

**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 розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у  
м. Кривий Ріг \_\_\_\_\_

Виконав: здобувач \_5\_ курсу, групи ЗХМ-5-6ск

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

Керівник Рябчук Олександр Миколайович  
\_\_\_\_\_ (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 - 2021р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь \_\_\_\_\_

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Енергомашинобудування  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач

кафедри ТЕХТ

“ 09 ” листопада 2020 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Мотрушенко Артем Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у м. Кривий Ріг

керівник роботи доцент Рябчук Олександр Миколайович,  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 09 ” 11 2020 року №934-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2021р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Холодоагент R717 аміак

Тип продукту яловичина, консерви, масло вершкове, сичужні сири

Ізоляційний матеріал спінений поліуретан

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

1). Технолог. схема оброблення продукції. \_\_\_\_\_

2). Розрахунок холодильної частини проекту \_\_\_\_\_

3). Техніко економічні показники \_\_\_\_\_

4). Охорона праці \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу \_\_\_\_\_

1. План та розріз будівлі холодильника \_\_\_\_\_

2. Схема холодильної установки \_\_\_\_\_

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 09 листопада 2020р. \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	09.11-13.11	виконано
2	Виконання холодильної частини ДП	14.11-28.12	виконано
3	Вибір обладнання холодильної(их) установок	05.01-10.01	виконано
4	Оформлення креслень та ПЗ	11.01-31.01	виконано
5	Здача готової роботи	01.02.2021р.	виконано

**Здобувач** \_\_\_\_\_  
(підпис)

**А.С. Мотрушенко** \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_  
(підпис)

**О.М. Рябчук** \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## Анотація

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

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

**Ключові слова:** аміак, R717, розподільчий холодильник

					<i>00 БП 142.008.001 ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у м. Кривий Ріг</i>	Літ.	Лист	Листів
Розробив		<i>А.С. Мотрушенко</i>						
Перевірив		<i>О.М. Рябчик</i>						
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.		<i>В.П. Петренко</i>				<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		

## ЗМІСТ

### Вступ

1. Технологічна схема холодильної обробки продукції.....
  2. Об'ємно-планувальне рішення холодильника.....
  3. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.....
  4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.....
  5. Визначення навантаження на обладнання камер та компресор.....
  6. Вибір розрахункового режиму, побудова циклу та розрахунок холодильної машини.....
  7. Розрахунок та вибір тепломасообмінних апаратів.....
  8. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки.....
  9. Розрахунок діаметрів трубопроводів та вибір насосів.....
  10. Розрахунок економічної ефективності.....
  11. Охорона праці.....
- Список використаної літерати

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ					

## ВСТУП

Як відомо, харчова сировина та харчові продукти «рухаються» вздовж відомого холодильного ланцюга, окремі компоненти (ланки) якого складають попереднє охолодження, холодильне транспортування до холодильника (охолодження, заморожування), зберігання у холодильнику, транспортування до торговельного холодильника, транспортування до холодильного прилавка супермаркету. Останніми ланками ланцюга є шлях від торговельного прилавка до побутового холодильника, сам побутовий холодильник. Не тільки рівні температур, але і їхні коливання визначають ефективність збереження концентрацій тих компонентів, які характеризують харчову цінність продукту. Відхилення ж у значеннях параметрів холодильної технології, хоча б у одній ланці, може звести нанівець найкраще їх дотримання в інших ланках як за досягнутими показниками харчової цінності продукту, так і за енергетичною ефективністю функціонування холодильного ланцюга в цілому. Очевидно також, що при передачі продуктів, сировини з однієї ланки холодильного ланцюга в іншу необхідно надавати їм якісну та фінансову оцінку. Це можливо зробити за результатами біохімічних аналізів, що нереально при великих обсягах та різноманітності напрямків руху таких вантажів. Швидка комп'ютерна оцінка значень показників якості за даними історії змін температури, відносної вологості та інших характеристик середовища «транспортування» в рамках конкретної ланки є більш прийнятною для реалізації.

					<i>00 БП 142.008.001 ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		<i>А.С. Мотрушенко</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у м. Кривий Ріг</i>	Літ.	Лист	Листів
Перевірив		<i>О.М. Рябчик</i>						
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.		<i>В.П. Петренко</i>						
						<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		

## 1. Технологічна схема холодильної обробки продукції

Приміщення розподільчого холодильника на 5200 т. знаходиться в місті Кривий Ріг. Місткість камер зберігання відповідно: яловичина у напівтушах – 1500т., консерви – 1500 т., масло вершкове – 1000 т. та сичужні сири – 1200т. Холодозабезпечення здійснюється від власного холодильно-компресорного цеху, де встановлені аміачні холодильні установки. Вся продукція в холодильник доставляється рефрижераторами, розвантаження виконується за допомогою електрокарів. Висота поверху 6 м

### *Заморожування м`яса та м`ясних продуктів.*

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

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

					<i>00 БП 142.008.001 ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		<i>А.С. Мотрушенко</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у м. Кривий Ріг</i>	Літ.	Лист	Листів
Перевірив		<i>О.М. Рябчик</i>						
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.		<i>В.П. Петренко</i>						
						<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		

холодильні камери, не погіршується якість м'яса. Яловичі напівтуші заморожують за таких параметрів: температура  $-30\text{...}-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , швидкість руху повітря  $2\text{—}5\text{ м/с}$ , відносна вологість повітря  $95\text{—}100\text{ \%}$ ; тривалість процесу — в межах 23 год. Тривалість заморожування свинячих напівтуш і баранячих туш становить відповідно  $18\text{—}20$  і  $14\text{—}16$  годин.

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

### ***Зберігання м'яса та м'ясних продуктів***

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

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

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				



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

### *Зберігання сирів*

Молоко та молочні продукти зберігають при температурі близько  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  за відносної вологості повітря 80—90 % . Термін зберігання молочних продуктів залежності від їх технологічної обробки.

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

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

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 14.2.008.001 ПЗ					

У процесі зберігання товарознавці (технологи) холодильника постійно контролюють температурно-вологісний режим: температуру повітря в камері перевіряють не менше як двічі на добу, а відносну вологість — один раз на добу. Для контролю температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в камерах зберігання сирів застосовують дистанційні автоматичні прилади. Коливання температури допускається лише під час завантаження і вивантаження сирів: за завантаженості камери від 20 до 50 % включно — на 1 °С, понад 50 % — на 2 °С.

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

### ***Зберігання консерв***

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

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

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

Банки повинні бути чистими, без роздутих кришок, помятостей, фальцев, іржи і бомбажа, без деформації корпусу у виді кутків у бортиків банки, гума не повинна виступати з-під фальца, денця повинні бути увігнутими або плоскими, лаковані банки повинні бути покриті суцільним прошарком термостійкого лаку.

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

## *Вершкове масло*

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

Масло вершкове, розфасоване у вигляді брусків, перед закладанням на зберігання заморожують при температурі  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  упродовж 2 діб. Терміни зберігання такого масла при температурі  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$  не повинні перевищувати 5 діб (упакованого в пергамент) чи 15 діб.

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

*Табл.1.1. Характеристика пакетів та спосіб їх укладання*

Вид продукту і тари	Зовнішні розміри тари, мм	Маса одного пакету, кг	Кількість ящиків в пакеті	Висота пакету з урахуванням висоти піддону, мм
Яловичина	1240x1840x1250	2000		1250
Масло вершкове в картонних ящиках	254x254x419	900	36	1401
Сир сичужний в картонних ящиках	600x400x250	560	16	1144
Консерви в картонних ящиках	380x228x258	936	36	1176

## Параметри холодильних камер:

Таблиця 1.2.

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

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. Об'ємно-планувальне рішення холодильника

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

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

Всі охолоджувані приміщення холодильника компонуємо в одному контурі.

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

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

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

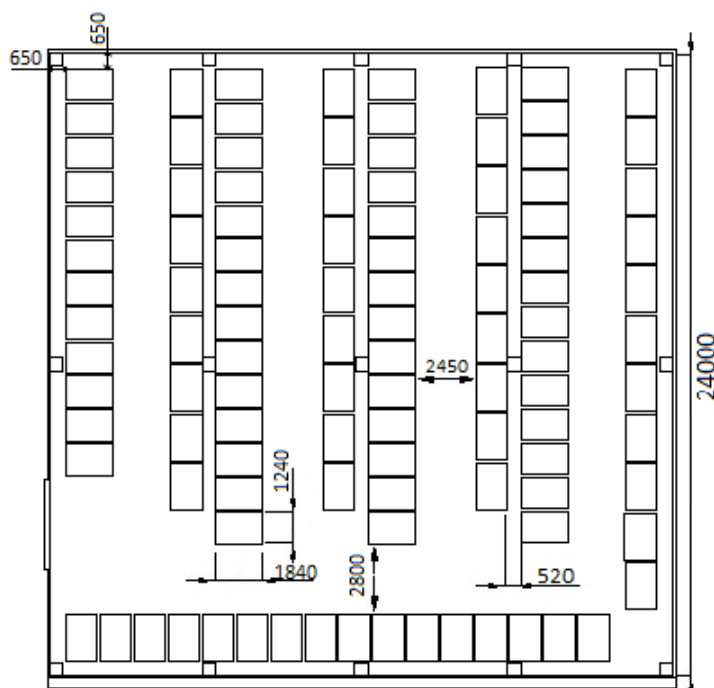
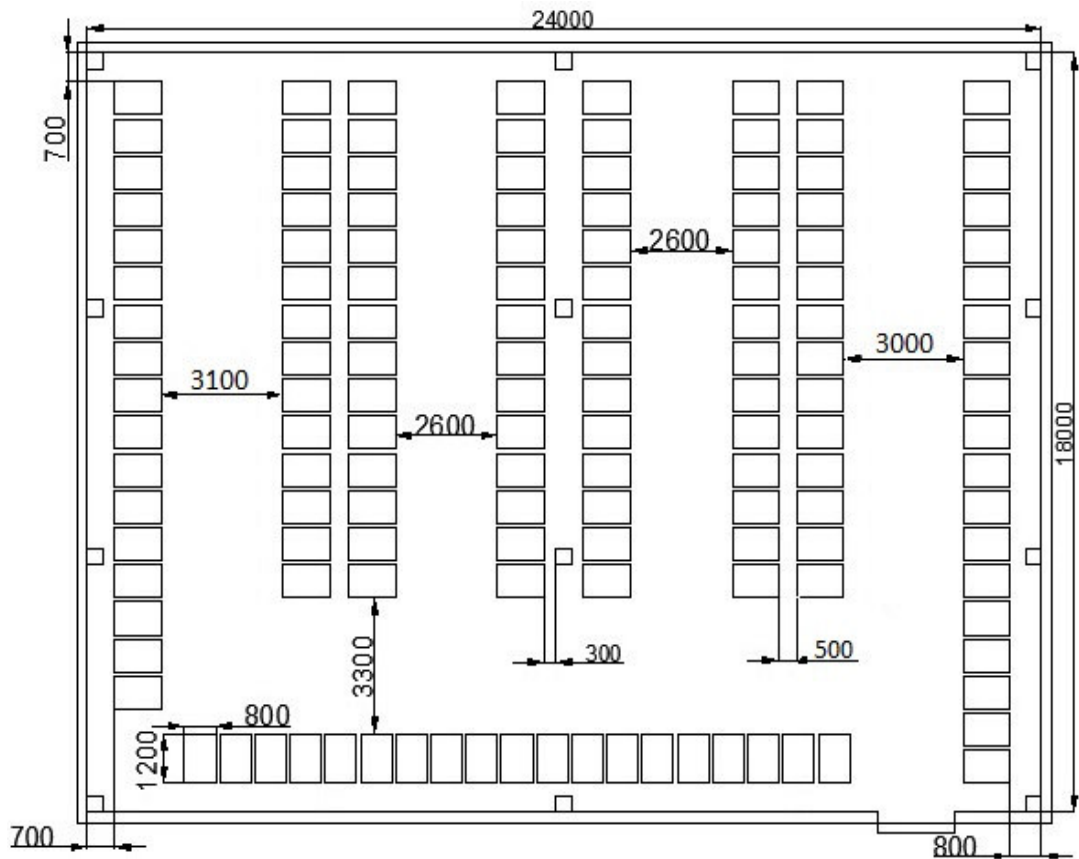


Рис.2.1. Розміщення піддонів у камерах зберігання 24х24 м.

					00 БП 142.008.001 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		А.С. Мотрушенко			Літ.	Лист	Листів
Перевірив		О.М. Рябчик					
Реценз.					НУХТ, ТЕХТ		
Н.контр.							
Затверд.		В.П. Петренко					
					Проект розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у м. Кривий Ріг		

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

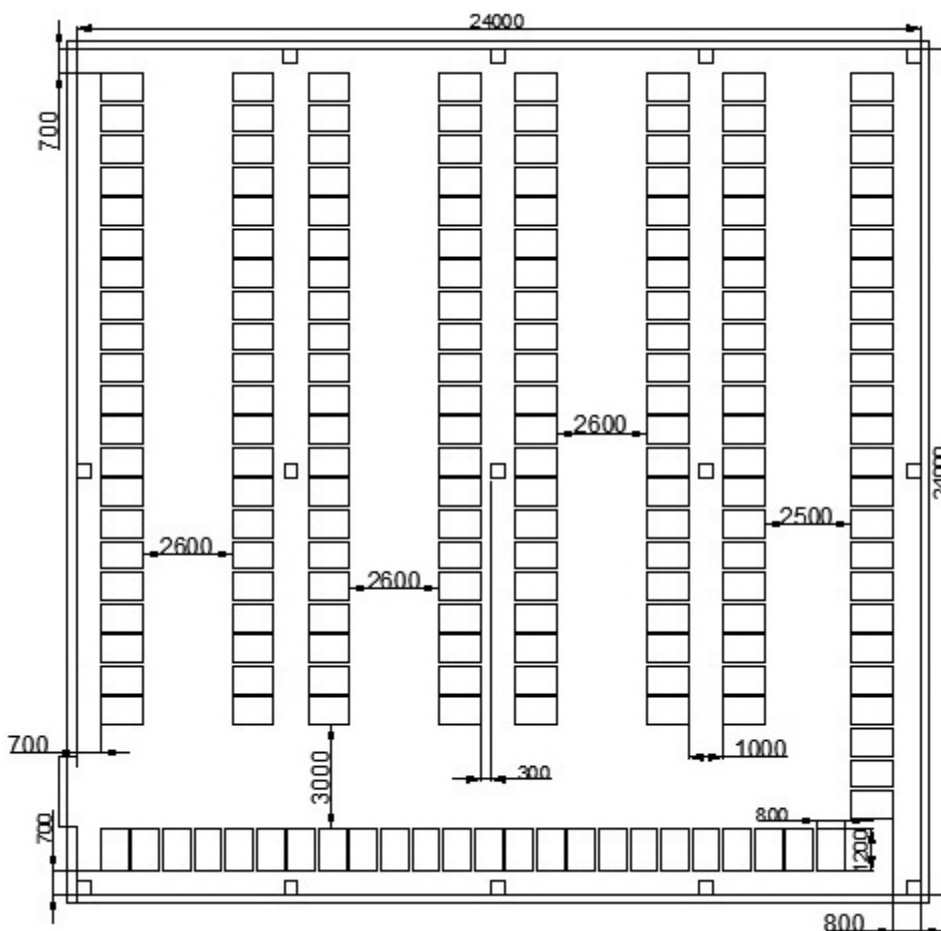
Нанесемо на план холодильника схематичне розміщення піддонів з ящиками у камерах зберігання сиру, консерви та масла. Камери 18х24м.



*Рис.2.2. Розміщення піддонів у камерах зберігання 18х24 м.*

На камеру припадає 139 місць.

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



На камеру припадає 195 місць.

Визначаємо необхідну кількість камер зберігання продукції.

Кількість палет-місць для яловичини:

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

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

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

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

					00 БП 14.2.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати зводимо до таблиці:

Назва камери	Маса, т	Маса 1 палети, кг	Кількість палет, шт	Розміри камери, м	Кількість камер, шт
Яловичина напівтушами	1500	2000	750	24x24	2
Масло вершкове	1000	900	1111	24x24	2
Сир сичужний	1200	560	1337	24x18	3
Консерви	1500	936	1602	24x24	2

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

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

Для холодильника кратність вантажообігу приймаємо – 6 разів за рік.

Звідси знаходимо площу експедиції за формулою:

$$F_{\text{екс}} = \frac{0,4 \times \sum M}{0,35};$$

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

$$F_{\text{екс}} = \frac{0,4 \times 84}{0,35} = 96 \text{ м}^2;$$

Знаходимо площу допоміжних приміщень за формулою:

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

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

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

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 14.2.008.001 ПЗ						Лист



### 3. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.

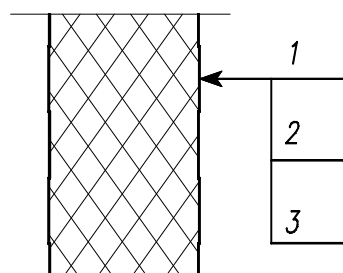
Теплоізоляція камер та службових приміщень виконана із сендвіч-панелей на основі утеплювача – пінополіуретан . Стеля виконана з сендвіч-панелей на основі утеплювача – пінополіуретан. Для розрахунку товщини ізоляції зовнішніх стін необхідні параметри зовнішнього повітря місця будівництва холодильника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

Таблиця 3.1 Розрахункові параметри зовнішнього повітря

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

#### 1. Стіни:

Ізоляція виконана із сендвіч-панелей.



1.- Оцинкована сталевая жесьть.

$$\delta_{жесті} = 0,00063 м;$$

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

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

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

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

3.- Оцинкована сталевая жесьть.

$$\delta_{шт.сітка} = 0,00063 м;$$

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

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

Сумарний термічний опір:

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

Потрібна товщина теплоізоляції:

					00 БП 142.008.001 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	А.С. Мотрушенко				Літ.	Лист	Листів
Перевірив	О.М. Рядчик						
Реценз.					НУХТ, ТЕХТ		
Н.контр.							
Затверд.	В.П. Петренко						
					Проект розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у м. Кривий Ріг		

$$\delta_{із.}^{mp.} = \lambda_{із.} \times \left[ \frac{1}{K_0^{mp.}} - \left( \frac{1}{\alpha_{зов.}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{вн.}} \right) \right]; [1, С.49]$$

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

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

### Камера зберігання яловичини в напівтушах

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

*Зовнішня стіна камери зберігання*

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

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

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

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

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

*Стіна між камерою та машинним відділенням*

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

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

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

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

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

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

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

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

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 14.2.008.001 ПЗ				

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

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

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

*Стіна між камерою та коридором*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

					00 БП 14.2.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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

### Камера охолодження

Температура в камері  $t_{кам.} = -35С$ .

*Зовнішня стіна камери зберігання*

$$K_0^{mp} = 0,19 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

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

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

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

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

*Стіна між камерою та камерою зберігання вершикового масла  $t_{кам.} = -12С$*

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

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

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

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

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

*Стіна між камерою та коридором*

$$K_0^{mp} = 0,19 \frac{Вт}{м^2 \times К}$$

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

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

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

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

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ					

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

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

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

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

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

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

### **Камера зберігання сирів в пластикових ящиках.**

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

Стіна між камерою та допоміжним приміщенням

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

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

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

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

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

Зовнішня стіна камери зберігання

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

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

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

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

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

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

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

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 14.2.008.001 ПЗ				

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

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

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

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

*Стіна між камерою та коридором*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ					

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

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

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

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

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

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

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

### **Камера зберігання консерв в картонних ящиках.**

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

Зовнішня стіна камери зберігання

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 14.2.008.001 ПЗ				

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

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

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

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

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

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

Стіна між камерою та коридором

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Експедиція.**

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

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

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

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БП 14.2.008.001 ПЗ



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

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

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

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

*Зовнішня стіна камери зберігання*

$$K_0^{мп} = 0,23 \frac{Вт}{м^2 \times К}$$

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

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

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

$$K_0^Д = \frac{1}{\left( \frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,11}{0,025}} = 0,22 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

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

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

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

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

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

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

*Стіна між камерою та коридором*

$$K_0^{мп} = 0,23 \frac{Вт}{м^2 \times К}$$

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

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

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

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### Камера зберігання дефектних вантажів .

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

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

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

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

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

Зовнішня стіна камери зберігання

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

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

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

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

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

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

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

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 14.2.008.001 ПЗ				

Стіна між камерою та коридором

$$K_0^{mp} = 0,22 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$
$$\alpha_{зов.} = 23 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$
$$\delta_{із.}^{mp.} = 0,025 \times \left[ \frac{1}{0,22} - \left( \frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,11 м;$$

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

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

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

$$K_0^{mp} = 0,41 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$
$$\alpha_{зов.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$
$$\delta_{із.}^{mp.} = 0,025 \times \left[ \frac{1}{0,41} - \left( \frac{1}{9} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,055 м;$$

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

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

### **Камера зберігання масла вершкового**

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

Зовнішня стіна камери зберігання

$$K_0^{mp} = 0,23 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$
$$\alpha_{зов.} = 23 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$
$$\delta_{із.}^{mp.} = 0,025 \times \left[ \frac{1}{0,23} - \left( \frac{1}{23} + 0,00002 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,105 м;$$

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

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

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

$$K_0^{mp} = 0,58 \frac{Вт}{м^2 \times К}$$
$$\alpha_{зов.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \quad \alpha_{вн.мор.} = 9 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

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

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

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

*Стіна між камерою та коридором*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

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

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

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

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

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

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

## 2. Стеля.

Конструкція і розрахунок аналогічні стінам.

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

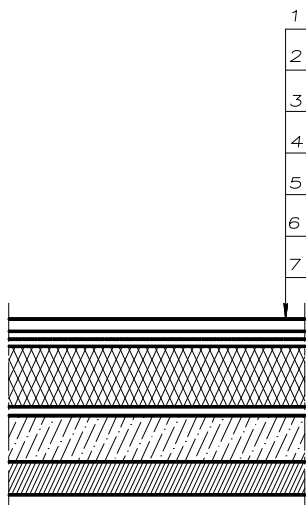
$$\alpha_{зов.} = 23 \frac{Вт}{м^2 \times К}; \alpha_{вн.мор.} = 11 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

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

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

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

## 3. Підлога.



1.- монолітне бетонне покриття із важкого бетону:

$$\delta_1 = 0,04 м;$$

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

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

2.- армобетонна стяжка;

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

$$\delta_2 = 0,08\text{ м};$$

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

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

3.- пароізоляція (1 шар пергаміна):

$$\delta_3 = 0,001\text{ м};$$

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

4.- теплоізоляція ПСБ-С:

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

5.- цементно-пісчаний розчин:

$$\delta_5 = 0,025\text{ м};$$

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

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

6.- ущільнений пісок:

$$\delta_6 = 1,35\text{ м};$$

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

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

Сумарний термічний опір:

$$\sum R = 2,43 \frac{\text{м}^2 \times \text{К}}{\text{Вт}};$$

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

$$\alpha_{\text{вн.}} = 7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}};$$

Потрібна товщина теплоізоляції:

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta_{із.}^{mp.} = \lambda_{із.} \times \left[ \frac{1}{K_0^{mp.}} - \left( \frac{1}{\alpha_{306.}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) \right];$$

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

Приймаємо товщину теплоізоляційного шару 120мм.

$$K_0^д = \frac{1}{\left( \frac{1}{7} + 2,43 \right) + \frac{0,12}{0,05}} = 0,2 \frac{Вт}{м^2 \times К};$$

					00 БП 14.2.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Лист

00 БП 14.2.008.001 ПЗ

Зм. Лист № докум. Підпис Дата



#### 4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.

Загальна кількість теплоти, що надходить в охолоджуване приміщення холодильника:

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

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

##### 4.1. Теплонадходження через загороджуючі конструкції.

$$Q_1 = Q_{1m} + Q_{1c}, \text{Вт};$$

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

$$Q_{1m} = K_0 \times F \times \theta \times 10^{-3} = K_0 \times F \times (t_{\text{зов.}} - t_{\text{вн.}}) \times 10^{-3}, \text{Вт}; [1, \text{С.56}] \quad (4.1)$$

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

Стіна зовнішня східна.

$$t_{\text{к.зб.}} = -2^\circ\text{C}; \quad K_0 = 0,256 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{К}};$$

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

$$F = 18 \times 6 = 108 \text{ м}^2;$$

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

Теплонадходження від сонячної радіації:

$$Q_{1c} = K_0 \times F \times \Delta t_c \times 10^{-3} \text{ кВт}; [1, \text{С.57}] \quad (4.2)$$

Сендвіч панель світла:

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

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

					<i>00 БП 142.008.001 ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		<i>А.С. Мотрушенко</i>			Проект розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у м. Кривий Ріг	Літ.	Лист	Листів
Перевірив		<i>О.М. Рядчик</i>						
Реценз.						НУХТ, ТЕХТ		
Н.контр.								
Затверд.		<i>В.П. Петренко</i>						

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

Теплонадходження від підлоги:

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

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

Теплонадходження від покрівлі:

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

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

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

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

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

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

Теплонадходження від стіни спільної з камерою зберігання

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

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

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

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

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

Таблиця 4.1

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

					<b>00 БП 14.2.008.001 ПЗ</b>				Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

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

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

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

					<b>00 БП 14.2.008.001 ПЗ</b>				Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

Загорожа	$K_d^0, \frac{Вт}{м^2 \times К}$	$F, м^2$	$t_{зоб}, ^\circ C$	$\theta, ^\circ C$	$Q_{lm}, кВт$	$\Delta t, ^\circ C$	$Q_{lc}, кВт$	$Q_{1об}, кВт$
Камера №1б(зберігання яловичини(твн=-18))								
покрівля	0,2	576	34	31,2	5,9	14,9	1,7	7,6
підлога	0,2	576	1	11,4	2,1	0	-	2,1
стіна спільна з к.зб, t=-18С	0,54	144	-18	0	0	0	-	0
стіна зовнішня Пд.	0,203	144	34	9,6	1,5	3,2	0,09	1,59
Вн. стіна в коридор	0,23	72	5	4,2	0,38	0	-	0,38
двері в коридор	0,4	6	-	4,2	0,08	0	-	0,08
стіна зовнішня Зх.	0,203	144	34	9,6	1,5	4,7	0,1	1,6
Q=12,35кВт								

Камера №2а(зберігання масла(твн=-12))								
покрівля	0,2	576	34	27,6	5,2	14,9	1,7	6,9
підлога	0,2	576	1	7,8	2,1	0	-	1,4
стіна спільна з к.зб. t=-12С	0,54	144	-12	0	0	0	-	0
Стіна спільна з к. t=-2С	0,38	108	-2	6	0,4	0	-	0,4
Вн. стіна в коридор	0,26	288	5	10,8	1,01	0	-	1,2
двері в коридор	0,4	6	-	10,8	0,04	0	-	0,04
Q=9,94кВт								

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

Загорожа	$K_{д}^0, \frac{Bm}{m^2 \times K}$	$F, m^2$	$t_{зоб}, ^\circ C$	$\theta, ^\circ C$	$Q_{1m}, kBm$	$\Delta t_c, ^\circ C$	$Q_{1c}, kBm$	$Q_{1об}, kBm$
<b>Камера №3а (камера зберігання консервів (t=0C))</b>								
Стіна зовн.:								
східна	0,256	144	34	25,2	1,3	3,9	0,07	1,37
Вн. стіна в коридор	0,45	144	5	3	0,3	0	-	0,3
двері в коридор	0,4	6	-	3	0,01	0	-	0,01
покрівля	0,2	576	34	20,4	3,9	14,9	1,7	5,6
підлога	0,2	576	1	0,6	0,11	0	-	0,11
стіна спільна з к. t=-2C	0,54	108	-2	-1,2	0	0	-	0
стіна спільна з к. зб t=0C	0,54	144	0	0	0	0	-	0
<b>Q=7,38кВт</b>								

<b>Камера № 3б (камера зберігання консервів (tвн=0))</b>								
Стіна зовн.:								
східна	0,256	144	34	25,2	1,3	3,9	0,07	1,37
південна	0,256	144	34	25,2	1,25	3,2	0,11	1,36
Вн. стіна в коридор	0,45	144	5	3	0,3	0	-	0,3
двері в коридор	0,4	6	-	3	0,01	0	-	0,01
покрівля	0,2	576	34	20,4	3,9	14,9	1,7	5,6
підлога	0,2	576	1	0,6	0,11	0	-	0,11
стіна спільна з камерою t=0C	0,54	144	0	0	0	0	-	0
стіна спільна з., t=-18C	0,54	72	-18	-10,8	0	0	0	0
<b>Q=8,75кВт</b>								

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

					<b>00 БП 14.2.008.001 ПЗ</b>			Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				

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

<b>Камера № 6б ( Камера заморозки(твн=-35С))</b>								
Стіна спільна з автоплатформо т=+5С	0,23	36	5	24	0,3	0	-	0,3
північна	0,203	36	34	48	0,5	0	0	0,5
Вн. стіна в коридор	0,23	144	5	24	1,2	0	-	1,2
двері в коридор	0,4	6	-	24	0,09	0	-	0,09
покрівля	0,2	144	34	48	0,9	14,9	0,21	1,11
підлога	0,2	144	1	21	0,5	0	-	0,5
стіна спільна з камерою т=-2С	0,238	144	-2	19,8	1,1	0	-	1,1
стіна спільна з., т=0С	0,238	36	0	21	0,24	0	-	0,24
						<b>Q=5,04кВт</b>		

<b>Камера № 7а ( Камера дефектних вантажів(твн=-18С))</b>								
Стіна зовн.:								
південна	0,203	36	34	31,2	0,38	3,2	0,02	0,4
Вн. стіна в коридор	0,23	36	5	4,2	0,16	0	-	0,16
двері в коридор	0,4	6	-	4,2	0,05	0	-	0,05
покрівля	0,2	36	34	31,2	0,37	14,9	0,1	0,47
підлога	0,2	36	1	11,4	0,13	0	-	0,13
стіна спільна з камерою т=-12С	0,38	36	-12	3,6	0,07	0	-	0,07
стіна спільна з., т=-18С	0,54	36	-18	0	0	0	-	0
						<b>Q=1,28кВт</b>		

					<b>00 БП 14.2.008.001 ПЗ</b>			Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				

Камера № 7б ( Камера дефектних вантажів(твн=-18С))								
Стіна зовн.:								
південна	0,203	36	34	31,2	0,38	3,2	0,02	0,4
Вн. стіна в коридор	0,23	36	5	4,2	0,16	0	-	0,16
двері в коридор	0,4	6	-	4,2	0,05	0	-	0,05
покрівля	0,2	36	34	31,2	0,37	14,9	0,1	0,47
підлога	0,2	36	1	11,4	0,13	0	-	0,13
стіна спільна з камерою t=-12С	0,38	36	-12	3,6	0,07	0	-	0,07
стіна спільна з., t=0С	0,54	36	0	10,8	0,34	0	0	0,34
						Q=1,62кВт		

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

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

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

#### 4.2. Теплонадходження від вантажів при холодильній обробці.

Камера №1а(камера зберігання яловичини).

$$t_{к.зб.} = -18^{\circ}\text{C};$$

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

Теплонадходження при охолодженні і доморожуванні продуктів в камерах зберігання:

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

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

					00 БП 142.008.001 ПЗ			Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				

$\Delta i$  - різниця питомих ентальпій продуктів,  $\text{кДж/кг}$ ;

$$M_{np} = 45 \text{ т / добу};$$

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

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

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

$$\Delta i = 8,4 \text{ кДж/кг};$$

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

Теплонадходження від тари  $Q_{2m}$ ,  $\text{кВт}$  :

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

де  $M_m$  - добове надходження тари т/добу;

$c_m$  - питома теплоємність тари,  $\text{кДж/кг} \cdot \text{K}$ ;

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

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

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

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

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

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

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

Камера №2а(камера зберігання масла вершкового).

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

$$M_{np} = 30 \text{ т / добу};$$

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

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

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

					00 БП 14.2.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



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

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

Теплонадходження від тари  $Q_{2m}$ , кВт :

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

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

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

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

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

Камера №3а(камера зберігання консерв).

$$t_{к.зб.} = 0^\circ \text{C};$$

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

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

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

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

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

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

Теплонадходження від тари  $Q_{2m}$ , кВт :

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

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

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

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

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

Камера №4а(камера зберігання сирів).

$$t_{к.зб.} = -2^\circ \text{C};$$

					00 БП 14.2.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

$$\Delta i = 32,7\text{ КДж / кг};$$

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

Теплонадходження від тари  $Q_{2m}$ , кВт :

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

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

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

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

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

Камера №7а (камера дефектних вантажів).

$$t_{к.зб.} = -18^{\circ}\text{C};$$

Сири.

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

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

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

Теплонадходження при охолодженні і доморожуванні продуктів в камерах зберігання:

$$M_{np} = 0,6\text{ т / добу};$$

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

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

$$\Delta i = 8,3\text{ КДж / кг};$$

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

Теплонадходження від тари  $Q_{2m}$ , кВт :

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

### Яловичина.

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

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

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

Теплонадходження при охолодженні і доморожуванні продуктів в камерах зберігання:

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

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

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

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

Теплонадходження від тари  $Q_{2m}$ , кВт :

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

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

$$Q_2 = 0,18 \text{кВт};$$

### 3. Консерви.

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

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

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

Теплонадходження при охолодженні і доморожуванні продуктів в камерах зберігання:

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

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

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

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Теплонадходження від тари  $Q_{2m}$ , кВт :

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

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

$$Q_2 = 0,75 \text{ кВт};$$

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

Камера №ба,бб (камера замороження).

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

Яловичина:

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

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

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

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

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

$$\Delta i = 44 \text{ кДж / кг};$$

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

Теплонадходження від тари  $Q_{2m}$ , кВт :

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

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

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

Масло:

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

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

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

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

					<i>00 БП 14.2.008.001 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\Delta i = 56 \text{ КДж/кг};$$

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

Теплонадходження від тари  $Q_{2m}, \text{ кВт}$  :

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

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

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

### 4.3 Теплонадходження при вентиляції приміщення.

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

### 4.4 Експлуатаційні теплонадходження.

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

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

Теплонадходження від освітлення:

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

де  $A$  – теплота, яка виділяється джерелами освітлення за одиницю часу на  $1 \text{ м}^2$  площі пола,  $\text{Вт/м}^2$  ;

$F$  – площа камера,  $\text{м}^2$ .

Теплонадходження від перебування людей:

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

де  $0,35$  – тепловиділення однієї людини,  $\text{кВт}$ ;

$n$  – число людей, які працюють в даному приміщенні.

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

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

Теплонадходження при відкриванні дверей:

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

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

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

$F$  – площа камери,  $м^2$  .

Камера №1а (зберігання яловичини).

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

$F=576 м^2$  ;

$A=2,3 Вт/м^2$  ;

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

Теплонадходження від перебування людей:

$n=3$  чоловіки;

$$q_2 = 0,35 \times 3 = 1,05кВт;$$

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

$$q_3 = N_{ел.дв.} \times \eta, кВт$$

$$q_3 = 2 \times 0,8 = 1,6кВт$$

Теплонадходження при відкритті дверей:

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

$K=12 Вт/м^2$  [1, С.61, табл.9.2]

$F=576 м^2$  ;

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

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

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

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

Камера №2а (зберігання масла).

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

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

$F=576 м^2$  ;

$A=2,3 Вт/м^2$  ;

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

Теплонадходження від перебування людей:

$n=3$ чоловіки;

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

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

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$K=12 \text{ Вт/м}^2;$$

$$F=576 \text{ м}^2;$$

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

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

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

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 1,33 + 1,05 + 2 + 6,9 = 10,88 \text{ кВт};$$

Камера №3а (зберігання консерв).

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

$$F=576 \text{ м}^2;$$

$$A=2,3 \text{ Вт/м}^2;$$

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

Теплонадходження від перебування людей:

$$n=3 \text{ чоловіки};$$

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

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

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

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$K=12 \text{ Вт/м}^2;$$

$$F=576 \text{ м}^2;$$

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

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

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

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

Камера №4а (зберігання сирів).

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F=432 \text{ м}^2;$$

$$A=2,3 \text{ Вт/м}^2;$$

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

Теплонадходження від перебування людей:

$$n=3 \text{ чоловіки};$$

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

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

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

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$K=12 \text{ Вт/м}^2;$$

$$F=432 \text{ м}^2;$$

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

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

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

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

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

Камера №5 (експедиція).

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

$$F=144 \text{ м}^2;$$

$$A=4,7 \text{ Вт/м}^2;$$

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

Теплонадходження від перебування людей:

$$n=2 \text{ чоловіки};$$

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

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

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

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$K=38 \text{ Вт/м}^2;$$

$$F=144 \text{ м}^2;$$

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

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 14.2.008.001 ПЗ					



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

Камера №ба (домороження).

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

$$F = 144 \text{ м}^2;$$

$$A = 4,7 \text{ Вт/м}^2;$$

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

Теплонадходження від перебування людей:

$$n = 2 \text{ чоловіки};$$

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

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

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

Теплонадходження при відкриванні дверей:

$$K = 15 \text{ Вт/м}^2;$$

$$F = 144 \text{ м}^2;$$

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

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

Камера №бб (домороження) ідентична камері ба.

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

Камера №7а (деф.вантажів).

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

$$F = 36 \text{ м}^2;$$

$$A = 2,3 \text{ Вт/м}^2;$$

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

Теплонадходження від перебування людей:

$$n = 2 \text{ чоловіки};$$

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

Теплонадходження від працюючих електродвигунів:

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

Теплонадходження при відкриванні дверей:

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K=12 \text{ Вт/м}^2;$$

$$F=36 \text{ м}^2;$$

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

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

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

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

Автомобільна платформа.

Теплонадходження від освітлення для камер зберігання:

$$F=504 \text{ м}^2;$$

$$A=4,7 \text{ Вт/м}^2;$$

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

Теплонадходження від перебування людей:

n=3 чоловіки;

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

Теплонадходження при відкриванні дверей:

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

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

$$F=576 \text{ м}^2;$$

$$q_4 = 20 \times 576 \times 10^{-3} = 9,08 \text{ кВт};$$

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

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

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

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Табл.4.2

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

## 5. Визначення навантаження на обладнання камер та компресор.

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

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

### 5.1. Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння

$$t_0 = -10^{\circ}C :$$

$$\begin{aligned} \Sigma Q_{-10} &= \Sigma Q_{1об} + 0,6 \times \Sigma Q_{2об} + 0,7 \times \Sigma Q_{4об} = \\ &= (6,02 + 5,37 + 6,1 + 7,38 + 8,75 + 8,9 + 3,01 + 3,01) + 0,6 \times (16,5 + 16,5 + 13,1 + 13,1 + 13,1) + 0,7 \times \\ &\times (10,8 + 10,8 + 8,7 + 8,7 + 8,7 + 12,3) = 133 \text{ кВт}; \end{aligned}$$

Холодопродуктивність компресора:

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

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

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

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

### 5.2 Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння

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

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

Холодопродуктивність компресора:

					<i>00 БП 142.008.001 ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		<i>А.С. Мотрушенко</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у м. Кривий Ріг</i>	Літ.	Лист	Листів
Перевірив		<i>О.М. Рядчик</i>						
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.		<i>В.П. Петренко</i>				<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		

$$Q_0 = \frac{k \times \sum Q_{-28}}{b};$$

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

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

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

### 5. 3. Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння

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

$$\begin{aligned} \sum Q_{-40} &= \sum Q_{10\text{об}} + \sum Q_{20\text{об}} + 0,7 \times \sum Q_{40\text{об}} = \\ &= (4,46 + 5,04) + 0,6 \times (13,2 + 16,3) + 0,7 \times (9,9 + 9,9) = 42 \text{ кВт}; \end{aligned}$$

Холодопродуктивність компресора:

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

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

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

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

					<i>00 БП 142.008.001 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Для м. Кривий-Ріг температура мокрого термометра при  $t_c = 34^\circ\text{C}$ ;  $\varphi = 42\%$ ,  
 $t_{m.m.} = 23,5^\circ\text{C}$ .

З формули (6.2) визначаємо, що

					<b>00 БП 142.008.001 ПЗ</b>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		<i>А.С. Мотрушенко</i>			Проект розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у м. Кривий Ріг	Літ.	Лист	Листів
Перевірив		<i>О.М. Рядчик</i>						
Реценз.						<b>НУХТ, ТЕХТ</b>		
Н.контр.								
Затверд.		<i>В.П. Петренко</i>						

$$t_{w2} = \frac{\Delta t_w}{\eta} + t_{m.m.} = \frac{4}{0,5} + 23,5 = 31,5^{\circ}\text{C};$$

За формулою (6.2) визначаємо:

$$t_k = t_{w2} + (2 \div 4) = 31,5 + 2,5 = 34^{\circ}\text{C}.$$

Величина перегрівння пари холодильного агента:

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

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

Схема холодильної установки зображена на рис. 6.1.

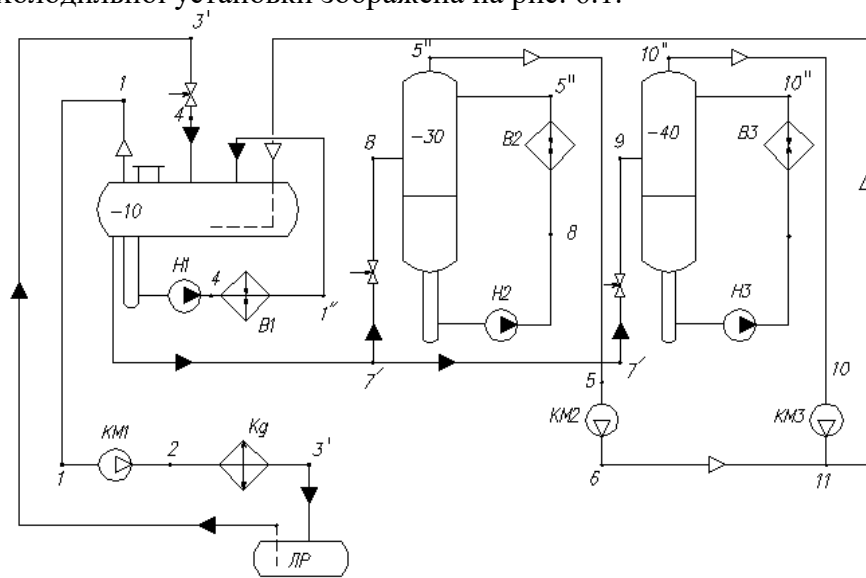


рис.6.1.

Табл. 6.1.

Точки	t, °C	p, мПа	v, м3\кг	i, кДж\кг
1''	-10	0.29	0.417	1449
1	0	0.29	0.437	1474
2	110	1.3	0.13	1701
2''	34	1.3	0.098	1488
3'	34	1.30	0.001	358
4	-10	0.29	-	358
5''	-25	0.15	0.76	1428
5	-15	0.15	0.79	1452
6	27	0.29	0.48	1539
7'	-10	0.29	-	155
8	-25	0.15	0.03	155
9	-40	0.07	0.15	155
10''	-40	0.07	1.55	1408
10	-30	0.07	1.61	1428
11	62	0.29	0.55	1621

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

$$M_{(-40)} = Q_{0m(-40)} / (i_{10'} - i_9) = \frac{50}{(1408 - 155)} = 0,05 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

$$M_{(-25)} = Q_{0m(-25)} / (i_{5'} - i_8) = \frac{123}{(1426 - 156)} = 0,1 \frac{\text{кг}}{\text{с}}; \quad [1, \text{С.80}] \quad (6.4)$$

$$M_{(-10)} = Q_{0m(-10)} / (i_{1'} - i_4) = \frac{140}{(1449 - 358)} = 0,12 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

Сумарна масова витрата х.а. в КМ1:

$$M_{\text{км1}} = M_{(-10)} + M_{(-25)} \times \frac{(i_6 - i_{7'})}{(i_{1'} - i_4)} + M_{(-40)} \times \frac{(i_{11} - i_{7'})}{(i_{1'} - i_4)} =$$

$$= 0,12 + 0,1 \times \frac{(1539 - 155)}{(1449 - 358)} + 0,05 \times \frac{(1621 - 155)}{(1449 - 358)} = 0,31 \frac{\text{кг}}{\text{с}}; \quad [1, \text{С.81}] \quad (6.5)$$

Для визначення потрібної об'ємної продуктивності компресора знайдемо коефіцієнти подачі  $\lambda$ .  $\lambda = \lambda_i \times \lambda_w$ .

Індикаторний об'ємний коефіцієнт подачі.

Для КМ1.

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

$c=0,05$  – відносний мертвий простір;

$n=1$  – показник політропи;

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

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

$P_{np} = 290 \text{кПа}$ ;

$P_k = 1300 \text{кПа}$ ;

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

$$\lambda_w = \frac{T_{np}}{T_k} = \frac{(273 + (-10))}{273 + 34} = 0,857;$$

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

Для КМ3.

Для нижньої ступені стиску підбираємо гвинтовий компресор тому:

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

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

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

Для КМ2.

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

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 14.2.008.001 ПЗ				



$c=0,05$  – відносний мертвий простір;

$n=1$  – показник політропи;

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

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

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

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

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

### Розрахунок компресора КМ1.

1) Дійсний об'єм всмоктування:

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

2)  $\lambda = 0,67$ ;

3) Об'єм, що описується поршнем:

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

4) Адіабатна потужність:

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

5) Індикаторний ККД:

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

$b=0,0025$ ;

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

6) Індикаторна потужність:

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

7) Потужність тертя:

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

8) Ефективна потужність:

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

9) Потужність двигуна:

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

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

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БП 142.008.001 ПЗ

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

$$\Sigma V_m = 2 \times 435 = 870 \frac{M^3}{200} = 0,24 \frac{M^3}{c};$$

10) Дійсна масова витрата:

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

11) Сумарна теоретична потужність:

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

12) Індикаторна потужність компресора:

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

13) Потужність тертя:

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

14) Ефективна потужність:

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

15) Електрична потужність:

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

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

#### Розрахунок компресора КМ2.

1) Дійсний об'єм всмоктування:---

$$V_d = M_{(-25)} \times v_5 = 0,1 \times 0,79 = 0,079 \frac{M^3}{c};$$

2)  $\lambda = 0,82$  ;

3) Об'єм, що описується поршнем:

$$V_h = \frac{V_d}{\lambda} = \frac{0,079}{0,82} = 0,096 \frac{M^3}{c};$$

4) Адіабатна потужність:

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

5) Індикаторний ККД:

$$\eta_i = \lambda_{w2} + b \times t_{np};$$

$$b = 0,0025;$$

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

6) Індикаторна потужність:

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

7) Потужність тертя:

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

8) Ефективна потужність:

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

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

9) Потужність двигуна:

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

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

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

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

10) Дійсна масова витрата:

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

11) Сумарна теоретична потужність:

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

12) Індикаторна потужність компресора:

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

13) Потужність тертя:

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

14) Ефективна потужність:

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

15) Електрична потужність:

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

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

### Розрахунок компресора КМЗ.

1) Розраховуємо масову продуктивність за формулою:

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

2) Знаходимо питому теоретичну роботу компресора:

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

2)  $\lambda = 0,84$ ;

3) Необхідна теоретична об'ємна продуктивність компресора:

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

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

4) Адіабатна потужність:

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

5) Індикаторний ККД:

$$\eta_i = 0,78;$$

6) Індикаторна потужність:

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

7) Ефективна потужність:

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

8) Потужність двигуна:

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

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

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

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

9) Дійсна масова витрата:

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

10) Сумарна теоретична потужність:

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

11) Індикаторна потужність компресора:

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

12) Ефективна потужність:

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

13) Електрична потужність:

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

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

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 14.2.008.001 ПЗ				

Табл. 6.2 Техніко технічні характеристики компресорів.

Назва	Об'ємна подача <i>м<sup>3</sup> \ год</i>	Розміри			Вага <b>кг</b>
		Д	Ш	В	
GEA Grasso 6210	435	1475	890	815	998
GEA Grasso 3110	217	1125	540	765	590
GEA Grasso SH C	231	888	585	560	313

## 7. Розрахунок та вибір тепломасообмінних апаратів.

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

$$F = Q / (k \times \Delta t_{cp}), \text{ м}^2 \quad [1, \text{С.85}] \quad (7.1.)$$

### 7.1. Розрахунок конденсатора.

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

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

Дійсне теплове навантаження на конденсатор:

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

Дійсну холодопродуктивність компресорів кожної ступені знаходимо із співвідношення:

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

Отже:

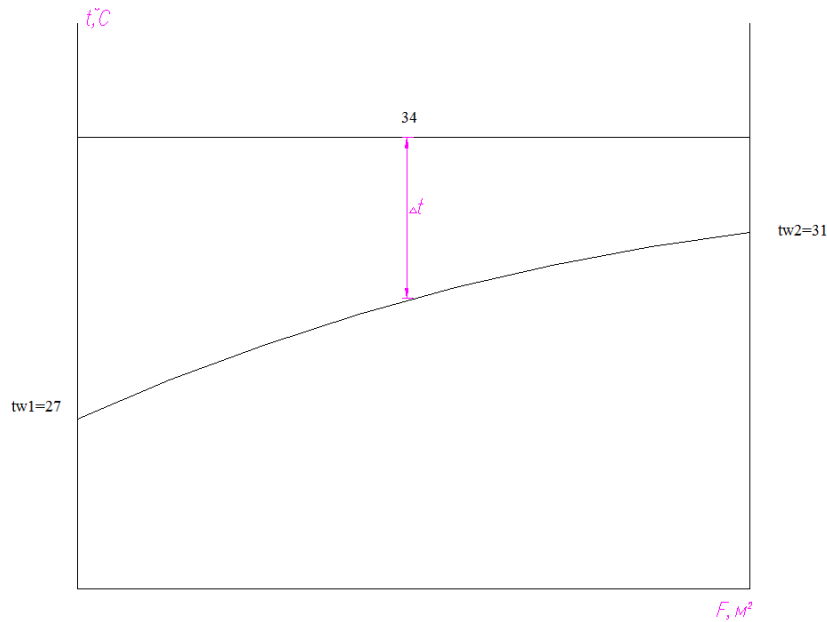
$$Q_{\text{кд}} = 50 \times \frac{0,128}{0,1} + 123 \times \frac{0,12}{0,096} + 140 \times \frac{0,24}{0,19} = 400,3 \text{ кВт};$$

$k$  – коефіцієнт теплопередачі конденсатора,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$ . Для горизонтальних кожухотрубних конденсаторів, що встановлюються при оборотній системі водопостачання для аміака:  $k=(700\dots800) \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$ .

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

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

					00 БП 142.008.001 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		А.С. Мотрушенко			Проект розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у м. Кривий Ріг	Літ.	Лист	Листів
Перевірив		О.М. Рядчик						
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.		В.П. Петренко				НУХТ, ТЕХТ		



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

За формулою 7.1.:

$$F = Q / (k \times \Delta t_{\text{cp}}) = 400,3 \times 10^3 / (800 \times 4,7) = 106,5 \text{ м}^2;$$

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

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

## 7.2. Розрахунок градирні.

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

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

де  $Q_{\text{гр}}$  - теплове навантаження на градирню, кВт;

														Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата										

00 БП 142.008.001 ПЗ

$q_F$  - питоме теплове навантаження на  $1 \text{ м}^2$  поперечного перерізу насадки в градирні.

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

Теплову навантаження на градирню приймаю  $404 \text{ кВт} / \text{м}^2$

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

Площа поперечного перерізу басейна за формулою:

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

Приймаємо градирню Dalgakiran серія Radial ERRK 73

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

### 7.3. Розрахунок повітроохолодників.

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

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

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

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

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

де  $\rho_{ns}$  - густина повітря, яке виходить з повітроохолодника ( визначається за

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

$$t_{вих} = -20^\circ\text{C},$$

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

								Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ			



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

$$V_{по} > V_{не}$$

7.3.2. Камера зберігання яловичини в напівтушах №16 ( $t_г = -18^\circ\text{C}$ ).

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

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

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

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

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

$$V_{по} > V_{не}$$

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

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

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

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

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

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

$$V_{по} > V_{не}$$

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

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

					<i>00 БП 142.008.001 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

$$V_{\text{по}} > V_{\text{не}}$$

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

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

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

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

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

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

$$V_{\text{по}} > V_{\text{не}}$$

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

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

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 071D/110 з площею теплопередаючої поверхні  $F=127 \times 2=254 \text{ м}^2$ , подача повітря  $3,4 \times 2=6,8 \text{ м}^3 / \text{с}.$

Температура повітря на вході  $t_{\text{вх}} = +2^\circ\text{C}$ ,  $i_1 = 12 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ ,  $t_{\text{вих}} = -3^\circ\text{C}$ ,  $i_2 = 5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ .

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

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ					

$$V_{нс} = \frac{36,1}{1,29 \times (12 - 5)} = 4,1 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{пв}$$

7.3.7. Камери зберігання сиру №4а ( $t_e = -2^\circ\text{C}$ ).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{27,9 \times 10^3}{17 \times 10} = 165 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 066C\18 з площею теплопередаваючої поверхні  $F=86 \times 2=172 \text{ м}^2$ , подача повітря  $2,56 \times 2=5,12 \text{ м}^3 / \text{с}$ .

Температура повітря на вході  $t_{вх} = 0^\circ\text{C}$ ,  $i_1 = 9,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ ,  $t_{вих} = -3^\circ\text{C}$ ,  $i_2 = 5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ .

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

$$V_{нс} = \frac{27,9}{1,3 \times (9,5 - 5)} = 4,8 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{пв}$$

7.3.8. Камери зберігання сиру №4б ( $t_e = -2^\circ\text{C}$ ).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{27,3 \times 10^3}{17 \times 10} = 161 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 066C\18 з площею теплопередаваючої поверхні  $F=86 \times 2=172 \text{ м}^2$ , подача повітря  $2,56 \times 2=5,12 \text{ м}^3 / \text{с}$ .

Температура повітря на вході  $t_{вх} = 0^\circ\text{C}$ ,  $i_1 = 9,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ ,  $t_{вих} = -3^\circ\text{C}$ ,  $i_2 = 5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ .

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

$$V_{нс} = \frac{27,3}{1,3 \times (9,5 - 5)} = 4,7 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{пв}$$

7.3.9. Камери зберігання сиру №4в ( $t_e = -2^\circ\text{C}$ ).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{27,94 \times 10^3}{17 \times 10} = 164 \text{ м}^2;$$

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 066C\18 з площею теплопередаючої поверхні  $F=86 \times 2=172 \text{ м}^2$ , подача повітря  $2,56 \times 2=5,12 \text{ м}^3 / \text{с}$ .

Температура повітря на вході  $t_{\text{вх}} = 0^\circ\text{C}$ ,  $i_1 = 9,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ ,  $t_{\text{вих}} = -3^\circ\text{C}$ ,  $i_2 = 5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ .

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

$$V_{\text{пв}} = \frac{27,94}{1,3 \times (9,5 - 5)} = 4,81 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{\text{по}} > V_{\text{пв}}$$

7.3.10. Камера замороження №6а ( $t_{\text{в}} = -35^\circ\text{C}$ ).

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{ср}}} = \frac{27,6 \times 10^3}{12,5 \times 8} = 221 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо один підвісний повітроохолодник фірми Guntner 066D\28 з площею теплопередаючої поверхні  $F=233 \text{ м}^2$ , подача повітря  $5 \text{ м}^3 / \text{с}$ .

Температура повітря на вході  $t_{\text{вх}} = -33^\circ\text{C}$ ,  $i_1 = -32 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ ,

$t_{\text{вих}} = -36^\circ\text{C}$ ,  $i_2 = -36 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ .

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

$$V_{\text{пв}} = \frac{27,6}{1,42 \times (-32 + 36)} = 4,8 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{\text{по}} > V_{\text{пв}}$$

7.3.11. Камера замороження №6б ( $t_{\text{в}} = -35^\circ\text{C}$ ).

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \times \Delta t_{\text{ср}}} = \frac{31,2 \times 10^3}{12,5 \times 8} = 248 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо один підвісний повітроохолодник фірми Guntner 071D\210 з площею теплопередаючої поверхні  $F=257 \text{ м}^2$ , подача повітря  $7,3 \text{ м}^3 / \text{с}$ .

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

Температура повітря на вході  $t_{ex} = -33^{\circ}C$ ,  $i_1 = -32 \frac{кДж}{кг}$ ,

$t_{вих} = -36^{\circ}C$ ,  $i_2 = -36 \frac{кДж}{кг}$ .

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

$$V_{не} = \frac{31,2}{1,42 \times (-32 + 36)} = 5,6 м^3 / с;$$

$$V_{по} > V_{не}$$

7.3.12. Камера дефектних вантажів №7а ( $t_e = -18^{\circ}C$ ).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{5,3 \times 10^3}{13 \times 8} = 50 м^2;$$

До установки приймаємо один підвісний повітроохолодник фірми Guntner 041D\15 з площею теплопередаючої поверхні  $F=51 м^2$ , подача повітря  $1,2 м^3 / с$ .

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

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

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

$$V_{не} = \frac{5,3}{1,39 \times (-15 + 18)} = 1,15 м^3 / с;$$

$$V_{по} > V_{не}$$

7.3.13. Камера дефектних вантажів №7б ( $t_e = -18^{\circ}C$ ).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{5,3 \times 10^3}{13 \times 8} = 47 м^2;$$

До установки приймаємо один підвісний повітроохолодник фірми Guntner 041D\15 з площею теплопередаючої поверхні  $F=51 м^2$ , подача повітря  $1,2 м^3 / с$ .

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

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

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

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

$$V_{не} = \frac{5,3}{1,39 \times (-15 + 18)} = 1,15 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{пв}$$

#### 7.3.14. Експедиція №5 ( $t_e = -12^\circ\text{C}$ ).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{10,9 \times 10^3}{14 \times 8} = 78 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо один підвісний повітроохолодник фірми Guntner 046D\15 з площею теплопередаючої поверхні  $F=86 \text{ м}^2$ , подача повітря  $1,2 \text{ м}^3 / \text{с}$ .

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

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

$$V_{не} = \frac{10,9}{1,35 \times (-6 + 12)} = 1,3 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{пв}$$

#### 7.3.15. Автомобільна платформа ( $t_e = 5^\circ\text{C}$ ).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{21,2 \times 10^3}{17,5 \times 8} = 151 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 066C\18 з площею теплопередаючої поверхні  $F=86 \times 2=172 \text{ м}^2$ , подача повітря  $2,56 \times 2=5,12 \text{ м}^3 / \text{с}$ .

Температура повітря на вході  $t_{вх} = 6^\circ\text{C}$ ,  $i_1 = 20 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ ,  $t_{вих} = 3^\circ\text{C}$ ,  $i_2 = 14 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ .

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

$$V_{не} = \frac{21,2}{1,35 \times (20 - 14)} = 2,6 \text{ м}^3 / \text{с};$$

$$V_{по} > V_{пв}$$

#### 7.3.16. Коридор ( $t_e = 5^\circ\text{C}$ ).

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \times \Delta t_{cp}} = \frac{3,01 \times 10^3}{17,5 \times 8} = 22 \text{ м}^2;$$

До установки приймаємо два підвісних повітроохолодники фірми Guntner 041C\18 з площею теплопередаючої поверхні  $F=25 \times 2=50 \text{ м}^2$ , подача повітря  $2,56 \text{ м}^3 / \text{с}$ .

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура повітря на вході  $t_{ex} = 6^{\circ}C$ ,  $i_1 = 20 \frac{кДж}{кг}$ ,  $t_{вих} = 3^{\circ}C$ ,  $i_2 = 14 \frac{кДж}{кг}$ .

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

$$V_{не} = \frac{3,01}{1,35 \times (20 - 14)} = 0,4 м^3 / с;$$

$$V_{по} > V_{не}$$

Технічні характеристики повітроохолодників.

Назва	N, кВт	F, м2	Vп м3\г	Довж. Потоку, м	Об'єм Труб, л	Вага кг.
Guntner 071D/112	13.6	108	13700	29	61	463
Guntner 066D\18	12.2	115	8980	25	46	423
Guntner 071D/110	14.6	127	13200	29	61	497
Guntner 066C/18	9.9	86	9310	25	35	334
Guntner 066D/28	32.8	233	17960	27	90	784
Guntner 071D/210	30	257	27000	31	120	900
Guntner 041D/15	5.4	51	2320	11	14	162
Guntner 046D\15	9.4	86	4100	16	23	248

## 8. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки.

### 8.1. Розрахунок та вибір ресиверів.

#### 8.1.1. Лінійний ресивер.

Ресивером називається посуд для збору рідкого холодильного агента. Лінійний ресивер встановлюється на стороні високого тиску після конденсатора. Він звільнює від рідини поверхню конденсатора і створює рівномірний потік рідкого холодильного агента до регулюючого вентиля.

Лінійні ресивери підбирають по необхідному геометричному внутрішньому об'єму цих ємностей  $V$  (в  $m^3$ ).

Ємність лінійного ресивера в автоматизованих насосоциркуляційних схемах з верхньою подачею аміака в прилади охолодження :

$$V_{л.р.} = 0,3 \times (V_B + V_{B.O.}) / 0,8; [1, С.133] \quad (8.1)$$

$$V_B = 0, m^3;$$

$$V_{B.O.} = 8 \times 0,061 + 2 \times 0,014 + 0,023 + 2 \times 0,046 + 2 \times 0,061 + 5 \times 0,035 + 0,09 + 0,12 + 4 \times 0,011 = 0,94 m^3;$$

$$V_{л.р.} = 0,4 \times (0 + 0,94) / 0,8 = 0,5 m^3;$$

До установки приймаємо лінійний ресивер 1.5РД об'ємом  $V = 1,65 m^3$ .

Ресивер	Об'єм, $m^3$	Розміри, мм		Маса, кг
		$d_1$	$d_2$	
1,5 РД	1,65	50	25	670

#### 8.2.1 Циркуляційний ресивер ( $t_0 = -10^\circ C$ ).

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

$$V_{цр} = K * [V_{н.т.} + 0,3 * V_6 + 0,5 * V_{по} + 0,3 * V_{в.т.}],$$

					00 БП 142.008.001 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		А.С. Мотрушенко			Проект розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у м. Кривий Ріг	Літ.	Лист	Листів
Перевірив		О.М. Рябчик						
Реценз.						НУХТ, ТЕХТ		
Н.контр.								
Затверд.		В.П. Петренко						



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

$$V_{в.о.} = 0,42 м^3;$$

$$V_{цр.} = 2,7 \times (0,04 + 0,5 \times 0,42 + 0,3 \times 0,01) = 0,61 м^3;$$

Приймаємо ресивер 0,75РД об'ємом  $V = 0,77 м^3$ .

Циркуляційний ресивер ( $t_0 = -25^\circ C$ ).

$$V_{в.о.} = 0,54 м^3;$$

$$V_{цр.} = 2,7 * (0,04 + 0,5 * 0,54 + 0,3 * 0,028) = 0,86 м^3$$

Приймаємо ресивер 1.5РДV об'ємом  $V = 1.4 м^3$ .

Циркуляційний ресивер ( $t_0 = -40^\circ C$ ).

$$V_{в.о.} = 0,21 м^3;$$

$$V_{цр.} = 2,7 * (0,06 + 0,5 * 0,38 + 0,3 * 0,014) = 0,5 м^3$$

До установки приймаємо циркуляційний ресивер 0,75РД ємкістю  $V = 0.77 м^3$ .

### 8.2.2. Дренажний ресивер.

Вибираємо дренажний ресивер таким, щоб при умові заповнення не більше чим на 80% він вмістив рідкий аміак із найбільшого циркуляційного ресивера або приладів охолодження найбільшої випарної системи. Вибираємо дренажний ресивер по найбільшій випарній системі (на температуру кипіння  $-10^\circ C$ ).

1,2 – коефіцієнт запаса;

$$V_{о.р.} = V_{в.с.} \cdot 1,2 / 0,8 = 0,28 \cdot 1,2 / 0,8 = 0,42 м^3;$$

До установки приймаємо циркуляційний ресивер 1,5РДВ ємкістю  $V = 1,5 м^3$ .

### 8.3.осушувач аміаку

Аміачний осушувач відфільтровує воду з холодильного контуру, навіть під час експлуатації установки. Дане обладнання надважливе для кожного підприємства, на якому використовується аміак. Навіть незначна кількість води у холодоагенті може призвести до зниження температури

					<i>00 БП 142.008.001 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

кіпіння на 1 градус, що в свою чергу призведе до підвищення споживання електроенергії до 3%.

Вибираємо осушувач Grasso 150E

Тип	Потужність,кВт	Розміри, мм			Вага, кг
		Д	Ш	В	
150 E	1.8	2200	750	1000	500

#### 8.4.Мастиловіддільники

Для запобігання виносу масла з компресора разом з парами холодоагента, слугують мастиловіддільники.

Підбираємо мастиловіддільники по діаметру нагнітального патрубку компресора

##### 8.3.1 Мастиловіддільник, що працює при $t_0 = -10^{\circ}C$

Вибираємо мастиловіддільник марки 85М

##### 8.3.2 Мастиловіддільник, що працює при $t_0 = -25^{\circ}C$

Вибираємо мастиловіддільник марки 85М

##### 8.3.3 Мастиловіддільник, що працює при $t_0 = -40^{\circ}C$

Вибираємо мастиловіддільник марки 100М

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БП 142.008.001 ПЗ

## 9. Розрахунок діаметрів трубопроводів та вибір насосів

### 9.1. Розрахунок діаметрів трубопроводів.

Окремі частини холодильної машини з'єднуються між собою трубопроводами.

Внутрішній діаметр круглої труби знаходимо за формулою :

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times M}{\pi \times \rho \times \omega}}; [1, \text{С.151}] \quad (9.1)$$

Розрахункові швидкості  $w$  – наведені в табл. 16.3. [1].

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

$$M = 0,05 \text{ кг/с}; \quad \rho = 1/v_{10} = 1/1.61 = 0,62 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,05}{\pi \times 0,62 \times 18}} = 0,078 \text{ м};$$

Приймаємо трубу  $d_y = 80 \text{ мм}$ ;

Нагнітальний трубопровід:

$$M = 0,053 \text{ кг/с}; \quad \rho = 1/v_{11} = 1/0,55 = 1,82 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,05}{\pi \times 1,82 \times 22}} = 0,042 \text{ м};$$

Приймаємо трубу  $d_y = 50 \text{ мм}$ ;

2) Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння  $t = -25^\circ\text{C}$ .

$$M = 0,1 \text{ кг/с}; \quad \rho = 1/v_5 = 1/0.79 = 1.26 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,1}{\pi \times 1.26 \times 18}} = 0,075 \text{ м};$$

Приймаємо трубу  $d_y = 80 \text{ мм}$ ;

Нагнітальний трубопровід:

$$M = 0,1 \text{ кг/с}; \quad \rho = 1/v_6 = 1/0,48 = 2.08 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,1}{\pi \times 2.08 \times 22}} = 0,053 \text{ м};$$

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

<b>00 БП 142.008.001 ПЗ</b>				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		<i>А.С. Мотрушенко</i>		
Перевірив		<i>О.М. Рядчик</i>		
Реценз.				
Н.контр.				
Затверд.		<i>В.П. Петренко</i>		
Проект розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у м. Кривий Ріг				
		Літ.	Лист	Листів
		<b>НУХТ, ТЕХТ</b>		

3) Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння  $t = -10^{\circ}\text{C}$ .

$$M = 0,31 \text{ кг/с}; \quad \rho = 1/v_1 = 1/0,43 = 2,28 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,31}{\pi \times 2,28 \times 18}} = 0,098 \text{ м};$$

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

Нагнітальний трубопровід:

$$M = 0,31 \text{ кг/с}; \quad \rho = 1/v_2 = 1/0,13 = 7,6 \text{ кг/м}^3;$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,31}{\pi \times 7,6 \times 22}} = 0,049 \text{ м};$$

Приймаємо трубу  $d_y = 50 \text{ мм}$ ;

## 9.2 Рідинна лінія.

9.2.1 Розрахуємо внутрішній діаметр трубопровода на рідинній лінії при температурі кипіння  $-40^{\circ}\text{C}$ .

Розрахункова швидкість на напірній лінії  $\omega = 0,3 \div 0,5 \text{ м/с}$ .

Приймаємо  $\omega = 0,5 \text{ м/с}$ .

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times M}{\pi \times \rho \times w}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,05}{3,14 \times 690 \times 0,5}} = 0,014 \text{ м};$$

Приймаємо  $d_{\text{вн}} = 14,8 \text{ мм}$ . [1, табл. 16.4]

Значення  $\rho \text{ кг/м}^3$  вибираємо з таблиці теплофізичних якостей аміаку.

9.2.2 Розрахункова швидкість на зворотній лінії  $\omega = 0,6 \div 1,2 \text{ м/с}$ .

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

Площа поперечного перерізу:

$$f_{\text{вн}} = \frac{M}{\rho \times w} = \frac{0,05}{0,64 \times 1,2} = 0,074 \times 10^3 \text{ м}^2; [1, С.150]$$

(9.2)

Приймаємо  $d_{\text{вн}} = 10,8 \text{ мм}$ .

9.2.3 Розрахуємо внутрішній діаметр трубопровода на рідинній лінії при температурі кипіння  $-25^{\circ}\text{C}$ .

Розрахункова швидкість на напірній лінії  $\omega = 0,3 \div 0,5 \text{ м/с}$ .

Приймаємо  $\omega = 0,5 \text{ м/с}$ .

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times M}{\pi \times \rho \times w}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,1}{3,14 \times 671 \times 0,5}} = 0,0190 \text{ м} ;$$

Приймаємо  $d_{\text{вн}} = 21,8 \text{ мм}$ .

9.2.4 Розрахункова швидкість на зворотній лінії  $\omega = 0,6 \div 1,2 \text{ м/с}$ .

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

Площа поперечного перерізу:

$$f_{\text{вн}} = \frac{M}{\rho \times w} = \frac{0,1}{1,39 \times 1,2} = 0,06 \times 10^3 \text{ м}^2;$$

Приймаємо  $d_{\text{вн}} = 28 \text{ мм}$ .

9.2.5 Розрахуємо внутрішній діаметр трубопровода на рідинній лінії при температурі кипіння  $-10^\circ\text{C}$ .

Розрахункова швидкість на напірній лінії  $\omega = 0,3 \div 0,5 \text{ м/с}$ .

Приймаємо  $\omega = 0,5 \text{ м/с}$ .

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times M}{\pi \times \rho \times w}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,31}{3,14 \times 652 \times 0,5}} = 0,035 \text{ м} ;$$

Приймаємо  $d_{\text{вн}} = 40 \text{ мм}$ .

9.2.6 Розрахункова швидкість на зворотній лінії  $\omega = 0,6 \div 1,2 \text{ м/с}$ .

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

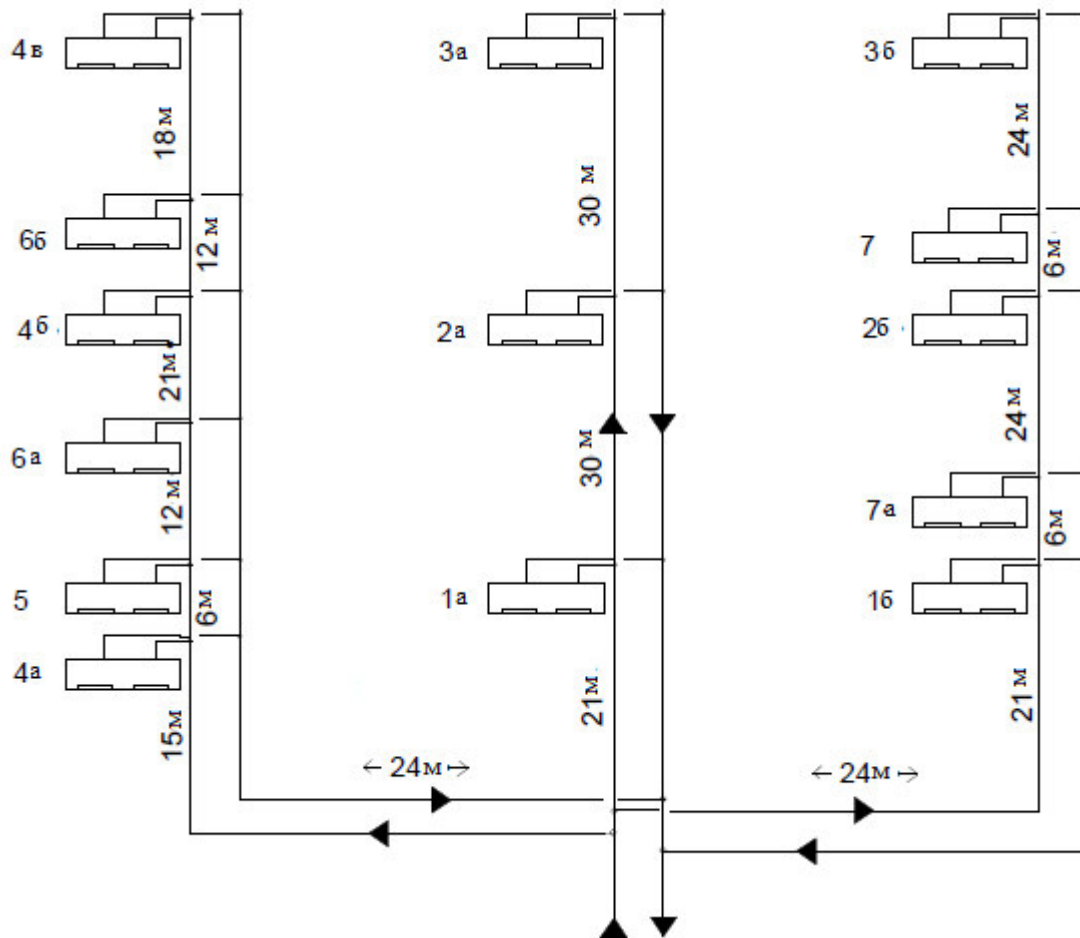
Площа поперечного перерізу:

$$f_{\text{вн}} = \frac{M}{\rho \times w} = \frac{0,31}{1,557 \times 1,2} = 0,16 \times 10^3 \text{ м}^2;$$

Приймаємо  $d_{\text{вн}} = 14,8 \text{ мм}$ .

					<i>00 БП 142.008.001 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 9.3. Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах.



9.3.1. Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодника, який розміщений в камері заморожування  $t = -40^{\circ}\text{C}$ .

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу:

$$\Delta P_i = \Delta P_{тр} + \Delta P_{м.с.}; \quad (9.3)$$

$$\Delta P_{м.с.} = Z = \sum \xi_m \times \frac{\rho \times \omega^2}{2}; \quad (9.4)$$

$$\sum \xi_m = \xi_{зв.к\text{лапан}} + \xi_{коліно} + \xi_{відві\text{д}90^{\circ}} = 5 + 5 + 1 = 11; [1, \text{С.153}] \quad (9.5)$$

$$\omega = 0,5 \text{ м/с};$$

$$Z = 11 \times \frac{690 \times 0,5^2}{2} = 948 \text{ кПа}; [1, \text{С.153}] \quad (9.6)$$

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Re = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{0,5 \times 0,0149 \times 690}{27,6 \times 10^{-3}} = 255 [1, \text{С.153}] \quad (9.7)$$

$Re < 2000$ ;

$$\lambda_{\text{мп}} = 0,11 \times \left( \frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \times \left( \frac{0,06}{14,8} + \frac{64}{255} \right)^{0,25} = 0,078; [1, \text{С.153}] \quad (9.8)$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{\text{мп}} = R = \frac{0,078}{0,0148} \times \frac{690 \times 0,5^2}{2} \times 1 = 480 \text{ Па/ м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною  $l = 60\text{м}$ :

$$\Delta P_{\text{мп}} = R \times l = 480 \times 90 = 43000 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 948 + 43000 = 43948 \text{ Па}.$$

9.3.2. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння  $-25^\circ\text{C}$ .

$$\sum \xi_{\text{м}} = \xi_{\text{зв.кран}} + \xi_{\text{коліно}} + \xi_{\text{відвід}90^\circ} = 5 + 5 + 1 = 11;$$

$$\omega = 0,5 \text{ м/ с};$$

$$Z = 11 \times \frac{671 \times 0,5^2}{2} = 922 \text{ Па};$$

$$Re = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{0,5 \times 0,0218 \times 671}{23 \times 10^{-3}} = 320;$$

$Re < 2000$ ;

$$\lambda_{\text{мп}} = 0,11 \times \left( \frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \times \left( \frac{0,06}{14,8} + \frac{64}{210,8} \right)^{0,25} = 0,074$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{\text{мп}} = R = \frac{0,074}{0,0218} \times \frac{671 \times 0,5^2}{2} \times 1 = 285 \text{ Па/ м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною  $l = 60\text{м}$ :

$$\Delta P_{\text{мп}} = R \times l = 285 \times 75 = 21375 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 21375 + 922 = 22297 \text{ Па}.$$

9.3.3. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння  $-10^\circ\text{C}$ .

$$\sum \xi_{\text{м}} = \xi_{\text{зв.кран}} + \xi_{\text{коліно}} + \xi_{\text{відвід}90^\circ} = 5 + 5 + 1 = 11;$$

$$\omega = 0,5 \text{ м/ с};$$

$$Z = 11 \times \frac{652 \times 0,5^2}{2} = 896 \text{ Па};$$

$$Re = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{0,5 \times 0,04 \times 652}{18,3 \times 10^{-3}} = 712 ;$$

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ					

Re<2000;

$$\lambda_{mp} = 0,11 \times \left( \frac{k}{d_{en}} + \frac{64}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \times \left( \frac{0,06}{40} + \frac{64}{712} \right)^{0,25} = 0,066;$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{mp} = R = \frac{0,063}{0,034} \times \frac{652 \times 0,5^2}{2} \times 1 = 134 \text{ Па/м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною  $l = 36\text{м}$ :

$$\Delta P_{mp} = R \times l = 134 \times 108 = 14472 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 14472 + 896 = 15368 \text{ Па}.$$

#### 9.4.Підбір аміачного насоса.

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

Насос для перекачування рідин підбирають по двом основним параметрам: Подачі  $V$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) та повному тиску  $P$  (в Па), створюючому насосу.

$$H = \frac{\Delta P_{mp}}{\rho \times g}; \text{ - Потрібний напір насоса (м); [1, С.156]} \quad (9.9)$$

$$V = n_{ц} \times \frac{\sum M_{км}}{\rho}; \text{ - Потрібна подача насоса } (\text{м}^3/\text{год}); \quad (9.10)$$

де,  $n_{ц}$  - кратність циркуляції ;

$$n_{ц} = 6;$$

9.4.1. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння  $-40^\circ\text{C}$ .

Потрібний напір насоса:

$$H = \frac{43000}{690 \times 9,81} = 6,35\text{м};$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{ц} \times \frac{\sum M_{км(-40)}}{\rho_{-40}} = 6 \times \frac{0,05}{690} = 0,00046 \text{ м}^3/\text{с} = 1,6 \text{ м}^3/\text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки Witt GP42. [ 8]

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				



9.4.2. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння  $-25^{\circ}\text{C}$ .

Потрібний напір насоса:

$$H = \frac{21375}{671 \times 9,81} = 3,25 \text{ м};$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_u \times \frac{\sum M_{\text{км}(-25)}}{\rho_{-25}} = 6 \times \frac{0,1}{671} = 0,0009 \text{ м}^3 / \text{с} = 3,2 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки Witt GP41.

9.4.3. Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Потрібний напір насоса:

$$H = \frac{14472}{652 \times 9,81} = 2,26 \text{ м};$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_u \times \frac{\sum M_{\text{км}(-10)}}{\rho_{-10}} = 6 \times \frac{0,31}{652} = 0,0028 \text{ м}^3 / \text{с} = 10 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки Witt GP51a.

Марка Witt	Подача, м <sup>3</sup> /год	Напір рідкого аміаку, м	Частота обертання, хв-1.	Потужність, кВт
GP41	3,2	4	1200	0,66
GP42	1,6	3	1200	1,3
GP51a	10	4	1800	6,6

## 10. Розрахунок економічної ефективності

Мета економічного розрахунку полягає у визначенні вартості будівництва холодильника, вартості холодильного обладнання, витрат на використання енергії, витрат по оплаті праці виробничого персоналу, визначення амортизаційних відрахувань, визначення основних показників ефективності проекту холодильника овочесховища. При проектуванні холодильника овочесховища виконуються наступні роботи:

- будівництво холодильника;
- будівництво компресорного цеху;
- вибір та придбання холодильного обладнання;
- укомплектування штату виробничого персоналу компресорного цеху;
- інше.

Реалізація проекту здійснюється без демонтажу старого обладнання і його реалізації, економічний ефект даного проекту полягає в зменшенні споживання електроенергії компресорним цехом, та менших капітальних затрат на реконструкцію в порівнянні з типовим проектом. Це досягається за рахунок малої встановленої потужності холодильної станції.

### Вхідні дані

Підраховуємо проектне споживання електроенергії холодильним обладнанням компресорного цеху, насосами і камерним обладнанням, всі розрахунки заносимо до табл. 10.1.

					<i>00 БП 142.008.001 ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		<i>А.С. Мотрушенко</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у м. Кривий Ріг</i>	Літ.	Лист	Листів
Перевірив		<i>О.М. Рядчик</i>						
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.		<i>В.П. Петренко</i>						
						<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		

Таблиця 10.1. Проектне споживання електроенергії

№	Найменування обладнання	К-ть, шт	$P_{н}$ , кВт	$P_{ел}$ , кВт	$\sum P_{ел}$ , кВт	Рік, тис. кВт год
1	Компресори GEA Grasso 6210	2	119	132	264	1844
2	Компресори GEA Grasso Grasso 3110	2	19	21	42	294
3	компресори GeaGrasso SH C	2	18	20	40	280
4	Вентилятори градирні	3	4	3	12	78
5	Витяжний вентилятор КМ- цеху(робочий)	2	5,5	5	10	66
6	Приточний вентилятор КМ-цеху	1	5,5	5	5	33
7	Насоси Witt GP51a	2			6.6	44
8	Насоси Witt GP42	2			1.3	9
9	Насоси Witt GP41	2			0.66	5
Річна витрата електроенергії						2653

### Розрахунок капітальних витрат

Визначаємо капітальні витрати на реалізацію проекту:

$$K = V_{пр} + V_{буд} + V_{обл} - V_{д-Л},$$

де  $V_{п.р}$  - витрати на проектні роботи (4-5% загальної кошторисної вартості об'єкта;

$V_{буд}$  - витрати на будівельні роботи;

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

$V_{т.з}$  - транспортно-заготівельні витрати (транспортні 4-5%, заготівельні 1-1,25% від вартості обладнання);

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 14.2.008.001 ПЗ					

Таблиця 10.2. Витрати на теплоізоляцію

№	Назва	Розмірність	Зовнішні і внутрішні стіни, перегородки, стеля (сандвіч)	Каркас з залізобетону, (ферми, балки)	Двері відкатні, шт	Підлога	Разом
1	Загальна вартість матеріалів	тис. грн.	1996,00	2010,00	330,00	900,00	5236,00
2	Вартість монтажних робіт	тис. грн.	300,00	310,00	50,00	125,00	762,00
3	Загальна вартість	тис. грн.	2294,00	2320,00	380,00	1025,00	6019

Розрахунок витрат на будівництво машинного відділення наведено в грн. в таблиці 10.3.

Таблиця 10.3. Вартість будівництва машинного відділення

№	Назва	Розмірність	Цегла вогнестійка	Підлога	Покриття	Разом
1	Площа	м <sup>2</sup>	430	288	288	-
2	Загальна вартість матеріалу	тис. грн..	81,00	65,00	38,00	190,00
3	Вартість монтажних робіт	тис. грн..	15,00	7,00	4,00	20,00
4	Загальна вартість	тис. грн..	96,00	72,00	42,00	210,00

Розрахунок витрат на придбання та монтаж обладнання наведено в табл.

10.4.

Таблиця 10.4. Витрати на придбання обладнання

№	Найменування обладнання	К-ть, шт	Витрата на одиницю обладнання, тис. грн			Загальна вартість, тис. грн
			Ціна обладнання	Монтаж обладнання	Тара і упаковка	
1	компресори GeaGrasso SH C	2	79000	15000	-	173000
2	Компресори GEA Grasso 6210	2	102000	15000	-	219000
3	Компресори GEA Grasso Grasso 3110	2	69000	15000	-	153000
4	Воздухоохолодники Guntner					
	071D\122	8	180	60	-	240
	066D\18	2	40	15	-	55
	071D\110	2	46	15	-	61
	066C\18	2	40	15	-	55
	071D\210	1	30	8	-	38
	041D\15	1	19	8		27
	046D\15	1	19	8		27
	Ресивери	5	350	50		400
5	Насоси Witt	6	240	50	-	290
6	Осушувач аміаку Grasso 150E	1	60	9	-	69
7	Аміак R717	4,5т.	55	-	-	55
8	Градирня Radial ERRK 73	1	75	15	-	
Разом						1870

Визначаємо витрати на проектні роботи в розмірі 5% від кошторисної вартості будівель холодильника і машинного відділення, та вартості обладнання, його транспортування і монтажу:

$$B_{п.р.} = 0,05 \times (\sum B_{б\text{уд.}} + \sum B_{обл.}) = 0,05 \times (6229 + 1870) = 404,9 \text{ тис. грн};$$

Розраховуємо інші витрати в розмірі 1,5% від загальних витрат:

$$B_{ін.б\text{уд.}} = 0,015 \times \sum B_{б\text{уд.}} = 0,015 \times 6229 = 93,4 \text{ тис. грн};$$

$$B_{ін.обл.} = 0,015 \times \sum B_{обл.} = 0,015 \times 1870 = 28 \text{ тис. грн};$$

Суми капітальних затрат:

							00 БП 14.2.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				

$$K_{\text{б\ddot{y}д}} = \sum B_{\text{обл}} + B_{\text{ін.б\ddot{y}д}} + B_{\text{пр.}} = 6229 + 93,4 + 404,9 = 6727,3 \text{ тис.грн};$$

$$K_{\text{обл}} = \sum B_{\text{обл}} + B_{\text{ін.обл}} = 1870 + 28 = 1898 \text{ тис.грн};$$

Загальні капітальні затрати:

$$K = K_{\text{б\ddot{y}д}} + K_{\text{обл}} = 6727,3 + 1898 = 8625,3 \text{ тис.грн};$$

### Виробництво і використання енергії

Річне споживання електроенергії холодильником та машинним відділенням холодильника становить  $E_p = 2653 \times 10^3$  кВт год. Ціна за 1 кВт\*год електроенергії становить  $C_{\text{ел}} = 1,6$  коп/кВт год. Визначаємо витрати на споживання електричної енергії за проектними розрахунками:

$$B_{\text{ел.р}} = E_p \times C_{\text{ел}} = 2653 \times 1,6 = 4244 \text{ тис.грн};$$

### Розрахунок витрати на оплату праці

Фонд основної заробітної плати робітників компресорного цеху наведено в табл. 10.5.

Таблиця 10.5. Фонд заробітної плати робітників

№	Професія	Розряд	Тарифна ставка, грн/год	Чисельність, чол	Місячний фонд	Річний фонд, грн.
1	Машиніст ХУ	III	12	3	9600	115200
2	Машиніст ХУ	IV	14	3	11200	134400
3	Слюсар ремонтник	II	10	3	8000	96000
Разом				9	28800	345600

Визначаємо додатковий фонд заробітної плати за формулою:

$$\Phi ЗП_{\text{др}} = \Phi ЗП_{\text{осн}} \times Д = 345600 \times 0,15 = 51,84 \text{ тис.грн};$$

де Д - прийнятий коефіцієнт доплат (приймаємо Д = 15.%).

Розраховуємо повний фонд заробітної плати за формулою:

$$\Phi ЗП_{\text{пр}} = \Phi ЗП_{\text{осн}} + \Phi ЗП_{\text{др}} = 345,6 + 51,84 = 397,44 \text{ тис.грн};$$

Визначаємо нарахування на заробітну плату за формулою:

$$НЗП_{\text{др}} = \Phi ЗП_{\text{пр}} \times В = 345,6 \times 0,37 = 147,76 \text{ тис.грн};$$

де В - коефіцієнт нарахувань на заробітну плату (В=37,18%)

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

Витрату на оплату праці визначаємо за формулою:

$$ВОП_p = ФЗП_{np} + НЗП_{op} = 397,44 + 147,76 = 545,2 \text{ тис.грн};$$

Фонд основної заробітної плати апарату управління наведено в табл. 10.6.

Таблиця 10.6. Фонд заробітної плати апарату управління

№	Професія	Посадовий оклад грн.	Чисельність, чол	Місячний фонд	Річний фонд, грн..
1	Механік	2500	2	5000	60000
2	Начальник цеху	4000	1	4000	48000
Разом			3	14000	108000

Визначаємо додатковий фонд заробітної плати апарату управління за формулою:

$$ФЗП_{yd} = ФЗП_{ocn} \times Д = 108000 \times 0,15 = 16,2 \text{ тис.грн};$$

де Д - прийнятий коефіцієнт доплат (приймаємо Д = 15.%).

Розраховуємо повний фонд заробітної плати апарату управління:

$$ФЗП_{ny} = ФЗП_{ocn} + ФЗП_{yd} = 108000 + 16200 = 124200 \text{ тис.грн}$$

Визначаємо нарахування на заробітну плату за формулою:

$$НЗП_{ny} = ФЗП_{ny} \times В = 124200 \times 0,37 = 46 \text{ тис.грн};$$

де в - коефіцієнт нарахувань на заробітну плату (в=37,18% ).

Витрату на оплату праці визначаємо за формулою:

$$ВОП_y = ФЗП_{ny} + НЗП_{ny} = 124200 + 46000 = 170,2 \text{ тис.грн};$$

Загальні витрати на оплату праці по машинному відділенні визначаємо за формулою:

$$ВОП_{zag} = ВОП_p + ВОП_y = 545200 + 170200 = 715,4 \text{ тис.грн};$$

### Визначення амортизаційних відрахувань

Стаття амортизаційних відрахувань розраховується як елемент собівартості.

Приймаємо норми амортизаційних відрахувань:

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ					

- для основного обладнання термін 5 років;
- для будівель термін 20 років.

Витрати на амортизацію будівель складають:

$$A_{\text{буд}} = \frac{\sum B_{\text{буд}}}{20} = \frac{6727,3}{20} = 336,3 \text{ тис. грн};$$

Витрати на амортизацію основного технологічного обладнання:

$$A_{\text{обл}} = \frac{\sum B_{\text{обл}}}{5} = \frac{1898}{5} = 379,6 \text{ тис. грн};$$

Загальна сума амортизаційних витрат:

$$\sum A = A_{\text{буд}} + A_{\text{обл}} = 336,3 + 379,6 = 715,9 \text{ тис. грн};$$

### **Визначення інших видів витрат**

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

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

$$B_{i.\text{рем}} = A_{\text{обл}} \times 14\% = 379,6 \times 14\% = 53,1 \text{ тис. грн};$$

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

$$B_{i.\text{пуск}} = \sum B_{\text{обл}} \times 2\% = 1898 \times 2\% = 38 \text{ тис. грн};$$

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$B_{i.\text{ін}} = \sum A \times 3\% = 715,9 \times 3\% = 21,5 \text{ тис. грн};$$

Загальна сума інших витрат складає:

$$\sum B_i = B_{i.\text{рем}} + B_{i.\text{пуск}} + B_{i.\text{ін}} = 53,1 + 38 + 21,5 = 112,6 \text{ тис. грн};$$

					00 БП 14.2.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



## Визначення основних показників економічної ефективності проекту

Результати розрахунків зводимо у порівняльну таблицю (табл. 10.7.).

Таблиця 10.7 Порівняльна таблиця собівартості

№	Статі витрат	Значення показників, тис.грн
1	Електроенергія	4244
2	Оплата праці	715,4
4	Амортизація	715,9
5	Інші витрати	112,6
Разом		5787,9

Чистий грошовий потік рівний:

$$ЧГП = \Delta П \times 0,82 + \sum A = 6945,4 \times 0,82 + 715,9 = 6410,3 \text{ тис.грн};$$

Додатковий прибуток розраховуємо нормативним методом виходячи з прийнятого рівня прибутковості проекту – 120%

$$\Delta П = C \times 1,2 = 5787,9 \times 1,2 = 6945,4 \text{ тис.грн.}$$

Термін служби проекту (життєвий цикл) складає 5 років;

Теперішня вартість за весь життєвий цикл проекту:

$$ТВ = \sum_{t=1}^5 \frac{ЧГП}{(1+P)^t} = \sum_{t=1}^5 \frac{6945,4}{(1+0,47)^t} = \frac{6945,4}{(1+0,47)} + \frac{6945,4}{(1+0,47)^2} + \frac{6945,4}{(1+0,47)^3} + \frac{6945,4}{(1+0,47)^4} + \frac{6945,4}{(1+0,47)^5} = 12624,6 \text{ тис.грн}$$

Приймаємо дисконтну ставку  $P=0,47$  (47%).

Чистий теперішній дохід:

$$ЧПД = 12624,6 - 8625,3 \times 1,1 = 12624,6 - 10350,36 = 2274,2 \text{ тис.грн};$$

Середньорічна теперішня вартість:

$$ТВ = \frac{\sum ТВ}{t} = \frac{12624,6}{5} = 2524,9 \text{ тис.грн.}$$

Дисконтний період повернення інвестицій (гарантований):

$$ТВ = \frac{K}{ТВ} = \frac{10350,36}{2524,9} = 4,1 \text{ року};$$

Індекс доходності визначається за формулою:

					00 БП 14.2.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D = \frac{\sum TB}{K} = \frac{12624,6}{10350,36} = 1,22;$$

Доцільність реалізації проекту підтверджується тим, що реальний термін повернення інвестицій не перевищує життєвий цикл проекту і складає 4.1 року. При стабілізації економіки і зниження розмірів втрат грошових потоків цей термін може скоротитись до 1.6 року. Реальні вигоди від проекту в 1.22 рази перевищують капіталовкладення.

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 11. Охорона праці

### Вступ

Проект розподільчого холодильника в місті Кривий Ріг передбачає впровадження сучасного обладнання із високим рівнем автоматизації, що дозволить зменшити рівень впливу шкідливих і небезпечних факторів на людину, підвищити ступінь безпеки його експлуатації й обслуговування та, таким чином, покращити умови праці обслуговуючого персоналу.

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

#### **Законодавчі акти що регламентують охорону праці на виробництві**

До основних законів та підзаконних актів, що регламентують правові відносини у сфері охорони праці відносяться:

Конституція (1996р.)

Кодекс законів про працю (КЗпП)

Закони: «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» і ін..

Укази і постанови Президента, Верховної Ради, Кабміну.

Окремі питання що до охорони праці регламентуються Цивільним, Кримінальним та Адміністративним кодексом і здійснюються на засадах, відповідно до яких нікого неможна примусити робити те, що не передбачено Законом.

Основне завдання у підготовці фахівців з питань охорони праці полягає у тому, щоб сформувані в їх свідомості повагу до Основного Закону, до конституційного права і в цілому, до законодавчо-нормативної бази України.

					<i>00 БП 142.008.001 ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		<i>А.С. Мотрушенко</i>			<i>Проект розподільчого холодильника місткістю 5200 т. у м. Кривий Ріг</i>	Літ.	Лист	Листів
Перевірив		<i>О.М. Рядчик</i>						
Реценз.								
Н.контр.								
Затверд.		<i>В.П. Петренко</i>						
						<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		

Згідно з Конституцією кожна людина має право на вільний розвиток своєї особистості, а її життя й здоров'я, честь і гідність, недоторканість і безпека визнаються найкращою соціальною цінністю (ст. 3).

Права і свободи людини та її гарантії визначають зміст і спрямованість розвитку держави, яка відповідає перед людиною за свою діяльність.

Основний закон України гарантує право на працю, що дає можливість людині заробляти собі на життя. Конституція гарантує право людині на належні, безпечні й здорові умови праці.

Відповідно до статті 45 Конституція визначає право кожної людини на відпочинок, на оплачувану щорічну відпустку, встановлення скороченого робочого дня для окремих професій і виробництв, скороченого часу роботи в нічні зміни і ін..

Громадяни України мають право на соціальний захист: забезпечення пенсії в разі часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника безробіття з незалежних від них обставин, а також у старості та в інших випадках передбачених законом (ст. 46). це право гарантується загальнообов'язковим державним соціальним страхуванням.

Всі види соціальних виплат та допомог, що є основним джерелом існування, мають забезпечувати рівень життя, не нижчий від прожиткового мінімуму, встановленого законом.

Основний Закон держави має найвищу юридичну силу, на ньому ґрунтується вся національна система права. Закони та нормативно-правові акти приймаються на основі конституції і повинні їй відповідати.

Трудові відносини працівників з питань охорони праці та трудового Законодавства регламентує Кодекс Законів про Працю (КЗпП).

У КЗпП зафіксовані питання трудового законодавства: право на працю, обов'язки та права працівників, умови укладання договорів про працю, тривалість робочого часу, обмеження щодо понадурочні роботи, охорона праці жінок та молоді, пільги працівникам, що поєднують роботу з навчанням і т. ін..

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

В окремих статтях КЗпП зазначено шляхи створення здорових і безпечних умов праці, дотримання вимог охорони праці під час будівництва й експлуатації будівель, споруд та обладнання; заборону введення в експлуатацію підприємств, нових машин та іншого обладнання які не відповідають вимогам охорони праці; обов'язки адміністрації щодо поліпшення умов праці; контроль за дотриманням вимог інструкцій з охорони праці; матеріальну відповідальність за збитки заподіяні працюючим ушкодження їх здоров'я і т. ін..

Державним законодавством встановлюється відповідний рівень умов праці шляхом забезпечення права населення на санітарно-епідеміологічне благополуччя, здоров'я та довголіття.

Закон «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення» (1994р.) визначає порядок організації державної санітарно-епідемічної служби та державного санітарного нагляду.

Згідно з цим Законом державній реєстрації та гігієнічній регламентації підлягають будь-які небезпечні чинники фізичної, хімічної або біологічної природи наявні у середовищі життя й діяльності людини.

Санітарне та епідеміологічне благополуччя населення – це своєчасна й достовірна інформація про стан здоров'я та наявні чинники розвитку, це створення оптимальних умов життєдіяльності, що забезпечують низький рівень захворюваності, відсутність шкідливого впливу на здоров'я населення чинників навколишнього середовища і т. ін. Підприємства зобов'язані розробляти та здійснювати санітарні й проти епідеміологічні заходи та контролювати виконання вимог санітарного законодавства.

В окремих статтях цього закону зафіксовано вимоги до проектування, будівництва, розробки нових засобів праці та технологій (ст. 15), вимоги до водопостачання (ст. 18), до чистого атмосферного повітря (ст. 19), вимоги до виробничих та жилих приміщень (ст. 22), об'єкти санітарно – гігієнічної експертизи (ст. 10, 11), питання радіаційної безпеки та захист населення від їх шкідливого впливу .

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

В законах визначено, що кожен громадянин зобов'язаний дбати про збереження навколишнього середовища, відшкодувати завдані ним збитки та не порушувати права й свободи інших людей, неухильно дотримуватися законодавчих вимог, так як незнання законів не звільняє людину від юридичної та іншої відповідальності.

### **Основні положення Закону України "Про охорону праці"**

З набуттям незалежності Україна перша серед республік колишнього Союзу прийняла 14 жовтня 1992 р. Закон України "Про охорону праці" (18.12.2002 р. ухвалено нову редакцію Закону). Цей Закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні й здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Аналіз організації охорони праці в господарській діяльності України кінця 80-х - початку 90-х років минулого століття свідчить, що система управління цією важливою сферою трудових відносин, форми й методи роботи не відповідали тим процесам, які почали набирати сили у напрямі реформування економіки та всієї системи державного та господарського управління. Методи адміністративно-командного впливу на посадових осіб та працівників за порушення вимог охорони праці вже не діяли, а інших важелів впливу не було. Трудова, виконавська, технологічна дисципліни істотно знижувалися. Невизначеність обов'язків та повноважень з охорони праці новоутворюваних структур у процесі роздержавлення, приватизації та поступової відмови від галузевого принципу управління господарською діяльністю ще більше ускладнювала стан справ. Негативний вплив справляла і відсутність законодавчо закріплених обов'язків з охорони праці для органів державної виконавчої влади різного рівня - від уряду до державних адміністрацій областей, районів, міст та інших територіальних формувань.

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

Тому прийняття Закону України "Про охорону праці" в 1992 р. було об'єктивно зумовлене ситуацією, що склалася на той час у суспільстві.

Специфічною особливістю українського Закону, що регламентує правову основу охорони праці, є високий рівень прав і гарантій працівників. Уперше в історії держави працівнику було надано право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я, або для людей, які його оточують, і навколишнього природного середовища. Розширено права працівників у соціальних гарантіях відшкодування збитків у випадку ушкодження їх здоров'я на виробництві. Передбачається нова система фінансування охорони праці, формування системи страхування від нещасних випадків і профзахворювань, посилюється централізація планування. Договірне регулювання з питань охорони праці поставлено на високий рівень. Передбачається значна участь громадських інституцій у цьому процесі.

З позицій законодавчої регламентації прав і гарантій працівників у сфері охорони праці та їх забезпечення Закон України "Про охорону праці" та нормативно-правові акти щодо його реалізації одержали високу оцінку експертів Міжнародної організації праці.

До позитивних аспектів Закону України "Про охорону праці", безперечно, належить закріплення за державою функції нагляду за охороною праці. Колишній СРСР був єдиною у світі країною, де ця суто державна функція була покладена на громадську організацію в особі профспілок.

В умовах роздержавлення, приватизації, утворення великої кількості суб'єктів підприємницької діяльності з різними формами недержавної власності роль держави у вирішенні завдань охорони праці суттєво зростає. Держава виступає гарантом створення безпечних та нешкідливих умов праці для працівників підприємств, установ, організацій усіх форм власності.

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

## Вимоги безпеки при експлуатації компресорів.

Марки масел компресора 12(м) або 19 (Т) з температурою спалаху 219-242°C на 10% перевищує тиск у ресивері/ запобіжний клапан. При концентрації парів 30- 40 мг/л і температурі 200°C. Випробування 1 раз у 2 роки. До обслуговування компресорних установок допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, теоретичне і практичне навчання по спеціальності, інструктаж з вимог безпеки і мають на руках посвідчення на право експлуатації повітряного компресора. Обов'язки машиніста компресорної установки можуть виконувати особи, які оформлені на цю посаду наказом по господарству і проінструктовані по вимогам безпеки. Наказом призначається особа відповідальна за правильну і безпечну експлуатацію компресорної установки. Знання персоналу, який обслуговує компресорну установку перевіряє адміністрація не рідше 1 разу на рік. Результати перевірки заносяться у спеціальний журнал, де відмічається дата перевірки, підпис особи, що її здійснювала. Усім працівникам, які обслуговують компресорну установку, видається інструкція по її безпечному обслуговуванню. Цю інструкцію необхідно також повісити на робочому місці у приміщенні компресорної.

Компресор повинен бути розміщений в окремому приміщенні, де підтримується температура у межах 15-30°C тепла. На компресорну установку необхідно мати технічну документацію (паспорт компресора, паспорт і шнурову книгу повітряного балона, інструкцію по експлуатації та пакувальний лист, протоколи всіх випробувань, акти прийому з ремонту, яка зберігається у особи відповідальної за експлуатацію). Забір повітря для компресора потрібно проводити із зони вільної і захищеної від газів, пилу, вологи, вибухонебезпечних сумішів на висоті 2-3 м від рівня землі.

Двері, вікна приміщення компресорної установки повинні відчинятися назовні. У приміщенні обладнуються місця для зберігання у закритому вигляді інструментів, матеріалів для обтирання, прокладок і тому подібних. Забороняється зберігання гасу, бензину та інших легко запалювальних рідин.

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ					



Розпалювати вогонь у приміщенні компресорної установки заборонено. Приміщення компресорної установки обладнують плакатами, інструкціями та попереджувальними надписами. У неробочий час повинні бути прийняті заходи, які виключають можливість пуску компресора іншими особами. Компресорна установка повинна бути обладнана контрольновимірними приладами: манометром і запобіжним клапаном для примусового відкриття під час роботи.

Манометр встановлюється так, щоб його показання були чітко видні обслуговуючому персоналу.

### **Безпечна експлуатація трубопроводів і балонів, що працюють під тиском**

Трубопроводи транспортування пару і гарячої води в залежності від їх параметрів розподіляють на 4 категорії: трубопроводи 1,2 і 3 категорій призначені для пару і води з високими параметрами тиску 1,6-3,9 МПа, температурою 250- 580°C, до 4-ої категорії відносять трубопроводи зовнішніх теплофікаційних мереж і комунікацій котельних установок пропонуючи пар і гарячу воду, з параметрами 115-250°C при тиску 0,07-1,6 МПа.

Трубопроводи повинні мати гарну теплову ізоляцію, запірно-регулюючу арматуру, запобіжні клапани контрольно-вимірні прилади, пристрої для спуску конденсата води і повітря. Трубопроводи перших 3-х категорій реєструються в органах Держнагляду, решта - на підприємствах. Дозвіл на експлуатацію трубопроводів, які не реєструються в держнагляді, видає працівник підприємства відповідальний за їх справний стан та безпечну експлуатацію. Дозвіл записують в паспорт трубопровода.

Після реєстрації на кожному трубопроводі вказують реєстраційний номер, дозволений тиск і температуру середовища, дату чергового зовнішнього огляду. До обслуговування трубопроводів допускають осіб не молодше 18 років, які пройшли навчання і одержали посвідчення

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

00 БП 142.008.001 ПЗ

кваліфікаційної комісії. Знання обслуговуючого персоналу необхідно перевіряти повторно не рідше 1 -го разу в рік. В виробничих інструкціях обов'язково вказують порядок щоденних оглядів, перевірки дренажних пристроїв і прогрівання трубопроводів, заходи, що попереджають гідравлічні угоди та інші вимоги безпечної експлуатації. Робітники ІТР, які мають безпосереднє відношення, перед призначенням на посаду і періодично (1 раз 3 роки) проходять перевірку знань з вимог безпеки. Трубопроводи та балони, які знаходяться під тиском мають опізнавальну окраску і надписи в залежності від газу:

Ацетилен - колір балона білий напис на ньому красною фарбою Бутан - колір балону червоний напис - білий Повітря - колір балону чорний напис - білий Кисень - колір чорний, напис - жовтий Вуглекислота - колір чорний, напис - жовтий. Значну небезпеку на виробництві можуть створювати балони заповнені стиснутим, зрідженим гасом. Транспортувати балони до місця навантаження потрібно на спеціальних тележках, конструкція яких забезпечує захист від трясіння, ударів. У літній жаркий час балони вкривають матеріалом, який захищає їх від прямих сонячних променів. При навантаженні балонів у кузов обов'язково застосовують прокладки, ізолюючи балони від дотику один з одним. При транспортуванні судин з стиснутим, зрідженим або розчиненим під тиском газу і закріплюють щоб при рухові уникнути поштовхів, перекидань, падінь. Усі балони, крім ацетиленових, при періодичних освідченнях спочатку випробують гідравлічним способом (пробним тиском), а потім занурюють у воду і заповнюють стиснутим повітрям до робочого тиску (пневматичне випробування), щоб можливе витікання.

Ацетиленові балони випробують лише пневматичним способом на заводі шляхом заочучування в них азоту під тиском 3,5 Мпа із зануренням у воду на глибину не менше 1 м. Тривалість витримки балонів у воді визначається спеціальними інструкціями. Експлуатація криогенних установок. Азот при низьких температурах переходить в рідину, посудини,

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ					

які працюють на рідкому азоті одержали назву кріогенні. Методу низькотемпературного замороження і довгочасного зберігання біоматеріалів в рідкому азоті одержав широке практичне застосування в медицині, тваринництві в багатьох країнах світу, особливо на станціях штучного запліднення сільськогосподарських тварин.

Всі особи, що працюють з рідким азотом і кріогенною технікою повинні пройти інструктаж з вимог безпеки на робочому місці про що робиться запис у спеціальному журналі. Особливий контроль потрібно здійснювати за накопиченням кисню в рідині, яка знаходиться в посудині Д'юара і своєчасно її видаляти при зростанні концентрації до 15 %, бо посуд Д'юара має в якості адсорбента активоване вугілля, яке просичене рідким повітрям (21% кисню) і перетворюється у вибухову рідину - оксиліквіт. Одяг осіб, що працюють з рідким азотом, повинен відповідати по росту і розміру, повністю застебнутий без карманів, брюки без манжет і закривати верх взуття. Працювати потрібно в захисних окулярах, сухих рукавицях, щоб вільно одягати на руки. Приміщення, де проводиться робота з рідким азотом, обладнується припливно-витяжною вентиляцією. Після кожного заправлення посуду приміщення ретельно провітрюють. Необхідно слідкувати щоб гнучкий металевий рукав був опущений в посуд до дна. Не допускати викидання кінця шланга з горловини посуду. Недопустимо під час заливання заглядати в горловину посуду для визначення рівня рідини. При дезінфекції судин Д'юара рідкий азот з обережністю зливати на спеціальну бетоновану площадку, або в спеціальні посудини, встановлені за межами приміщення. Якщо посуд Д'юара втратив вакуум, ознакою є підвищене випаровування і поява інію нижче горловини посуду, то експлуатувати його не дозволяється. При заморожуванні доз сперми щоб уникнути вихлюпування рідкого азоту необхідно контейнер, або касету, опускати в посуд і виймати повільно. Дозу сперми виймають великим пінцетом ручки якого обтягнуті тепло ізолюючими гумовими або полімерними трубками. Кінці захватів необхідно спочатку охолодити у рідкому азоті. Закривати горловину посуду тільки

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 14.2.008.001 ПЗ					

пінопластовими кришками, які входять у комплект даного посуду. Посуд Д'юара від нагрівних приладів встановлювати не ближче 1 м. 3. Безпека під час вантажно-розвантажувальних робіт.

Безпека при роботі транспортного агрегата значною мірою залежить від виду і властивостей (характеристик) вантажів. За фізико-механічними властивостями, принципом навантаження, складування і транспортування сільськогосподарські вантажі поділяють на три категорії: навалочні, штучні і наливні. Крім цього, вантажі за масою поділяють на три групи: I-маса одного місця до 80кг; II-від 81 до 500 кг, III-понад 500 кг. За ступенем небезпеки відповідно до існуючих стандартів усі вантажі поділяють на сім груп: 1-вантажі мало небезпечні (товари широкого вжитку, запасні частини до тракторів і сільськогосподарських машин, овочі, продукти харчування, будівельні матеріали); 2-горючі речовини (бензин, гас, дизельне паливо, нафта); 3 - пилоподібні і гарячі вантажі (цемент, вапно, мінеральні добрива, асфальт, бітум); 4 - обтікаючі рідини (кислоти, луги); 5 - балони із зрідженим і стисненим газом; 6 - вантажі, небезпечні за розмірами (лісоматеріали, метали, залізобетонні балки); 7 — вантажі особливо небезпечні (пестициди, вибухові речовини). Кожна із зазначених груп вантажів вимагає особливих заходів при безпечному їх перевезенні. Вантажі 1-ої групи можна розміщувати у різній тарі або без неї. Такі вантажі щільно укладають у кузовах без проміжків. В окремих випадках у проміжках можна встановлювати дерев'яні підкладки або розпірки. Якщо і вкладають вище бортів, їх закріплюють канатами або міцними вірьовками. Висота вантажу в кузові не повинна перевищувати допустимий вертикальний габарит для транспортного засобу (не більше як 3,8). Зерно можна перевозити бортовими автомобілями або автомобілями самоскидами, якщо в них старанно закриті щілини. Для цього застосовують спеціальні гумові прокладки, смужки, прикріплені з внутрішнього боку кузова чи інші герметизуючі засоби. Бочки встановлюють пробками вверх. При необхідності вантажі закріплюють дерев'яними клинами. Якщо вантаж за масою не перевищує 80 кг, а за

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ					

формою він круглий (бочки, рулони, барабани), то його можна перекочувати двом працюючим, якщо ж маса більш як 80 кг - застосовують спеціальні канати або засоби механізації. Вантажі 2-ої групи завантажують і розвантажують лише механізованим способом. Посудини з цими вантажами повинні бути герметичними і розміщуватися в кузові пробками вверх, а при зливанні рідин, посудини заземлюють. Вантажі 3-ої групи також завантажують і розвантажують механізованим способом, їх розміщують у кузовах рівномірно на рівні бортів. Відкриті кузова з пилоподібними вантажами накривають брезентом (мати, рогожа), а працівників транспортного засобу забезпечують необхідними засобами захисту очей і органів дихання тощо. Гарячі вантажі заборонено перевозити в автомобілях з дерев'яними кузовами. Вантажі 4-ої групи розміщують у кузові і перевозять два робітники. Бутилі з обпікаючими речовинами переносять після того, як перевірили їх міцність і справність. Категорично заборонено переносити такі вантажі на спині, плечах і попереду себе, їх розміщують в один шар і вживають заходів, щоб захистити скляну тару від руйнування в процесі перевезення. До місця складування такі вантажі можна транспортувати на візках, тачках, носилках. Бочки, барабани і ящики з їдкими речовинами необхідно перевозити спеціальним транспортом. Вантажі 5-ої групи перевозять і розвантажують механізованим і ручним способом. Вантажі розміщують у металевих і дерев'яних контейнерах. Балони в контейнерах можна встановлювати вертикально або горизонтально. При горизонтальному розміщенні вентилі балонів спрямовують в бік дороги. На вентилі нагвинчують захисні ковпаки. При без контейнерному перевезенні на балони надівають гумові кільця або прокладки. В жарку погоду балони (накривають) захищають від сонячних променів. Одночасно перевозити балони з киснем і ацетиленом чи навіть порожні з під них не допускається. Вантажі 6-ої групи навантажують і перевозять лише в кузовах автомобілів при знятих бортах, але при наявності спеціальних пристроїв (стояків). Якщо довжина вантажу перевищує 2 м, то для перевезення застосовують автомобілі з причепами-

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ					

розпусками або напівпричепами. Вантажі 7-ої групи навантажують у спеціальні транспортні засоби працівники, що пройшли спеціальне навчання й інструктажі та небезпечні необхідними засобами індивідуального захисту. Безпечна експлуатація засобів переміщення вантажів (крани, кран-балки, толі) Вантажопідйомні механізми належать до об'єктів підвищеної небезпеки, тому до них ставляться суворі вимоги в процесі проектування, виготовлення, постачання, монтажу на об'єктах і експлуатації відповідно до "Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів". Вантажний гак бракують, якщо на його поверхні помічені надриви, волосовими, тріщини в тілі хвостовика, спрацювання більш як 10% робочої поверхні гака, при наявності залишкових деформацій (відігнутий або розігнутий ріг), деформована різьба, а також при не прокручуванні гака в, траверсі. При застосуванні грейферів (виготовлених окремо від крана), вони, крім таблички, на якій зазначені технічні дані, повинні мати свій паспорт. Спеціальна тара, яку застосовують при підніманні вантажів, повинна забезпечувати однакове навантаження на стропи. На ній вказують номер, власну масу і масу вантажу, а також її призначення. Для виготовлення стропів застосовують канати з хрестовою звивкою. Вантажопідйомність стропи повинна відповідати найбільшій масі вантажу, що піднімається з урахуванням кількості віток строп, кута нахилу їх до вертикалі і коефіцієнта запасу міцності. Стальний канат повинен відповідати вимогам державних стандартів, мати сертифікат (свідоцтво) з позначенням заводу-виготвача, заводського номера, його конструкції, виду покриття дроту, діаметра, довжини, маси, дати виготовлення, результатів механічних випробувань, номера стандарту. Канати, що не мають сертифіката, проходять лабораторні випробування відповідно до існуючих стандартів. Виготовляють канати з хрестовою і односторонньою завивкою. За характером дотикання дроту в пасмах канати бувають трьох типів: з точковим (ТК), лінійним (ЛК) і комбінованим дотиканням (ТЛК). На кранах використовують канати типу ЛК і ТЛК, бо вони більш міцні і стійкі проти спрацювання. Канати, що

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 14.2.008.001 ПЗ				

застосовуються на кранах, мають спеціальні позначення. Наприклад, канат марки 24-Г-В-ЛС-Н-160 ГОСТ 3077-80 означає: діаметр -24мм, вантажний, зі світлого дроту, марка.

### **Класифікація факторів, що впливають на умови праці**

У процесі праці людина вступає у взаємодію з предметами праці, знаряддями праці, іншими людьми. Крім того, на нього впливають різні параметри виробничої обстановки, в якій протікає праця (температура, вологість і рухливість повітря, шум, вібрація, шкідливі речовини, різні випромінювання і т. п.). Все це в сукупності характеризує певні умови, в яких протікає праця людини. Від умов праці у великій мірі залежать здоров'я і працездатність людини, її ставлення до праці та результати праці. При поганих умовах різко знижується продуктивність праці і створюються передумови для виникнення травм і професійних захворювань.

Поліпшенню умов праці надається в нашій країні дуже велике значення.

Під умовами праці розуміється сукупність факторів виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі праці (ГОСТ 19605-74).

Під виробничим середовищем в даному випадку мається на увазі не проста сума матеріальних і санітарно-гігієнічних умов, в яких протікає праця людини, а значно більш складне соціальне явище, що включає не тільки речові елементи технічного та природного характеру, а перш за все соціальні елементи, що формуються під сукупним впливом продуктивних сил і виробничих відносин.

Для цілеспрямованої діяльності щодо поліпшення умов праці необхідно знати чинники, які впливають на їх формування. Відповідно до класифікації, розробленої НДІ праці, ці фактори об'єднані у три групи:

(I) соціально-економічні, (II) технічні та організаційні, (III) натурально-природні.

Перша група чинників є визначальною і обумовлена панівними в

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 14.2.008.001 ПЗ				

суспільстві виробничими відносинами. Сюди відносяться: нормативно-правові чинники (закони про працю, правила, норми, стандарти і т. п, і практика державного і громадського контролю за їх дотриманням); соціально-психологічні фактори, що характеризують ставлення працівника до праці, психологічний клімат у колективі і т. п.; суспільно-політичні чинники (суспільні форми руху за створення сприятливих умов праці, винахідництво і т. п.); економічні фактори (система пільг і компенсацій, моральне і матеріальне стимулювання і т. п.).

Друга група чинників безпосередньо вплив на формування матеріально-речових елементів умов праці (засоби праці, предмети і знаряддя праці, технологічні процеси, організаційні форми виробництва, що застосовуються режими праці та відпочинку і т. п.).

Третя група факторів характеризує вплив на працівників кліматичних, геологічних та біологічних особливостей місцевості, де протікає робота.

У процесі виробництва весь цей складний комплекс факторів, що впливають на формування умов праці, об'єднаний різноманітними взаємними зв'язками.

#### 4. Гігієнічна класифікація умов праці

Виходячи з принципів Гігієнічної класифікації, умови праці розподіляються на чотири класи:

1 клас — оптимальні умови праці - такі умови, при яких зберігається не лише здоров'я працюючих, а створюються передумови для підтримування високого рівня працездатності.

2 клас — допустимі умови праці - характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів для робочих місць, а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни та не чинять несприятливого впливу на стан здоров'я працюючих і їх потомство в найближчому та

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				



віддаленому періоді.

3 клас — шкідливі умови праці - характеризуються наявністю шкідливих виробничих факторів, що перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працюючого та/або його потомство.

1-й ступінь — умови праці, що характеризуються такими відхиленнями від гігієнічних нормативів, які, як правило, викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань та найчастіше сприяють зростанню захворюваності з тимчасовою втратою працездатності;

2-й ступінь — умови праці, що характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні викликати стійкі функціональні порушення, призводять у більшості випадків до зростання захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, підвищення частоти загальної захворюваності, появи окремих ознак професійної патології;

3-й ступінь — умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які призводять до підвищення рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності та розвитку, як правило, початкових стадій професійних захворювань;

4 клас — небезпечні (екстремальні) - умови праці, що характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища, вплив яких протягом робочої зміни створює високий ризик виникнення важких форм гострих професійних уражень, отруєнь, каліцтв, загрозу для життя.

## 5. Основне завдання аналізу ризику шкідливих умов праці

Оцінка умов праці має включати сукупну дію всіх елементів виробничого середовища на організм людини. Із цією метою необхідно провести аналіз умов праці в рамках кожного структурного підрозділу підприємства, та розробити систему профілактичних заходів щодо створення здорових і безпечних умов праці.

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

В межах одного підприємства за класом шкідливості можуть бути різні умови праці.

В історичному аспекті розвитку предметної діяльності можна виділити ручну, механізовану та автоматизовані види праці.

На стадії комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів, на роботах, пов'язаних з комп'ютеризацією, роботизацією та операторською діяльністю, з одного боку, розширилися можливості людини, а з іншого, значно зросли вимоги до її психічної діяльності. Значно зменшилася кількість фізичних операцій пов'язаних з ручною працею, але збільшилася потреба у висококваліфікованій праці.

Нині різні види предметної діяльності відрізняються між собою як величиною фізичних навантажень так і нервово-емоційним напруженням, що безпосередньо чинить вплив на фізичні та психічні функції організму людини.

Виробнича діяльність, що відбувається за умов без впливу шкідливих чинників вважається комфортною. За таких умов елементи виробничого середовища перебувають у повній гармонії з фізіологією людини.

Якщо вплив виробничих чинників відбувається в межах гігієнічних нормативів або трохи перевищують норми умови праці вважаються допустимими, якщо вплив вищий за норму умови праці несприятливі.

З фізіологічної точки зору праця є функцією організму людини, що здійснює трудову діяльність завдяки втраті енергії мозку, нервів та м'язів .

Трудова діяльність людини умовно поділяється на фізичну та розумову.

Фізична праця пов'язана з роботою м'язів, що призводить до енерговитрат організму. За величиною цих витрат фізична праця поділяється на три категорії: легка, середньої важкості, важка. Крім цього фізична праця може мати статичний або динамічний характер. Унаслідок довготривалого статичного напруження м'язів праця стає причиною вираженої втоми.

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

Динамічна робота пов'язана з переміщенням тіла людини чи окремих її органів у просторі. Динамічні зусилля мають циклічний характер, унаслідок чого скорочення м'язів через деякий відрізок часу чергується з їх відпочинком. Такий ритмічний характер роботи м'язів сприяє меншій втомлюваності, ніж при статичній роботі.

Розумова діяльність визначається участю у трудовому процесі центральної нервової системи та органів чуття, мозок виконує не тільки координаційні функції, а є основним працюючим органом. Для розумової праці характерна мала рухливість, вимушена одноманітна поза, що послаблює обмінні процеси і зумовлює застійні явища в м'язах ніг та окремих органах й погане постачання мозку киснем.

Мозок становить лише 1,2-1,5%маси тіла, але споживає понад 20% енергетичних ресурсів.

Формальне завершення робочого дня не призводить до припинення професійно спрямованої розумової діяльності, що викликає стан втоми і перевтоми.

Втома – це сукупність тимчасових змін в фізіологічному та психічному стані людини внаслідок реакції ЦНС на фізичну або розумову працю.

Залежно від характеру предметної діяльності втома буває фізичною, розумовою та емоційною.

Втома – це нормальний природний стан організму, який усувається після одноразового відпочинку, а перевтома – це паталогічний стан який звичайним відпочинком зняти не вдається. Для зняття перевтоми необхідно медичне втручання.

### **Правила роботи з аміачними ХУ**

Як хладагент в аміачних холодильних установках використовується аміак, що має низку небезпечних і шкідливих властивостей.

Наявність аміаку відчувається за запахом із вмістом його в повітрі 0,35 мг/м<sup>3</sup>. Гранично допустима концентрація аміаку у повітрі – 20 мг/м<sup>3</sup>.

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

У зв'язку з токсичністю і вибухонебезпечністю аміаку холодильні установки з цим хладагентом відносять до устаткування підвищеної небезпеки.

Як холодильні агенти використовуються хладони, наприклад, R22 і R134a. Хладон R134a, на відміну від R22, не є пожежонебезпечним і у разі витоку руйнівню не діє на озоновий шар стратосфери. Гранично допустима концентрація пари R22 і R134a в повітрі виробничих приміщень – 3000 мг/м<sup>3</sup>.

Хладони у разі великих концентрацій в атмосферному повітрі викликають у людей задуху через нестачу кисню. Під дією відкритого полум'я і в контакті з гарячими поверхнями вони розкладаються з утворенням високотоксичних продуктів.

Для запобігання аваріям в аміачних і хладонових холодильних установках використовуються арматура, запобіжні клапани, контрольно-вимірвальні прилади і засоби автоматичного захисту.

У холодильних установках запірні вентиля на трубопроводах і апаратах неагрегатних машин, окрім основних запірних вентилів компресорів, повинні бути запломбовані у відкритому положенні. У місцях, де арматура і трубопроводи можуть бути пошкоджені транспортними засобами або вантажами, встановлюються металеві захисні огорожі. У кожухотрубних апаратах і ресиверах є оглядові віконця для візуального контролю рівня рідини.

У холодильних установках для спостереження за робочим тиском нагнітання, всмоктування, в системі мастила і в картері використовуються манометри і мановакууметри.

На нагнітальних магістралях встановлюють зворотні клапани для запобігання зворотному рухові хладагенту в разі зупинки компресорів.

Компресори холодильних установок мають пружинний запобіжний клапан, що сполучає порожнини нагнітання і всмоктування з перевищенням допустимої різниці тиску. Посудини, апарати і технологічне устаткування з безпосереднім охолодженням, що містить рідкий холодильний агент, а

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

також деякі компресори забезпечені пружинними клапанами, що скидають його пару в атмосферу. У аміачних холодильних установках запобіжні клапани повинні бути відрегульовані на початок відкриття: 1,2 МПа – на стороні всмоктування і 1,8 МПа – на стороні нагнітання.

Замість пружинного запобіжного клапана компресор може мати чавунну запобіжну пластинку, що розривається за різниці тиску не більше 1,6 МПа. Випуск пари аміаку в атмосферу через запобіжні клапани повинен проводитися по трубі, що виводиться на 1 м вище «конька» даху найвищої будівлі в радіусі 50 м, але не менше 6 м від рівня території і не менше 3 м від майданчиків обслуговування в радіусі 15 м. Діаметр відповідної труби повинен бути не меншим за діаметр запобіжного клапана.

Випуск пари хладона в атмосферу здійснюється по трубі, гирло якої має бути віднесене не менше, ніж на 2 м від вікон, дверей і повітроприймальних отворів систем вентиляції і кондиціонування повітря і розташоване на рівні 5 м від землі.

Запобіжні клапани компресорів перевіряють не рідше одного разу на рік, запобіжні клапани на апаратах (посудинах) – не рідше одного разу на шість місяців. Циліндри компресорів аміачних холодильних установок мають кришку безпеки. На нагнітаючому і всмоктуючому трубопроводах кожного компресора встановлені гільзи для термометрів, захист яких від механічних пошкоджень забезпечується за допомогою спеціальних кожухів. Холодильні установки оснащені приладами автоматичного захисту, що зупиняють компресори у разі небезпечних режимів роботи.

Захист від підвищеного тиску нагнітання під час пуску компресора з закритим запірним вентилям, за неприпустимо високого тиску конденсації забезпечується за допомогою реле високого тиску (РТ). Автоматичний контроль рівня хладагента в апаратах здійснюється за допомогою реле рівня (РР). Для захисту від припинення подачі води в охолоджуючу сорочку компресора, а в установках з кожухотрубними випаровувачами – від припинення руху розсолу, використовується реле потоку (РП). Захист від

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ					

підвищеної температури нагнітання досягається відключенням компресора за допомогою реле температури (РТ). Для контролю тиску в системі мастила застосовують реле контролю мастила РКМ (реле різниці тиску мастила). За неприпустимонизького тиску мастила реле відключає компресор.

Спрацьовування приладів захисту дублюється звуковим сигналом в машинному (апаратному) відділенні.

У аміачних холодильних установках справність захисних реле рівня перевіряється один раз на 10 днів, справність інших приладів захисної автоматики – один раз на місяць. У хладонових холодильних установках з періодичним обслуговуванням прилади автоматичного захисту перевіряють не рідше одного разу на три місяці, в інших – не рідше одного разу на місяць.

У агрегованих хладонових холодильних установках передбачено тепловий захист обмотки статора електродвигуна, вбудованого в компресор.

За нецілодобового обслуговування автоматизованих аміачних холодильних установок у приміщеннях машинних (апаратних) і конденсаторних відділень обов'язкова установка індикаторів витоку аміаку і сигналізаторів аварійної концентрації його в повітрі. Індикатори дають попереджувальний сигнал в приміщення, в якому постійно чергує персонал, і включають вентиляцію за концентрації аміаку в повітрі понад  $500 \text{ мг/м}^3$  (0,07 %).

Якщо вміст аміаку в повітрі досягає  $1500 \text{ мг/м}^3$  (0,21 %) – сигналізатори аварійної концентрації вимикають електроживлення холодильної установки і одночасно включають витяжну й аварійну вентиляцію, світлозвукову сигналізацію і сирену, а також застережне табло над входом в машинне (апаратне) відділення, яке сповіщає про загазованість приміщення.

За цілодобового обслуговування холодильної установки індикатори витоку і сигналізатори аварійної концентрації пари аміаку можна не встановлювати в приміщеннях.

Витоки аміаку, наявність його в розсолі або циркуляційній воді визначають за допомогою індикаторного паперу (фільтрувальним

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

папером, обробленим розчином фенолроту і висушеного на повітрі). Для виявлення аміаку в повітрі можуть бути використані газоаналізатори інфрачервоного поглинання типу ГП, в розсолі та циркуляційній воді – реактив Несслера.

Місця витoku хладона в холодильних установках визначають шляхом обмилювання з'єднань, а також за допомогою електронного витокошукача L-780A або регульованого електронного витокошукача 790A, що мають чутливість 3 г/рік.

Розроблений і використовується метод виявлення мікровитоків хладагентів і мастил (чутливість 7 г/рік) за яскравим свіченням під дією випромінювання ультрафіолетової лампи, доданих до них флуоресцентних компонентів.

Обслуговуючий персонал аміачних холодильних установок забезпечують засобами індивідуального захисту (фільтруючі протигази типу КД, ізолюючі дихальні апарати стислого повітря типу АСВ або ізолюючі протигази типу П, гумові рукавички і чоботи, захисні окуляри) та медикаментами для надання першої долікарської допомоги. На кожному підприємстві повинно бути не менше трьох костюмів Л-1 або захисних костюмів КІХ-4 для проведення аварійних робіт в загазованих аміаком приміщеннях.

Протигази марки КД і апарати типу АСВ зберігають в шафах зовні машинного (апаратного) відділення, поряд з входними дверима, протигази КД – в машинному (апаратному) відділенні, біля входу, а також в коридорі (вестибюлі), прилеглому до холодильних камер з безпосереднім охолодженням, і у виробничих цехах, де встановлено технологічне устаткування з безпосереднім охолодженням.

У приміщенні, де знаходиться хладонова холодильна установка, необхідно мати фільтруючі протигази, не менше двох пар гумових рукавичок, захисні окуляри і рукавиці, а також аптечку. На випадок аварійного витoku хладона з системи в машинне відділення зберігають у

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

шафі не менше двох ізолюючих дихальних апаратів типу АСВ або ізолюючих протигазів типу ІІІ.

Машинні (апаратні) і конденсаторні відділення аміачних холодильних установок є вибухонебезпечними зонами класу В-1б, що зумовлює особливі вимоги до обладнання приміщень, вибору і розміщення в них електроустановок.

Над машинними (апаратними), конденсаторними відділеннями і холодильними камерами аміачних установок, які обладнані приладами безпосереднього охолодження, а також у прямому сусідстві з ними можна розташовувати тільки приміщення, основним технологічним процесом в яких є обробка продуктів, сировини штучним холодом, де весь персонал проінструктований щодо техніки безпеки на холодильних установках.

Над машинними і апаратними відділеннями не дозволяється розташовувати приміщення з постійними робочими місцями, а також побутові адміністративні приміщення. Не допускається влаштовувати під ними підвальні приміщення.

Огороджувальні конструкції машинного (апаратного) та конденсаторного

відділень мають елементи (вікна, двері та ін.), які легко скидаються, загальною площею, не меншою 0,05 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> об'єму будівлі. При цьому віконні рами засклені звичайним склом.

Машинне відділення влаштовують з двома виходами, один з яких – безпосередньо назовні. При цьому загальна довжина шляху до виходу не повинна перевищувати 30 м. У машинному відділенні площею до 40 м<sup>2</sup> допускається облаштування одного виходу за умови розміщення холодильної установки біля стіни, протилежної до виходу.

Апаратне відділення за наявності виходу в машинне відділення повинно мати запасний вихід назовні. Облаштування виходів безпосередньо у виробничі приміщення або в прилеглі до них коридори і сходові клітки

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				



забороняється. Двері машинного і апаратного відділень мають відкриватися назовні.

Висота машинних відділень аміачних холодильних установок для холодильників, що будуються, має бути не меншою 4,8 м (для тих, що реконструюються – не меншою 3,6 м), висота апаратних відділень – не меншою 3,6 м ( для тих, що реконструюються – не менша 3,0 м ) від підлоги до низу несучих конструкцій перекриття. Висота підвіконь від підлоги не більша 1,2 м.

У машинних і апаратних відділеннях ширина проходів за висоти їх не менше 1,9 м має бути: основного – не менше 1,5 м, між виступаючими частинами компресорів – не менше 1,0 м, між гладкою стіною і компресором (чи апаратом) – не менше 0,8 м.

У холодильних установках типу «контейнер» висота машинного відділення від підлоги до перекриття (покриття) має бути не меншою 3,2 м, від підлоги до низу виступаючих частин комунікацій та устаткування приймається не менше 0,8 м, а проходи між гладкою стіною і компресором (чи апаратом) – не вужчі 0,6 м. Довжина шляху до виходу має не перевищувати 5 м.

Для усунення небезпеки загоряння чи вибуху аміачно-повітряного середовища

(суміші) встановлюють в машинному, апаратному і конденсаторному відділеннях електроустаткування у відповідному виконанні. Аварійний і витяжний вентилятори мають бути іскробезпечного виконання, а електродвигуни – вибухозахищеного з будь-яким рівнем вибухозахисту, приточні вентилятори – звичайного, а їх електродвигуни – закритого виконання (при розміщенні їх у вентиляційних камерах і встановленні на повітроводах обернених клапанів). Для місцевого оснащення застосовують світильники з рівнем захисту, не нижчим підвищеної надійності проти вибуху і напругою, не більшою 12 В.

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

Компресори й апарати хладонових установок великої холодопродуктивності розміщують у машинних відділеннях, у яких повинна забезпечуватися висота проходу для людей не менше 2,2 м від відмітки підлоги до виступаючих зверху частин обладнання (трубопроводів, арматури тощо). Ширина проходу в них така ж, як і в машинних (апаратних) відділеннях холодильних аміачних установок.

Приміщення хладонових установок відносять до категорії невибухонебезпечних. Проте в одному приміщенні з хладоною установкою не допускається розміщувати пристрої з відкритим полум'ям і з температурою поверхні понад 300°C, а також вибухонебезпечне устаткування.

Машинні відділення хладонових установок розташовують на першому поверсі або в підвалі. Двері машинного відділення повинні виходити назовні чи в коридор (вестибюль), відокремлений дверима від інших приміщень, які відчиняються в бік виходу.

За невеликої холодопродуктивності хладонової установки спеціальне машинне відділення для неї не потрібне. Хладонову установку можна розмістити разом з іншим технологічним устаткуванням за умови, що обслуговуючий персонал пройшов відповідне навчання і вміст хладону в повітрі в разі повного витікання з системи не перевищує 10 % об'єму приміщення.

Забороняється встановлювати холодильні установки на сходових клітках, під сходами, в коридорах, у вузьких проходах, в запарошених чи вологих приміщеннях.

Металеві елементи конструкції аміачних і хладонових холодильних установок, охолоджуване устаткування повинні бути заземленими. Всі частини, які рухаються і обертаються (маховики, вали, муфти передачі), повинні мати знімні (легко розбірні) суцільні чи сітчасті огорожі.

Для забезпечення віробезпеки фундаменти під компресором (чи агрегатом) ізолюють від стін і колон будови машинного відділення. Під час

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 142.008.001 ПЗ				

встановлення агрегатів на перекриттях вживаються заходи щодо зниження передачі вібрації на будівельні конструкції. Рівні шуму і вібрації під час роботи компресора (агрегата) не повинні перевищувати встановлених норм.

За постійного обслуговування холодильних установок персоналом наявність природного освітлення в машинному відділенні обов'язкова. В машинних (апаратних) відділеннях передбачають також штучне робоче і аварійне освітлення. В них влаштовують систему водяного чи парового опалення, яке забезпечує розрахункову температуру повітря +16°C з непрацюючим устаткуванням.

Машинні, апаратні та конденсаторні відділення аміачних холодильних установок мають постійно діючу приточно-витяжну вентиляцію, що розрахована на двократний притік і трикратну витяжку. Аварійна витяжна вентиляція забезпечує в цих приміщеннях восьмикратний обмін повітря впродовж кожної години (без урахування виробничої постійно діючої витяжної вентиляції). Пускові пристрої аварійної вентиляції знаходяться як всередині приміщень, які вентилюються (біля виходів), так і на зовнішній стіні будівлі. Ввімкнення аварійної вентиляції пусковим пристроєм, що розташований на зовнішній стіні будівлі, супроводжується відключенням електроживлення всього холодильного устаткування.

Машинні відділення хладонових холодильних установок повинні мати приточну і витяжну вентиляцію, що забезпечує трикратний притік і чотирикратну витяжку. Витяжна вентиляція є одночасно й аварійною.

Трубопроводи холодильних установок фарбують в колір, який відповідає їх призначенню. На трубопроводах чорними стрілками мають бути вказані напрямки руху холодоагента, розсолу і води. Трубопроводи в холодильних камерах і технологічних приміщеннях не повинні пересікати вантажний об'єм для запобігання пошкодження їх вантажами чи транспортними засобами.

Холодильні камери з температурою 0°C і нижче мають бути оснащені системою світлозвукової сигналізації «Людина в камері».

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	00 БП 14.2.008.001 ПЗ				

У будівлях холодильників передбачається пожежна сигналізація. В приміщеннях холодильних установок повинні бути засоби пожежогасіння.

					00 БП 142.008.001 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Явнель Б.К. “Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха”. М.: «Агропромиздат», 1989-223с.
2. ГОСТ 9570-84. Поддоны ящичные и стоечные.- Москва. Изд-во стандартов, 1986.- 10с
3. ГОСТ 13515-91. Ящики из тарного плоского склеенного картона для сливочного масла. .- Москва. Изд-во стандартов, 1992.- 9с
4. Сайт компанії «Realpack» [Інтернет ресурс]: Каталог продукції.- Режим доступу: <http://www.realpack.by/catalog/seriya-200/yashchik-plastikovuyu-art-201-1/>.- вільний.
5. ГОСТ 9142-90. Ящики из гофрированного картона .- Москва. Изд-во стандартов, 1992.- 27с
6. Гетун Г.В.. «Основы проектирования промышленных зданий»: Навчальний посібник. - К.: Кондор, 2009. - 210 с.
7. Курылев Е.С., Оносовский В.В. «Холодильные установки». Санкт-Петербург, 2000. – 576с.
8. Сайт компанії «Witt» [Інтернет ресурс]: Каталог продукції.- Режим доступу:<http://www.thwitt.de/witt/index.php?treeid=190&id=&sprache=ru&fallback=1>,-вільний.
9. НАОП 8.1.00-1.04-90. Правила будови і безпечної експлуатації аміачних холодильних установок.
10. Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском: ДНАОП.-К.: Преса України, 1995.-189с .
11. Масліков, М. М. Холодильна технологія харчових продуктів : Навч. посіб. / М. М. Масліков. - К.: НУХТ, 2007. – 335 с.
12. Данилова Г.Н., Богданов С.Н. и др.; под общей ред. Д-ра техн. Наук Г.Н. Даниловой «Теплообменные аппараты холодильных установок – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1986 – 303 с.

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

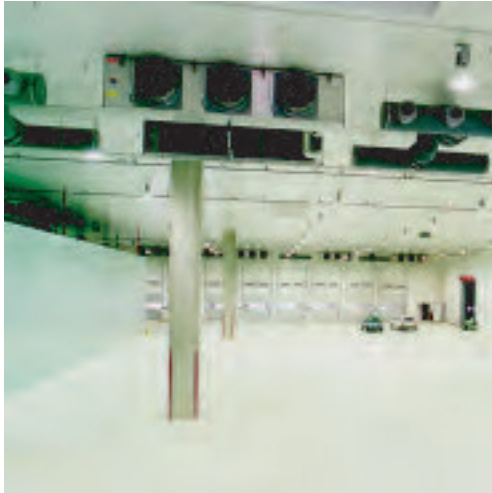
00 БП 142.008.001 ПЗ

13. Резенфельд Л.М. и Ткачев А.Г. Холодильные машины и аппараты. М., Госториздат, 1960.
14. Тимофеевский Л.С. Холодильные машины – СПб.: Политехника, 1997 – 992с.
15. Чумак И.Г. и др. Холодильные установки – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981 – 344с.

					<i>00 БП 142.008.001 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



WÄRMEAUSTAUSCHER  
HEAT EXCHANGERS



Standard Verdampfer

---

Standard evaporators

---

Стандартный испаритель

---

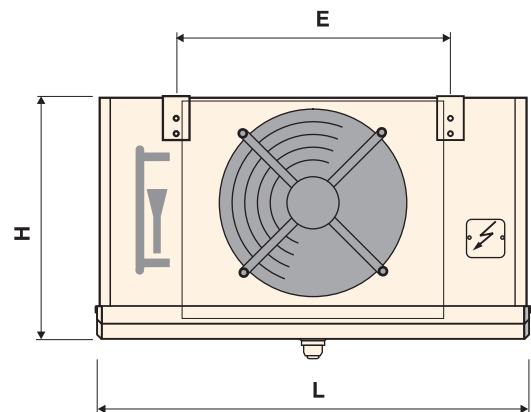
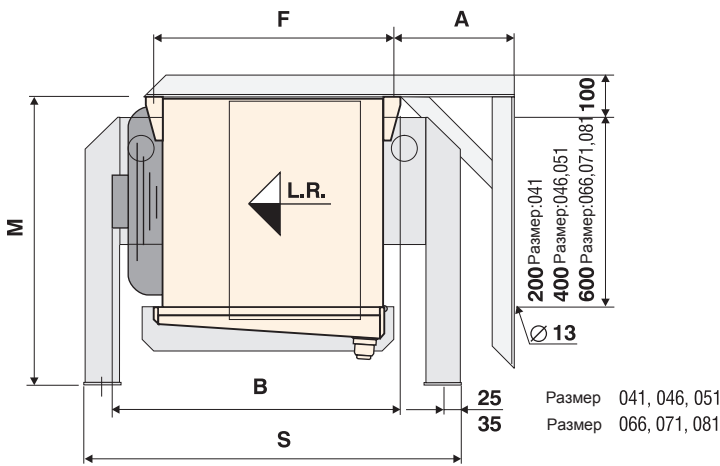
R134a, R22, R404A

---



GHN

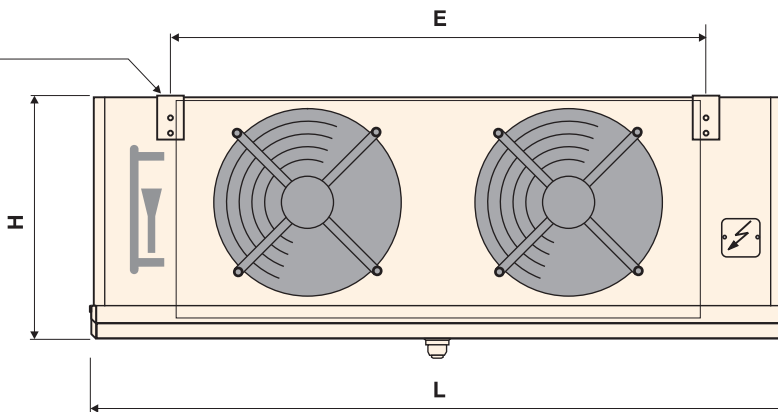
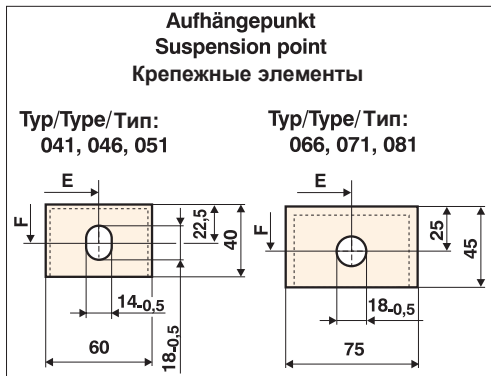
---



Typ Type	Leistung / Capacity kW ДТТ = 8К t <sub>b</sub> = -8°C	Leistung / Capacity kW ДТТ = 7К t <sub>b</sub> = -25°C	Fläche / surface / Площадь m <sup>2</sup> поверхности	Luftvolumenstrom airflow Расход воздуха m <sup>3</sup> /h	Schalldruckpegel / sound pressure level / Уровень звук. давления dB(A) 1m	Wurfweite / air throw Длина струи m	Gesamt / total / Общая мощность электрооттайки kW	Zuleitung max. Absicht 25A main's lead max. fuse protection Подвод с предопр. 25 A	Block / coil / Блок W	Tropfwanne / drip tray Поддон W	Abmessungen dimensions Размеры								Anschlüsse / connections / Подсоединения					Rohrvolumen / tube volume Объем Труб l	Nettogewicht net weight / Вес нетто kg
											L	B	H	E	F	M	S	A	ein inlet Вход mm Ø	aus outlet Выход mm Ø	Heißgas ein/aus / hotgas inlet/ outlet / выход горячих паров mm Ø	Ablauf / drain / Сливной штуцер NW "	* mit Abtaubrause + 100mm * with waterspray defrost + 100mm * с оттайкой водой + 100mm		
041A/14	4,8	3,8	28,8	2800	64	11	2,6	1	1800	800	996	665	565	630	550	850	790	250	16	22	15	¾	5	47	
041B/14	5,4	4,3	36	2650	64	11	2,6	1	1800	800	996	665	565	630	550	850	790	250	16	28	15	¾	7	51	
046A/14	7,5	5,9	46,1	4340	68	15	3,25	1	2250	1000	1196	685	665	830	550	960	790	450	16	28	15	¾	8	63	
046B/14	8,6	6,9	57,7	4220	68	15	4	1	3000	1000	1196	685	665	830	550	960	790	450	16	35	15	¾	10	70	
051B/14	11,4	9,0	72,1	5590	68	18	5	1	3800	1200	1396	690	665	1030	550	960	790	450	16	35	15	¾	12	82	
066A/14	16,4	13,0	102,5	9390	68	24	8,2	1	6600	1600	1831	785	965	1215	555	1260	824	700	22	42	15	1¼	18	151	
066B/14	19,0	15,1	128,1	9020	68	23	8,2	1	6600	1600	1831	785	965	1215	555	1260	824	700	22	42	15	1¼	22	165	
071A/14	22,5	17,5	134,5	13200	72	31	10,55	1	8750	1800	2046	805	1065	1430	555	1360	824	700	22	42	15	1¼	23	186	
071B/14	26,0	20,5	168,2	12650	72	30	10,55	1	8750	1800	2046	805	1065	1430	555	1360	824	700	22	42	15	1¼	29	204	
081A/14	31,2	24,4	182,8	18440	76	39	12,8	1	10500	2300	2231	955	1265	1615	655	1560	924	700	22	54	35	1¼	32	251	
041B/17	4,3	3,4	21,2	2990	64	11	2,6	1	1800	800	996	665	565	630	550	850	790	250	16	22	15	¾	7	45	
041C/17	4,9	3,9	25,5	2910	64	11	3,2	1	2400	800	996	665	565	630	550	850	790	250	16	28	15	¾	8	49	
046B/17	6,6	5,2	34	4500	68	15	4	1	3000	1000	1196	685	665	830	550	960	790	450	16	28	15	¾	10	61	
046C/17	7,6	6,1	40,7	4430	68	15	4,75	1	3750	1000	1196	685	665	830	550	960	790	450	16	28	15	¾	12	66	
051C/17	9,8	7,7	50,9	5860	68	18	5,95	1	4750	1200	1396	690	665	1030	550	960	790	450	16	28	15	¾	15	77	
066A/17	12,1	9,5	60,3	10110	68	24	8,2	1	6600	1600	1831	785	965	1215	555	1260	824	700	16	35	15	1¼	18	136	
066B/17	14,5	11,5	75,4	9870	68	24	8,2	1	6600	1600	1831	785	965	1215	555	1260	824	700	22	42	15	1¼	22	148	
066C/17	16,8	13,3	90,5	9660	68	23	9,3	1	7700	1600	1831	785	965	1215	555	1260	824	700	22	42	15	1¼	26	158	
071B/17	19,9	15,7	99	13880	72	31	10,55	1	8750	1800	2046	805	1065	1430	555	1360	824	700	22	42	15	1¼	29	181	
071C/17	22,9	18,0	118,8	13570	72	30	11,8	1	10000	1800	2046	805	1065	1430	555	1360	824	700	22	42	15	1¼	34	194	
081B/17	27,2	21,0	134,5	19220	76	40	14,3	1	12000	2300	2231	955	1265	1615	655	1560	924	700	22	54	35	1¼	38	242	
081C/17	31,4	24,4	161,4	18860	76	39	16,95	1	13500	3450	2231	1055	1265	1615	755	1560	1024	700	22	54	35	1¼	47	272	
051C/110	8,5	6,7	36,7	5950	68	18	5,95	1	4750	1200	1396	690	665	1030	550	960	790	450	16	28	15	¾	15	76	
051D/110	10,6	8,5	48,9	5760	68	18	7,1	1	5700	1400	1396	790	665	1030	650	960	890	450	16	35	15	¾	19	92	
066C/110	14,6	11,6	65,2	9870	68	24	9,3	1	7700	1600	1831	785	965	1215	555	1260	824	700	22	42	15	1¼	26	158	
066D/110	17,9	14,2	86,9	9430	68	23	12,3	1	9900	2400	1831	985	965	1215	755	1260	1024	700	22	42	15	1¼	35	193	
071C/110	20,0	15,8	85,6	13880	72	31	11,8	1	10000	1800	2046	805	1065	1430	555	1360	824	700	22	42	15	1¼	34	194	
071D/110	24,5	19,6	114,1	13230	72	30	17,7	2	15000	2700	2046	1005	1065	1430	755	1360	1024	700	22	54	15	1¼	45	240	
081C/110	27,4	21,4	116,2	19220	76	39	16,95	1	13500	3450	2231	1055	1265	1615	755	1560	1024	700	22	54	35	1¼	47	271	
081D/110	33,9	26,8	155	18450	76	38	21,45	2	18000	3450	2231	1055	1265	1615	755	1560	1024	700	28	54	35	1¼	61	308	
051C/112	7,7	6,1	31,1	6030	68	18	5,95	1	4750	1200	1396	690	665	1030	550	960	790	450	16	28	15	¾	15	73	
051D/112	9,7	7,8	41,5	5870	68	18	7,1	1	5700	1400	1396	790	665	1030	650	960	890	450	16	35	15	¾	19	87	
066C/112	13,2	10,5	55,4	10090	68	24	9,3	1	7700	1600	1831	785	965	1215	555	1260	824	700	16	35	15	1¼	26	151	
066D/112	16,6	13,2	73,8	9690	68	24	12,3	1	9900	2400	1831	985	965	1215	755	1260	1024	700	22	42	15	1¼	35	186	
071D/112	22,6	18,0	96,9	13610	72	31	17,7	2	15000	2700	2046	1005	1065	1430	755	1360	1024	700	22	54	15	1¼	45	231	
081C/112	24,8	19,5	98,7	19580	76	39	16,95	1	13500	3450	2231	1055	1265	1615	755	1560	1024	700	22	54	35	1¼	47	262	
081D/112	31,2	24,7	131,6	18900	76	39	21,45	2	18000	3450	2231	1055	1265	1615	755	1560	1024	700	28	54	35	1¼	61	296	

▣ Mehrfacheinspritzung / Multiple injection / Многократный впрыск ("паук")



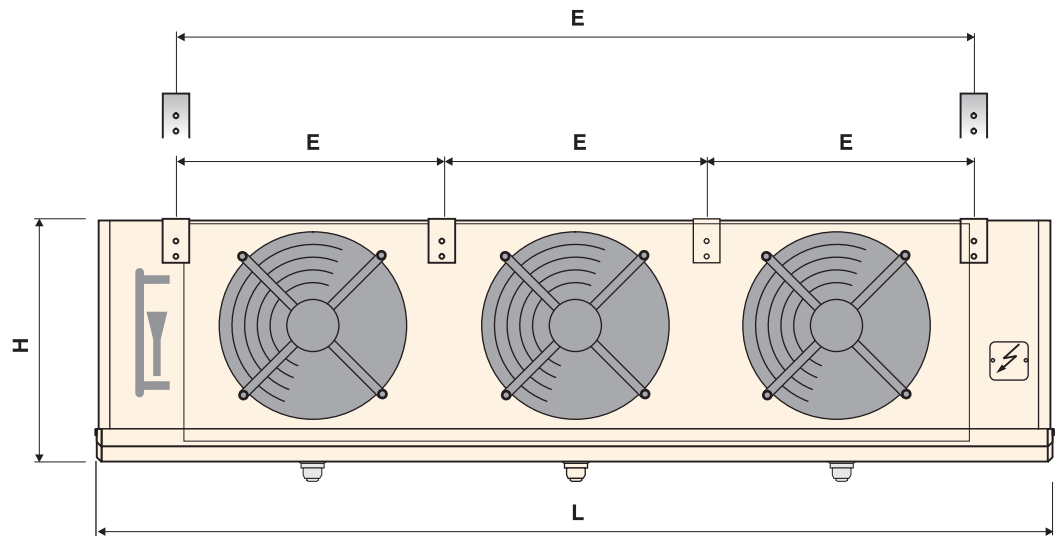


Typ Type Тип	Leistung / Capacity Мощность DТI = 8K b = -8°C	Leistung / Capacity Мощность DТI = 7K b = -25°C	Fläche / surface / Площадь поверхности	Luftvolumenstrom airflow Расход воздуха	Schalldruckpegel / sound pressure level / Уровень звук. давления	Wurfweite / air throw Длина струи	Gesamt / total / Общая мощность эл.оттайки Зелеitung max. Absicht, 25A main's lead max. fuse protection Подвод с макс. предохран.25А	Block / coil / Блок	Tropfwanne / drip tray Поддон	Abmessungen dimensions Размеры * mit Abtaubrause + 100mm * with waterspray defrost + 100mm * с оттайкой водой + 100mm								Anschlüsse / connections / Подсоединения			Rohrvolumen / tube volume Объем труб	Nettogewicht net weight / Вес нетто			
										L	B	H	E	F	M	S	A	ein inlet Вход	aus outlet Выход	Heißgas ein/aus / hotgas inlet/ outlet / Выход горяч. газа / выход			Ablauf / drain / Сливной штуцер		
	kW	kW	m²	m³/h	dB(A) 1m	m	kW	W	W	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	NW "	l	kg
041A/24	9,6	7,6	57,7	5600	67	12	4,6	1	3300	1300	1596	665	565	1230	550	850	790	250	16	28	15	3/4	10	77	
041B/24	11,0	8,7	72,1	5300	67	12	4,6	1	3300	1300	1596	665	565	1230	550	850	790	250	16	35	15	3/4	12	85	
046A/24	15,1	11,9	92,3	8680	71	16	6,1	1	4500	1600	1996	685	665	1630	550	960	790	450	16	35	15	1 1/4	15	109	
046B/24	17,4	13,9	115,3	8440	71	16	7,6	1	6000	1600	1996	685	665	1630	550	960	790	450	22	42	15	1 1/4	19	123	
051B/24	22,7	18,0	144,2	11180	71	20	9,3	1	7200	2100	2476	690	665	2030	550	960	790	450	22	42	15	1 1/4	24	147	
066A/24	33,0	26,2	207,6	18780	71	26	15,8	1	13200	2600	3046	785	965	2430	555	1260	824	700	28	54	28	1 1/4	36	265	
066B/24	38,3	30,2	259,5	18040	71	26	15,8	1	13200	2600	3046	785	965	2430	555	1260	824	700	28	54	28	1 1/4	44	293	
071A/24	45,4	35,9	272	26400	75	33	20,5	2	17500	3000	3476	805	1065	2860	555	1360	824	700	28	64	28	1 1/4	46	334	
071B/24	52,2	41,6	340	25300	75	33	20,5	2	17500	3000	3476	805	1065	2860	555	1360	824	700	28	64	28	1 1/4	54	369	
081A/24	62,7	49,2	369	36880	79	43	25	3	21000	4000	3846	955	1265	3230	655	1560	924	700	28	64	35	1 1/4	61	449	
041B/27	8,6	6,8	42,4	5980	67	12	4,6	1	3300	1300	1596	665	565	1230	550	850	790	250	16	28	15	3/4	12	74	
041C/27	9,8	7,8	50,9	5820	67	12	5,7	1	4400	1300	1596	665	565	1230	550	850	790	250	16	35	15	3/4	15	81	
046B/27	13,2	10,2	67,9	9000	71	16	7,6	1	6000	1600	1996	685	665	1630	550	960	790	450	16	35	15	1 1/4	19	104	
046C/27	15,2	11,9	81,5	8860	71	16	9,1	1	7500	1600	1996	685	665	1630	550	960	790	450	16	35	15	1 1/4	22	114	
051C/27	19,8	15,6	101,9	11720	71	20	11,1	1	9000	2100	2476	690	665	2030	550	960	790	450	22	42	15	1 1/4	28	137	
066A/27	24,3	18,7	122,2	20220	71	27	15,8	1	13200	2600	3046	785	965	2430	555	1260	824	700	22	42	28	1 1/4	34	230	
066B/27	29,5	23,3	152,8	19740	71	26	15,8	1	13200	2600	3046	785	965	2430	555	1260	824	700	28	54	28	1 1/4	43	252	
066C/27	33,8	26,9	183,3	19320	71	26	18	2	15400	2600	3046	785	965	2430	555	1260	824	700	28	54	28	1 1/4	52	275	
071B/27	39,7	31,5	200,2	27760	75	33	20,5	2	17500	3000	3476	805	1065	2860	555	1360	824	700	22	64	28	1 1/4	54	317	
071C/27	46,1	36,3	240,2	27140	75	33	23	2	20000	3000	3476	805	1065	2860	555	1360	824	700	28	64	28	1 1/4	67	346	
081B/27	54,8	42,3	271,6	38440	79	43	28	3	24000	4000	3846	955	1265	3230	655	1560	924	700	28	64	35	1 1/4	75	428	
081C/27	63,2	49,2	325,9	37720	79	43	33	3	27000	6000	3846	1055	1265	3230	755	1560	1024	700	28	64	35	1 1/4	90	479	
051C/210	17,1	13,6	73,3	11900	71	20	11,1	1	9000	2100	2476	690	665	2030	550	960	790	450	22	42	15	1 1/4	28	136	
051D/210	21,3	17,0	97,8	11520	71	20	13,4	1	10800	2600	2476	790	665	2030	650	960	890	450	22	54	35	1 1/4	38	166	
066C/210	29,3	23,3	132	19740	71	26	18	2	15400	2600	3046	785	965	2430	555	1260	824	700	22	64	28	1 1/4	52	273	
066D/210	36,1	28,7	176	18860	71	26	23,7	2	19800	3900	3046	985	965	2430	755	1260	1024	700	28	64	35	1 1/4	68	336	
071C/210	40,1	31,7	172,9	27760	75	33	23	2	20000	3000	3476	805	1065	2860	555	1360	824	700	28	64	28	1 1/4	67	344	
071D/210	48,7	38,3	230,6	26460	75	33	34,5	3	30000	4500	3476	1005	1065	2860	755	1360	1024	700	28	64	35	1 1/4	87	422	
081C/210	55,0	43,1	234,7	38440	79	43	33	3	27000	6000	3846	1055	1265	3230	755	1560	1024	700	28	64	35	1 1/4	90	477	
081D/210	68,1	53,9	312,9	36900	79	42	42	4	36000	6000	3846	1055	1265	3230	755	1560	1024	700	2x28	2x54	35	1 1/4	120	555	
051C/212	15,4	12,2	62,3	12060	71	20	11,1	1	9000	2100	2476	690	665	2030	550	960	790	450	22	42	15	1 1/4	28	131	
051D/212	19,5	15,6	83	11740	71	20	13,4	1	10800	2600	2476	790	665	2030	650	960	890	450	22	54	35	1 1/4	38	159	
066C/212	26,5	21,1	112,1	20180	71	26	18	2	15400	2600	3046	785	965	2430	555	1260	824	700	22	64	28	1 1/4	52	263	
066D/212	33,4	26,5	149,5	19380	71	26	23,7	2	19800	3900	3046	985	965	2430	755	1260	1024	700	28	64	35	1 1/4	68	323	
071D/212	45,4	35,6	195,8	27220	75	33	34,5	3	30000	4500	3476	1005	1065	2860	755	1360	1024	700	28	64	35	1 1/4	87	404	
081C/212	49,8	39,2	199,3	39160	79	44	33	3	27000	6000	3846	1055	1265	3230	755	1560	1024	700	28	64	35	1 1/4	90	459	
081D/212	62,8	49,8	265,7	37800	79	43	42	4	36000	6000	3846	1055	1265	3230	755	1560	1024	700	2x28	2x54	35	1 1/4	120	530	

□ Mehrfacheinspritzung / Multiple injection / Многократный впрыск ("паук")

Mit 4 Aufhängepunkten  
With 4 suspension points  
Avec 4 points de suspension  
041./3

Mit 8 Aufhängepunkten  
With 8 suspension points  
Avec 8 points de suspension  
046./3  
051./3  
066./3  
071./3  
081./3



Typ Type Тип	Leistung / Capacity Мощность kW	Leistung / Capacity Мощность kW	Fläche / surface / Площадь поверхности m²	Luftvolumenstrom airflow Расход воздуха m³/h	Schalldruckpegel / sound pressure level / Уровень звук, давления дБ(A) lm	Wirfweite / air throw Длина струи m	Gesamt / total / Общая мощность/оттайки кВт	Zuleitung max. Absch. 25A main lead max. fuse protection Подвод. с макс. предопр.25A W	Block / col / Блок W	Tropfwanne / drip tray Поддон W	Abmessungen dimensions Размеры  *mit Abtaubrause + 100mm *with waterspray defrost +100mm *с оттайкой водой + 100мм								Anschlüsse / connections / Подсоединения  Kältemittel refrigerant Хладагент					Rohrvolumen / tube volume Объем трубы l	Nettogewicht net weight / Вес нетто kg
											L	B	H	E	F	M	S	A	ein inlet Вход	aus outlet Выход	Heißgas ein/aus / hotgas inlet/ outlet / Ввод, вывод горячих паров	Ablauf / drain /Сливной штуцер			
											mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		
041A/34	14,4	11,2	86,5	8400	69	13	7	1	5100	1900	2276	665	565	1830	550	850	790	250	16	35	15	1/4	14	110	
041B/34	16,5	13,0	108,1	7950	69	12	7	1	5100	1900	2276	665	565	1830	550	855	790	250	16	35	15	1/4	17	121	
046A/34	22,7	17,7	138,4	13020	73	17	9	1	6600	2400	2876	685	665	2430	550	960	790	450	22	42	28	1/4	23	158	
046B/34	26,3	20,7	173	12660	73	17	11,2	1	8800	2400	2876	685	665	2430	550	960	790	450	22	42	28	1/4	28	177	
051B/34	34,1	27,1	216,2	16770	73	21	13,9	1	10800	3100	3646	690	665	1010	550	960	790	450	28	54	28	1/4	35	217	
066A/34	50,0	39,1	312,7	28170	73	27	23	2	19200	3800	4261	785	965	1215	555	1260	824	700	28	64	28	1/4	51	377	
066B/34	57,5	45,4	390,8	27060	73	27	23	2	19200	3800	4261	785	965	1215	555	1260	824	700	28	64	28	1/4	62	418	
071A/34	67,0	53,1	409,4	39600	77	34	30,8	3	26600	4200	4906	805	1065	1430	555	1360	824	700	2x22	2x54	28	1/4	66	479	
071B/34	77,9	60,3	511,8	37950	77	34	30,8	3	26600	4200	4906	805	1065	1430	555	1360	824	700	28	64	28	1/4	79	530	
081A/34	93,4	73,9	555,3	55320	81	45	37,3	3	31500	5800	5461	955	1265	1615	655	1560	924	700	2x28	2x64	35	2x1/4	94	653	
041B/37	12,8	10,0	63,7	8970	69	13	7	1	5100	1900	2276	665	565	1830	550	850	790	250	16	35	15	1/4	18	105	
041C/37	14,7	11,5	76,4	8730	69	13	8,7	1	6800	1900	2276	665	565	1830	550	850	790	250	16	35	15	1/4	21	114	
046B/37	19,9	15,7	101,9	13500	73	17	11,2	1	8800	2400	2876	685	665	2430	550	960	790	450	22	42	28	1/4	28	151	
046C/37	22,9	17,9	122,2	13290	73	17	13,4	1	11000	2400	2876	685	665	2430	550	960	790	450	22	42	28	1/4	33	165	
051C/37	29,6	23,2	152,8	17580	73	21	16,6	2	13500	3100	3646	690	665	1010	555	960	790	450	22	54	28	1/4	42	201	
066A/37	36,6	28,9	184,1	30330	73	28	23	2	19200	3800	4261	785	965	1215	555	1260	824	700	28	64	28	1/4	51	330	
066B/37	44,3	35,1	230,1	29610	73	27	23	2	19200	3800	4261	785	965	1215	555	1260	824	700	28	64	28	1/4	62	359	
066C/37	50,8	40,5	276,2	28980	73	27	26,2	3	22400	3800	4261	785	965	1215	555	1260	824	700	2x22	2x54	28	1/4	77	394	
071B/37	60,3	47,2	301,3	41640	77	34	30,8	3	26600	4200	4906	805	1065	1430	555	1360	824	700	28	64	28	1/4	79	453	
071C/37	69,4	54,6	361,6	40710	77	34	34,6	3	30400	4200	4906	805	1065	1430	555	1360	824	700	2x28	2x54	28	1/4	99	500	
081B/37	82,3	63,7	408,7	57660	81	45	41,8	4	36000	5800	5461	955	1265	1615	655	1560	924	700	2x28	2x54	35	2x1/4	112	619	
081C/37	95,0	74,0	490,4	56580	81	45	49,2	4	40500	8700	5461	1055	1265	1615	755	1560	1024	700	2x28	2x64	35	2x1/4	136	695	
051C/310	25,7	20,2	110	17850	73	21	16,6	2	13500	3100	3646	690	665	1010	550	960	790	450	22	54	28	1/4	42	200	
051D/310	31,9	25,4	146,7	17280	73	21	20	2	16200	3800	3646	790	665	1010	650	960	890	450	28	54	35	1/4	55	243	
066C/310	44,0	34,3	198,8	29610	73	27	26,2	3	22400	3800	4261	785	965	1215	555	1260	824	700	28	64	28	1/4	75	389	
066D/310	54,1	42,6	265,1	28290	73	27	34,5	3	28800	5700	4261	985	965	1215	755	1260	1024	700	28	64	35	1/4	99	480	
071C/310	60,3	47,7	260,3	41640	77	34	34,6	3	30400	4200	4906	805	1065	1430	555	1360	824	700	2x28	2x54	28	1/4	99	498	
071D/310	74,2	59,2	347,1	39690	77	34	51,9	5	45600	6300	4906	1005	1065	1430	755	1360	1024	700	2x22	2x64	35	1/4	111	588	
081C/310	82,7	64,8	353,1	57660	81	45	49,2	4	40500	8700	5461	1055	1265	1615	755	1560	1024	700	2x28	2x64	35	2x1/4	136	691	
081D/310	102,3	81,0	470,8	55350	81	44	62,7	5	54000	8700	5461	1055	1265	1615	755	1560	1024	700	2x28	2x64	35	2x1/4	178	803	
051C/312	23,2	18,3	93,4	18090	73	21	16,6	2	13500	3100	3646	690	665	1010	550	960	790	450	22	54	28	1/4	41	192	
051D/312	29,3	23,3	124,6	17610	73	21	20	2	16200	3800	3646	790	665	1010	650	960	890	450	22	54	35	1/4	55	231	
066C/312	40,0	31,3	168,9	30270	73	28	26,2	3	22400	3800	4261	785	965	1215	555	1260	824	700	28	64	28	1/4	75	374	
066D/312	50,1	39,5	225,1	29070	73	27	34,5	3	28800	5700	4261	985	965	1215	755	1260	1024	700	28	64	35	1/4	99	460	
071D/312	68,5	54,7	294,8	40830	77	34	51,9	5	45600	6300	4906	1005	1065	1430	755	1360	1024	700	2x22	2x64	35	1/4	132	586	
081C/312	74,8	58,9	299,9	58740	81	45	49,2	4	40500	8700	5461	1055	1265	1615	755	1560	1024	700	2x28	2x64	35	2x1/4	136	664	
081D/312	94,3	74,8	399,8	56700	81	45	62,7	5	54000	8700	5461	1055	1265	1615	755	1560	1024	700	2x28	2x64	35	2x1/4	178	767	

□ Mehrfacheinspritzung / Multiple injection / Многократный впрыск ("паук")

# GHN 066 B / 2 7 - E

Standard Verdampfer Standard evaporators Стандартный испаритель

Ventilator Fan Вентилятор  $\text{E cm}$

Blockgröße / Coil size  
Размер блока

Anzahl der Ventilatoren  
Number of fans  
Количество вентиляторов

Lamellenabstand / Fin spacing  
Расстояние между ламелями

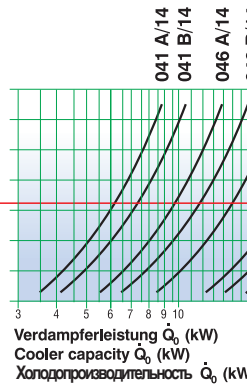
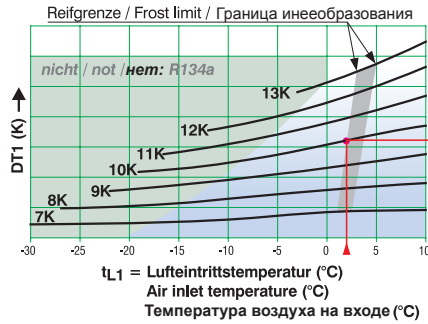
Mit E-Abtauung auf Wunsch  
Electrical defrosting on request  
С электрооттайкой по запросу

Lamellenabstand Fin spacing Расстояние между ламелями	Motordaten je Ventilator (Nennwerte) Nominal ratings each fan Техн. данные двигателя вентилятора 400 V ; 3 Ph ; 50 Hz					
	$\text{AE}$	Drehzahl Speed Скорость	Typenschildangaben Nameplate data / Технич. данные на шильдике			Schalleistungspegel Sound power level Уровень звукового давления
mm	mm	$\text{min}^{-1}$	W	W	A	dB(A)
4	400	1370	190	190	0,41	74
	400	1370	190	190	0,41	74
	450	1400	360	280	0,74	78
	450	1400	360	280	0,74	78
	500	1380	500	390	1,05	78
	650	870	760	630	1,5	78
	650	870	760	630	1,5	78
	800	890	1400	1280	2,7	86
7	400	1370	190	190	0,41	74
	400	1370	190	190	0,41	74
	450	1400	360	280	0,74	78
	450	1400	360	280	0,74	78
	500	1380	500	390	1,05	78
	650	870	760	630	1,5	78
	650	870	760	630	1,5	78
	800	890	1400	1280	2,7	86
10	500	1380	500	390	1,05	78
	500	1380	500	390	1,05	78
	650	870	760	630	1,5	78
	650	870	760	630	1,5	78
	710	890	910	910	2,0	82
	710	890	910	910	2,0	82
	800	890	1400	1280	2,7	86
	800	890	1400	1280	2,7	86
12	500	1380	500	390	1,05	78
	500	1380	500	390	1,05	78
	650	870	760	630	1,5	78
	650	870	760	630	1,5	78
	710	890	910	910	2,0	82
	710	890	910	910	2,0	82
	800	890	1400	1280	2,7	86
	800	890	1400	1280	2,7	86

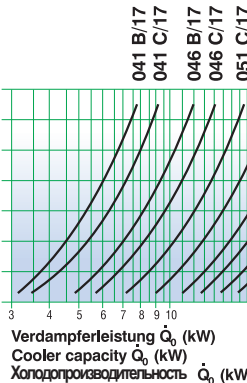
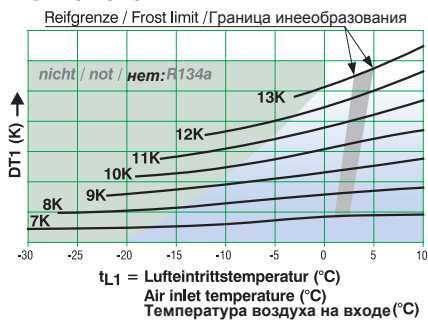
## Diagramma - QV

(Kältemittel R22; Luftfeuchte)

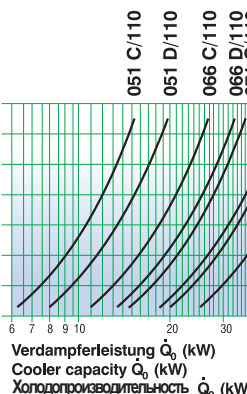
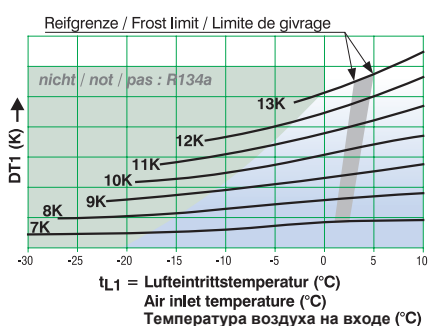
Lamellenabstand  
Fin spacing 4 mm  
Шаг ламелей



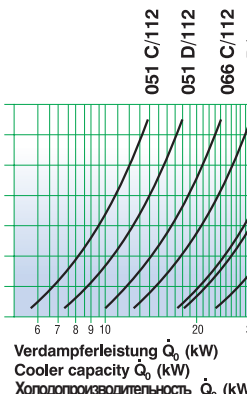
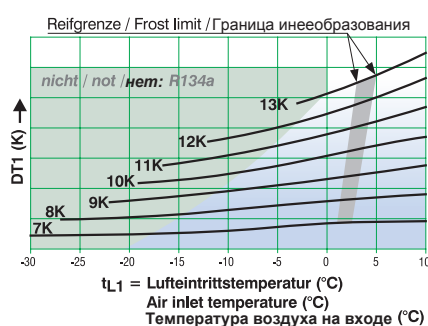
Lamellenabstand  
Fin spacing 7 mm  
Шаг ламелей



Lamellenabstand  
Fin spacing 10 mm  
Шаг ламелей



Lamellenabstand  
Fin spacing 12 mm  
Шаг ламелей



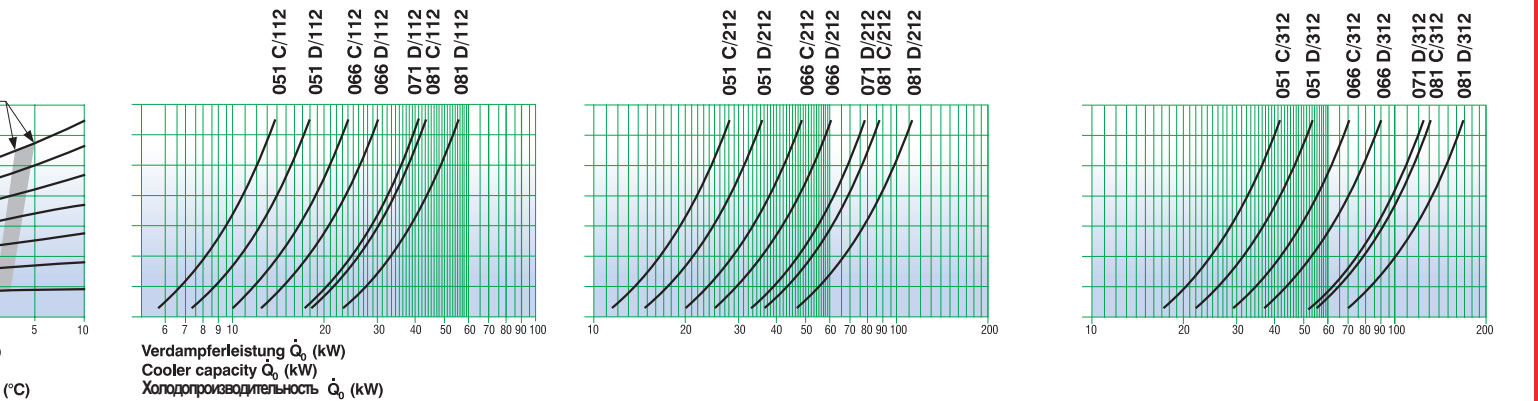
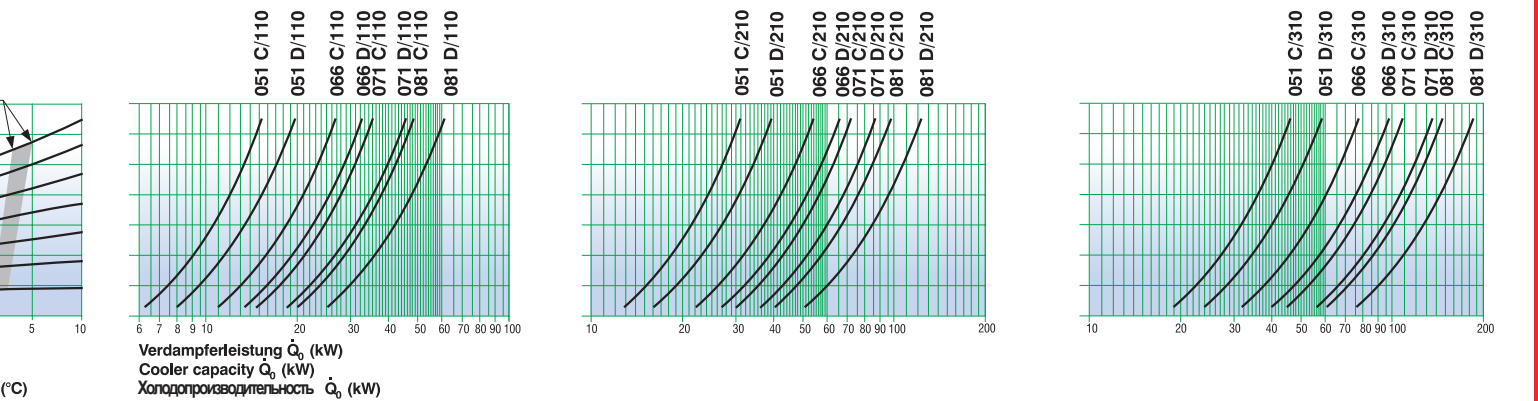
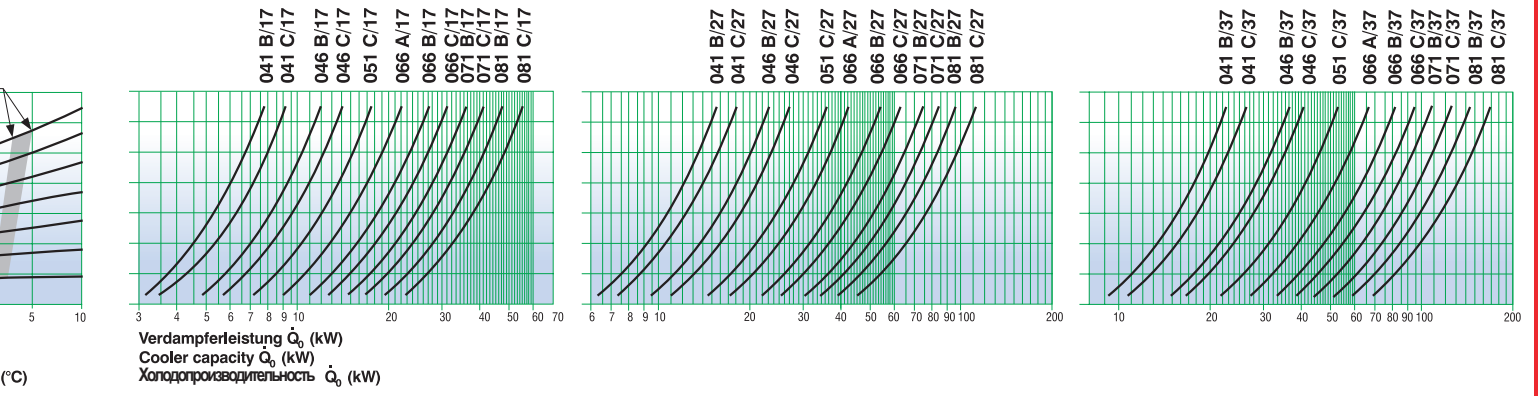
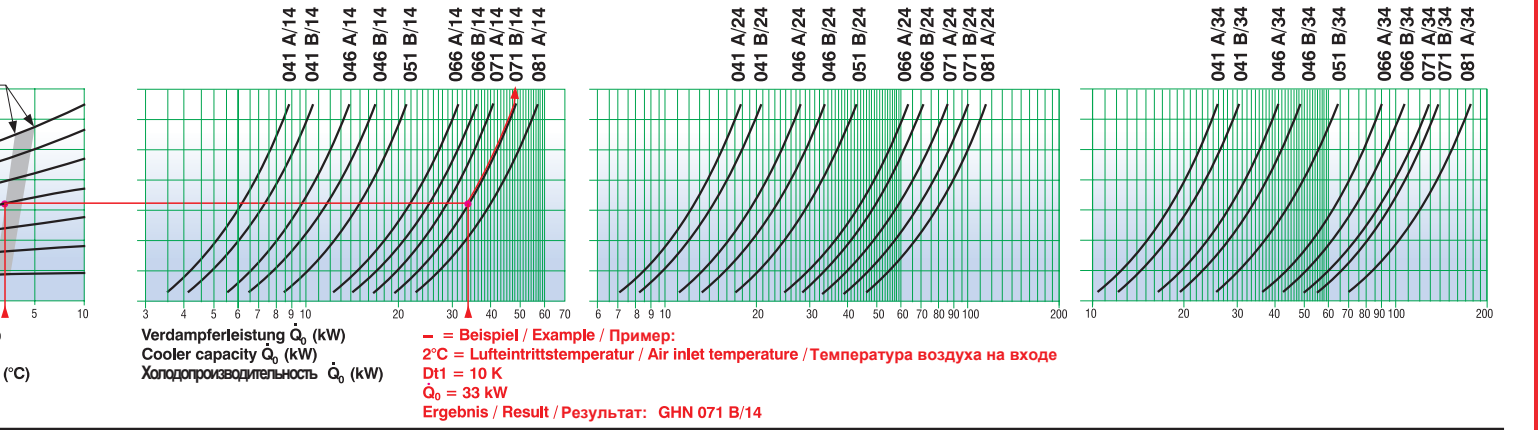
Korrekturfaktoren \*  
Correction factors  
Коэффициент поправки

$t_0$	R134a $\dot{Q}_0$	R404A $\dot{Q}_0$
-10°C	0,99	0,94
-15°C	0,97	0,94
-20°C	0,95	0,95
-25°C	0,92	0,96
-30°C	0,90	0,96

Besonders bei kleinen Temperaturen, daß die angegebenen Werte nur Richtwerte sind, wenn die Überhitzung nicht zu groß ist.

Die Kurven sollten nicht extrapoliert werden für den gezeigten Bereich.

\* Die angegebenen Faktoren sind Richtwerte! Abhängig von den Bedingungen.



Besonders bei kleinen Temperaturdifferenzen ist zu beachten, daß die angegebenen Leistungen nur erreicht werden, wenn die Überhitzung nicht mehr als  $0,7 \times \Delta T_1$  beträgt.

Die Kurven sollten nicht extrapoliert werden, da die Rohr-schaltungen für den gezeichneten Bereich optimiert sind.

\* Die angegebenen Faktoren sind Mittelwerte bzw. Richtwerte! Abhängig von der Bauform können Abweichungen auftreten!

Attention! Especially at small temperature differences, capacities can only be achieved at superheat not greater than  $0,7 \times \Delta T_1$ .

The characteristics should not be extrapolated because the tube arrangement is optimized for the drawn range.

\*The given factors are mean or standard values resp.! They may vary depending on the unit construction!

При малых разностях температур обратить особое внимание на то, что аппарат достигает данной мощности в том случае, если перегрев составляет не более чем  $0,7 \times \Delta T_1$ .

Графики не надо экстраполировать, т.к. подводы к трубам оптимальны для данной области.

\*Данные факторы являются усредненными величинами, т.е. нормативными! В зависимости от конструкции могут наблюдаться отличия!!

## Ausführung

### Kühlerblock:

Cu-Rohr 15 mm Durchmesser  
Lamellen Aluminium,  
Lamellenabstand 4, 7, 10 und 12 mm  
Rohrteilung 50 x 50 mm fluchtend  
Durch die patentierte Tragrohrkonstruktion sind die Kältemittel-führenden Kernrohre entlastet. Dadurch ergibt sich eine erhöhte Sicherheit gegen Undichtigkeiten.

### Verkleidung:

Aluminium, seawasserbeständig. Ab  $\varnothing$  650mm Stahl verzinkt.  
Lackierung DD RAL 9003.

### Tropfwanne:

Aluminium, seawasserbeständig.  
Lackierung DD RAL 9003. Zur leichteren Reinigung ist die Tropfwanne abklapp- bzw. abnehmbar.

### Ventilatoren:

geräuscharme Axialventilatoren mit wartungsfreien Motoren  
Schutzart IP 54 nach DIN 40050  
Temperaturbereich -30 bis 45°C  
alle Ventilatoren mit zwei Drehzahlen (Y-D-umschaltbar)  
Luftrichtung saugend.

Die eingebauten Thermokontakte (Öffner) müssen als Motorschutz verwendet werden. Je nach Ventilatorfabrikat können die Motordaten variieren. Bei tiefen Umgebungstemperaturen und anderen Luftwiderständen verändern sich die Leistungsaufnahme. Wir behalten uns vor, verschiedene Ventilatorfabrikate einzusetzen. Die entsprechenden Daten müssen dem Typenschild entnommen werden.

### Schallangaben:


Schalldruckpegel in 1m Abstand nach DIN 45635, Teil 14, ohne Reflexion. Da Kühlräume nur ein sehr geringes Absorptionsverhalten aufweisen, empfehlen wir nur mit einer geringen Abnahme des Schalldruckpegels bei anderen Entfernungen zu rechnen.

### Abtauerung:

gegen Mehrpreis wahlweise:

- elektrische Abtauerung nach VDE 0720 in Block und Wanne  
Typenbezeichnung: GHN.../...-E
- Heißgasabtauerung in Block und Wanne
- Wasserabtauerung

### Leistung:

Die Leistungsangaben gelten für R22, Luftfeuchte 80 - 90%. Die Kühlleistungen beziehen sich dabei auf eine Lufteintrittstemperaturdifferenz (Differenz zwischen Lufteintrittstemperatur am Kühler  $t_{L1}$  und Verdampfungstemperatur  $t_{0}$ ,  $DT1 = t_{L1} - t_{0}$ ). Diese Bedingungen sind mit DT1 gekennzeichnet und entsprechen den Vorgaben der ENV 328 und der Eurovent Organisation. Die zertifizierten Leistungsangaben sind im Katalog durch das Eurovent Symbol  gekennzeichnet.

Bei abweichenden Betriebsbedingungen kann die Leistung anhand der Nomogramme bestimmt werden.

Zur vereinfachten Auslegung können Sie unsere PC-Auswahl-disketten anfordern.

### Verpackung:

Die Geräte werden in Einbaulage verpackt geliefert.  
Die Wanne ist separat beige packt.

### Anmerkung:

Die Geräte werden mit Aufhängern für Deckenbefestigung geliefert. Beim Einsatz der Kühler im Tieftemperaturbereich empfehlen wir elektrische Ringheizung für die Ventilatoren. Bei Betrieb der Geräte unter  $t_{0} = -40^{\circ}\text{C}$  wegen der speziellen Materialanforderung und -auswahl bitte Rücksprache mit dem Vertrieb halten. Alle elektrischen Teile sind entsprechend den VDE-Bestimmungen ausgeführt. Andere Rohrwanddicken und Lamellenabstände sind auf Anfrage lieferbar.

Bei einer Flüssigkeitsunterkühlung  $> 10\text{K}$  muß die Kältemittel-einspritzung angepaßt werden.

### Zubehör und Sonderausführungen

(gegen Mehrpreis lieferbar)

- Klimaheizregister (elektrisch oder PWM)
- elektrische Ringheizung für die Ventilatoren
- isolierte Wanne
- Aufstellfüße
- Wandkonsolen
- Anschluß für Luftverteilchlauch
- Weitwurfereinheit
- verstärkte Ventilatoren
- Gehäuse in Edelstahl
- Rückschlagventil
- beschichtete Aluminium Lamellen
- 230 V Ventilatoren

Zubehörteile verändern die Funktion des Gerätes.

Technische Änderungen vorbehalten.

Vorangegangene Prospekte verlieren ihre Gültigkeit.

## Construction

### Cooler coil:

Copper tubes diameter 15 mm.  
Fins made from aluminium, fin spacing 4, 7, 10 and 12 mm.  
Tube spacing 50 x 50 mm, in line.  
The core tubes containing the refrigerant are supported by the patented support rod design. This provides for high security against leaks.

### Casing:

Aluminium, seawater-resistant. From diameter 650mm galvanized steel sheet.  
Painted to DD RAL 9003.

### Drip tray:

Aluminium, seawater-resistant.  
Painted to DD RAL 9003.

For easy cleaning the drip tray can be folded down or removed resp.

### Fans:

Low noise level axial fans with maintenance-free motors.  
Protection class IP 54 acc. to DIN 40050.  
Temperature range -30°C to 45°C.  
All fans are 2-speed fans (Y-D changeover).  
Air direction aspirating.

The integral thermo contacts (thermistors) must be used as motor protection. Depending on the fan type, the motor data may vary. At low ambient temperatures and other pressure drops the power consumption will change.  
We reserve the right to use fans from different manufacturers.  
For the corresponding electrical data pls refer to the label.

### Sound pressure level:


Sound pressure level at 1m distance according to DIN 45635, part 14, without reflections. Since cold storage have only a very low absorbing capacity, the sound pressure level will decrease only slightly at other distances.

### Defrosting:

on request and optional:

- electrical defrosting acc. to VDE 0720 in coil and tray  
Type key: GHN.../...-E
- hot gas defrosting in coil and tray
- defrosting by water spray

### Capacity:

The catalogue capacities are valid for R22, air humidity 80 - 90% and are based on the air inlet temperature difference (difference between cooler air inlet temperature  $t_{L1}$  and evaporation temperature  $t_{0}$ ,  $DT1 = t_{L1} - t_{0}$ ). These conditions are marked with DT1 and comply with the ENV 328 and the Eurovent regulations. In the catalogue the certified capacity data are marked with the Eurovent symbol . At other DT1 and  $t_{0}$  please determine the capacities by means of the nomograms. In order to simplify selection please ask for our PC selection programme disks.

### Packing:

The units are supplied packed, in fitting position.  
The tray is added to the unit separately.

### Notes:

The units are supplied with brackets for ceiling mounting. In case of use of the coolers for low temperatures, we recommend a peripheral electrical heating for the fans. For unit operation below  $t_{0} = -40^{\circ}\text{C}$  please consult our sales department because of the special material requirement and selection.  
Other tube wall thicknesses and fin spacings on request.  
At a liquid supercooling of  $> 10\text{K}$  the refrigerant distributor must be readjusted.

### Accessories and special finish (optional)

- additional heating and air-conditioning coil (electrical or PWM)
- fan peripheral heaters
- insulated tray
- feet for floor mounting
- wall supports
- connection for air distribution sock
- air throw unit
- reinforced fans with external static pressure
- casing made of stainless steel
- non-return valve
- coated aluminium fins
- 230 V fans

Accessories change the function of the unit.

Subject to technical amendments without prior notice!  
Supersedes previously published data.

## Исполнение

### Блок охладителя:

Медные трубки диаметром 15 мм. Ламели алюминиевые с шагом 4,7,10 и 12 мм. Трубный пучок 50 x 50 мм коридорного типа. Патентованная конструкция несущих труб обеспечивает снятие нагрузки с заполненного хладагентом трубного пучка, благодаря чему достигается высокая герметизация.

### Обшивка:

Алюминий стойкий к морской воде. С диаметром вент. узла более 650 мм стальной лист обшивки оцинкован. Окраска DD RAL 9003.

**Поддон:** Алюминий стойкий к морской воде. Окраска DD RAL 9003. Для облегчения очистки поддон откидной (съёмный).

### Вентиляторы:

Маломощные аксиальные вентиляторы с небьющими тех. обслуживания двигателями. Тип защиты IP 54 по DIN 40050. Диапазон применения от -30°C до 45°C. Все вентиляторы 2х скоростные (Y-D-переключатель). Всасывание воздуха по направлению движения. Защита двигателя производится встроенными термодатчиками (термисторами). В зависимости от изготовителя вентилятора характеристики двигателя могут незначительно меняться. При низких температурах и других параметрах сопротивления воздуха изменяется и потребление электроэнергии. Мы оставляем за собой право использовать вентиляторы разных изготовителей. Соответствующие технич. данные можно взять с фирменной таблички.



### Акустические данные:

Уровень звукового давления на расстоянии 1 м по нормам DIN 45635, часть 14, без отражения звука. При других удалениях от камеры снижение уровня звукового давления рекомендуется считать незначительным.

**Оттайка:** (По выбору за отдельную плату)

- электрооттайка блока и поддона по VDE 0720  
Обозначение типов: GHN.../...-E.
- оттайка блока и поддона горячим паром
- оттайка водой

### Мощность:

Показатели мощности приведены для фреона R22, влажность воздуха 80-90%, базируются на разности температур воздуха на входе в охладитель  $t_{L1}$  и температуры испарения  $t_{0}$ , ( $DT1 = t_{L1} - t_{0}$ ). Эти условия обозначаются как DT1 и соответствуют предписаниям ENV 328 и организации  EUROVENT. В каталоге сертифицированные показатели мощности помечены символом . При других условиях эксплуатации мощность можно определить по номограмме. Для упрощенного определения мощности можно воспользоваться компьютерной программой подбора "Guentner".

### Упаковка:

Приборы поставляются упакованными во встроенном положении. Поддон упакован отдельно.

### Замечания:

Приборы поставляются с подвесками для крепления на потолок. При применении охладителя при низких температурах рекомендуется периферический обогрев вентиляторов. При эксплуатации приборов при температуре ниже -40°C необходимо применение особых материалов. В этом случае обращайтесь в наш отдел сбыта. Все электрические части производятся в соответствии с нормами VDE. Трубки с другой толщиной стенок и иным шагом поставляются по запросу. При переохлаждении жидкости  $> 10\text{K}$  необходимо провести юстировку впрыска хладагента.

### Комплектующие и особые исполнения (за отд. плату)

- регистр нагрева и кондиционирования воздуха (электрический или PWW)
- периферический обогрев вентиляторов
- изолированный поддон
- установочные ножки
- стенная консоль
- подсоединение рукава
- дальнобойная насадка
- вентиляторы с повышенным статич. давлением
- корпус из нержавеющей стали
- обратный вентиль
- алюминиевые ламели с покрытием
- вентиляторы 230 В

Комплектующие изменяют функции прибора. Допускаются технические изменения.

Устаревшие проспекты недействительны.

### HANS GÜNTNER GMBH

INDUSTRIESTRASSE 14

TELEFON +49 (0) 81 41 / 242-0

E-MAIL guentner@guentner.de

D-82256 FÜRSTENFELDBRUCK

TELEFAX +49 (0) 81 41 / 242-155

INTERNET http://www.guentner.de

