

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

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

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування \_\_\_\_\_  
(код та назва спеціальності)  
освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_ Енергомашинобудування \_\_\_\_\_

на тему: \_\_\_\_\_ Проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції  
місткістю 8000 тон у м. Суми \_\_\_\_\_

Виконав: здобувач \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ курсу, групи \_\_\_\_\_ ХМ-4-12ск \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ **Мудріцький Максим Володимирович** \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові повністю) \_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ **Василенко Сергій Михайлович** \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я та по батькові повністю) \_\_\_\_\_ (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2020р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Енергомашинобудування

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач

кафедри ТЕХТ

“ 08 ” квітня 2020 року

**ЗАВДАННЯ**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Мудріцького Максима Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції місткістю 8000 тон у м. Суми

керівник роботи проф. Василенко Сергій Михайлович,

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2020р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Холодоагент R717

Тип продукту вагове морозиво та фасоване

Ізоляційний матеріал мінеральна вата

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

1). Технолог. схема оброблення продукції.

2). Розрахунок холодильної частини проекту

3). Техніко економічні показники

4). Охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу

1. План та розріз будівлі холодильника

2. Схема холодильної установки



# Зміст

## Анотація

1. Техніко-економічне обґрунтування проекту.....
  2. Технологія зберігання продукції.....
  3. Об'ємно-планувальне рішення холодильника .....
  4. Теплоізоляційні конструкції холодильника.....
  5. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.....
  6. Визначення навантаження на обладнання камер та компресори.....
  7. Вибір розрахункового робочого режиму, побудова циклу, розрахунок  
холодильної машини та вибір компресорів.....
  8. Розрахунок та вибір тепломасообмінних апаратів.....
  9. Розрахунок діаметрів трубопроводів, вибір насосів та  
допоміжного обладнання холоодильної установки.....
  10. Розрахунок економічних показників.....
  11. Охорона праці.....
- Список використаної літератури.....

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Анотація

Темою диплому є проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції місткістю 8000т у м. Суми. Проаналізовано ефективність підприємства, використання підприємством електроенергії та затрат на будівництво даного проекту, розраховано собівартість одиниці холоду. Приведені технічні креслення і розрахунки щодо встановлюваного обладнання. Всі технічні рішення, які застосовуються, мають економічне обґрунтування.

**Ключові слова:** аміак, мінеральна вата, морозиво, насосно-циркуляційна схема.

					<i>00.БКР.142.004.002.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Мудріцький М.В.</i>			<i>Проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції місткістю 8000 тон у м. Суми</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>		

## 1. Техніко-економічне обґрунтування проекту

Економічне обґрунтування на будівництво даного холодильника включає в себе дві основні задачі:

- обґрунтування вибору потужності холодильника, що проектується, та місця його будівлі;
- розрахунок основних техніко-економічних показників.

Суми — місто обласного значення в північно-східній частині України, на Слобожанщині, адміністративний центр Сумської міської громади, Сумського району і Сумської області. Місто лежить на берегах річки Псел при впадінні до неї річки Сумки. Населення міста становить 263 тис. осіб, площа — 95,4 км<sup>2</sup>.

Суми поділяються на 2 міські райони: Ковпаківський і Зарічний. . Тому будівництво фабрики морозива дуже вигідне.

Загальна характеристика ефективності капітальних вкладень в холодильник, що проектується, визначається техніко-економічними показниками, які розраховуються в економічній частині даного проекту. Строк окупності капітальних вкладень в даний проект 4,66 років, а індекс доходності – 1,07, індекс рентабельності - 0,33.

					00.БКР.142.004.002.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мудріцький М.В.			Проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції місткістю 8000 тон у м. Суми	Лист.	Лист	Листів
Перевір.		Василенко С.М.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						
						НУХТ, ХМ-4-12ск		

## 2. Технологія виготовлення зберігання продукції

Незважаючи на значну різноманітність в асортименті, виробництво морозива з деякими змінами здійснюється за загальною технологічною схемою і складається з наступних операцій: приймання сировини, підготовка сировини, складання суміші, пастеризація суміші, гомогенізація суміші, охолодження і дозрівання суміші, фрізерування суміші, фасування та загартування морозива, пакування і зберігання морозива. Схема технологічної лінії виробництва морозива наведена на Рисунку 2.1. [1]

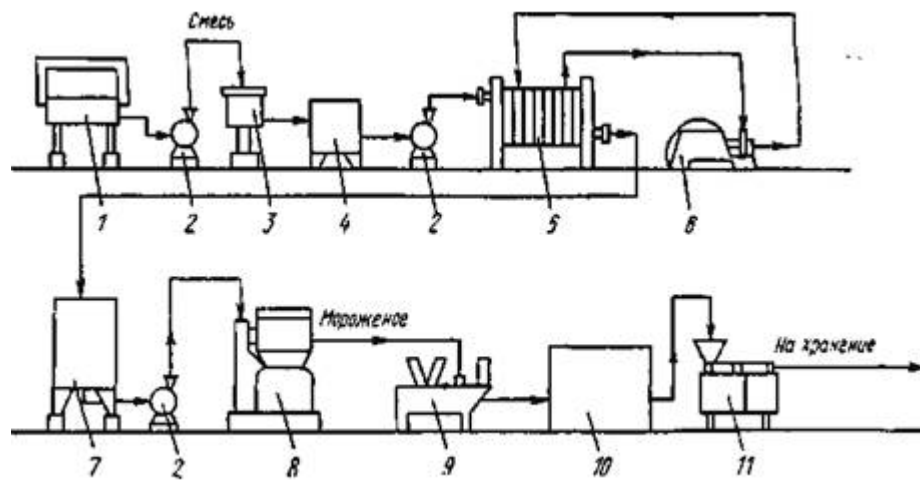


Рисунок 2.1. Схема технологічної лінії виробництва морозива

1 - ванна для приготування суміші, 2 - насос; 3 - фільтр, 4 - зрівняльний бак; 5 - пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка; 6 - гомогенізатор; 7 - ємність для суміші; 8 - фрізер, 9 - автомат для фасування морозива в вафельні стаканчики; 10 - морозильний апарат; 11 - автомат для закрутки морозива.

**Приймання сировини.** Уся сировина, необхідна для вироблення морозива, зберігається в камерах, в яких підтримуються відповідні для кожної групи продуктів температура і вологість повітря. Молоко цільне, знежирене, вершки, пахта і сироватка до переробки знаходяться в охолоджену вигляді в ємностях для зберігання молока.

					00.БКР.142.004.002.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мудріцький М.В.			Проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції місткістю 8000 тон у м. Суми	Лит.	Лист	Листів
Перевір.		Василенко С.М.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						
						НУХТ, ХМ-4-12ск		

Всі розраховані компоненти суміші зважують і відмірюють в необхідних кількостях, для чого крупні фабрики морозива оснащені електронними тензометричними ваговими системами або механічними машинами для зважування.

**Підготовка сировини.** Перед складанням суміші всі її компоненти повинні бути відповідним чином підготовлені. Для цього рідку сировину (молоко незбиране, знежирене, вершки та ін.) фільтрують для того, щоб очистити його від можливих механічних домішок. Всі сипучі види сировини (цукор, какао-порошок, борошно та ін) просівають через сито з чарунками не більше 2 міліметрів. Сухі молочні продукти в разі необхідності дроблять, розтирають і просівають через таке ж сито.

Сухе молоко для кращого розчинення ретельно перемішують із цукровим піском з розрахунку 2:1 і розчиняють в невеликій кількості теплого молока до отримання однорідної маси. Молоко згущене незбиране та знежирене очищають від частинок деревини, які потрапили при розкритті тари. Згущені молочні продукти можна вносити в суміш без попереднього їх розчинення.

Поверхня вершкового масла звільняють від пергаменту, зачищають, розрізають за допомогою маслорезок на невеликі шматки і розплавляють їх на змієвикових плавниках.

При використанні курячих яєць спочатку перевіряють їх свіжість, потім яйця миють у проточній воді, дезінфікують 2% розчином хлорного вапна і промивати чистою водою. Звільнені від шкаралупи яйця, не більше двох штук, поміщають в невеликий посуд. Тільки після повторної перевірки свіжості їх переливають в ємність, у якій отриману яєчну масу, краще з додаванням цукрового піску, перемішують мутовкой до отримання однорідної консистенції.

Підготовку плодів, ягід, овочів і баштанних культур починають з їх сортування, відділяючи при цьому недоброякісна сировина. Потім у плодів видаляють плодоніжки, у ягід - чашолистки, у овочів і баштанних - залишки

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стебел та ін. Сировину ретельно миють. Плоди з товстою шкіркою бланширують, з плодів видаляють наявні кісточки, овочі та баштанні очищають, звільняють від насіння і розрізають на шматочки. Після цього плоди, ягоди, нарізані шматочками овочі, протирають або дроблять до отримання однорідної маси ніжною у вигляді пюре з соком.

Відповідним чином готують і стабілізатори. Желатин витримують для набухання у холодній воді не менше 30 хв. Кількість води визначають з розрахунку отримання 10%-ного розчину желатину. Після набухання желатин нагрівають до 55-65°C для повного його розчинення і перед внесенням до суміш фільтрують через два шари марлі. Агар і агороїд готують у вигляді 10%-них розчинів. Спочатку їх промивають холодною водою, потім нагрівають до повного розчинення до температури 90-95°C фільтрують і вносять в суміш. Альгінат натрію можна вносити в суміш у сухому вигляді або у вигляді 5%-ного водного розчину, нагріваючи його до 70°C. Казеїнат натрію і модифікований крохмаль желуючий вносять в суміш при температурі 35-40°C у сухому вигляді. Для кращого розподілу їх попередньо змішують з одним із сухих компонентів.

З метилцелюлоза готують 1%-ний прозорий розчин, який має киселеподібний консистенцію. Для цього її заливають гарячою водою або молоком, нагрівають і витримують протягом 5 хв. при температурі 95°C. Потім розчин охолоджують до температури 6°C і фільтрують. Приготування розчину йде при безперервному перемішуванні. Пектин яблучний і буряковий заливають холодною водою у співвідношенні 1:20 і при постійному помішуванні нагрівають до повного його розчинення. Картопляний або кукурудзяний крохмаль і борошно використовують у вигляді клейстеру. Для цього спочатку їх змішують з невеликою кількістю холодної води, потім при постійному перемішуванні заварюють окропом. Для приготування розчину стабілізаторів воду або молоко використовують із загальної кількості, передбаченого рецептурою. Смакові й ароматичні наповнювачі (ванілін, какао-порошок, кава, цукати та ін.) готують теж.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ					

**Складання суміші.** Складання суміші є тривалою операцією, що вимагає великих витрат праці, в тому числі і ручного. При поточному методі виробництва морозива процес складання суміші повністю механізований. У цьому випадку всі складові частини суміші попередньо переводять в рідкий стан, дотримуючись необхідний вміст в них жиру, СОМО і цукру. За допомогою електронних ваг відважують необхідну кількість кожної рідкої частини, направляють їх у змішувальні ванни, звідки після ретельного їх перемішування суміш йде на подальшу переробку.

**Пастеризація суміші.** Підвищений вміст сухих речовин у суміші збільшує її в'язкість і має захисну дію на мікроорганізми. У зв'язку з цим встановлені більш суворі режими теплової обробки суміші. Тривала пастеризація сумішей для морозива відбувається при температурі 68°C з витримкою 30 хвилин, короткочасна - при 75°C з витримкою 20 хвилин і високотемпературна - при 85-90°C з витримкою 50 секунд. Перед пастеризацією суміш насосом подають на фільтр, де від неї відокремлюються механічні домішки і не розчинені частки компонентів. Профільтрована суміш з температурою не менше 45°C поступає в пастеризатор.

**Гомогенізація суміші.** Гомогенізація суміші значно покращує якість морозива та полегшує подальший процес її переробки. У гомогенізованій суміші різко збільшується в'язкість, в залежності від її жирності вона зростає в 5-15 разів. У зв'язку з цим при дозріванні або зберіганні в суміші не відбувається відстою жиру, що полегшує її подальшу переробку. У процесі збивання суміш з підвищеною в'язкістю і наявністю великої кількості дрібних жирових кульок легше поглинає повітря, а при загартовуванні допускається утворення великих кристалів льоду. У результаті з гомогенізованої суміші виходить більш пластичне морозиво, з ніжною однорідною структурою, з добре вираженим смаком молочного жиру, який до того ж легше засвоюється організмом. Температура гомогенізації суміші повинна бути не нижче 63°C.

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Більш низькі температури гомогенізації викликають в суміші утворення скупчень жирових кульок. У процесі збивання ці скупчення жирових кульок руйнують повітряні бульбашки і погіршують збитість морозива. У результаті виходить продукт більш грубою консистенцією і з відчутними крупинками жиру. У зв'язку з цим необхідно пастеризовану суміш відразу ж направляти в гомогенізатор, не допускаючи зниження її температури.

Встановлено, що тиск при гомогенізації сумішей морозива знаходиться у зворотній залежності від вмісту в них жиру. З огляду на це, суміші для молочного морозива гомогенізують при тиску 12,5-15 МПа, суміші для вершкового морозива - при 10-12,5 МПа, суміші для пломбіру - при 7,5 - 9 МПа. Суміші для плодово-ягідного та ароматичного морозива гомогенізації не вимагають.

**Охолодження і дозрівання суміші.** Охолоджена до температури 2-6°C суміш надходить в ізольовані ємності для дозрівання і тимчасового зберігання. Мета охолодження суміші морозива полягає в підготовці її до дозрівання, а також у створенні несприятливих умов для розвитку мікроорганізмів під час її зберігання.

Тривалість дозрівання залежить від гідрофільних властивостей застосовуваного стабілізатора. При внесенні в суміш желатину процес дозрівання триває не менше 4 годин. Застосування агару і агароїду, що володіють великою гідрофільністю, виключає процес дозрівання. При цьому можна одразу ж після охолодження направляти суміш на фрізерування. Якщо з яких-небудь причин охолоджену і доспілу суміш не можна направити на подальшу переробку, її можна зберігати в ізотермічних ємностях при температурі 2-6°C протягом 24 год.

**Фрізерування суміші.** Ця операція є основною при виробництві морозива, в процесі якої суміш перетворюється на кремоподібну, частково заморожену, і її маса збільшується в об'ємі. У охолодженій суміші від  $1/3$  до  $1/2$  частини всієї води знаходиться у вільному, незв'язаному вигляді. У процесі фрізерування саме ця вода заморожується, перетворюється

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

на дрібні кристалики льоду. Залежно від виду вироблюваного морозива і від температури фрізерування заморожується 29-67% всієї вільної води. Консистенція морозива в значній мірі залежить також від розмірів отриманих кристалів льоду, які не повинні перевищувати 100 мкм. При правильному заморожуванні вологи продукт набуває досить щільну кремоподібну структуру, без відчутних кристалів льоду.

При фрізеруванні відбувається насичення морозива повітрям, який рівномірно розподіляється по всій масі у вигляді бульбашок діаметром не більше 60 мкм. У результаті насичення повітрям обсяг замороженої суміші збільшується в 1,5-2 рази.

Найбільш досконалим устаткуванням для заморожування суміші є фрізери безперервної дії, в яких процес відбувається вміть і одержуваний продукт має високу якість.

Подача під фрізер суміші, повітря і вивантаження морозива здійснюються примусово, під тиском. Тому в замерзлій суміші, що знаходиться під тиском 0,5-0,8 МПа, бульбашки повітря знаходяться в стислому стані. При виході з фрізера, потрапляючи в умови нормального тиску, бульбашки повітря збільшуються в обсязі, що, у свою чергу, збільшує обсяг морозива, тобто підвищує його збитість. Заморожена суміш виходить з фрізера з температурою від -3 до -5°C і збитості, що досягає 100%.

Зменшення збитості морозива різко знижує його якість, продукт набуває щільну консистенцію з грубою структурою. При дуже високій збитості з'являється снігообразна консистенція, що також знижує якість продукту. Для морозива, що виробляється на молочній основі, збитість рекомендується 70-100%, для плодово-ягідних і ароматичних видів - 35-40%. Визначають збитість ваговим або об'ємним методом.

**Фасування та загартовування морозива.** Вихідне з фрізера морозиво негайно надходить на фасування. По виду упаковки промисловість випускає морозиво вагове та фасоване. Вагове морозиво фасують у велику тару: гільзи або ящики з гофрованого картону місткістю не більше 10 кг.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

Заповнені морозивом гільзи щільно закривають кришками, під які розміщують прокладки з пергаменту, підпергаменту або поліетиленової плівки. Кожна гільза забезпечується маркувальною биркою і пломбується. Ящики з гофрованого картону мають поліетиленові вкладиші, які після заповнення морозивом щільно закривають за допомогою термосварки або липкою стрічки. Зовні ящики обклеюють паперовою стрічкою і кожен з них маркують.

Фасоване морозиво випускають дрібними порціями, масою від 50 до 250 г, у формі одношарових і багатошарових брикетів, циліндрів, прямокутних паралелепіпедів або усічених конусів. Морозиво може бути з вафлями і без них, покрите глазур'ю і без неї, упаковано в етикетку або пакетик, у вигляді ескімо, у паперових або полістиролових стаканчиках, в коробочках з паперу або фольги, у вафельних стаканчиках, ріжках, трубочках і конусах. Фасоване морозиво випускають також масою 0,5; 1 і 2 кг у коробках з картону, а також у вигляді тортів і кексів масою 0,25; 0,5; 1 і 2 кг.

Для додання морозиву більшої міцності його піддають гартуванню. Цей процес більш тривалий, ніж фрізерування.

Морозильні апарати є прямокутні, сталеві, добре ізольовані камери з нескінченним ланцюговим транспортером, на якому укріплені колиски для морозива. В середині камери розташовані батареї випарника, в яких відбувається кипіння аміаку, і температура повітря в апараті знижується до

-30°C. Спеціальними вентиляторами повітря продувається через батареї, що прискорює процес загартовування. При русі транспортера всередині камери морозиво обдувається холодним повітрям і гартується за 35-45 хв.

Для виробництва ескімо є спеціальні потокові автоматизовані лінії. До їх складу входять ескімогенератори карусельного типу, в яких відбувається гартування морозива.

На сучасних підприємствах процеси фасування і загартовування морозива повністю механізовані і виконуються на потокових лініях. До

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

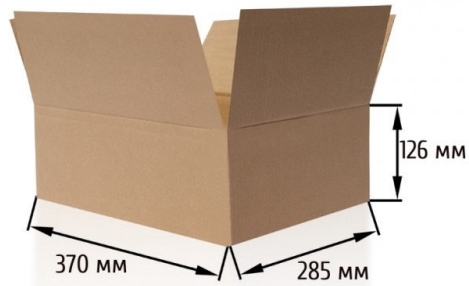
складу таких ліній, як правило, входять фризер безперервної дії, автомат-дозатор і морозильний апарат, з'єднані системою транспортерів. Залежно від виду фасування в лінії включаються загорткових автомати. Застосування поточкових ліній при виробленні морозива ліквідує важкі і одноманітні ручні операції, підвищує продуктивність праці і якість продукту.

**Запаковування і зберігання морозива.** Тара, вживана для упакування, зберігання і транспортування морозива, поділяється на споживчу і транспортну. Споживча тара є тарою одноразового користування. До неї відносяться етикетки і пакетики для загортання мілкофасованного морозива, а також паперові стаканчики і коробочки, в які поміщають порції морозива. Застосовуваний для тари матеріал повинен бути абсолютно нешкідливий для організму людини і не повинен при тривалому контакті надавати морозиву сторонні присмаки і запахи. Для кращого збереження продукту необхідно, щоб він був водонепроникним і вологостійким, жиронепроникним і жиростійким, мав низьку газо-, паро- і ароматопроникність і гарну морозостійкість.

Етикетки та пакетики виготовляють з пергаменту, підпергаменту, целофану лакованого, фольги кашованої і ламінованого паперу. Стаканчики - з паперу та картону з водостійким харчовим покриттям або з полістиролу. Коробочки для морозива місткістю 0,25 кг роблять з картону білого кольору з водостійким покриттям або з фольги кашованої.

Загальна місткість холодильника 8000т (6000т – фасоване морозиво, 2000т – вагове морозиво). Морозиво фасоване зберігається в гофро-ящиках розміром 370x285x126 мм. (Рис.2.2)[2].

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



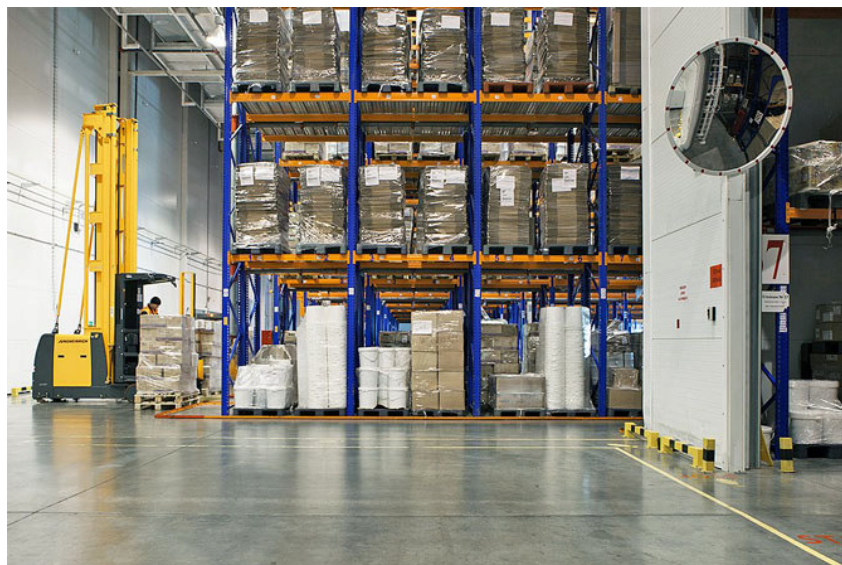
*Рисунок 2.2. Гофроящик простої конструкції.*

Морозиво вагове зберігається в пластикових відрах діаметром 350 мм і висотою 300 мм. (Рис.2.3)[3].



*Рисунок 2.3. Відро для зберігання морозива.*

Ящики та відра складаються на піддони, обмотуються пакетами та зберігаються на стелажах (Рис.2.4)[4].



*Рисунок 2.4. Стелажний спосіб зберігання.*

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. Об'ємно-планувальне рішення холодильника

#### 3.1.Об'ємно-планувальне рішення холодильника, що проектується

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

Всі охолоджувані приміщення холодильника компонуємо в одному контурі.

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

Визначимо основні розміри та місткості камер холодильника. Приймаємо камери розміром 24х12 м.

Нанесемо на план холодильника схематичне розміщення стелажів у камерах.

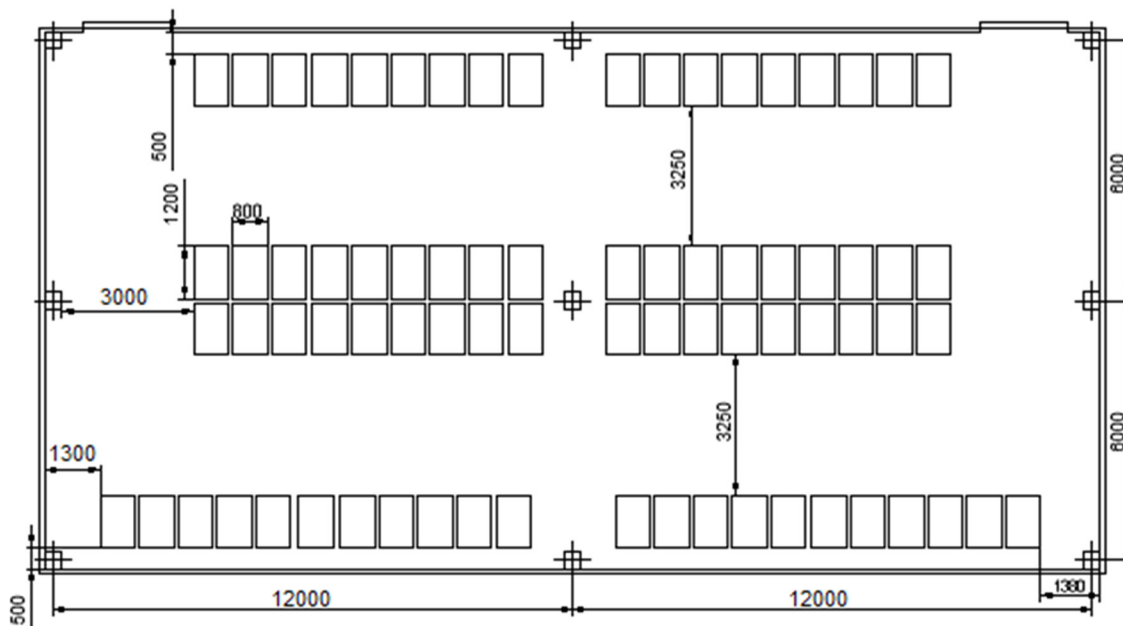


Рис.3.1. Розміщення піддонів у камерах зберігання 24х12 м.

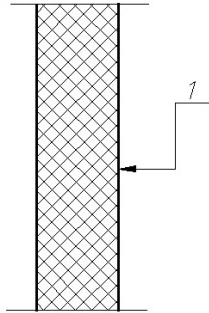
					<i>00.БКР.142.004.002.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Мудріцький М.В.</i>			<i>Проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції місткістю 8000 тон у м. Суми</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>		



## 4. Теплоізоляційні конструкції холодильника

### 4.1 Розрахунок товщини теплоізоляції.

Будівельно-ізоляційні конструкції холодильних камер наведено в таблицях:



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

Потрібна товщина ізоляційного шару:

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

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

$k_0$  - оптимальний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$\alpha_3$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої або більш теплої сторони огороження, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$\alpha_B$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої або більш холодної сторони огороження, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

Знаходимо потрібну товщину ізоляційного шару:

$$\delta_{із(-25^\circ\text{C})} = 0,044 \times \left[ \frac{1}{0,22} - \left( \frac{1}{23} + 0,00004 + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,19 \text{ м}$$

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мудріцький М.В.			Проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції місткістю 8000 тон у м. Суми		
Перевір.		Василенко С.М.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Василенко С.М.					
					Лист	Лист	Листів
					НУХТ, ХМ-4-12ск		

$$\delta_{i3(0^{\circ}\text{C})} = 0,044 \times \left[ \frac{1}{0,38} - \left( \frac{1}{23} + 0,00004 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,1 \text{ м}$$

Приймаємо дійсне значення товщини теплоізоляції  $\delta_{i3\partial}$ , округлюючи розрахункове значення  $\delta_{i3}$  в бік зростання.

Робимо перерахунок коефіцієнта теплопередачі, і він уже буде дійсним:

$$k_{\partial} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \frac{1}{\alpha_g} + \frac{\delta_{i3\partial}}{\lambda_{i3}}}$$

$$k_{\partial(-25^{\circ}\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{1}{11} + \frac{0,2}{0,044}} = 0,24 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

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

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

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

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

де  $t_B$  – температура повітря в більш теплому приміщенні,  
 $t_H$  – температура повітря в більш холодному приміщенні.

$$\tau_{g(-25^{\circ}\text{C})} = -25 - \frac{-25 - 6,7}{\frac{1}{0,24} \times 11} = -24,31^{\circ}\text{C}$$

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

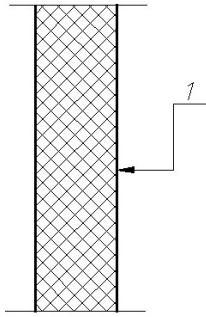
$$\tau_{g(0^{\circ}\text{C})} = 0 - \frac{0 - 6,7}{\frac{1}{0,38} \times 9} = +0,3^{\circ}\text{C}$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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



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

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

Знаходимо потрібну товщину ізоляційного шару:

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

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

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

Приймаємо дійсне значення товщини теплоізоляції  $\delta_{izd}$ , округлюючи розрахункове значення  $\delta_{iz}$  в бік зростання.

Робимо перерахунок коефіцієнта теплопередачі, і він уже буде дійсним:

$$k_{d(-25^\circ\text{C}/+6^\circ\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{1}{11} + \frac{0,2}{0,044}} = 0,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

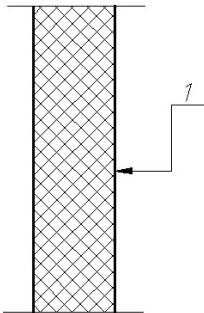
$$k_{\partial(0^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{0,08}{0,044}} = 0,49 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

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

$$\tau_{\partial(-25^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = -25 - \frac{-25 - 6}{\frac{1}{0,23} \times 11} = -24,36^{\circ}\text{C}$$

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

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



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

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

Знаходимо потрібну товщину ізоляційного шару:

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

$$\delta_{iz(-25^{\circ}\text{C}/-18^{\circ}\text{C})} = 0,044 \times \left[ \frac{1}{0,26} - \left( \frac{1}{11} + 0,00004 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,16 \text{ м}$$

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta_{i3(-18^{\circ}\text{C}/0^{\circ}\text{C})} = 0,044 \times \left[ \frac{1}{0,5} - \left( \frac{1}{9} + 0,00004 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,078 \text{ м}$$

Приймаємо дійсне значення товщини теплоізоляції  $\delta_{i3\partial}$ , округлюючи розрахункове значення  $\delta_{i3}$  в бік зростання.

Робимо перерахунок коефіцієнта теплопередачі, і він уже буде дійсним:

$$k_{\partial(-25^{\circ}\text{C}/-25^{\circ}\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{1}{11} + \frac{0,20}{0,044}} = 0,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

$$k_{\partial(-18^{\circ}\text{C}/-25^{\circ}\text{C})} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{1}{11} + \frac{0,20}{0,044}} = 0,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}}$$

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

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

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

$$\tau_{\partial(-25^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = -25 - \frac{-25 - 6}{\frac{1}{0,23} \times 11} = -24,36^{\circ}\text{C}$$

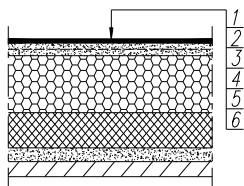
$$\tau_{\partial(-18^{\circ}\text{C}/+6^{\circ}\text{C})} = -18 - \frac{-18 - 6}{\frac{1}{0,26} \times 11} = -17,44^{\circ}\text{C}$$

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

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

$$\tau_{\partial} \geq t_{m.p.}$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

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

Знаходимо термічний опір окремих шарів будівельної конструкції за формулою:

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

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

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

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

$$R_{\text{ц.п.}} = \frac{0,04}{0,98} = 0,04 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}}$$

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

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

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

Знаходимо потрібну товщину ізоляційного шару:

$$\delta_{\text{із.}} = \lambda_{\text{із.}} \times \left[ \frac{1}{k_o^{\text{тр}}} - \left( \frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v} \right) \right]$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

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

Приймаємо дійсне значення товщини теплоізоляції  $\delta_{\text{ізД}}$ , округлюючи розрахункове значення  $\delta_{\text{із}}$  в бік зростання.

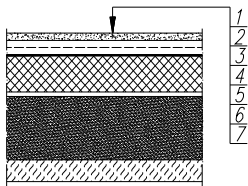
Робимо перерахунок коефіцієнта теплопередачі, і він уже буде дійсним:

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

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

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

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



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

Знаходимо термічний опір окремих шарів будівельної конструкції за формулою:

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

						Арк.
					00.БКР.142.004.002.ПЗ	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

Знаходимо потрібну товщину ізоляційного шару:

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

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

Приймаємо дійсне значення товщини теплоізоляції  $\delta_{\text{ізд}}$ , округлюючи розрахункове значення  $\delta_{\text{із}}$  в бік зростання.

Робимо перерахунок коефіцієнта теплопередачі, і він уже буде дійсним:

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

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

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень

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

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

Через огороження (стіни, підлога, покриття), теплота надходить від навколишнього середовища шляхом теплопередачі за рахунок різниці температур зовні та в камері, і в результаті дії сонячної радіації.

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

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

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

$Q_{1п}$  – теплоприток через підлогу,

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

$Q_{ст}$  – теплоприток від стелі.

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

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

де  $k_d$  – дійсний коефіцієнт теплопередачі через огорожу,

$F$  – розрахункова площа поверхні огорожі,

$t_n$  – розрахункова літня температура повітря зовнішнього боку огорожі,

$t_b$  – розрахункова темпер. повітря всередині охолоджуваної камери.

Приймаємо, що сусідні камери відключені і температура в них  $+6^\circ\text{C}$ .

Температуру службових приміщень і машинного відділення влітку приймаємо  $+25^\circ\text{C}$ .

5.1.3. Розраховуємо теплонадходження через підлогу:

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мудріцький М.В.			Проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції місткістю 8000 тон у м. Суми	Лист	Лист	Листів
Перевір.		Василенко С.М.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						
						НУХТ, ХМ-4-12ск		

де  $t_r$  – середня температура гріючого пристрою для нагріву ґрунту  
(приймаємо  $t_r = 1^\circ\text{C}$ )

для підлоги без нагріву

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

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

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

де  $\delta_n$  – товщина окремих шарів підлоги,

$\lambda_n$  – коефіцієнт теплопровідності окремих шарів підлоги.

$m = 1$  – для неізолюваної підлоги.

5.1.4. Знаходимо теплопритік від дії сонячної радіації:

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

де  $\Delta t_c$  – надлишкова різниця температур, яка характеризує дію сонячної радіації в літній час.

На Рис.5.1 зображено розташування і нумерація камер холодильника.

№16 0 °C	№17 -18 °C	№18 -18 °C	№19 -18 °C	№20 -30 °C	№21 -30 °C
№11 -18 °C	№12 -18 °C	№13 -18 °C	№14 -18 °C	№15 -18 °C	
№6 -18 °C	№7 -18 °C	№8 -18 °C	№9 -18 °C	№10 -18 °C	
№1 -18 °C	№2 -18 °C	№3 -18 °C	№4 -18 °C	№5 -18 °C	

Рис.5.1.Роташування камер холодильника

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

## Камера №1.

Від стін:

$$Q_{1T(\text{півн})} = 0,21 \times (24 \times 9) \times (6 + 18) \times 10^{-3} = 1,09 \text{ кВт}$$

$$Q_{1T(\text{сх})} = 0,21 \times (12 \times 9) \times (6 + 18) \times 10^{-3} = 0,54 \text{ кВт}$$

$$Q_{1T(\text{півд})} = 0,24 \times (24 \times 9) \times (25 + 18) \times 10^{-3} = 2,23 \text{ кВт}$$

$$Q_{1T(\text{зах})} = 0,24 \times (12 \times 9) \times (25 + 18) \times 10^{-3} = 1,11 \text{ кВт}$$

Від стелі:

$$Q_{1ст} = 0,24 \times (24 \times 12) \times (29 + 18) \times 10^{-3} = 3,25 \text{ кВт}$$

Від підлоги:

$$Q_{1п} = 0,24 \times (24 \times 12) \times (1 + 18) \times 10^{-3} = 1,31 \text{ кВт}$$

Від сонячної радіації:

$$Q_{1с} = 0 \text{ кВт}$$

$$Q_1 = (1,09 + 0,54 + 2,23 + 1,11) + 3,25 + 1,31 + 0 = 7,71 \text{ кВт}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок до інших камер.

Вище перераховані дані заносимо в таблицю 5.1

Таблиця 5.1

Назва камери	$F_{кам}$ м <sup>2</sup>	$t_{кам}$ °С	$Q_{1т'}$ кВт	$Q_{1ст'}$ кВт	$Q_{1п'}$ кВт	$Q_{1с'}$ кВт	$Q_1$ кВт
№1	288	-18	4,97	3,25	1,31	0	9,53
№2	288	-18	4,61	2,84	1,15	0	9,05
№3	288	-18	4,61	2,84	1,15	0	9,05
№4	288	-18	4,61	2,84	1,15	0	9,05
№5	288	-18	5,29	2,84	1,15	0	9,73
№6	288	-18	3,94	2,84	1,15	0	7,93
№7	288	-18	3,26	2,84	1,15	0	7,25
№8	288	-18	3,26	2,84	1,15	0	7,25
№9	288	-18	3,26	2,84	1,15	0	7,25

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

Продовження табл.5.1

№10	288	-18	3,94	2,84	1,15	0	7,93
№11	288	-18	3,94	2,84	1,15	0	7,93
№12	288	-18	3,26	2,84	1,15	0	7,25
№13	288	-18	3,26	2,84	1,15	0	7,25
№14	288	-18	3,26	2,84	1,15	0	7,25
№15	288	-18	3,94	2,84	1,15	0	7,93
№16	288	0	2,89	3,17	1,82	0	7,88
№17	288	-18	4,61	2,84	1,15	0	8,6
№18	288	-18	4,61	2,84	1,15	0	8,6
№19	288	-18	4,61	2,84	1,15	0	8,6
№20	144	-30	3,5	1,63	0,79	0	5,92
№21	144	-30	4,2	1,63	0,79	0	6,62

**5.2. Розрахунок теплопритоків при термічній обробці продуктів.**

5.2.1. Розраховуємо теплопритік при термічній обробці продуктів за формулою:

$$Q_2 = Q_{2пр} + Q_{2п} + Q_{2т}$$

5.2.2. Знаходимо теплопритік при доохолодженні продуктів за формулою:

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

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

$\Delta i$  – різниця ентальпій при початковій і кінцевій температурах.

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

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

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

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

5.2.4. Знаходимо теплопритік від тари за формулою:

$$Q_{2т} = M_{т} \times c_{т} \times (t_1 - t_2) \times \frac{10^3}{24 \times 3600}$$

де  $M_{т}$  – добове поступання тари,

$c_{т}$  – теплоємність тари,

$t_1$  і  $t_2$  – початкова і кінцева температури тари.

### Камера №1.

$$Q_{2п} = 10,42 \times (19,7 - 7,1) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 1,52 \text{ кВт}$$

$$Q_{2т} = 1,04 \times 2,3 \times (-15 + 18) \times \frac{10^3}{24 \times 3600} = 0,08 \text{ кВт}$$

$$Q_2 = 1,52 + 0,08 = 1,6 \text{ кВт}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок до інших камер.

Вище перераховані дані заносимо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2

Назва камери	$F_{кам}, \text{ м}^2$	$t_{кам}, \text{ }^\circ\text{C}$	$Q_{2п}, \text{ кВт}$	$Q_{2т}, \text{ кВт}$	$Q_2, \text{ кВт}$
№1	288	-18	1,52	0,08	1,6
№2	288	-18	1,52	0,08	1,6
№3	288	-18	1,52	0,08	1,6
№4	288	-18	1,52	0,08	1,6
№5	288	-18	1,52	0,08	1,6
№6	288	-18	1,52	0,08	1,6
№7	288	-18	0,24	0,13	0,37
№8	288	-18	0,24	0,13	0,37
№9	288	-18	0,24	0,13	0,37
№10	288	-18	0,24	0,13	0,37

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

№11	288	-18	0,24	0,13	0,37
№12	288	-18	0,24	0,13	0,37
№13	288	-18	0,24	0,13	0,37
№14	288	-18	0,24	0,13	0,37
№15	288	-18	0,24	0,13	0,37
№16	288	0	3,6	0,5	4,1
№17	288	-18	0,24	0,13	0,37
№18	288	-18	0,24	0,13	0,37
№19	288	-18	0,24	0,13	0,37
№20	288	-30	0,13	0,04	0,17
№21	288	-30	0,13	0,04	0,17

### 5.3. Розрахунок експлуатаційних теплопритоків.

5.3.1. Розраховуємо експлуатаційні теплонадходження за формулою:

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

де  $q_1$  – теплонадходження від освітлення,

$q_2$  – теплонадходження від людей,

$q_3$  – теплонадходження від працюючих електродвигунів,

$q_4$  – теплонадходження від відкривання дверей.

5.3.2. Знаходимо теплопритік від освітлення за формулою

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

де  $A$  – питомий теплопритік від приладів на  $1 \text{ м}^2$  підлоги,

$F$  – площа камери.

5.3.3. Знаходим теплопритік від перебування людей за формулою:

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

де  $n$  – число людей, працюючих в приміщенні.

5.3.4. Знаходим теплопритік від працюючих електродвигунів за формулою:

$$q_3 = N_e \times \eta_e$$

$N_e$  – сумарна потужність всіх електродвигунів,

де  $\eta_e$  – ККД електродвигуна.

5.3.5. Знаходим теплопритік від відкривання дверей за формулою:

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

де  $K$  – питомий теплоприток від відкривання дверей,

$F$  – площа камери.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

### Камера №1.

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

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

$$q_3 = 2 \text{ кВт}$$

$$q_4 = 8 \times 288 \times 10^{-3} = 2,3 \text{ кВт}$$

$$Q_4 = 0,66 + 0,35 + 2 + 2,3 = 5,31 \text{ кВт}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок до інших камер.  
Вище перераховані дані заносимо до таблиці 5.3

Таблиця 5.3

Назва камери	F <sub>д</sub> , м <sup>2</sup>	A, Вт/м <sup>2</sup>	q <sub>1</sub> , кВт	n, чол	q <sub>2</sub> , кВт	N <sub>ел</sub> , кВт	q <sub>3</sub> , кВт	K, Вт/м <sup>2</sup>	q <sub>4</sub> , кВт	Q <sub>з</sub> , кВт
№1	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№2	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№3	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№4	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№5	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№6	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№7	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№8	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№9	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№10	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№11	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№12	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№13	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№14	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№15	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№16	288	4,7	1,35	1	0,35	1	1	20	5,76	7,46
№17	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№18	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№19	288	2,3	0,66	1	0,35	2	2	8	2,3	5,31
№20	144	4,7	0,68	1	0,35	2	2	12	1,73	4,76
№21	144	4,7	0,68	1	0,35	2	2	12	1,73	4,76

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

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

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

**Камера №1.**

$$Q = 9,53 + 1,6 + 5,31 = 16,44 \text{ кВт}$$

Аналогічний розрахунок виконуємо для решти камер.

Вище перераховані дані заносимо до таблиці 5.4

Таблиця 5.4

Назва камери	$t_{\text{кам}},$ °C	$Q_1, \text{ кВт}$	$Q_2, \text{ кВт}$	$Q_3, \text{ кВт}$	$Q, \text{ кВт}$
№1	-18	9,53	1,6	5,31	16,44
№2	-18	9,05	1,6	5,31	15,96
№3	-18	9,05	1,6	5,31	15,96
№4	-18	9,05	1,6	5,31	15,96
№5	-18	9,73	1,6	5,31	16,64
№6	-18	7,93	1,6	5,31	14,84
№7	-18	7,25	0,37	5,31	12,93
№8	-18	7,25	0,37	5,31	12,93
№9	-18	7,25	0,37	5,31	12,93
№10	-18	7,93	0,37	5,31	14,84
№11	-18	7,93	0,37	5,31	14,84
№12	-18	7,25	0,37	5,31	12,93
№13	-18	7,25	0,37	5,31	12,93
№14	-18	7,25	0,37	5,31	12,93
№15	-18	7,93	0,37	5,31	14,84
№16	0	7,88	4,1	7,46	19,44
№17	-18	8,6	0,37	5,31	14,28
№18	-18	8,6	0,37	5,31	14,28
№19	-18	8,6	0,37	5,31	14,28
№20	-30	5,92	0,17	4,76	10,85
№21	-30	6,62	0,17	4,76	11,55
<b>Разом</b>					<b>302,58</b>

## 6.Визначення навантаження на обладнання камер та компресори.

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

Навантаження на компресор розраховуємо по наближеному методу рекомендованому для холодильників з великою кількістю камер (споживачів холоду)[7].

Навантаження на компресор від теплопритоку через огороження приймають:

$$Q_{1км} = 0,9 \times Q_1$$

Навантаження на компресор від термічної обробки продуктів приймають:

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

Навантаження на компресор від експлуатаційних теплопритоків приймають:

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

Навантаження на компресор від «дихання» продуктів приймається:

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

Навантаження на компресор від «дихання» продуктів приймається:

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

Вміст молока в морозиві 7 – 10 %. Добове навантаження фабрики морозива – 8000 т / 80 діб = 100 т/добу. Необхідна кількість добового надходження молока на фабрику (при вмісті молока в морозиві 10 %) – 100 т/добу \* 0,1 = 10 т/добу.

					<i>00.БКР.142.004.002.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Мудріцький М.В.</i>			<i>Проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції місткістю 8000 тон у м. Суми</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>		

**Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння  $t_0 = -8^\circ\text{C}$**  (проміжний холодоносії - "льодяна" вода  $t_0 = 1^\circ\text{C}$ )

Молоко, температура якого вища  $30^\circ\text{C}$ , охолоджуються за допомогою градирень, які знаходяться на підприємстві.

1. Прийомка молока ( $30 \rightarrow 2^\circ\text{C}$ ):

$$Q_{\text{пр}} = 1,3 \times M_{\text{пр}} \times \Delta h \frac{10^3}{\tau_{\text{обр}} \times 3600} = 1,3 \times 10 \times (437 - 327) \times \frac{10^3}{6 \times 3600} = 66,2 \text{ кВт}$$

2. Експедиція:

$$Q_{\text{екс}} = 0,9 \times Q_1 + 0,6 \times Q_2 + 0,75 \times Q_3 = 0,9 \times 7,88 + 0,6 \times 4,1 + 0,75 \times 7,46 = 7,09 + 2,46 + 5,6 = 15,15 \text{ кВт}$$

$$Q_{-8} = k \times \frac{\sum Q_{\text{км3}}}{b} = 1,05 \times \frac{66,2 + 15,15}{0,9} = 94,9 \text{ кВт}$$

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

Камери зберігання морозива:

$$Q_{\text{км2}} = 0,9 \times Q_1 + 0,7 \times Q_2 + 0,75 \times Q_4 = 0,9 \times (9,53 + 9,05 + 9,05 + 9,05 + 9,73 + 7,93 + 7,25 + 7,25 + 7,25 + 7,93 + 7,93 + 7,25 + 7,25 + 7,25 + 7,93 + 8,6 + 8,6 + 8,6 + 5,92 + 6,62) + 0,7 \times (1,6 + 1,6 + 1,6 + 1,6 + 1,6 + 1,6 + 0,37 + 0,37 + 0,37 + 0,37 + 0,37 + 0,37 + 0,37 + 0,37 + 0,37 + 0,37 + 0,37 + 0,37) + 0,75 \times (5,31 + 5,31 + 5,31 + 5,31 + 5,31 + 5,31 + 5,31 + 5,31 + 5,31 + 5,31 + 5,31 + 5,31 + 5,31 + 5,31 + 5,31 + 5,31 + 5,31) = 143,973 + 9,828 + 71,685 = 225,486 \text{ кВт}$$

$$Q_{-26} = k \times \frac{\sum Q_{\text{км2}}}{b} = 1,07 \times \frac{225,486}{0,9} = 268,01 \text{ кВт}$$

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

Камери заморозки:

$$Q_{\text{км1}} = 0,9 \times Q_1 + 0,7 \times Q_2 + 0,75 \times Q_4 = 0,9 \times (5,92 + 6,62) + 0,7 \times (0,17 + 0,17) + 0,75 \times (4,76 + 4,76) = 11,286 + 0,238 + 7,14 = 18,664 \text{ кВт}$$

$$Q_{-40} = k \times \frac{\sum Q_{\text{км1}}}{b} = 1,1 \times \frac{18,664}{0,9} = 22,81 \text{ кВт}$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Значення цих параметрів обирають в залежності від призначення холодильної установки і розрахункових зовнішніх умов. Температуру кипіння х.а. приймаємо на 8-10°C нижчою, ніж температура у камерах охолодження при безпосередньому охолодженні.

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

З циркуляційних ресиверів і проміжних посудин виходить насичена пара. Перегрівання пари холодильного агента на 5-10°C відбувається в трубопроводах, на шляху до компресорів.

Проміжний тиск знаходимо за формулою:

Будуємо цикл в  $\lg P - h$  діаграмі для R717. Значення параметрів х.а. у вузлових точках циклу заносимо до табл.7.

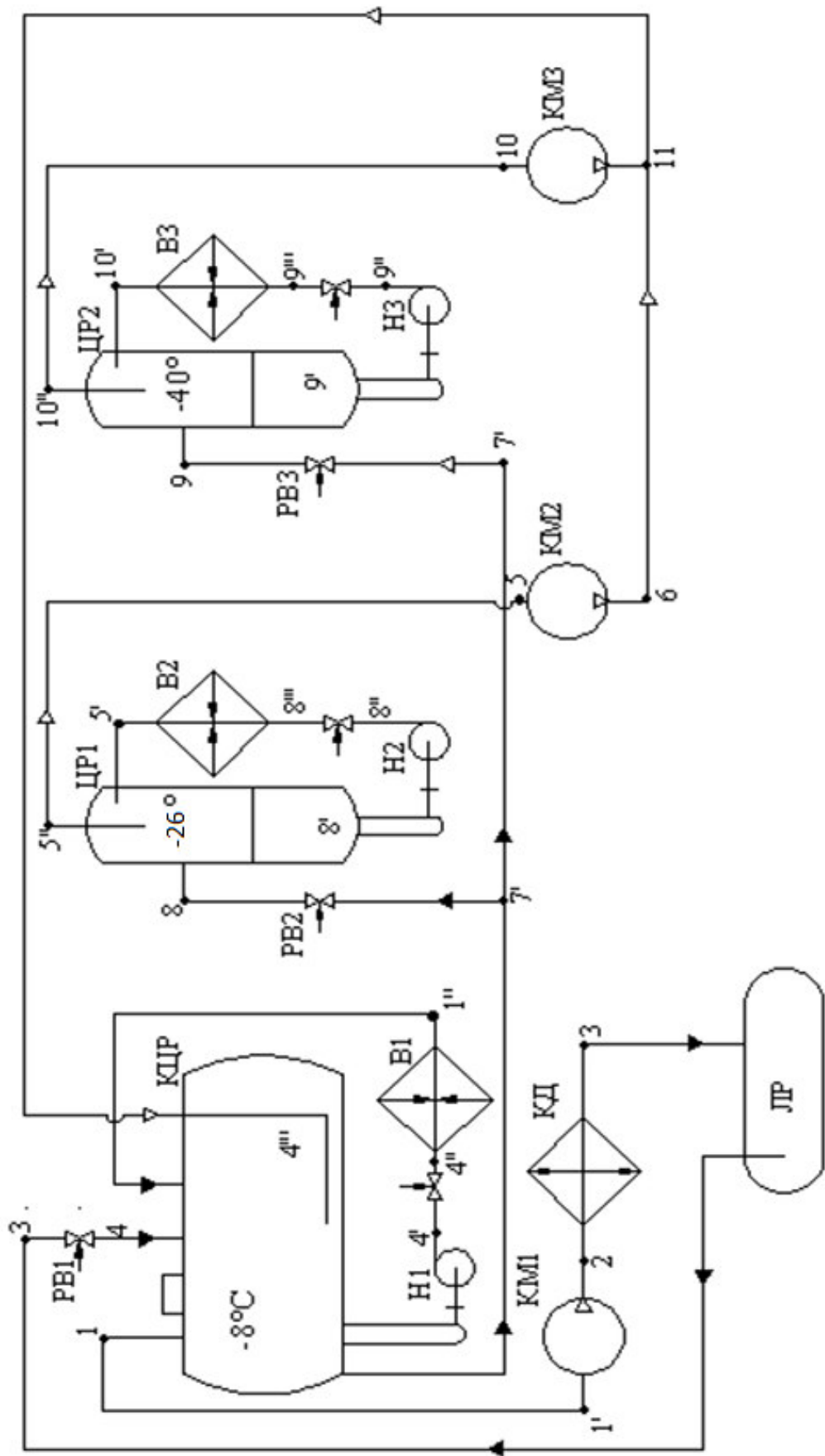
табл. 7.

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

продовж.

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

00.БКР.142.004.002.ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Мудріцький М.В.		
Перевір.		Василенко С.М.		
Реценз.				
Н. Контр.				
Затверд.		Василенко С.М.		
Проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції місткістю 8000 тон у м. Суми				
		Лит.	Лист	Листів
		НУХТ, ХМ-4-12ск		



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.БКР.142.004.002.ПЗ

Арк.

Оскільки пара в гвинтових компресорах охолоджується мастилом, то її температура буде залежати від охолоджувального середовища (приймаємо 50°C).

Щоб знайти навантаження на маслоохолоджувачі необхідно знайти реальні процеси стиснення за формулою:

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

де  $h_p$  – ентальпія кінця реального процесу стискання,  $h_a$  – ентальпія кінця адіабатного процесу стискання,  $h_i$  – ентальпія на всмоктуванні,  $\eta_i$  – індикаторний ККД.

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

де  $\lambda_\omega$  – тепловий коефіцієнт,  $b = 0,001$  – для аміаку.

Знаходимо тепловий коефіцієнт для кожного компресора за формулою:

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

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

Знаходимо індикаторний ККД для кожного компресора за формулою:

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

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

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

Знаходимо реальний процес стиснення для кожного компресора за формулою:

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

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

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Розрахунок компресора КМ3.

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

$$M = \frac{Q_{-40}}{h_{10''} - h_{9'}} = \frac{22,81}{1410 - 25} = 0,016 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

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

$$m_{(\text{компр } 3)} = \frac{M}{1 - x_9} = \frac{0,016}{1 - 0,1} = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Коефіцієнт подачі  $\lambda$  знаходиться за табл.11.2[1]:

$$\lambda_3 = 0,85$$

За формулою знаходимо дійсну масову витрату через компресор №3:

$$m_{\text{д}(\text{компр } 3)} = \frac{m_{(\text{компр } 3)}}{\lambda_3} = \frac{0,018}{0,85} = 0,02 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

### Розрахунок компресора КМ2.

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

$$M = \frac{Q_{-26}}{h_{5''} - h_{8'}} = \frac{268,01}{1420 - 70} = 0,199 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

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

$$m_{(\text{компр } 2)} = \frac{M}{1 - x_8} = \frac{0,199}{1 - 0,06} = 0,212 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Коефіцієнт подачі  $\lambda$  знаходиться за табл.11.2[1]:

$$\lambda_2 = 0,8$$

За формулою знаходимо дійсну масову витрату через компресор №2:

$$m_{\text{д}(\text{компр } 2)} = \frac{m_{(\text{компр } 2)}}{\lambda_2} = \frac{0,212}{0,8} = 0,265 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Розрахунок компресора КМ1.

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

$$M_{(-8)} = \frac{Q_{-8}}{h_{1'} - h_{4''}} = \frac{94,9}{1450 - 165} = 0,074 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

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

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

Звідси:

$$m_{(\text{компр } 1)} = \frac{(m_{(\text{компр } 3)} + m_{(\text{компр } 2)}) \times (h_{12} - h_{7'}) + M_{(-8)} \times (h_{1'} - h_{4''})}{h_{1'} - h_4} = \\ = \frac{(0,059 + 0,293) \times (1590 - 160) + 0,074 \times (1450 - 165)}{1450 - 350} = 0,544 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Коефіцієнт подачі  $\lambda$  знаходиться за табл.11.2[1]:

$$\lambda_1 = 0,83$$

За формулою знаходимо дійсна масову витрату через компресор №2:

$$m_{\text{д}(\text{компр } 1)} = \frac{m_{(\text{компр } 1)}}{\lambda_1} = \frac{0,544}{0,83} = 0,655 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

**Підбираємо компресори:**

### Компресор КМ1

$$V_h = m_{\text{д}(\text{компр } 1)} \times \vartheta_{1'} = 0,655 \times 0,38 = 0,249 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 896,04 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо 3 гвинтових компресори Gea Grasso SP1E.

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Марка компресора	Габарити, мм			Об'ємна витрата при $n^{-1} = 2940$ об/хв(50 Гц), $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	DN1, мм	DN2, мм	Маса, кг
	Д	Ш	В				
Grasso SPIE	2350	1120	1793	321	100	60	935

Дійсну об'ємну подачу знаходимо за формулою:

$$V_d = 321 \times 3 = 963 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,268 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Дійсна масова витрата знаходиться за формулою 11.6[1]:

$$M_{(-8)} = \frac{\lambda_1 \times V_d}{\vartheta_1} = \frac{0,85 \times 0,268}{0,38} = 0,599 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Сумарна теоретична потужність знаходиться за формулою 11.8[1]:

$$N_{m(-8)} = M_{(-8)} \times (h_2 - h_{1'}) = 0,599 \times (1510 - 1450) = 35,94 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність компресора знаходиться за формулою 11.9[1]:

$$N_{i(-8)} = \frac{N_{m(-8)}}{\eta_{i(1 \text{ компр})}} = \frac{35,94}{0,84} = 42,79 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність знаходиться за формулою 11.10[1]:

$$N_{e(-8)} = \frac{N_{i(-8)}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{42,79}{0,9} = 47,54 \text{ кВт}$$

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

Електрична потужність знаходиться за формулою 11.11[1]:

$$N_{\text{ел}(-8)} = \frac{N_{e(-8)}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{47,54}{0,9} = 52,83 \text{ кВт}$$

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

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

Підбираємо 3 двигуни Leroy Somer PLS 22.

$$N_{\text{ел.реал}(-8)} = 3 \times 22 = 66 \text{ кВт}$$

Підбираємо 3 агрегати EA-2A

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

## Компресор КМ2

$$V_h = m_{д(компр 2)} \times \vartheta_5 = 0,265 \times 0,85 = 0,225 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 810 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо 2 поршневих компресори Gea Grasso 412.

Марка компресора	Габарити, мм			Об'ємна витрата при $n^{-1} = 1000$ об/хв(50 Гц), $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$	DN1, мм	DN2, мм	Маса, кг
	Д	Ш	В				
Grasso 412	1317	1077	884	531	76	54	810

Дійсну об'ємну подачу знаходимо за формулою:

$$V_d = 531 \times 2 = 1062 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,295 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Дійсна масова витрата знаходиться за формулою:

$$M_{(-26)} = \frac{\lambda_2 \times V_d}{\vartheta_5} = \frac{0,93 \times 0,295}{0,85} = 0,323 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Сумарна теоретична потужність знаходиться за формулою:

$$N_{m(-26)} = M_{(-26)} \times (h_6 - h_5) = 0,131 \times (1585 - 1450) = 17,69 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність компресора знаходиться за формулою:

$$N_{i(-26)} = \frac{N_{m(-26)}}{\eta_{i(2 \text{ компр})}} = \frac{17,69}{0,9} = 19,66 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність знаходиться за формулою:

$$N_{e(-26)} = \frac{N_{i(-26)}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{19,66}{0,9} = 21,84 \text{ кВт}$$

Електрична потужність:

$$N_{\text{ел}(-26)} = \frac{N_{e(-26)}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{21,84}{0,9} = 24,27 \text{ кВт}$$

Підбираємо 2 двигуни Leroy Somer PLS 15.

$$N_{\text{ел.реал}(-26)} = 2 \times 15 = 30 \text{ кВт}$$

									Арк.	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ					

### Компресор КМЗ

$$V_h = m_{д(компр з)} \times \vartheta_{10} = 0,02 \times 1,7 = 0,034 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 122,4 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо 1 гвинтовий компресор Gea Grasso SP1C.

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

Дійсну об'ємну подачу знаходимо за формулою:

$$V_d = 231 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,064 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Дійсна масова витрата знаходиться за формулою:

$$M_{(-40)} = \frac{\lambda_3 \times V_d}{\vartheta_{10}} = \frac{0,88 \times 0,064}{1,7} = 0,033 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Сумарна теоретична потужність знаходиться за формулою:

$$N_{m(-40)} = M_{(-40)} \times (h_{11} - h_{10}) = 0,033 \times (1590 - 1430) = 5,28 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність компресора знаходиться за формулою:

$$N_{i(-40)} = \frac{N_{m(-40)}}{\eta_{i(3 \text{ компр})}} = \frac{5,28}{0,83} = 6,36 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність знаходиться за формулою:

$$N_{e(-40)} = \frac{N_{i(-40)}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{6,36}{0,9} = 7,07 \text{ кВт}$$

Електрична потужність:

$$N_{\text{ел}(-40)} = \frac{N_{e(-40)}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{7,07}{0,9} = 7,85 \text{ кВт}$$

Підбираємо 1 двигун Leroy Somer PLS 10.

$$N_{\text{ел,реал}(-40)} = 10 \text{ кВт}$$

Підбираємо 1 агрегат СА-2А

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

### Розрахунок конденсатора.

Навантаження на конденсатор знаходимо за формулою:

$$Q_k = 0,9 * M_{д(-8)} * (h_2 - h_3) = 0,9 * 0,599 * (1510 - 350) = 625,36 \text{ кВт}$$

До установки приймаємо 3(1 запасний) випарних конденсатори фірми Baltimore VXC 86.

Модель	Теплове на вант., кВт	Роб. маса, кг	Розміри, мм			Витр. пов., м³/с	Мотор вент., кВт	Витр. води, л/с	Мотор насоса, кВт	Запр. R717, кг
			В	Д	Ш					
VXC 86	371	1820	2578	2737	1207	7,5	1 × 7,5	7,1	1 × 0,75	41

Знаходимо дійсну потужність конденсатора за формулою:

$$Q_{к(д)} = 2 * 371 = 742 \text{ кВт}$$

### Розрахунок пластинчастого теплообмінника

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{обл}}{k * \Delta t_{сер}} = \frac{66,2 * 10^3}{1000 * 10} = 6,62 \text{ м}^2$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Мудріцький М.В.				Проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції місткістю 8000 тон у м. Суми	Лит.	Лист	Листів
Перевір.	Василенко С.М.							
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.	Василенко С.М.							
						НУХТ, ХМ-4-12ск		

Підбираємо пластинчастий теплообмінник Danfoss XG 20L-1

Марка	Кількість пластин, шт.	Габаритні розміри, мм			Площа теплообміну, м <sup>2</sup>	Об'єм, л	Маса, кг
		Ш	Д	В			
Danfoss XG 20L-1-60	60	300	580	910	7,38	0,48	176

**Розрахунок повітроохолодників.**

**1. Камера зберігання №1** ( $t_{\text{кам}} = -18^{\circ}\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{16,44 \times 10^3}{30 \times 8} = 68,4 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{16,44}{1,3 \times (-15 + 17)} = 6,32 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

**2. Камера зберігання №2** ( $t_{\text{кам}} = -18^{\circ}\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{15,96 \times 10^3}{30 \times 8} = 66,5 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{15,96}{1,3 \times (-15 + 17)} = 6,14 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

### 3. Камера зберігання №3 ( $t_{\text{кам}} = -18^\circ\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{15,96 \times 10^3}{30 \times 8} = 66,5 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

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

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

$$V_{\text{пер}} = \frac{15,96}{1,3 \times (-15 + 17)} = 6,14 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

#### 4. Камера зберігання №4 ( $t_{\text{кам}} = -18^\circ\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{15,96 \times 10^3}{30 \times 8} = 66,5 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{15,96}{1,3 \times (-15 + 17)} = 6,14 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

#### 5. Камера зберігання №5 ( $t_{\text{кам}} = -18^\circ\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{16,64 \times 10^3}{30 \times 8} = 69,33 \text{ м}^2$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic VLAN354BT (характеристики приведені в додатку 2).

$$F_p = 45,6 \times 2 = 91,2 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{16,64}{1,3 \times (-15 + 17)} = 6,4 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

## 6. Камера зберігання №6 ( $t_{\text{кам}} = -18^\circ\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{14,84 \times 10^3}{30 \times 8} = 61,83 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{14,84}{1,3 \times (-15 + 17)} = 5,7 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

### 7. Камера зберігання №7 ( $t_{\text{кам}} = -18^{\circ}\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{12,93 \times 10^3}{30 \times 8} = 53,88 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{12,93}{1,3 \times (-15 + 17)} = 4,97 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

### 8. Камера зберігання №8 ( $t_{\text{кам}} = -18^{\circ}\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{12,93 \times 10^3}{30 \times 8} = 53,88 \text{ м}^2$$

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

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

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{12,93}{1,3 \times (-15 + 17)} = 4,97 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

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

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{12,93 \times 10^3}{30 \times 8} = 53,88 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{12,93}{1,3 \times (-15 + 17)} = 4,97 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{14,84 \times 10^3}{30 \times 8} = 61,83 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{14,84}{1,3 \times (-15 + 17)} = 5,7 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

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

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{14,84 \times 10^3}{30 \times 8} = 61,83 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{14,84}{1,3 \times (-15 + 17)} = 5,7 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

### 12. Камера зберігання №12 ( $t_{\text{кам}} = -18^{\circ}\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{12,93 \times 10^3}{30 \times 8} = 53,88 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{12,93}{1,3 \times (-15 + 17)} = 4,97 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

### 13. Камера зберігання №13 ( $t_{\text{кам}} = -18^{\circ}\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{12,93 \times 10^3}{30 \times 8} = 53,88 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{12,93}{1,3 \times (-15 + 17)} = 4,97 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

#### 14. Камера зберігання №14 ( $t_{\text{кам}} = -18^\circ\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{12,93 \times 10^3}{30 \times 8} = 53,88 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

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

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

$$V_{\text{пер}} = \frac{12,93}{1,3 \times (-15 + 17)} = 4,97 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

### 15. Камера зберігання №15 ( $t_{\text{кам}} = -18^\circ\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{14,84 \times 10^3}{30 \times 8} = 61,83 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{14,84}{1,3 \times (-15 + 17)} = 5,7 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

### 16. Камера зберігання №16 ( $t_{\text{кам}} = 0^\circ\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{19,44 \times 10^3}{30 \times 8} = 81 \text{ м}^2$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{19,44}{1,3 \times (12 - 8)} = 3,74 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

### 17. Камера зберігання №17 ( $t_{\text{кам}} = -18^\circ\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{14,28 \times 10^3}{30 \times 8} = 59,5 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{пер}} = \frac{14,28}{1,3 \times (-15 + 17)} = 5,49 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

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

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{14,28 \times 10^3}{30 \times 8} = 59,5 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{14,28}{1,3 \times (-15 + 17)} = 5,49 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

### 19. Камера зберігання №19 ( $t_{\text{кам}} = -18^\circ\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{14,28 \times 10^3}{30 \times 8} = 59,5 \text{ м}^2$$

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

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{14,28}{1,3 \times (-15 + 17)} = 5,49 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

**20.Камера зберігання №20** ( $t_{\text{кам}} = -30^\circ\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{10,85 \times 10^3}{30 \times 10} = 36,17 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic ВЛАН253ВD (характеристики приведені в додатку 4).

$$F_p = 20,5 \times 2 = 41 \text{ м}^2$$

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

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

де  $\rho_{\text{пов}}$  – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою). Температура повітря на вході  $t_{\text{вх}} = -28^\circ\text{C}$   
 $h_1 = -27 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$   $t_{\text{вих}} = -30$ ,  $h_2 = -29 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

$$V_{\text{пер}} = \frac{10,85}{1,3 \times (-27 + 29)} = 4,17 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**21.Камера зберігання №21** ( $t_{\text{кам}} = -30^{\circ}\text{C}$ ).

Площа теплопередаючої поверхні :

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{сер}}} = \frac{11,55 \times 10^3}{30 \times 10} = 38,5 \text{ м}^2$$

До установки приймаємо 2 підвісних повітроохолодника Alfa Laval AlfaCubic BLAH253BD (характеристики приведені в додатку 4).

$$F_p = 20,5 \times 2 = 41 \text{ м}^2$$

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

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

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

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

$$V_{\text{пер}} = \frac{11,55}{1,3 \times (-27 + 29)} = 4,44 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}}$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

### Лінійний ресивер.

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

$$V_{л.р.} = 0,6 * V_{по},$$

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

Ємність повітроохолодників:

$$V_{по} = \sum V_i \times n = 0,023 * 2 + 0,0173 * 34 + 0,0115 * 2 + 0,0104 * 4 =$$

$$= 0,6988 \text{ м}^3$$

$$V_{л.р.} = 0,6 * 0,6988 = 0,42 \text{ м}^3$$

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

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

### Градирня

Знаходимо навантаження на мастило охолодники за формулою:

$$Q_{м.о.(-8)} = G_{х.а.} \times (h_{2р} - h_2) = 0,599 \times (1765 - 1510) = 152,75$$

$$Q_{м.о.(-40)} = G_{х.а.} \times (h_{11р} - h_{11}) = 0,033 \times (1680 - 1590) = 2,97$$

Загальне навантаження:

$$Q_{м.о.} = 152,75 + 2,97 = 155,72 \text{ кВт}$$

					<b>00.БКР.142.004.002.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мудріцький М.В.			Проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції місткістю 8000 тон у м. Суми	Лит.	Лист	Листів
Перевір.		Василенко С.М.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						
						<b>НУХТ, ХМ-4-12ск</b>		

Підбираємо суху градирню фірми Guentner GFH 080.3A/3-L(D)

Назва моделі	Потужність, кВт	Витрата води, м <sup>3</sup> /год	Втрати тиску, бар	Витрата повітря, м <sup>3</sup> /год	Спожив. електр., кВт	Розміри, мм			Маса, кг
						Д	Ш	В	
GFH 080.3A/2-L(D)	191	9,39	0,9	57000	5,2	6100	1141	1430	703

### Мастилозбірник

В якості мастилозбірника приймаємо 1 мастилозаповнюючу посудину 60МЗС.

Розміри показані на Рис.14.3[7].

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

### Циркуляційний ресивер

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

Ємкість циркуляційного ресивера в системах з нижньою подачею холодинного агента в приладі охолодження знаходимо за формулою:

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

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

$$V_{\text{цр}} = 2,7 * (0,0132 + 0,2 * 0,0416 + 0,3 * 0,053) = 0,1 \text{ м}^3$$

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

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

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

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

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

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

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

$$V_{\text{цр}} = 2,7 * (0,035 + 0,2 * 0,6342 + 0,3 * 0,872) = 1,14 \text{ м}^3$$

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

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

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

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

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

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

$$V_{\text{цр}} = 1,7 * (0,006 + 0,2 * 0,023 + 0,3 * 0,025) = 0,03 \text{ м}^3$$

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

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

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

### Дренажний ресивер

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

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

### Розрахунок діаметрів трубопроводів.

Окремі частини холодильної машини з'єднуються між собою трубопроводами.

Внутрішній діаметр круглої труби знаходимо за формулою:

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

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

$$M = 0,033 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_{10}} = \frac{1}{1,7} = 0,59 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,033}{3,14 * 0,59 * 20}} = 0,06 \text{ м}$$

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

*Нагнітальний трубопровід:*

$$M = 0,033 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_{11}} = \frac{1}{0,49} = 2,04 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,033}{3,14 * 2,04 * 25}} = 0,029 \text{ м}$$

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

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

$$M = 0,323 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_5} = \frac{1}{0,85} = 1,18 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,323}{3,14 * 1,18 * 20}} = 0,132 \text{ м}$$

Приймаємо трубу  $d_y = 150 \text{ мм}$ ;

*Нагнітальний трубопровід:*

$$M = 0,323 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_6} = \frac{1}{0,49} = 2,04 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,323}{3,14 * 2,04 * 25}} = 0,09 \text{ м}$$

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

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

$$M = 0,599 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_{1,1}} = \frac{1}{0,38} = 2,63 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,599}{3,14 * 2,63 * 20}} = 0,12 \text{ м}$$

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

*Нагнітальний трубопровід:*

$$M = 0,599 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_2} = \frac{1}{0,095} = 10,53 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,599}{3,14 * 10,53 * 25}} = 0,054 \text{ м}$$

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

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

$$M = 0,016 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = 618 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,016}{3,14 * 618 * 20}} = 0,001 \text{ м}$$

Приймаємо трубу  $d_y = 10$  ;

*Після випарників:*

$$M = 0,016 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_{10r}} = \frac{1}{0,41} = 2,44 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,016}{3,14 * 2,44 * 25}} = 0,018 \text{ м}$$

Приймаємо трубу  $d_y = 20$  мм;

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

$$M = 0,199 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = 618 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,199}{3,14 * 618 * 20}} = 0,005 \text{ м}$$

Приймаємо трубу  $d_y = 10$  ;

Після випарників:

$$M = 0,199 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_{5'}} = \frac{1}{0,2} = 5 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,199}{3,14 * 5 * 25}} = 0,045 \text{ м}$$

Приймаємо трубу  $d_y = 50$  мм;

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

$$M = 0,074 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = 618 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,074}{3,14 * 618 * 20}} = 0,003 \text{ м}$$

Приймаємо трубу  $d_y = 10$  ;

*Після випарників:*

$$M = 0,074 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = \frac{1}{\vartheta_{1''}} = \frac{1}{0,1} = 10 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 0,074}{3,14 * 10 * 25}} = 0,019 \text{ м}$$

Приймаємо трубу  $d_y = 20$  мм;

7) *Водяний трубопровід до випарного конденсатора:*

$$M = 14,2 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad \rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 * 14,2}{3,14 * 1000 * 1}} = 0,134 \text{ м}$$

Приймаємо трубу  $d_y = 150$  ;

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах.

Метою гідравлічного розрахунку є визначення втрат тиску  $\Delta P$ , зумовлених гідравлічними опорами, що виникають при русі робочого середовища в трубах та теплообмінних апаратах. Значення величини  $\Delta P$  необхідні для визначення потужності насосів, а також для вибору раціональних конструктивних характеристик апаратів та оптимізації їх режимів роботи. Надмірний гідравлічний опір призводить до зменшення тиску всмоктування і відповідно температури кипіння, що зменшує економічність роботи холодильної машини. Для насосно-циркуляційних систем охолодження розрахунок гідравлічних опорів необхідний для визначення характеристики мережі залежно від витрати холодоагента та його розподілення, для підбору насоса і розрахунку потужності привода.

Загальні гідравлічні опори при проходженні в трубі або апараті киплячої рідини (тобто двофазного потоку) складаються з втрат тертя ( $\Delta P_{\text{тр}}^{\text{дф}}$ ), місцеві опори ( $\Delta P_{\text{м}}^{\text{дф}}$ ), прискорення потоку ( $\Delta P_{\text{п}}^{\text{дф}}$ ) і на зниження або підвищення тиску через вплив статичного напору стовпа рідини ( $\Delta P_{\text{ст}}^{\text{дф}}$ ).

$$\Delta P^{\text{дф}} = \Delta P_{\text{тр}}^{\text{дф}} + \Delta P_{\text{м}}^{\text{дф}} + \Delta P_{\text{п}}^{\text{дф}} + \Delta P_{\text{ст}}^{\text{дф}}$$

При розрахунку гідравлічних опорів необхідно враховувати режим течії рідини й пари в трубах апаратів, раціонально використовувати існуючий напір як самопливних, так і насосно-циркуляційних систем охолодження.

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

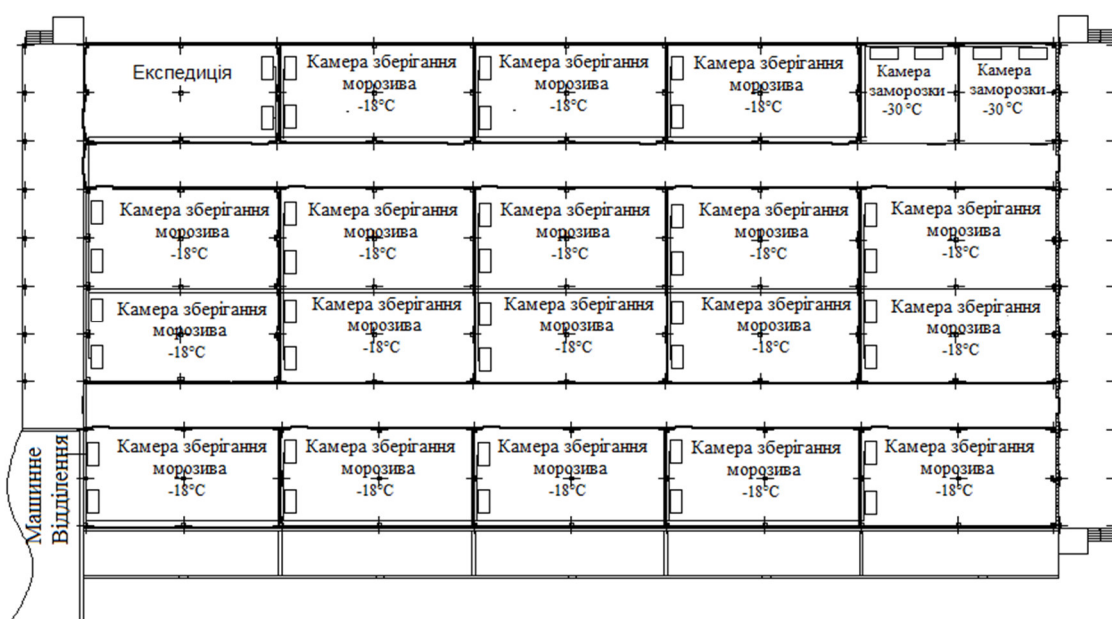


Рис.9.1. План трубопроводів

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодників, які розміщені в камерах заморозки:  
 $t_0 = -40^\circ\text{C}$ .

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу знаходиться за формулою:

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

Місцеві втрати знаходяться за формулою:

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

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

$$\sum \xi_{\text{м}} = \xi_{\text{зв.кл}} + \xi_{\text{відв.90}} + \xi_{\text{кол.}} + \xi_{\text{тр.}} = 4 * 5 + 4 * 1 + 12 * 1 + 6 * 1 = 42$$

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

$$\omega = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad Z = 42 * \frac{678 * 0,5^2}{2} = 3,56 \text{ кПа}$$

Число Рейнольдса знаходиться за формулою:

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

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

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

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

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

00.БКР.142.004.002.ПЗ

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

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

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

Загальна втрата тиску знаходиться за формулою:

$$\Delta P = 3,56 + 241,92 = 245,48 \text{ кПа}$$

2. Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодників, які розміщений в камерах зберігання мороженої риби і креветок:

$$t_0 = -26^\circ\text{C}.$$

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу знаходиться за формулою:

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

Місцеві втрати знаходяться за формулою:

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

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

$$\sum \xi_{\text{м}} = \xi_{\text{зв.кл}} + \xi_{\text{відв.90}} + \xi_{\text{кол.}} + \xi_{\text{тр.}} = 36 * 5 + 36 * 1 + 44 * 1 + 68 * 1 = 328$$

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

$$\omega = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad Z = 328 * \frac{678 \times 0,5^2}{2} = 27,8 \text{ кПа}$$

Число Рейнольдса знаходиться за формулою:

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ					

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

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

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

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

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

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

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною  $l = 444$  м (приблизна розрахункова довжина рахується: обв'язка по периметру).

$$\Delta P_{\text{тр}} = 1,44 * 444 = 639,36 \text{ кПа}$$

Загальна втрата тиску знаходиться за формулою:

$$\Delta P = 27,8 + 639,36 = 667,16 \text{ кПа}$$

3. Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодників, які розміщені в камерах зберігання охолодженої риби і консерв:

$$t_0 = -8^{\circ}\text{C}.$$

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу знаходиться за формулою:

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

Місцеві втрати знаходяться за формулою:

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

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

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

$$\sum \xi_m = \xi_{зв.кл} + \xi_{відв.90^\circ} + \xi_{кол.} + \xi_{тр.} = 2 * 5 + 2 * 1 + 10 * 1 + 2 * 1 = 24$$

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

$$\omega = 0,5 \frac{м}{с}; \quad Z = 24 * \frac{678 * 0,5^2}{2} = 2,03 \text{ кПа}$$

Число Рейнольдса знаходиться за формулою:

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

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

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

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

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

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

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною  $l = 80$  м (приблизна розрахункова довжина рахується: обв'язка по периметру).

$$\Delta P_{тр} = 1,44 * 80 = 115,2 \text{ кПа}$$

Загальна втрата тиску знаходиться за формулою:

$$\Delta P = 2,03 + 115,2 = 117,23 \text{ кПа}$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення гідравлічних втрат у водяних трубопроводах.

1) Трубопровід мастилоохолодники-градирня.

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

Місцеві втрати знаходяться за формулою:

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

Число Рейнольдса знаходиться за формулою:

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

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

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

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

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

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

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

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

Загальна втрата тиску знаходиться за формулою:

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

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00.БКР.142.004.002.ПЗ

### Підбір аміачного насоса.

В насосно циркуляційних схемах установок для перекачування рідкого аміаку використовують герметичні електронасоси. Насос встановлюється якомога ближче до циркуляційного ресивера. Щоб не відбулося википання рідини, необхідно мати надлишковий тиск на вході в насос по відношенню до тиску в циркуляційному ресивері.

Насос для перекачування рідин підбирають по двом основним параметрам: Подачі  $V$ (м<sup>3</sup>/год) та повному тиску  $P$  (в Па), створюючому насосом.

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

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

де  $n_{\text{ц}}$  – кратність циркуляції.

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

Потрібний напір насоса знаходимо за формулою:

$$H = \frac{245480}{678 * 9,81} = 36,91 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{\text{ц}} * \frac{M_{-40}}{\rho} = 4 * \frac{0,016}{678} = 0,00009 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 0,34 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

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

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

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

Потрібний напір насоса знаходимо за формулою:

$$H = \frac{667160}{678 * 9,81} = 100,3 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{ц} * \frac{M_{-26}}{\rho} = 4 * \frac{0,199}{678} = 0,0012 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 4,32 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо 4 насоси (2 запасний) фірми WITT GP52/1450/5C.

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

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

Потрібний напір насоса знаходимо за формулою:

$$H = \frac{117230}{678 * 9,81} = 17,62 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{ц} * \frac{M_{-8}}{\rho} = 4 * \frac{0,074}{678} = 0,0004 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 1,57 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

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

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Підбір водяних насосів.

Насос мастилоохолодників.

Потрібний напір насоса знаходимо за формулою:

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

Потрібна подача насоса:

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

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

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

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10. Розрахунок економічних показників

### Вхідні дані

Розрахункове споживання електроенергії холодильним обладнанням компресорного цеху зводимо до таблиці 10.1

**Таблиця 10.1**

№ п/п	Найменування обладнання	К-ть	Р <sub>ел</sub> , кВт	Σ Р <sub>ел</sub> , кВт	Рік, тис. кВт·год
1	Агрегат Gea Grasso EA-2A	3	22	66	297
2	Gea Grasso 412	2	15	30	135
3	Агрегат Gea Grasso CA-2A	1	10	10	45
4	Насос водяний	1	0,75	0,75	3,38
5	Насос водяний DWO 150	1	1,1	1,1	4,95
6	Насос аміачний WITT GP52/1450/5C	2	5,5	11	49,5
7	Насос аміачний WITT GP42/1450	2	2,2	4,4	19,8
8	ПО Alfa Laval BLAH353BT	34	0,73	24,82	111,69
9	ПО Alfa Laval BLAH354BT	2	0,98	1,96	8,82
10	ПО Alfa Laval RLAH353AD	2	0,73	1,46	6,57

11	ПО Alfa Laval BLAH253BD	4	0,39	1,56	7,02
12	Вентилятор випарного конденсатора	2	7,5	15	67,5
<b>Річна витрата електроенергії</b>					<b>759,23</b>

<i>00.БКР.142.004.002.ПЗ</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Мудріцький М.В.</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Василенко С.М.</i>		
<i>Реценз.</i>				
<i>Н. Контр.</i>				
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>		
<i>Проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції місткістю 8000 тон у м. Суми</i>				
			<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>
				<i>Листів</i>
<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>				



## Продовження таблиці 14.2

Випарний конденсатор Baltimore VXC 86	3	1200	240	120	1560
Водяний насос DWO 150	3	21	4,2	2,1	27,3
Лінійний ресивер 0,75РД	3	360	72	36	468
Градижня Guentner GFH 080.3A/3-L(D)	1	100	20	10	130
Циркуляційний ресивер 1,5РДВ	1	150	30	15	195
Циркуляційний ресивер 1,5РДВ	1	150	30	15	195
Циркуляційний ресивер 0,75 РД	1	100	20	10	130
Дренажний ресивер 1,5 РД	1	150	30	15	195
<b>Разом</b>		12120,92	2424,184	1212,0,92	<b>15783,196</b>

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

Розрахунок витрат на будівництво холодильника приведено в табл. 10.3

Таблиця 10.3

№ п/п	Назва	Розмірність	Внутрішня стіна	Зовнішня стіна	Перегородка	Підлога	Покриття	Разом
1	Площа	м <sup>2</sup>	4320	3240	1836	7200	7200	-
2	Товщина	м	0,2	0,2	0,2	1,6	0,31	-
3	Вартість 1м <sup>2</sup> матеріалів	грн/м <sup>3</sup>	1285	1080	1567	80	60	-
4	Загальна вартість ізоляційних матеріалів + роботи	тис.грн	1110	700	575,4	921,6	133,92	3440,92

Загальна сума затрат – 15783,196 + 3440,92 = 19224,116 грн.

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Виробництво і використання електроенергії

Річне споживання електроенергії холодильником і компресорним цехом

данного холодильника становить:

$$E_p = 759,23 \text{ тис. кВт. год}$$

Ціна за 1 кВт. год електроенергії становить:  $C_{ел} = 1,3$  грн

Визначаємо річні витрати на споживання електричної енергії за проектними розрахунками:

$$V_{ел.р} = E_p \cdot C_{ел}$$

$$V_{ел.р} = 759230 \text{ кВт*год} \cdot 1,3 \text{ грн/ (кВт*год)} = 987 \text{ тис. грн.}$$

Мастило купується для компресорів за ціною 130 грн. за 1л, в моєму проекті необхідно 120 л і це коштує  $130 \cdot 120 = 15,6$  тис.грн

Холодоагент аміак купується за ціною 4 грн. за 1кг, в моєму проекті необхідно 400 кг і це коштує  $400 \cdot 4 = 1,6$  тис.грн

## Розрахунок витрат на оплату праці

Фонд основної заробітної плати робітників компресорного цеху наведено в таблиці 10.4

**Таблиця 10.4**

№ п/п	Професія	Тарифна ставка грн/год	Чисельність, чол	Місячний фонд, грн	Річний фонд, грн
1	Машиніст ХУ	9	4	6900	82800
2	Слюсар-ремонтник	9	3	5184	62208
<b>Разом</b>			<b>7</b>	<b>12084</b>	<b>145008</b>

Нарахування на заробітну плату становить 37,18%, тому затрати на працівників становлять  $145008 \cdot 1,3718 = 198,92$  тис. грн.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

### Визначення амортизаційних відрахувань

Приймаємо норми амортизаційних відрахувань: для обладнання – на 5 років, для будівельних матеріалів – на 20 років.

Для основного обладнання – 20% від вартості обладнання;

$$A_{\text{обл}} = \Sigma B_{\text{обл}} / 5$$

$$A_{\text{обл}} = 15783,196 / 5 = 3156,64 \text{ тис. грн.}$$

$$A_{\text{буд}} = \Sigma B_{\text{буд}} / 20$$

$$A_{\text{буд}} = 3440,92 / 20 = 172,046 \text{ тис. грн.}$$

$$A_{\text{буд+обл}} = 3156,64 + 172,046 = 3328,686 \text{ тис. грн.}$$

### Визначення інших видів витрат

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

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

$$V_{\text{рем}} = A_{\text{обл}} \times 0,20$$

$$V_{\text{рем}} = 3156,64 \times 0,20 = 634,33 \text{ тис. грн.}$$

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

$$V_{\text{пуск}} = B_{\text{обл}} \times 0,02$$

$$V_{\text{пуск}} = 15783,196 \times 0,02 = 315,66 \text{ тис. грн.}$$

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$V_{\text{ін}} = A_{\text{обл}} \times 0,03$$

$$V_{\text{ін}} = 3156,64 \times 0,03 = 94,7 \text{ тис. грн.}$$

Загальна сума інших витрат складає:

$$\Sigma B = V_{\text{рем}} + V_{\text{пуск}} + V_{\text{ін}}$$

$$\Sigma B = 634,33 + 315,66 + 94,7 = 1044,69 \text{ тис. грн.}$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Визначення основних показників економічної ефективності проекту

Результати розрахунків проведених у попередніх розділах зводимо у порівняльну таблицю 10.5 собівартості енергії:

**Таблиця 10.5**

Статті витрат	Значення витрат тис. грн
	Проект
Електроенергія	987
Масило	15,6
Оплата праці	198,92
Амортизація	3156,64
Інші витрати	1044,69
<b>Разом</b>	<b>5402,85</b>

Кількість виробленого холоду за рік:

$$22 \cdot 270 \cdot 302,58 = 1797,325 \text{ МВт} \cdot \text{год}$$

Собівартість холоду:

$$\Delta C = (5402,85 \text{ тис.грн}) / (1797,325 \text{ МВт} \cdot \text{год}) = 3,01 \text{ грн}/(\text{кВт} \cdot \text{год})$$

Таким чином собівартість холоду складає 5402,85 тис. грн. на рік;

передбачається, що послуги холодильника будуть здійснюватися з середньою рентабельністю 98%.

Використовуємо нормативний метод планування прибутку, який базується на єдиному відсотку рентабельності на всю продукцію, загальний плановий прибуток буде складати:

$$\Delta \Pi = C \cdot 0,98 = 5402,85 \cdot 0,98 = 5297,733 \text{ тис. грн.}$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Чистий грошовий потік (ЧГП) складається з планового чистого (з врахуванням податків 18%) та приросту амортизації по обладнанню та будівлям:

$$\text{ЧГП} = (\Delta\Pi * 0,82) + A = (5297,733 * 0,82) + 3328,686 = 7672,827 \text{ тис. грн.}$$

Чистий приведений дохід (ЧПД) представляє собою абсолютне порівняння затрат на будівництво холодильника і результатів від його використання.

$$\text{ЧПД} = \sum_{t=1}^5 \frac{\text{ЧГП}}{(1+p)^t} - K \geq 0,$$

де  $t$  – період життєвого циклу проекту, приймається на рівні 5 років;  $p$  – ставка дисконту, яка характеризує можливий рівень втрат чистих грошових потоків (ЧГП) за період життєвого циклу, приймається на рівні 25%:

$$\begin{aligned} \text{ЧПД} &= \left( \frac{7672,827}{(1+0,25)^1} + \frac{7672,827}{(1+0,25)^2} + \frac{7672,827}{(1+0,25)^3} + \frac{7672,827}{(1+0,25)^4} + \frac{7672,827}{(1+0,25)^5} \right) - 19224,116 = \\ &= 1410,264 \text{ тис. грн} \end{aligned}$$

Так як чистий приведений дохід більше 0 і складає 947,606 тис. грн., то проект доцільний до виконання.

Індекс доходності (ІД) має нормативне значення  $>1$ .

$$\text{ІД} = 20634,38 / 19224,116 = 1,07$$

Так, як ІД складає 1,07, то це означає, що сумарна дисконтована (змішана) віддача від використання холодильника в 1,07 рази перевищує капітальні вкладення на його створення.

Індекс рентабельності ІР:

$$\text{ІР} = \frac{\text{ЧП}}{K} = \frac{7672,827 * 0,82}{19224,116} = 0,33$$

де ЧП – чистий прибуток.

Індекс доходності складає 1,03 при нормативному значенні більше 0, тобто рентабельність проекту складає 33%.

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Термін окупності (дисконтований):

$$T_{\partial} = \frac{K}{\sum \left(\frac{1}{1+p}\right)^t} * 5 = \frac{19224,116}{20634,38} * 5 = 4,66 \text{ років}$$

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 11. Охорона праці

### Вступ

Метою дано проекту 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.

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

### Умови праці

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

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

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

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

В машинному відділенні ведеться добовий журнал роботи холодильної установки. Крім того, там та в пункті управління на видному місці знаходяться

затвержені головним інженером інструкції із:

- будови й експлуатації аміачних холодильних установок;
- обслуговування машин, апаратів (посудин), охолоджуючих пристроїв;

					<i>00.БКР.142.004.002.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Мудріцький М.В.</i>			<i>Проект фабрики морозива з камерами зберігання готової продукції місткістю 8000 тон у м. Суми</i>	<i>Лист</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ХМ-4-12ск</i>		



З метою підвищення безпеки експлуатації холодильної установки, конденсатори та лінійні ресивери розміщені зовні машинного відділення. В машинному відділенні розміщено: 6 гвинтових компресорів фірми GRASSO, три з яких марки CR-C26S-28, а інші три - марки HR-H26B-28. Ширина основного проходу в цеху складає 3 м, прохід між виступаючими частинами компресорів -2 м. Прохід між стіною і компресором становить -2 м. Циркуляційні ресивери встановлені також в машинному відділенні впритул до стіни.

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

### Мікроклімат та чистота повітря

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

В компресорному відділенні та приміщенні ПУ повинні забезпечуватися такі параметри мікроклімату:

	Компресорне відділення	ПУ
У теплий період року:		
- Температура	26...28 °C	24...26°C
- Відносна вологість, не вище	60%	70%
- Швидкість руху повітря, не більше	0,4 м/с	0,3м/с
У холодний період року:		
- Температура	18...20 °C	20...21°C
- 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.

Система постійно діючої припливної-витяжної вентиляції машинного та апаратного відділення забезпечує наступну кратність повітрообміну за годину:

- приплив – за розрахунком, але не менше 2;
- витяжка – за розрахунком, але не менше 3;

Повітря яке викидається в атмосферу не очищується.

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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. Контроль здійснюється 3 рази на зміну.

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

Розрахунок кількості припливно-вентиляційного повітря

Інтенсивність виділення парів аміаку в машинному відділенні:

$G=65$  г/год (по даним вимірювання хімлабораторії)

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

$C_1=5$  мг/м<sup>3</sup> (по даним вимірювання хімлабораторії)

Гранично допустима концентрація парів аміаку у повітрі машинного відділення:

$C_2=20$  мг/м<sup>3</sup> (по даним вимірювання хімлабораторії)

Кількість вентиляційного повітря на вентиляцію становитиме:

$$L = \frac{1000 \cdot G}{C_2 - C_1} = \frac{1000 \cdot 65}{20 - 5} = 4333 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кратність повітрообміну у машинному відділенні по приливу повинно складати:

$$n = \frac{L}{V} = \frac{4333}{7 \cdot 12 \cdot 24} = 1,91 \text{ год}^{-1}$$

де  $V$  – об'єм машинного відділення, м<sup>3</sup>.

Приймаємо кратність циркуляції в машинному відділенні по приливу – 2 рази за годину.

### Шум і вібрація

Основними джерелами шуму в холодильних установках є компресор, насоси та їх електродвигуни, а також рух холодильного агенту по трубопроводам.

Допустимий рівень шуму в машинному відділенні та в ПУ відповідає вимогам 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...82 дБ, в ПУ -50...55 дБ.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

Для зниження рівня шуму в машинному і апаратному відділенні застосовують звукоізоляцію приводів; своєчасне змащування деталей і вузлів, їх профілактику та ремонт та засоби індивідуального захисту (наушники); а в ПУ – застосовується звукоізоляція стін.

Рівень загальної вібрації на робочих місцях не перевищує гранично допустимої величини, передбаченої ГОСТ 12.1.012 – 90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования; ДСН 3.3.6.039 – 99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації; у машинному відділенні – 85...88 дБ, в ПУ – 75...77 дБ.

Зменшення загальної вібрації на робочих місцях досягається за рахунок:

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

### **Виробниче освітлення**

Рівень освітленості в приміщеннях машинного відділення та ПУ відповідає вимогам СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»; 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%). 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).

Машинне і апаратне відділення, ПУ, а також існуючі підземні прохідні тунелі з ам'ячними 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.

Розрахунок штучного освітлення в машинному відділенні

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

Площа  $S=a*b=24 * 12 = 288\text{м}^2$ .

- приймаємо  $E_{\text{min}}=75$  лк;
- тип ламп ЛДЦ – 40;
- світловий потік однієї лампи  $F=1520$  лк;

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ					



До самостійного обслуговування холодильних установок машиністи допускаються тільки після проходження стажування строком не менше 1 місяця і відповідної перевірки знань.

Холодильна установка обслуговується двома машиністами в зміну.

Періодична перевірка знань персоналом інструкції з обслуговування холодильної установки, техніки безпеки при експлуатації обладнання і практичним діям в аварійних ситуаціях, надання долікарської допомоги проводиться не рідше одного разу в 12 місяців комісією, яка складається із спеціалістів з холодильної техніки, електротехніки, приладах автоматизації і техніки безпеки.

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

Для спостереження за робочим тиском на всмоктувальній магістралі кожного компресора встановлені манометри МП-4, а на нагнітальних трубопроводах компресорів – по окремому манометру МТ-250 підвідна трубка до якого під'єднується за зворотним клапаном по ходу парів аміаку.

На нагнітальному трубопроводі кожного компресора розташовані термометри типу ТП-7 з кожухами для захисту від механічних пошкоджень. Система захисту компресора включає наступні пристрої: реле високого тиску РД-4А-01Т; реле низького тиску РД-4А-01Т; реле температури ТР-2А-06ТМ; реле потоку холодної води РП-67; реле контролю змащення РКС-1А-01. Система захисту відключає компресори при виникненні небезпечних режимів роботи холодильної установки.

Посудини працюючі під тиском (дренажний та циркуляційні ресивери) оснащені манометрами типу МПЗ-У та пристроями безпеки: запобіжними клапанами типу Е29139, захисними реле рівня ПРУ-5М. Захисне автоматичне напівпровідникове реле рівня контролює і сигналізує про досягнення максимального та мінімального рівня аміаку.

Для візуальних показників рівня рідини в апаратах, посудинах, ресиверах застосовується плоске оглядове скло.

Випуск парів аміаку в атмосферу через запобіжні клапани здійснюється за допомогою загальної відвідної труби, виведеної на 1,5 м вище ковзана даху виробничого приміщення.

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

- жовтий – сигнал гранично допустимого рівня;

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

- червоний – аварійний сигнал небезпечного рівня.

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

З метою підвищення безпеки експлуатації холодильної установки, посудини працюючі під високим тиском (КД, ЛР, МВ, МЗ) розміщені ззовні, на відстані 20 м від машинного відділення, на конденсаторній площадці. Огородження площадки зварено із швелерів і металевої сітки, яка має висоту 6 м та захищене від сонця.

У приміщенні машинного відділення встановлено два незалежно діючих сигналізатори аварійної концентрації аміаку у повітрі нижнього рівня ДОЗОР-6-АМІАК-500-Т, який має 6 індикаторів контролю концентрації аміаку (біля кожного компресора, дренажного ресивера, регулюючої станції) та два незалежно діючих сигналізатори аварійної концентрації аміаку верхнього рівня ДОЗОР-6-АМІАК-1500-Т.

При досягненні концентрації 500 мг/м<sup>3</sup> (0,07%) сигналізатори концентрації аміаку нижнього рівня дають попереджувальний сигнал (світловий та звуковий) у приміщення постійного чергування персоналу. Якщо концентрація аміаку досягає 1500 мг/м<sup>3</sup> (0,21%) сигналізатори концентрації аміаку верхнього рівня вмикають електроспоживання всієї холодильної установки та одночасно вмикають: аварійну витяжну вентиляцію (кратність – 10...12 год<sup>-1</sup>), світлову сигналізацію, сирену типу ПВ-СС та світлове табло біля входу в машинне відділення.

Для екстреного відключення електроживлення усього обладнання холодильної установки і робочого освітлення, на зовнішній стіні машинного відділення змонтовано кнопки загального аварійного відключення: одна – біля робочого входу, друга – біля запасного виходу. Одночасно з відключенням електроживлення обладнання ці кнопки вмикають в роботу аварійну витяжну вентиляцію, сирену і аварійне освітлення. Електроживлення аварійної вентиляції здійснюється, як від основного джерела, так і від незалежного.

Для індивідуального захисту обслуговуючого персоналу від аміаку застосовується захисний спецодяг, спецвзуття та протигази типу КД. Протигази зберігаються в машинному відділенні в спеціальній шафі біля входу. Крім цього ззовні машинного та апаратного відділення, поруч з вхідними дверима, в шафі знаходяться запасні протигази типу КД.

У випадку аварійних робіт у загазованому приміщенні передбачено 3 захисних костюма Л-1.

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для надання долікарської допомоги в машинному відділенні є в наявності аптечка, в якій міститься: 1-2% р-н лимонної кислоти; 4% розчин борної кислоти; 1% розчин новокаїну; етиловий спирт; сода; бинти, вата, марлеві серветки; мазь Вишневського, йод.

### **Електробезпека**

Компресорне відділення та ПУ відносяться до приміщень з підвищеною електробезпекою (ПУЕ. Правила улаштування електроустановок).

Безпечна експлуатація електроустаткування здійснюється згідно вимог ДНАОП 0.00 – 1.32 – 01.«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.

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

Безпечна експлуатація електрообладнання досягається такими заходами та засобами:

- недоступність струмоведучих частин від випадкового дотикання досягається за допомогою захисних огорож та блокування, закритих щитів, розташуванням кабелів і проводки на недоступній висоті, наявність знаків безпеки;
- надійною ізоляцією силових струмоведучих частин, опір якої повинен становити не менше 0,5 МОм;
- електрообладнання у виробничих приміщеннях та щит управління в ПУ має захисне заземлення із ізольованою нейтраллю типу IT. Опір заземлюючого пристрою не перевищує 4 Ом;
- захист від струмів короткого замикання здійснюється автоматичними запобіжниками;
- застосуванням низьких напруг (36 В – для ручного інструмента та освітлення щита управління в ПУ, 12 В – для переносного світильника у вибухозахищеному виконанні – IP54).

Холодильник, машинне і апаратне відділення мають пристрій захисту від блискавки – виконаний як для промислових об'єктів II категорії у відповідності з вимогами РД 34.21.122-87. «Инструкция по защите от молнии зданий и сооружений».

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Пожежо- та вибухобезпека

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

В процесі експлуатації холодильної установки робітники дотримуються вимог «Типові правила пожежної безпеки для промислових підприємств», ГОСТ 12.1.004 – 91. 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.

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

Система запобігання пожежі і вибуху передбачає:

- наявність в огорожуючих конструкціях будівлі машинного відділення легко скидних елементів (вікна, двері);
- контроль нижнього та верхнього аварійного рівня концентрації аміаку в приміщенні компресорного відділення; наявність аварійної витяжної вентиляції, табло над входом у машинне відділення, світлозвукової сигналізації;
- надійне приєднання провідників від обладнання до заземлюючого контуру без іскріння;
- використання засобів захисту від атмосферної електрики;
- застосування електроустаткування у вибухозахищеному виконанні;
- застосування аварійного та витяжного вентиляторів машинного відділення у іскро-, а їх електродвигунів –у вибухозахищеному виконанні; припливного вентилятора – у звичайному, а його електродвигуна – в закритому виконанні;
- наявність протипожежних інструкцій на робочих місцях;
- роботу на електрообладнанні без перевантажень;
- дотримання правил пожежної безпеки при виконанні вогнених робіт;
- заборону куріння на робочих місцях.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ					

Система пожежного захисту включає:

- наявність у приміщенні машинного відділення двох евакуаційних виходів, причому двері відчиняються у бік виходу;
- застосування в машинному відділенні будівельних матеріалів не нижче II ступеня вогнестійкості (СНиП 2.11.02 – 87, СНиП 2.01.02 – 85. «Противопожарные нормы»);
- наявність системи оповіщення про пожежу (ручні та димові оповіщувачі);
- наявність аварійного відключення обладнання;
- забезпечення первинними засобами пожежогасіння: пожежним щитом з лопатою, сокирою, ломом, металевим багром, а також наявність повітряно-пінного вогнегасника ОВП – 10 (2 шт); порошкового вогнегасника ОП – 9(2 шт), ящика з піском і азбестовим полотном.

ПУ виконаний з будівельних матеріалів не нижче II ступеня вогнестійкості; має систему оповіщення про пожежу, засоби аварійної зупинки обладнання та оснащений вуглекислотним вогнегасником ОУ – 3(2 шт).

## **Основи пожежної безпеки та профілактики на виробничих об'єктах.**

### ***Основні терміни та визначення***

Вогонь, що вийшов з-під контролю, здатний викликати значні руйнівні та смертоносні наслідки. До таких проявів вогняної стихії належать пожежі.

***Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується у часі і просторі.***

Залежно від розмірів матеріальних збитків пожежі поділяються на особливо великі (коли збитки становлять від 10000 і більше розмірів мінімальної заробітної плати), великі (збитки сягають від 1000 до 10000 розмірів мінімальної заробітної плати) та інші. Проте наслідки пожеж не обмежуються суто матеріальними втратами, пов'язаними зі знищенням або пошкодженням основних виробничих та невиробничих фондів, товарно-матеріальних цінностей, особистого майна населення, витратами на ліквідацію пожежі та її наслідків, на компенсацію постраждалим і т. п. Найвідчутнішими, безперечно, є соціальні наслідки, які, передусім, пов'язуються з загибеллю і травмуванням людей, а також пошкодженням їх фізичного та психологічного стану, зростанням захворюваності населення, підвищенням соціальної напруги у суспільстві внаслідок втрати житлового фонду, позбавленням робочих місць тощо.

Не слід забувати й про екологічні наслідки пожеж, до яких, у першу чергу, можна віднести забруднення навколишнього середовища продуктами горіння,

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БКР.142.004.002.ПЗ				

засобами пожежогасіння та пошкодженими матеріалами, руйнування озонowego шару, втрати атмосферою кисню, теплове забруднення, посилення парникового ефекту, тощо.

Цілком природно, що існує безпосередня зацікавленість у зниженні вірогідності виникнення пожеж і зменшенні шкоди від них. Досягнення цієї мети є досить актуальним і складним соціально-економічним завданням, вирішенню якого повинні сприяти системи пожежної безпеки.

**Пожежна безпека об'єкта** – стан об'єкта, за яким з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізації її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів. До таких факторів, згідно ГОСТ 12.1.004-91, належать: полум'я та іскри; підвищена температура навколишнього середовища; токсичні продукти горіння й термічного розкладу матеріалів, речовин; дим; знижена концентрація кисню.

Вторинними проявами небезпечних факторів пожежі вважаються: уламки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, установок, конструкцій; радіоактивні та токсичні речовини і матеріали, викинуті із зруйнованих апаратів та установок; електричний струм, пов'язаний з переходом напруги на струмопровідні елементи будівельних конструкцій, апаратів, агрегатів внаслідок пошкодження ізоляції під дією високих температур; небезпечні фактори вибухів, пов'язаних з пожежами; вогнегасні речовини.

**Система пожежної безпеки та профілактики** – це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збитків від неї.

Відповідно до ГОСТ 12.1.004-91 пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватися системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту і системою організаційно-технічних заходів.

Потрібний рівень пожежної безпеки людей за допомогою вказаних систем, згідно з ГОСТ 12.1.004-91, не повинен бути меншим за 0,999999 відвернення впливу небезпечних факторів на рік із розрахунку на кожну людину, а допустимий рівень пожежної небезпеки для людей має бути не більше 106 впливу небезпечних факторів пожежі, що перевищують гранично допустимі значення, на рік із розрахунку на кожну людину.

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рівень забезпечення пожежної безпеки являє собою також кількісну оцінку запобігання збиткам при можливій пожежі.

Об'єкти, пожежі на яких можуть призвести до загибелі або масового ураження людей небезпечними факторами пожежі та їх вторинними проявами, а також до значного пошкодження матеріальних цінностей, повинні мати системи пожежної безпеки, що забезпечують мінімальну можливу ймовірність виникнення пожежі конкретні значення такої ймовірності визначаються проектувальниками та технологами.

Метою пожежної безпеки об'єкта є попередження виникнення пожежі на визначеному чинними нормативами рівні, а у випадку виникнення пожежі – обмеження її розповсюдження, своєчасне виявлення, гасіння пожежі, захист людей і матеріальних цінностей.

Основними вихідними даними при розробці комплексу технічних і організаційних рішень щодо забезпечення потрібного рівня пожежної безпеки в кожному конкретному випадку є чинна законодавча і нормативно-технічна база з питань пожежної безпеки, вибухопожежонебезпечні 203 властивості матеріалів і речовин, що застосовуються у виробничому циклі, кількість вибухопожежонебезпечних матеріалів і речовин і особливості виробництва. На основі цих вихідних даних визначаються такі критерії вибухопожежонебезпечності об'єкта, як категорії приміщень і будівель за вибуховою і пожежною небезпекою, а також класи вибухонебезпечних зон в приміщеннях і поза ними. Саме залежно від категорії приміщень і будівель, та класу зон за вибухопожежною небезпекою, відповідно до вимог чинних нормативів, розробляються технічні та організаційні заходи і засоби забезпечення вибухопожежної безпеки об'єкта.

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Список використаної літератури

1. <http://ua-referat.com/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%B2%D0%BE> .
2. <http://www.utupack.ru/products/transportnaya-tara/> .
3. [http://www.partner-tara.ru/cat/vedra\\_kuboteineri/vedra\\_plastikovie/240%D0%92%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%BE%20%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D0%B5%20%D0%B5%D0%BC%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%D1%8E%2020%20%D0%BB](http://www.partner-tara.ru/cat/vedra_kuboteineri/vedra_plastikovie/240%D0%92%D0%B5%D0%B4%D1%80%D0%BE%20%D0%BA%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D0%B5%20%D0%B5%D0%BC%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%D1%8E%2020%20%D0%BB) .
4. <http://www.fresher.ru/2013/08/10/kak-delayut-morozhenoe/?replytocom=389063> .
5. [www.pereezd-ek.ru/packing/](http://www.pereezd-ek.ru/packing/) .
6. М. М. Масліков “Холодильна технологія харчових продуктів”.
7. Б.К. Явнель “Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха”.
8. [www.shepetovka.olx.com.ua/iid-169082294](http://www.shepetovka.olx.com.ua/iid-169082294) .
9. [www.101660.ua.all.biz/derevyannyj-yashchik-dlya-pomidorov-tomatov-slivy-g1027488](http://www.101660.ua.all.biz/derevyannyj-yashchik-dlya-pomidorov-tomatov-slivy-g1027488)).
10. [www.triobud.com/ua/materials](http://www.triobud.com/ua/materials) .
11. Крылов Ю.С., Пирог П.И., Васютович В.В., Карпов А.В., Дементьев А.И. “Проектирование холодильников”.
12. Гетун Г.В. “Основи проектування промислових будівель”.
13. [www.charoitbud.com/ukr/naluvni.php](http://www.charoitbud.com/ukr/naluvni.php) .
14. [www.beton.kovalska.com/ua/catalogs/267/](http://www.beton.kovalska.com/ua/catalogs/267/) .
15. [www.budsektor.com.ua/stirodur.htm#.Uk8OwdI5ndc](http://www.budsektor.com.ua/stirodur.htm#.Uk8OwdI5ndc) .

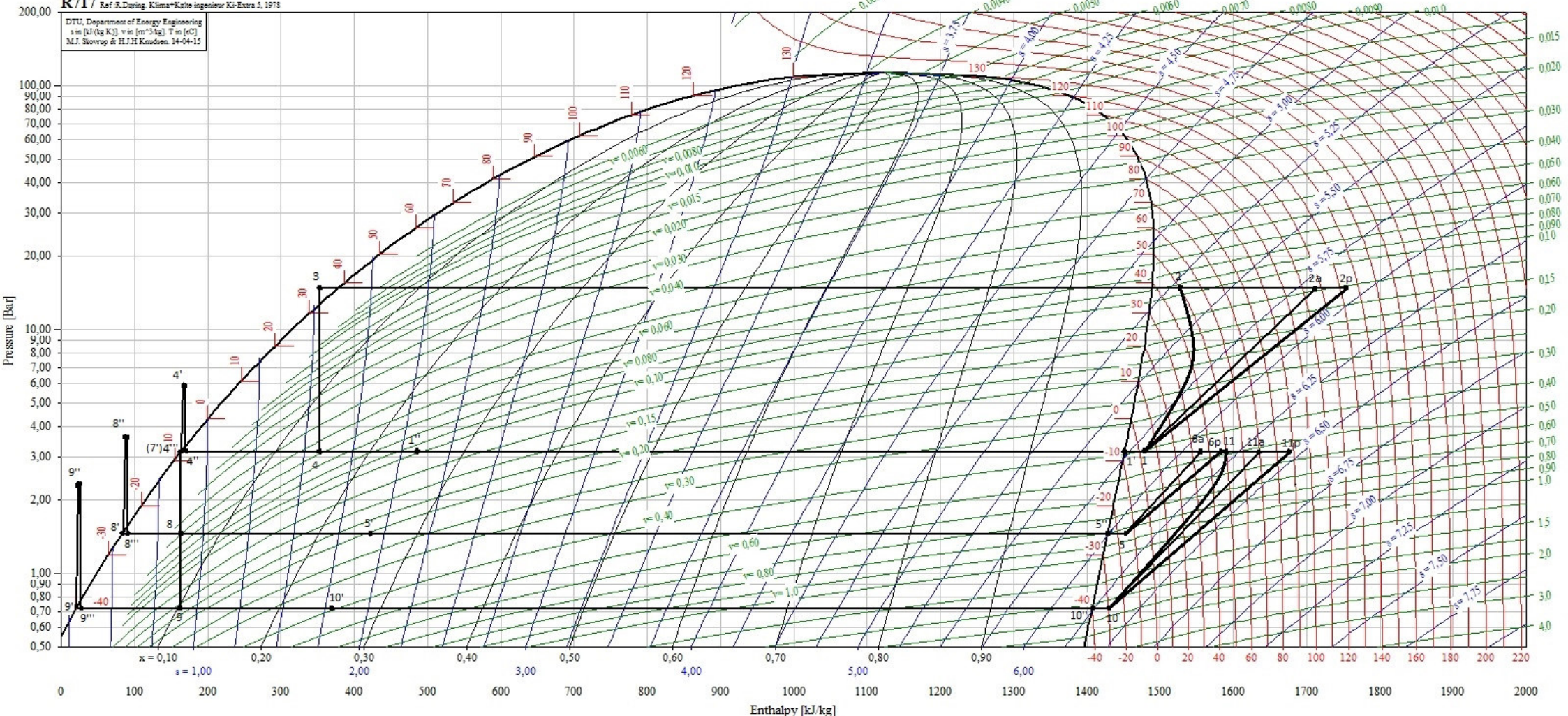
					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Специфікація обладнання

Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
1	Гвинтовий компресорний агрегат Grasso C2-A2	1	
2	Поршневий компресорний агрегат Grasso 412	2	
3	Гвинтовий компресорний агрегат E2-A2	3	
4	Циркуляційний ресивер 1,5РДВ	2	
5	Компаундний циркуляційний ресивер 0,75РД	1	
6	Випарний конденсатор Baltimore VXC 86	3	
7	Лінійний ресивер 0,75 РД	3	
8	Градижня Guentner GFH 080.3A/3-L(D)	1	
9	Водяний насос Ebara DWO 150	2	
10	Повітроохолодник Alfa Laval BLAH353BT	34	
11	Повітроохолодник Alfa Laval BLAH354BT	2	
12	Повітроохолодник Alfa Laval RLAH353AD	2	
13	Повітроохолодник Alfa Laval BLAH253BD	4	
14	Аміачний насос WITT GP52/1450/5C	4	
15	Аміачний насос WITT GP42/1450	4	
16	Мастилозбірник 60 МЗС	1	
17	Пластинчастий теплообмінник Danfoss XG 20L-1	1	
18	Дренажний ресивер 1,5 РД	1	

					00.БКР.142.004.002.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

DTU, Department of Energy Engineering  
 s in [kJ/(kg K)], v in [m³/kg], T in [°C]  
 M.J. Skovrup & H.J.H. Knudsen, 14-04-15





## ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ - 50 Hz

Дата 17.04.2014  
Заказчик  
Проект

Режим работы	Аммиак: нижняя подача	Тип	AlfaCubic	Модель	BLH353BT
Тип расчета	Rating				
Требуемая мощность	kW	Запас		%	
Рассчитанная мощность	10.08 kW				

### Размеры

Длина	1970 mm	Вес стандартного аппарата	78 kg
Высота	585 mm		
Ширина	460 mm		
Упаковка	Деревянная	Транспортный объем	1.3 \uc0\u109\u179

### Расчетные данные

Хладагент	Ammonia
Температура воздуха	-18.0 °C / -21.4 °C
Относительная влажность	85.0 %
Температура кипения	-26.0 °C
Температурная разница	8.0 K

### Данные вентилятора

Расход воздуха:	1.931 m <sup>3</sup> /s	Количество вентиляторов	3
Длина струи	19.9 m	Диаметр вентилятора	350.0 mm
Скорость вращения	1420 rpm	Напряжение	230/400V
Энергопотребление	732 W	Напряжение	3ph
Номинальный ток <sup>(2)</sup>	1.4 A	Эл. Подключение вентилятора	D/Y
Номинальный ток полной	1.7 A		
Уровень звукового давл. (3.0 m) <sup>(1)</sup>		54 dB(A)	
Уровень звуковой мощности		75 dB(A)	

### Данные теплообменного блока

Материал трубок	Нерж.сталь	Материал оребрения	Алюминий
Межреберное расстояние	12.0 mm	Количество заходов в	5
Площадь поверхности	34.2 \uc0\u109\u178	Внутренний объем	17.3 litres
Патрубки	33 - 42mm	Расположение коллекторов	Коллектора на одной

### Каркас и рама

Материал корпуса	Окрашенная ламель
Coil frame material	Алюцинк

### Примечание

(1) В соответствии с директивой EN 13487

(2) Номинальный ток при Tвозд=20°C. Меняется при других значениях напряжения или Tвозд.



**Опции**

Способ оттайки Оттайка горячим газом

Поддон с изоляцией Нет  
 Блок перегрева Нет

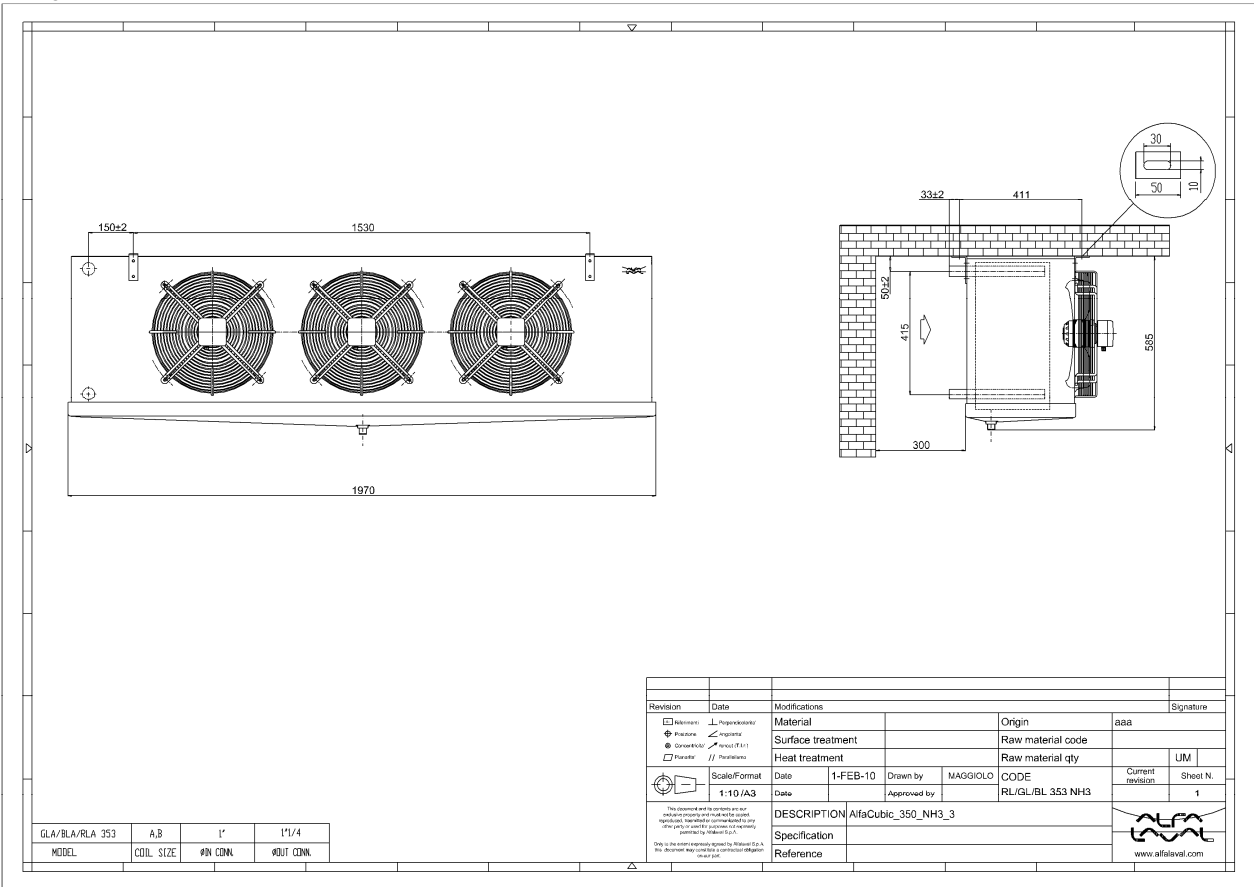
**Электрическая часть**

Соединение D/Y  
 Ремонт.выключатель Нет Клеммная коробка Нет

**Краткое резюме**

Тип Идентиф. номер Цена (Евро без  
 Компоновка теплообменника 3999  
 Общая стоимость 3999  
 Описание 1 BLAH353BD/Y 230/400VPB CR AP\_HG  
 Описание 2 AL 12.0 SS\_

Program version 5.38 Data update 2010-12-08





## ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ - 50 Hz

Дата 17.04.2014  
 Заказчик  
 Проект

Режим работы	Аммиак: нижняя подача	Тип	AlfaCubic	Модель	BLH354BT
Тип расчета	Rating				
Требуемая мощность	kW	Запас		%	
Рассчитанная мощность	13.62 kW				

### Размеры

Длина	2470 mm	Вес стандартного аппарата	102 kg
Высота	585 mm		
Ширина	460 mm		
Упаковка	Деревянная	Транспортный объем	1.6 \uc0\u109\u179

### Расчетные данные

Хладагент	Ammonia
Температура воздуха	-18.0 °C / -21.4 °C
Относительная влажность	85.0 %
Температура кипения	-26.0 °C
Температурная разница	8.0 K

### Данные вентилятора

Расход воздуха:	2.575 m <sup>3</sup> /s	Количество вентиляторов	4
Длина струи	20.9 m	Диаметр вентилятора	350.0 mm
Скорость вращения	1420 rpm	Напряжение	230/400V
Энергопотребление	976 W	Напряжение	3ph
Номинальный ток <sup>(2)</sup>	1.8 A	Эл. Подключение вентилятора	D/Y
Номинальный ток полной	2.2 A		
Уровень звукового давл. (3.0 m) <sup>(1)</sup>		55 dB(A)	
Уровень звуковой мощности		76 dB(A)	

### Данные теплообменного блока

Материал трубок	Нерж.сталь	Материал оребрения	Алюминий
Межреберное расстояние	12.0 mm	Количество заходов в	6
Площадь поверхности	45.6 \uc0\u109\u178	Внутренний объем	23.0 litres
Патрубки	33 - 42mm	Расположение коллекторов	Коллектора на одной

### Каркас и рама

Материал корпуса	Окрашенная ламель
Coil frame material	Алюцинк

### Примечание

(1) В соответствии с директивой EN 13487

(2) Номинальный ток при Tвозд=20°C. Меняется при других значениях напряжения или Tвозд.



**Опции**

Способ оттайки Оттайка горячим газом

Поддон с изоляцией Нет  
 Блок перегрева Нет

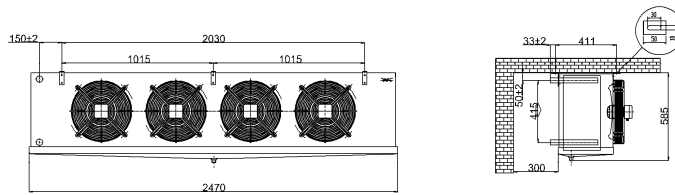
**Электрическая часть**

Соединение D/Y  
 Ремонт.выключатель Нет Клеммная коробка Нет

**Краткое резюме**

Тип Идентиф. номер Цена (Евро без  
 Компоновка теплообменника 5099  
 Общая стоимость 5099  
 Описание 1 BLAH354BD/Y 230/400VPB CR AP\_HG  
 Описание 2 AL 12.0 SS\_

Program version 5.38 Data update 2010-12-08



GLA/BLA/RLA 354	A/B	1"	1 1/4"
MODEL	COIL SIZE	ØIN COIL	ØOUT COIL

Revision	Date	Modifications		Origin	Signature
<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	Material	aaa
<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	Surface treatment	Raw material code
<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	Heat treatment	Raw material qty
<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	Date	UM
<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	Date	Sheet N.
<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	Date	1
<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	Approved by	
<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	DESCRIPTION	AlfaCubic_350_NH3_4
<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	Specification	
<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	<input type="checkbox"/> Deleted	Reference	





## ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ - 50 Hz

Дата 02.05.2015  
Заказчик  
Проект

Режим работы	Аммиак: нижняя подача	Тип	AlfaCubic	Модель	RLAN353AD/Y
Тип расчета	Rating				
Требуемая мощность	kW	Запас		%	
Рассчитанная мощность	12.70 kW				

### Размеры

Длина	1970 mm	Вес стандартного аппарата	71 kg
Высота	585 mm		
Ширина	460 mm		
Упаковка	Деревянная	Транспортный объем	1.3 \uc0\u109\u179

### Расчетные данные

Хладагент	Ammonia
Температура воздуха	0.0 °C / -3.6 °C
Относительная влажность	85.0 %
Температура кипения	-8.0 °C
Температурная разница	8.0 K

### Данные вентилятора

Расход воздуха:	1.900 m <sup>3</sup> /s	Количество вентиляторов	3
Длина струи	19.7 m	Диаметр вентилятора	350.0 mm
Скорость вращения	1420 rpm	Напряжение	230/400V
Энергопотребление	732 W	Напряжение	3ph
Номинальный ток <sup>(2)</sup>	1.4 A	Эл. Подключение вентилятора	D/Y
Номинальный ток полной	1.7 A		
Уровень звукового давл. (3.0 m) <sup>(1)</sup>		54 dB(A)	
Уровень звуковой мощности		75 dB(A)	

### Данные теплообменного блока

Материал трубок	Нерж.сталь	Материал оребрения	Алюминий
Межреберное расстояние	5.5 mm	Количество заходов в	4
Площадь поверхности	45.9 \uc0\u109\u178	Внутренний объем	11.5 litres
Патрубки	33 - 42mm	Расположение коллекторов	Коллектора на одной

### Каркас и рама

Материал корпуса	Окрашенная ламель
Coil frame material	Алюцинк

### Примечание

(1) В соответствии с директивой EN 13487

(2) Номинальный ток при Tвозд=20°C. Меняется при других значениях напряжения или Tвозд.





## ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ - 50 Hz

Дата 02.05.2015  
Заказчик  
Проект

Режим работы	Аммиак: нижняя подача	Тип	AlfaCubic	Модель	BLAN253BD/Y
Тип расчета	Rating				
Требуемая мощность	kW	Запас		%	
Рассчитанная мощность	8.05 kW				

### Размеры

Длина	1970 mm	Вес стандартного аппарата	47 kg
Высота	395 mm		
Ширина	460 mm		
Упаковка	Деревянная	Транспортный объем	0.9 \uc0\u109\u179

### Расчетные данные

Хладагент	Ammonia
Температура воздуха	-30.0 °C / -34.0 °C
Относительная влажность	85.0 %
Температура кипения	-40.0 °C
Температурная разница	10.0 K

### Данные вентилятора

Расход воздуха:	1.326 m <sup>3</sup> /s	Количество вентиляторов	3
Длина струи	17.2 m	Диаметр вентилятора	250.0 mm
Скорость вращения	2450 rpm	Напряжение	230/400V
Энергопотребление	390 W	Напряжение	3ph
Номинальный ток <sup>(2)</sup>	0.7 A	Эл. Подключение вентилятора	D/Y
Номинальный ток полной	0.8 A		
Уровень звукового давл. (3.0 m) <sup>(1)</sup>		63 dB(A)	
Уровень звуковой мощности		84 dB(A)	

### Данные теплообменного блока

Материал трубок	Нерж.сталь	Материал оребрения	Алюминий
Межреберное расстояние	12.0 mm	Количество заходов в	3
Площадь поверхности	20.5 \uc0\u109\u178	Внутренний объем	10.4 litres
Патрубки	33 - 33mm	Расположение коллекторов	Коллектора на одной

### Каркас и рама

Материал корпуса	Окрашенная ламель
Coil frame material	Алюцинк

### Примечание

(1) В соответствии с директивой EN 13487

(2) Номинальный ток при Tвозд=20°C. Меняется при других значениях напряжения или Tвозд.

(5) Single electrical heater 230V



**Опции**

Способ оттайки	Электрическая часть	
	Heaters on Coil <sup>(5)</sup>	Heaters on drip tray <sup>(5)</sup>
No of Heaters	3	1
Total El.Consumption	3540W	800W
Поддон с изоляцией	Нет	
Блок перегрева	Нет	

**Электрическая часть**

Соединение	D/Y	
Ремонт.выключатель	Нет	Клеммная коробка Нет

**Краткое резюме**

Тип	Идентиф. номер	Цена (Евро без
Компоновка теплообменника		2945
Общая стоимость		2945
Описание 1	BLAH253BD/Y 230/400VPB CR AP_E	
Описание 2	AL 12.0 SS_	

Program version 5.38 Data update 2011-02-16

Revision	Date	Modifications	Signature
<input type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Part name <input type="checkbox"/> Code <input type="checkbox"/> Part number		<b>Material</b> <b>Surface treatment</b> <b>Heat treatment</b>	aaa Raw material code Raw material qty UIM
<input type="checkbox"/> Scale/Format <input type="checkbox"/> Date	1-FEB-10 Date	Drawn by MAGGIOLO Approved by	CODE RL/GL/BL 253 NH3 Current revision Sheet N.
DESCRIPTION AlfaCubic_250_NH3_3			
Specification		Reference	

GLA/BLA/RLA 253	A,B	1'	1'
MODEL	COIL SIZE	#N COIL	#OUT COIL