A/35	18	0,5	9	40,5	34,79
	046B/38	12	0,76	9,12	41,04	36,03
	046A/35	12	0,76	9,12	41,04	36,03
9	Електровідтайка повітроохолодників:					
	041A/35	9	13,6	122,4	11,01	9,46
	046B/38	4	18,4	73,6	6,624	5,69
	046A/35	4	18,4	73,6	6,624	5,69
10	Вентилятор градирні	1	55	55	247,5	212,6
Річна витрата електроенергії					4735,82	4068,9

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гютюнник К.В			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь	Лист	Лист	Листів
Перевір.		Мирошник М.М					79	94
Реценз.						НУХТ		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П						

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 .Час електровідтайки протягом доби приблизно 15 хв=90год/рік).

Розрахунок витрат на придбання та монтаж обладнання:

Найменування обладнання	К-ть	Витрати на обладнання, тис. грн			Загальні витри, тис. грн
		Приння	Монтж	Інші витри	
Компресора Grasso V1800	3	1326,5	264,36	20	1610,86
Компресор Grasso V300	1	187,3	32,06	2,6	398,92
Насос Wilo IPg 100/225-30/2	2	191,1	23,01	4,57	218,780
Насос CP150 Grundfos	3	128,5	7,05	2,01	137,56
Насос WITT GP51A/1450	2	166	12,9	5,99	184,89
Насос WITT GP41/960	2	119,5	8,45	4,09	132,14
Повітроохолодник Guntner типу 041A/35	9	443	68,0	8,6	519,2
Повітроохолодник Guntner типу 046B/38	4	253,4	56,78	4,1	314,8
Повітроохолодник Guntner типу 046A/35	4	233,3	52,43	3,9	283,63
Пластинчастий ТО Alfa laval M10-BW	1	38,3	8,43	2,41	49,14
Циркуляційний ресивер РЦЗ-4,0	2	16,72	7,15	2,4	26,27
Циркуляційний ресивер РЦЗ-8,0	1	27	7,45	1,42	35,87
Дренажний ресивер 8 РВЦЗ	1	24	5.84	2.48	32,32
Лінійний ресивер 1АРД-0,75	1	24	5.60	1.3	30,73
Конденсатор 300 КГТ	2	67,2	8,72	1,343	77,25
Проміжна посудина ПСЗ – 60	1	26	8,2	3,5	37,70
Маслиловіддільник 2ПМО-125	3	24	7,8	2,4	34,2
Маслиловіддільник 2ПМО-50	1	6	2,2	2,15	10,35
Градирня БГМ-800	1	55	24	3	82
Масилосбірник МС-60	1	7	5,6	2,08	14,50
Холодоагент R717	2,8 т	23	7,9	1,28	32,09
Разом					4263,2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР 000.142.008.001.2022.ПЗ

Арк.
80

Річне споживання електроенергії холодильником і компресорним цехом даного холодильника становить: $P_{річн} = 4068,9$ Гкал

Ціна за 1 кВт. год електроенергії становить: $C_{ел} = 2,52$ грн.

Визначаємо річні витрати на споживання електричної енергії за проектними розрахунками:

$$V_{ел.р} = P_p \cdot C_{ел} \quad V_{ел.р} = 4068,9 \text{ Гкал} \cdot 2,52 \text{ грн/Гкал} = 10253,628 \text{ тис. грн.}$$

Масило купується для компресорів за ціною 330 грн. за 1л, в моєму проекті необхідно 90л. Ціна $130 \cdot 90 = 29,700$ тис. грн

Холодоагент аміак купується за ціною 75 грн. за 1кг, в моєму проекті необхідно 2800 кг. Ціна 210 000 грн

Розрахунок витрат на оплату праці

Фонд основної заробітної плати робітників компресорного цеху:

№ п/п	Професія	Тарифна ставка грн/міс	Чисельність, чол	Місячний фонд, грн	Річний фонд, грн
1	Машиніст ХУ	3000	4	22000	214000
2	Слюсар-ремонтник	3000	3	15000	150000
3	Начальник цеху	4500	1	25000	280000
	Разом		8	62000	644000

Визначення амортизаційних відрахувань: Приймаємо норми амортизаційних відрахувань:

Для основного обладнання – 19% від вартості обладнання; Витрати на амортизацію основного технологічного обладнання:

$$A_{обл} = \Sigma B_{обл} \times 0,22 = 1818,4 \times 0,22 = 345 \text{ тис. грн.}$$

Визначення інших видів витрат

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

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на поточний ремонт обладнання приймаємо 20% від амортизаційних відрахувань на обладнання:

$$V_{рем} = A_{обл} \times 0,20 \quad (14.4) \quad V_{рем} = 400 \times 0,20 = 80 \text{ тис. грн}$$

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

$$V_{пуск} = B_{обл} \times 0,02 \quad (14.5) \quad V_{пуск} = 1818,4 \times 0,02 = 36,36 \text{ тис. грн}$$

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$V_{ін} = A_{обл} \times 0,03 \quad (14.6) \quad V_{ін} = 400 \times 0,03 = 12 \text{ тис. грн}$$

Загальна сума інших витрат складає:

$$\Sigma B = V_{рем} + V_{пуск} + V_{ін} \quad (14.7) \quad \Sigma B = 80 + 36,36 + 12 = 128,36 \text{ тис. грн}$$

Результати розрахунків проведених у попередніх розділах зводимо у порівняльну таблицю собівартості енергії:

Статті витрат	Значення витрат тис. грн
	Проект
Електроенергія	6835,75
Масило	29.700
Холодильний агент R717	210.000
Оплата праці	644,000
Амортизація	345,000
Інші витрати	128,36
<i>Разом</i>	8192,78

Кількість виробленого холоду за рік:

$$22 \cdot 270 \cdot (529,3 + 80,4 + 183,5) = 4,06 \text{ Гкал}$$

Собівартість холоду:

$$AC = \frac{6836 \text{ тис. грн}}{\text{Гкал}} = 1683,5 \frac{\text{тис. грн}}{\text{Гкал}} = 0,81 \frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}} \quad 4,06$$

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Охорона праці

Вступ

Метою даного проєкту є заміна застарілого обладнання з метою економії енергоресурсів та зниження кількості аміаку в системі.

Впровадження сучасного обладнання із високим рівнем автоматизації дозволить зменшити рівень впливу шкідливих і небезпечних факторів на людину, підвищити ступінь безпеки його експлуатації й обслуговування та, таким чином, покращити умови праці обслуговуючого персоналу [4].

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

10. Умови праці

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

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

- ✓ параметри мікроклімату;
- ✓ рівень освітленості;
- ✓ шум і вібрація;
- ✓ наявність працюючих компресорів;
- ✓ посудини, що працюють під тиском;
- ✓ рухомі елементи обладнання;
- ✓ електробезпека;
- ✓ пожежо- та вибухонебезпека;

					<i>КР 000.142.008.001.2022.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Тютюнник.К.В</i>			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 20 т/добу у м. Мелітополь	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Провір.</i>		<i>Мирошник.М.М</i>					83	94
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>		<i>Петренко.В.П</i>						

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

1. обслуговування машин, апаратів, охолоджуючих пристроїв;[4]
2. обслуговування контрольно-вимірювальних приладів і пристроїв автоматики;
3. будови й експлуатації холодильних установок;
4. охорони праці, надання долікарської допомоги при отруєнні аміаком і ураженні електрострумом, пожежної безпеки, дії персоналу по ліквідації прориву аміаку і виникненні аварійної ситуації ;

Також у пункті управління знаходяться:

- річні і місячні графіки проведення планово-попереджувального ремонту;
- схеми аміачних, масляних і водяних трубопроводів із пронумерованою запірною-регулювальною арматурою і приладами автоматики;
- показники розташування засобів індивідуального захисту (протигази, захисні костюми);
- номери телефонів швидкої допомоги, пожежної команди, диспетчера електромережі, штабу цивільної оборони, міліції, начальника компресорного цеха, старших зміни ;[4]

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Санітарні вимоги до виробничих приміщень та розташування обладнання

З метою підвищення безпеки експлуатації холодильної установки, конденсатори та лінійні ресивери розміщені зовні машинного відділення. В компресорному цеху розміщено: 4 гвинтових компресорів і 2 поршневі компресорів фірми GRASSO . Ширина основного проходу в цеху складає 3 м, прохід між виступаючими частинами компресорів -2 м. Прохід між стіною і компресором становить - 2 м. Циркуляційні і ресивери встановлені також в машинному відділенні впритул до стіни.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.

Для обслуговування обладнання чи арматури на рівні вище 3 м від підлоги встановлено металевий майданчик по всій довжині машинного відділення з огорожею та сходами з обох кінців. Майданчик та сходи мають поручні висотою 1,1 м; відстань між стійками поручнів не перевищує 1,2 м.

Вікна дворядні із звичайного скла. Під машинним відділенням знаходиться насосне відділення, висотою 3 м. З машинного відділення є два виходи назовні та третій - в побутові та допоміжні приміщення. Двері відчиняються у бік виходу. Підлога відділення є рівною, неслизькою і виконана з вогнетривкого матеріалу. Непрохідні канали та люки зачиняються під рівень з підлогою з'ємними металевими рифленими листами. Стіни машинного відділення, холодильне обладнання, трубопроводи пофарбовані у відповідності з діючими стандартами щодо раціонального фарбування поверхонь виробничих приміщень та технологічного обладнання промислових підприємств.

При машинному відділенні, у спеціально відгородженому приміщенні, передбачений пункт управління (ПУ), в якому встановлений центральний щит управління (ЦЩУ), стіл машиніста біля оглядового вікна, стілець [4].

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікроклімат та чистота повітря

Мікроклімат виробничого середовища та чистота повітря в машинному відділенні та ПУ повинні відповідати вимогам ДНС 3.3.6.042-99. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [3].

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 і апаратному відділенні за допомогою загальнообмінної механічної вентиляції, теплоізоляції та герметизації компресорів, циркуляційних ресиверів, трубопроводів, а також опаленням у холодний період року [3].

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;

Параметри мікроклімату та чистота повітря в ПУ підтримується загальнообмінною змішаною припливно-витяжною вентиляцією (подача свіжого повітря здійснюється механічним вентилятором з підігрівом повітря в холодний період року, а видалення забрудненого – неорганізованою природною вентиляцією через вентиляційну решітку у верхній частині ПУ) [4].

Розрахунок кількості вентиляційного повітря Інтенсивність виділення парів аміаку в машинному відділенні:

- $G=30$ г/год (по даним вимірювання хімлабораторії)
- Концентрація парів аміаку у повітрі припливного повітря (природний вміст аміаку):
 - $C_1 = 0,02$ мг/м³ (по даним вимірювання хімлабораторії) Концентрація парів аміаку у повітрі машинного відділення:
 - $C_2 = 8$ мг/м³ (по даним вимірювання хімлабораторії)

Система опалення, опалювальні прилади, теплоносії та його граничні показники по температурі прийняті згідно до вимог СНиП 2.04.05. – 91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Для контролю за концентрацією аміаку в повітрі виробничих приміщень та виявлення його витоку використовують газоаналізатори УГ-2 та лакмусовий папір. Контроль здійснюється 3 рази на зміну.

Параметри мікроклімату та чистота повітря в ПУ підтримується загальнообмінною змішаною припливно-витяжною вентиляцією (подача свіжого повітря здійснюється механічним вентилятором з підігрівом повітря в холодний період року, а видалення забрудненого – неорганізованою природною вентиляцією через вентиляційну решітку у верхній частині ПУ).

Шум і вібрація

Основними джерелами шуму в холодильних установках є компресор, насоси та їх електродвигуни, а також рух холодильного агенту по трубопроводах. Рівень вібрації на робочих місцях не перевищує гранично допустимої величини, передбаченої ГОСТ 12.1.012 – 90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Потребы- 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. [3]

Зменшення загальної вібрації від роботи компресорів досягається за рахунок:

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

Допустимий рівень шуму в машинному відділенні та в ПУ не перевищує встановлених норм ДСН 3.3.6.037 – 99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку, ГОСТ 12.1.003.-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. В машинному відділенні -78...80 дБ, в ПУ -50...55 дБ.

Для зниження рівня шуму застосовують звукоізоляцію приводів; своєчасне змащування деталей і вузлів, їх профілактику та ремонт, а в ПУ – застосовується звукоізоляція стін. [3]

Виробниче освітлення

Рівень освітленості в приміщеннях машинного відділення та ПУ відповідає вимогам ДБН В.2.5. – 28 – 2006. «Природне і штучне освітлення». У машинному відділенні й ПУ присутнє природне і штучне освітлення. Природне освітлення здійснюється через односторонні бічні прорізи (КПО у машинному відділенні становить 0,2%, у ПУ – 0,9%).

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		88

Машинне і апаратне відділення, ПУ, а також існуючі підземні прохідні тунелі з аміачними трубопроводами і розподільною арматурою мають аварійне освітлення від незалежного джерела (акумуляторні батареї). Воно автоматично включається при відключенні робочого освітлення. Рівень аварійного освітлення не менше 8 лк. [3]

Штучне освітлення здійснюється люмінісцентними лампами. Загальний рівень робочого освітлення у машинному відділенні становить 75 лк, у ПУ – 150 лк, крім того біля щита управління передбачається місцеве освітлення (лампа розжарювання, рівень комбінованого освітлення 500 лк).

Розрахунок штучного освітлення в машинному відділенні

Розміри приміщення: довжина $a = 42$ м; ширина $b = 9$ м; висота $H = 6$ м.

Площа $S = a * b = 42 * 9 = 378$ м².

1. приймаємо $E_{min} = 75$ лк;
2. тип ламп ЛДЦ – 40;
3. світловий потік однієї лампи $F = 1520$ лк;
4. тип світильників НОДЛ 2x40;
5. кількість ламп у світильнику $m = 2$ шт.

Приймаємо наступні коефіцієнти :

коефіцієнт відбиття:

- стелі $r_{стелі} = 50\%$;

- стін $r_{стін} = 30\%$.

коефіцієнт використання $= 60,4\%$.

коефіцієнт запасу $k = 1,5$.

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

коефіцієнт нерівномірності приймаємо $z = 1,1$.

Визначаємо необхідну кількість ламп на ділянці виходячи з формули:

$$n = \frac{75 \cdot 378 \cdot 1.1 \cdot 1.5}{1520 \cdot 0.604} = 49.9$$

Приймаємо кількість ламп $n = 50$ шт. Визначаємо кількість світильників:

$N = 25$ шт.

Світильники розміщуємо в 5 ряди по 5 світильників в кожному.

Електробезпека

У приміщенні компресорного та апаратного відділень електропроводка, кабельні лінії та виконання електроустаткування мають ступінь захисту оболонок – IP44.

Безпечна експлуатація електрообладнання досягається такими заходами та засобами:

Недоступність струмоведучих частин від випадкового дотикання досягається за допомогою захисних огорож та блокування, закритих щитів, розташуванням кабелів і проводки на недоступній висоті, наявності знаків безпеки; Компресорне відділення та ПУ відносяться до приміщень з підвищеною електробезпекою (ПУЕ. Правила улаштування електроустановок) [4].

Безпечна експлуатація електроустаткування 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 та іншим нормативним документам.

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1. надійною ізоляцією силових струмоведучих частин, опір якої повинен становити не менше 0,5 МОм;
2. електрообладнання у виробничих приміщеннях та щиті управління в ПУ має захисне заземлення із ізольованою нейтраллю типу IT. Опір заземлюючого пристрою не перевищує 4 Ом;
3. захист від струмів короткого замикання здійснюється Bitzer S4G-12.2;
4. застосуванням низьких напруг (36 В – для ручного інструмента та освітлення щита управління в ПУ, 12 В – для переносного світильника у вибухозахищеному виконанні – IP54).

Холодильник, машинне і апаратне відділення мають пристрій захисту від блискавки – блискавковідвідник по 2 категорії у відповідності з вимогами РД 34.21.122-87. «Инструкция по защите от молнии зданий и сооружений».

Пожежо- та вибухобезпека

Апаратне відділення відноситься до вибухо – та пожежонебезпечної категорії Б або до вибухонебезпечних приміщень класу В – Іб, а ПУ – до пожежонебезпечної категорії Д (СНиП 2.11.02 – 87. «Холодильники», ОНТП 24-86. «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности») [4].

В процесі експлуатації холодильної установки робітники дотримуються вимог «Типові правила пожежної безпеки для промислових підприємств», ГОСТ 12.1.004 – 85. ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования», ДНАОП 0.01 – 1.01 – 95. «Правила пожежної безпеки в Україні».

Відповідність за пожежну безпеку в холодильно-компресорному цеху покладена на начальника цеху, а змінах - на начальника зміни або старшого машиніста.

Окрім обов'язкового для всіх працівників ввідного протипожежного інструктажу, а потім інструктажу на робочому місці, працівники машинного відділення проходять ще пожежно-технічний мінімум 1 раз на рік з наступною задачею заліку [4].

					<i>КР 000.142.008.001.2022.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		91

Пожежна безпека на підприємстві включає в себе систему запобігання вибуху і пожежі та систему пожежного захисту.

Система запобігання пожежі і вибуху передбачає:

1. наявність в огорожуючих конструкціях будівлі машинного відділення легко скидних елементів (вікна, двері);
2. наявність аварійної витяжної вентиляції, табло над входом у машинне відділення, світлозвукової сигналізації;
3. надійне приєднання провідників від обладнання до заземлюючого контуру без іскріння;
4. використання засобів захисту від атмосферної електрики;
5. застосування електроустаткування у вибухозахищеному виконанні;
6. застосування аварійного та витяжного вентиляторів машинного відділення у іско-, а їх електродвигунів –у вибухозахищеному виконанні; припливного вентилятора – у звичайному, а його електродвигуна – в закритому виконанні;
7. наявність протипожежних інструкцій на робочих місцях;
8. роботу на електрообладнанні без перевантажень;
9. дотримання правил пожежної безпеки при виконанні вогнених робіт;
10. заборону куріння на робочих місцях.

Система пожежного захисту включає:

1. наявність у приміщенні машинного відділення двох евакуаційних виходів, причому двері відчиняються у бік виходу;
2. застосування в машинному відділенні будівельних матеріалів не нижче II ступеня вогнестійкості (СНиП 2.11.02 – 87, СНиП 2.01.02 – і. 85. «Протипожарные нормы»); [4]
3. наявність системи оповіщення про пожежу;
4. наявність аварійного відключення обладнання;

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5. 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).

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛІТЕРАТУРА

1. Н.Г.Лашутина “Холодильная техника в мясной и молочной промышленности” – М.: «Агропромиздат», 1989. – 176 с.
2. “Холодоснабжение предприятий мясной и молочной промышленности. Справочное пособие” – М.: Пищевая промышленность, 1979р.
3. Е.С.Курьлёв, Н.А.Герасимов “Холодильные установки. Учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности «Холодильные и компрессорные машины и установки” -Л.: Машиностроение , 1980. – 622с.
4. “Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок” – М.;1991.
5. А.М.Литвиненко “Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту Охорона праці” – К.: УДУХТ, 1999.
6. Є .Свердлов Г.З., Явнель Б.К. “Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.” – М.: Пищ. пром-сть, 1989. – 320с. Явнель Б.К. “Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха”. М.: «Агропромиздат», 1989.
7. Чумак И.Г. и др. “ Холодильные установки” – М.: “Легкая и пищевая пром- сть”, 1981 – 344с.
8. Кондрашева Н.Г. “Холодильно – компрессорные машины и установки” – М.: «Высшая школа», 1973 – 384с.
9. Ю.С.Крылов, П.И.Пирог, В.В.Васютович и др. “Проектирование холодильников” – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 309с.
- 10 . Азов Г. М., Бурмакин А. Г., И. Б., Дезент Г. М. Справочник по производству мороженого. – М.: Пищ. Пром-сть, 1970. – 432 с
11. М. І.Машкін. Молоко і молочні продукти. Київ, Урожай 1996р.
- 12 . М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1984 – 280 с.
13. Багирян Е.А., Куртова И.В. Мороженое и качество. – // Мороженое и замороженные продукты. 2002, №2 с 4-6.

					КР 000.142.008.001.2022.ПЗ	Лист
						94
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		