

**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)

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри

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

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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 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 холодильника м'ясокомбінату продуктивністю  
60 т/добу у м. Олександрія

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

Щабло Родіон Антонович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

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

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2020р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Енергомашинобудування

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач

кафедри ТЕХТ

“ 08 ” квітня 2020 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Щабло Родіон Антонович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 60 т/добу у м. Олександрія

керівник роботи професор Василенко Сергій Михайлович,  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2020р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Холодоагент R717

Тип продукту КЗ фаршу м'яса та консерв

Ізоляційний матеріал ПСБ-С

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. Схемихолодильної установки

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 08 квітня 2020р. \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	08.04-13.04	виконано
2	Виконання холодильної частини ДП	14.04-18.05	виконано
3	Вибір обладнання холодильної(их) установок	19.05-20.05	виконано
4	Оформлення креслень та ПЗ	21.05-31.05	виконано
5	Здача готової роботи	01.06.2020р.	виконано

**Здобувач** \_\_\_\_\_  
(підпис)

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

**Щабло Р.А.** \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

**Василенко С.М.** \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## Анотація

Проектування холодильника передбачає вирішення наступних задач: визначення основних розмірів та планування будівлі холодильника, вибір системи технологічного процесу, вибір кількості камер та визначення їх розмірів, вибір системи охолодження, вибір основного та допоміжного обладнання, системи автоматизації. При вирішенні перерахованих задач потрібно прагнути досягти мінімально можливих витрат електроенергії на виробництві одиниці холоду, забезпечуючи при цьому оптимальні режими термообробки продукції для збереження її високої якості.

В проекті виконано підбір необхідного холодильного обладнання з метою досягнення максимальної ефективності по витраті електроенергії при роботі холодильної установки та досягненні необхідного ефекту в отриманні штучного холоду при мінімальних капітальних та експлуатаційних затратах.

Наведено розрахунки будівельно-ізоляційних конструкцій, площ камер холодильника, основного та допоміжного обладнання холодильної установки.

В дипломному проекті враховані новітні досягнення в об'ємно-планувальних та конструктивних рішеннях холодильників, системах і схемах охолодження холодильних камер та технологічних процесів.

Дипломний проект виконаний на ПК, для розрахунків використовувалися такі прикладні програми: CoolPack, «Microsoft Excel» та «Microsoft Word 2010», креслення та схеми виконанні за допомогою програми «AutoCad 2010».

**Ключові слова:** м'ясокомбінат, аміак, R717, циркуляційна схема.

					<i>00.БКР.142.004.001.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Щабло Р.А.</i>			<i>Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 60 т/добу у м. Олександрія</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		

## Зміст

1. Технологічна схема холодильної обробки продукції.....
2. Визначення основних розмірів та планування приміщень  
холодильника.....
3. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.....
4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень .....
5. Визначення навантаження на обладнання камер та компресор.....
6. Вибір розрахункового робочого режиму, побудова циклу та розрахунок  
холодильної машини.....
7. Розрахунок та вибір теплообмінного обладнання холодильних  
камер.....
8. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної  
установки.....
9. Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах.....
10. Підбір насосів.....
11. Охорона праці.....
12. Розрахунок економічної ефективності.....

					<i>00.БКР.142.004.001.ПЗ</i>	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1. Технологічна схема холодильного оброблення продукції.

М'ясокомбінат - це підприємство з комплексної переробки худоби, свиней і продуктів забою на харчову, лікувальну, кормову й технічну продукцію. Сировиною для м'ясокомбінатів є живі худоба та свині.

До основних виробництв м'ясокомбінату відносяться:

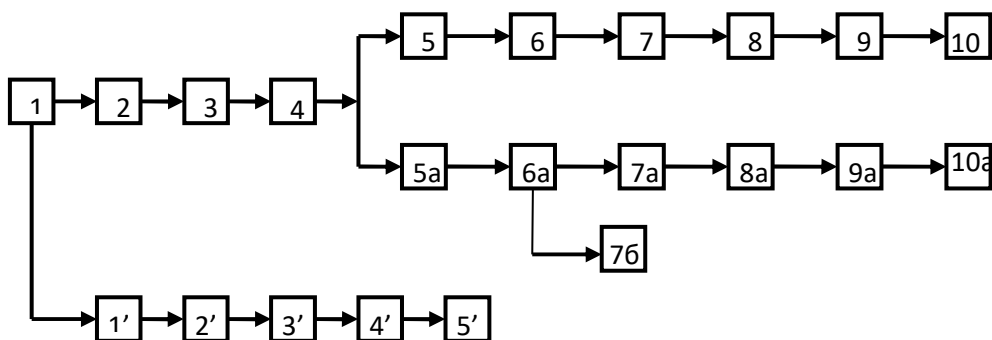
- М'ясожирове виробництво (цех забою худоби і оброблення туш, субпродуктового, жировий, кишковий, шкіроконсервний цехи та цех технічної продукції);

- Холодильник;

- Консервний цех

Згідно із завданням продуктивність м'ясокомбінату складає 60 т/добу (надходження м'яса з забійного цеху).

Схема холодильної обробки м'яса на м'ясокомбінаті:



					00.БКР.142.004.001.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Щабло Р.А.				Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 60 т/добу у м. Олександрія	Лит.	Лист	Листів
Перевір.	Василенко С.М.							
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.	Василенко С.М.							
						НУХТ, ТЕХТ		

1 - Прийом сировини з цеху первинної переробки худоби; 1' - Упаковка субпродуктів; 2 - Зважування; 2' - Заморожування субпродуктів; 3 - Сортування за категоріями вгодованості і масі; 3' - Навантаження субпродуктів в камеру заморозки; 4 - Завантаження м'яса до камер холодильної обробки (за допомогою електроштабелерів); 4' - Зберігання субпродуктів; 5 - Замороження (однофазний спосіб), 5а - Охолодження (однофазний спосіб) 5' - Випуск субпродуктів; 6 - Вивантаження з камер заморожування м'яса; 6а - Вивантаження з камер первинного охолодження м'яса; 7 - Транспортування мороженого м'яса електронавантажувачами в камери схову; 7а - Транспортування охолодженого м'яса електронавантажувачами в камери схову; 7б - Відправка охолодженого м'яса в м'ясопереробний цех; 8 - зберігання мороженого м'яса; 8а - Зберігання охолодженого м'яса; 9 - Зважування мороженого м'яса перед випуском; 9а - Зважування охолодженого м'яса перед випуском; 10 - Випуск мороженого м'яса; 10а - Випуск охолодженого м'яса.

### **Холодильна обробка м'яса.**

М'ясо до камер охолодження та замороження надходить у парному стані з температурою 39°C.

Охолодження відбувається однофазним способом протягом 24 годин за температури в камері -3°C і відносної вологості 95%.

Після охолодження частина м'яса йде в камеру обробки та пакування з температурою 0°C, а частина відправляється до м'ясопереробного цеху для виготовлення консерв.

В камері обробки м'ясо розрізається на сортові отруби та пакується під вакуумом в мішки із полімерної плівки. Запаковане м'ясо складають в пласмасові ящики розміром 605x410x310 мм. Місткість ящика 30 кг. Ящики складають в стоечні піддони по 20 штук на піддон загальною масою 600 кг. Розміри піддона 1240x940x1760 мм. Піддони в камері зберігання складаються в 3 яруси. Температура в камері -1°C, відносна вологість 90%.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура в камерах заморожування -30°C, відносна вологість 95 %.

Заморожування м'яса вважається закінченим, коли температура в товщі м'язів стегна досягає -8°C, а на поверхні буде близькою до температури повітря в морозильній камері. Кінцева середньооб'ємна температура стегна напівтуш - 18°C.

### Технологічна схема виробництва консерв

На підприємстві виробляються консерви двох типів – свинина тушкована (ГОСТ 697-84) та яловичина тушкована (ГОСТ 5284-84).

Консерви «Свинина тушкована» повинні бути вироблені за рецептурою, зазначеною в табл. 1.2.

Консерви «Яловичина тушкована» повинні бути вироблені за рецептурою, зазначеною в табл. 1.3.

Таблиця 1.1

Назва сировини	Масова частка компонентів, %
Свинина жилована	97,5
Цибуля ріпчаста очищена подрібнена	1,33
Сіль кухонна	1,14
Перець чорний мелений	0,01
Лавровий лист	0,02

Таблиця 1.2

Назва сировини	Масова частка компонентів, %
Яловичина жилована	87
Жир сирець яловичий	10,5
Цибуля ріпчаста очищена подрібнена	1,33
Сіль кухонна	1,14
Перець чорний мелений	0,01
Лавровий лист	0,02

Технологічна схема виготовлення консервів:

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Перед тим як виготовити консерви, готують сировину. Першою такою операцією є оброблення м'ясних туш, тобто розчленування їх на частини відповідно до стандарту. Після розчленування їх піддають обвалюванню - відділенню м'ясної м'якоті від кісток. Наступна операція - жиловка - видалення з м'якоті жиру, сухожиль, фасцій, хрящів та інших елементів сполучної тканини. Жиловці піддають також жир сирець. Після жиловки м'ясо і жир передають в фасувальне відділення, де подрібнюють до необхідних розмірів. Розфасовку сировини проводять послідовно. Спочатку в банку вносять сіль, перець, лавровий лист, цибулю, потім м'ясо і жир(для консерв з яловичини). Внесення компонентів здійснюється вручну або дозатором. Банки з вмістом вибірково зважують і по конвеєру направляють на закачування.

Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

00.БКР.142.004.001.ПЗ

Арк

Після закачування банки потрапляють в металеві корзини з водою (для виключення деформації). При наповненні банками кошиків їх піднімають лебідкою і переміщують в автоклави для стерилізації. При стерилізації вбивається мікрофлора і відбувається варіння м'яса.

Після стерилізації кошики з консервами витягують з автоклава і охолоджують на повітрі, після чого проводять сортування. При сортуванні видаляють банки з різними дефектами. Після сортування від партії беруть 3 банки для бактеріологічного дослідження. При напрямку консервів в реалізацію на них наклеюють етикетки. Якщо консерви йдуть на зберігання, то банки покривають тонким шаром вазеліну для запобігання від іржі, укладають в ящики. Етикетки в цьому випадку не наклеюють, їх укладають в ящик з банками. Далі готову продукцію розміщують в камерах зберігання при температурі повітря 0°C. Відносна вологість повітря до 80%. Більш висока температура зберігання консервів сприяє псуванню, вміст набуває металевий присмак, змінюється його колір і консистенція.

Консерви, призначені для тривалого зберігання, розфасовані в металеві банки вітчизняного виробництва відповідно до ГОСТ 5981.

Розміри та місткість закупорених збірних банок зображені на (рис.1.3 і в табл. 1.4).

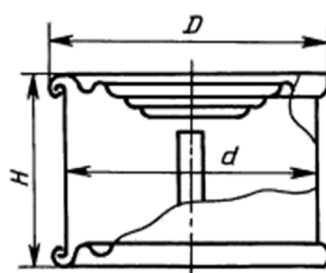


Рис.1.3. Збірна банка для консерв

Таблиця 1.4

Діаметер, мм		Висота зовнішня	Місткість, см <sup>3</sup>	Маса нетто, г
Внутрішній d	Зовнішній D			



	довжині	ширині	висоті	одного паketу, кг	
Консерви	4	2	5	504	1000

Всі погрузочно – розгрузочні роботи виконуються за допомогою електронавантажувачів Toyota 7FBH10. Його характеристики:

Вантажопід'ємність	кг	1000
Відстань від центру маси вантажу до спинки вил	мм	500
Максимальна висота підйому вантажу на вилах	мм	6000
Загальна ширина машини	мм	1060
Довжина машини до спинки вил	мм	2075
Загальна висота по захищеному огороженню	мм	2025
Радіус повороту (зовнішній)	мм	1750
Мінімальна ширина пересічних проїздів	мм	1780
Базова ширина проїздів для розвороту машини з вантажем на 90 °	мм	2150

Виготовлення м'ясного фаршу включає наступні операції: попереднє подрібнення, посол, додавання води, змішування, мікроподрібнення. Ці усі операції можна робити одночасно в куттері.

Після попереднього подрібнення слідує посол. Якщо в якості стимулятора розбухання використовують конденсовані фосфати, то спочатку в м'ясо додають фосфати, оскільки сіль утрудняє їх розчинення, що призводить до погіршення розбухаючої дії. У Угорщині концентрація фосфатів 0,4%. Сіль залежно від змісту інших компонентів додають у кількості 1,5-2,5%.

						00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Потім фосфати і сіль змішують, до м'яса поступово додають охолоджену воду, кількість якої залежить від складу суміші. Краще додати лускатий лід. Охолодження попереджає процес місцевого нагріву при подрібненні, в результаті якого коагулюють білки, що знижує водопоглинання.

Тривалість подрібнення залежить від багатьох причин, в зв'язку з цим завжди потрібно враховувати конкретні умови. Занадто короткий термін не дозволяє повністю звільнити білок м'язових волокон, тому матеріал залишається зернистим. Занадто тривале подрібнення (навіть при належному охолодженні) в такій мірі ушкоджує білки, що порушує їх єднальну здатність. Механічне ушкодження викликається і виникненням повітряних бульбашок, які утворюються від наявності домішки повітря в м'ясному фарші. На поверхні повітряних бульбашок завжди утворюється коагуляційний шар білків. Ці білки втрачають зв'язуючу здатність, що знижує терпку здатність усієї маси фаршу. Наявність суміші повітря в м'ясному фарші також погіршує і його колір. На якість м'ясного фаршу можуть негативно впливати частинки сполучної тканини і волокна, що залишилися у фарші. В процесі варіння вони зменшуються в об'ємі, від цього виділяється сік, продукт стає більше крошливим.

У інших випадках сполучна тканина може подрібнюватися, як м'язова тканина, тому сполучну тканину, відокремлену від м'яса, необхідно подрібнювати окремо. Краще всього м'ясний фарш виходить з м'язової тканини. Сполучна тканина (шкіра, сухожилля і тому подібне) має різні властивості в порівнянні з м'язовою. На машинах тонкого подрібнення вона може подрібнюватися без утворення волокон. З подрібненої сполучної тканини при варінні можна отримати розчин желатину, який при охолодженні твердне. З урахуванням цієї властивості фарш із сполучної тканини позитивно впливає при стабілізації маси окремих м'ясних виробів.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Негативні властивості сполучної тканини проявляються в тих виробках, які при виробництві не вимагають варіння, а тільки сушаться. Висушена сира сполучна тканина не розжовується. Для виготовлення емульсії використовують сировину з невеликим вмістом м'яса і жир. Звичайна така м'ясна сировина непридатно для виготовлення м'ясного фаршу. Жири грають своєрідну роль у формуванні якості м'ясної маси, роблячи більше насиченим смак і тоншою консистенцію маси. Проте вони можуть легко виділятися з фаршу, особливо під впливом тепла. В зв'язку з цим при виготовленні м'ясних виробів частинки жиру мають бути ретельно розподілені у вигляді мікрокрапель, при цьому необхідно забезпечити їх емульгування.

Для цього потрібні консервуючі речовини -емульгатори. М'ясо само по собі є кращим емульгатором, особливо розчинна в солі фракція білків м'язів. Подібними емульгаторами можна вважати і білки печінки. Дія білків, що емульгує, проявляється в тому, що вони у вигляді тонкої плівки обволікають жирові кульки і тим самим перешкоджають їх злиттю. Проте частина білків денатурується, що знижує ефективність процесу.

В зв'язку з цим за допомогою м'ясного фаршу можна емульгувати лише невелику кількість жирів, оскільки знижується дія, що емульгує, або падає та, що водопоглинається. У зв'язку з вищевикладеним доцільно використовувати добавки, які мають властивості, що емульгують, і з точки зору зв'язування вологи і формування структури збільшують фракцію м'язових білків і білків печінки. Отже, якщо необхідно забезпечити більшу кількість жиру в наповнювачі, то потрібно застосовувати добавки-емульгатори.

Дію, що емульгує, можна збільшити, окрім використання м'яса, і за допомогою молочного, соєвого білків, а також білків сполучної тканини. Найефективніше використовується властивість білків, що емульгує, коли емульсія виготовляється окремо з води і жиру з додаванням білку. При виготовленні емульсії передусім вимагається дотримуватися співвідношень кількості води і жиру, а також використовувати з точки зору водоудерживаємості менш цінні білки для емульгування.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Більшість емульгаторів мають здатність добре розділяти на частинки розплавлений жир, тому емульсію слід виготовляти при температурі вище за точку плавлення жиру. Перед змішуванням емульсії з м'ясним фаршем необхідно її охолодити до температури не менше 10 °С. Охолодження робиться при нерухомому стані емульсії, оскільки жир при температурі застигання (25-40 °С) легко розпадається від будь-якої механічної дії. При виготовленні емульсії до 5-25 % жиру додають відповідна кількість білку з урахуванням якості вмісту білків.

Емульсію на основі молочного білку можна виготовляти, використовуючи високошвидкісну мішалку, гомогенізатор і швидкохідний куттер. Молочний білок краще всього розчиняється при високій температурі, тому для виробництва емульсії використовують гарячу воду. Співвідношення білок - вода визначають залежно від якості білку. Звичайне співвідношення 1:4, а при використанні білку з високою в'язкістю - 1:6. Терпкі добавки і наповнювачі (м'ясний фарш і фарш із сполучної тканини або емульсії і гелі) представляють сприятливе поживне середовище для бактерій. Тому дуже важливо, щоб при їх виготовленні неухильно дотримувалися санітарно-гігієнічні вимоги. Передусім, необхідно дотримуватися наступних вимог:

м'ясо або жирову сировину необхідно використовувати у свіжому вигляді, охолодженим або замороженим. Білкові добавки повинні відповідати мікробіологічним вимогам:

постійно слід піклуватися про чистоту машин для переробки (дзиги, куттери) і посуду для зберігання терпких матеріалів і наповнювачів;

посол терпких матеріалів і наповнювачів необхідно робити в 1,5-2 %-ном розчині солі або в розсолі нітриту, в емульсії і гелі не рекомендується додавати прянощів і спеції;

для зберігання терпких матеріалів і наповнювачів доцільно використовувати дрібні і плоскі лотки, матеріал тонким шаром поміщається на лотки, термін охолодження має бути максимально коротким;

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

терпкі матеріали і наповнювачі повинні в найкоротші терміни поступати на переробку, в необхідних випадках їх зберігають при 0-3 °З при відповідній циркуляції повітря.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.Визначення основних розмірів та планування приміщень холодильника

### 2.1.У даному холодильнику містяться такі камери :

Камери замороження м'ясо в напівтушах;  
 камера замороження фаршу;  
 камера зберігання замороженого м'яса в напівтушах;  
 камера зберігання замороженого фаршу;  
 камера зберігання м'ясних консерв.  
 допоміжні приміщення (машинне відділення, службові приміщення).  
 Розмір сітки колон приймаю 6×12.

### 2.2. Визначення площі основних камер:

У всіх камерах , крім камер з фаршем та м'ясних консерв, продукт знаходиться на підвісних коліях.

Камера зберігання мороженого м'яса :

$$F_{зб.м} = \frac{1,2 \cdot B_k}{0,25} = \frac{1,2 \cdot 1600}{0,25} = 7000 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників за формулою:

$$n = \frac{F_{зб.м}}{f_{стр.}} = \frac{7000}{72} = 97$$

Для фаршу:

$$F_{зб.ф} = \frac{B_k}{q_v \cdot h_{зр} \cdot \beta} = \frac{400}{0.6 \cdot 3.6 \cdot 0.75} = 300 \text{ м}^2$$

$$n=4$$

Для м'ясних консерв:

$$F_{зб.ф} = \frac{B_k}{q_v \cdot h_{зр} \cdot \beta} = \frac{400}{0.6 \cdot 3.6 \cdot 0.75} = 300 \text{ м}^2$$

					<b>00.БКР.142.004.001.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Щабло Р.А.			Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 60 т/добу у м. Олександрія	Лист.	Лист	Листів
Перевір.		Василенко С.М.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.				<b>НУХТ, ТЕХТ</b>		

$$n=4$$

Камери замороження за формулою

$$F_{к.ох.} = \frac{M \cdot \tau}{q_F \cdot 24}$$

де M- добова продуктивність камер замороження, т/добу

$\tau$ - тривалість циклу холодильної обробки (приймається 24 год)

$q_F=0,2$ - норма завантаження на  $1m^2$  будівельної площі (м'ясо на підвісних коліях) камери, т/  $m^2$

для м'яса:

$$F_M = \frac{36 \cdot 24}{0,2 \cdot 24} = 180 m^2, n=3$$

для фаршу:

$$F_\phi = \frac{12 \cdot 24}{0,3 \cdot 24} = 40 m^2, n=2$$

### 2.3. Загальна площа основних приміщень зберігання:

$$F_{к.зб} = F_{зб.м} + F_{зб.ф} + F_{зб.т} = 7000 + 300 + 300 = 7600 m^2$$

### 2.4. Площа допоміжних приміщень:

$$F_{доп} = 0,3 \cdot F_{к.зб} = 0,3 \cdot 7600 = 2280 m^2$$

### 2.5. Загальна площа охолоджуваного холодильника.

$$F_{заг} = F_M + F_\phi + F_{к.зб} + F_{доп} = 180 + 40 + 7600 + 2280 = 10100 m^2$$

### 2.6. Визначаю площу службових приміщень та машинного відділення.

$$F_{м.о} = 0,1 \cdot F_{заг} = 0,1 \cdot 10100 = 1010 m^2$$

$$F_{сл} = 0,2 \cdot F_{заг} = 0,2 \cdot 10100 = 2020 m^2$$

### 2.7. Розміщення камер.

Розташовуємо камери як показано на мал. 2.8. з врахуванням критої автомобільної платформи.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Холодильник плануємо з коридорами шириною по 6 метрів.

Підвісні

колії, котрі розташовані на території холодильника, виконую з кутників розміром полки 70 мм, а не як прийнято з двотаврової балки. Застосування таких підвісних колії дає можливість робити перехрестя, розгалуження та вільний відбір напівтуш з камер, не розвантажуючи її повністю.

Використовую такі позначення:

I – камери зберігання м'яса в напівтушах;

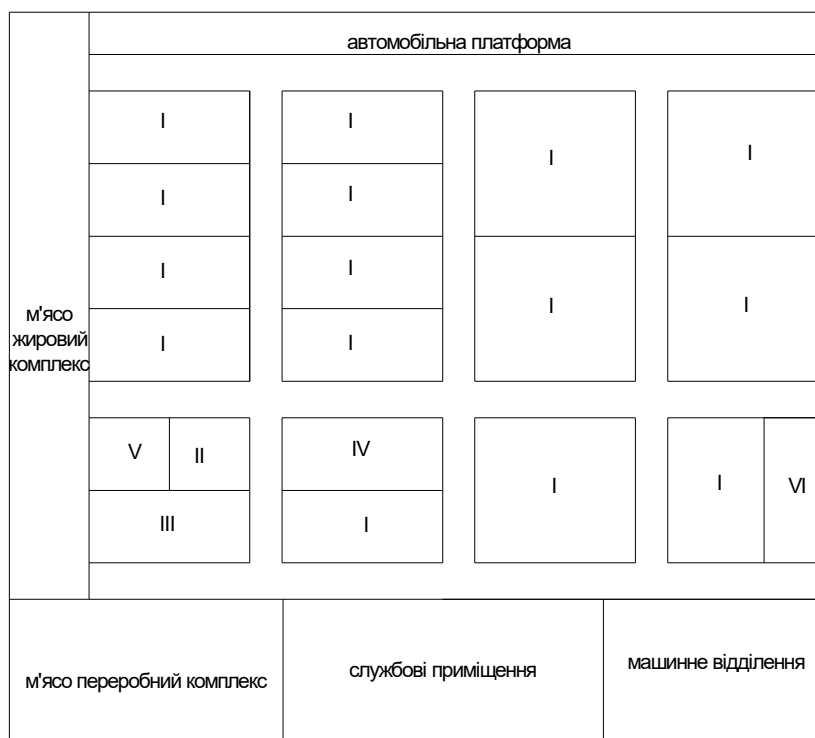
II – камера замороження фаршу;

III – камера замороження м'яса в напівтушах;

IV – камера зберігання м'яса фаршуж;

V – дефектні вантажі;

VI – камера для зберігання м'ясних консерви.



### 3. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника

Холодильник розташовано в місті Олександрія, тому параметри зовнішнього повітря :

глибина промерзання ґрунту 170 см,  
середня температура 6,7°C,  
розрахункова літня температура 31°C,  
розрахункова зимня температура -21°C,  
відносна вологість влітку 52%,  
відносна вологість взимку 82%.

Обираємо будівельні конструкції будинку. Приймаємо, що будівля – каркасного типу; колони розміром 400×400 мм, стіни з цегли, будівельні балки односкатні довжиною 12 м і висотою 890 мм. Висота камер від чистої підлоги до низу балки 6 м. Покриття безчердачного типу. Плити перекриття – ребристі, довжиною 6 м та товщиною полки 35 мм. Склад перекриття приймаю за малюнком 6.6,б (літ. 1). Підлога – з електропідігрівом ґрунту. Конструкція підлоги :(для морозильних камер і камер зберігання - підлога за малюнком 6.7,в (літ. 1), для експедиції та вагової-за мал. 6.7.а (літ. 1) для службових приміщень, компресорного цеху та утеплення підлоги не передбачено.)

Утеплення стін з пінопласту полістирольного ПСБ-С. Стіни які не підлягають утепленню – це перегородки між корпусом машинного відділення та службовими приміщеннями. Всі зовнішні стіни виконуються з цегли товщиною 380 мм (мал.6.4,а літ. 1).

Температури для розрахунку ізоляції наведені на мал. 2.8., коридори III є не охолоджуваними та неопалювальними. Середню температуру повітря на вулиці дорівнює 6,7°C. Відповідно, місто розташоване в середній кліматичній зоні.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	Щабло Р.А.				Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 60 т/добу у м. Олександрія	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>	Василенко С.М.							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>	Василенко С.М.							
						НУХТ, ТЕХТ		

Товщини ізоляції розраховуємо для таких стін:

Табл. 3.1.1. Термічні опори різних шарів будівельних конструкцій.

Номер та назва огорожі	№	Назва та матеріал шару	Товщина $\delta$ , м	Коефіцієнт теплопровідності $\lambda$ , Вт/(м·К)	Тепловий опір, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт Тепловий опір, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт
Зовнішня стінова панель камер замороженн я	1	Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0,02	0,98	0,02
	2	Теплоізоляція з ПСБ-С	Потрібно визначити	0,05	Потрібно визначити
	3	Пароізоляція два шля гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,3	0,013
	4	Штукатурка цементно-піщана	0,02	0,93	0,022
	5	Кладка з цегли на цементному розчині	0,38	0,81	0,469
	6	Штукатурка складним розчином	0,02	0,93	0,022
	Сумарний опір				
Зовнішня стінова панель	1	Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0,02	0,98	0,02
	2	Теплоізоляція з ПСБ-С	Потрібно визначити	0,05	Потрібно визначити
	3	Пароізоляція два шля гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,3	0,013
	4	Зовнішній шар з тяжкого бетону	0,14	1,86	0,075
	Сумарний опір				
Покриття охолоджуваних приміщень	1	5 шарів гідроізола на бітумній мастиці	0,012	0,3	0,04
	2	Стяжка з бетону по металевій сітці	0,04	1,86	
	3	Пароізоляція(шар пергаменту)	0,001	0,15	Не враховуємо
	4	Плитна теплоізоляція ( ПСБ-С)	Потрібно визначити	0,05	Потрібно визначити
	5	Залізобетонна плита	0,035	2,04	0,017





### 3.4. Перекриття камер зберігання

Потрібний коефіцієнт теплопередачі  $k_0^{TP}=0,22$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) відповідно табл. 8.2 (літ. 1). Коефіцієнт тепловіддачі приймаю за табл. 8.1 (літ. 1).  $\alpha_B=9$  Вт/(м<sup>2</sup>·К).

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 0,079 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$$

$$\delta_{из}^{нотр} = 0,05 \cdot \left[ \frac{1}{0,22} - \left( \frac{1}{23} + 0,079 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,215 m$$

Приймаємо: 225мм (два шари – 100мм, один шар – 25мм)

### 3.5. Підлога охолоджуваних приміщень.

В розрахунках враховуємо шари, які лежать вище бетонної підготовки з нагрівальними елементами. Потрібний коефіцієнт теплопередачі  $k_0^{TP}=0,21$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) відповідно табл. 8.2 (літ. 1). Коефіцієнт тепловіддачі приймаю за табл. 8.1 (літ. 1).

$$\alpha_B = 7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

В даному випадку потрібна перевірка на випадання вологи на стінці, це впливає з табл. 8.4. (літ. 1).

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 2,43 \frac{m^2 \cdot K}{Bm}$$

$$\delta_{из}^{нотр} = 0,05 \cdot \left[ \frac{1}{0,21} - \left( \frac{1}{7} + 2,43 \right) \right] = 0,109 m \approx 150 mm$$

Приймаємо: 150мм (один шар – 100мм і 50мм).

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}}} = \frac{1}{2,57 + \frac{0,15}{0,05}} = 0,18 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$$

Приймаємо:  $k_0=0,18$  Вт/(м<sup>2</sup>·К).

### 3.6. Внутрішні стіни.

Приймаємо що стіни між охолоджуваними приміщеннями і коридором виконані з керамзитобетонних панелей товщиною 240мм, з теплоізоляцією з плит ПСБ-С.  $k_0^{TP}=0,28$  Вт/(м<sup>2</sup>·К)

						00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			



Результати розрахунків товщини ізоляції і коефіцієнтів теплопередачі огорожуваних конструкцій зводимо до табл.3.1.2.

Табл. 3.1.2.

Огорожа	$t_{в},$ °C	$\alpha_{в},$ Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$\alpha_{г},$ Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$R_{в},$ $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$R_{г},$ $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	$\sum \frac{\delta}{\lambda_i},$ $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$	Товщина теплоізоляції, мм		Коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	
							$\delta_{із}^{нотр}$	$\delta_{із}^{\partial}$	$k_{0^{тр}}$	$k_{0^{\partial}}$
1.Зовнішня стіна морозильної камери	-30	23	11	0,043	0,091	0,546	204	225	0,21	0,18
2.Зовнішні стіни камер окрім морозильних.	-20	23	9	0,043	0,125	0,108	204	225	0,23	0,22
3.Перекриття охолоджуваних камер.	-20	23	9	0,043	0,143	0,079	215	225	0,22	0,22
4.Підлога охолоджуваних камер	-20	-	7	-	0,143	2,43	109	150	0,21	0,18
5.Внутрішні стіни з'єднанні вантажним коридором	-20	9	9	0,125	0,125	0,546	140	150	0,28	0,28
6.Перегородка	-30/ -20	11	9	0,091	0,143	0,077	86	100	0,5	0,43
7.Перегородка	-20/ 0	9	8	0,091	0,111	0,077	165	175	0,28	0,28
8.Перегородка	-20/ -20	9	9	0,143	0,143	0,077	71	75	0,58	0,58

## 4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.

### 4.1. Теплонадходження через огорожувальні конструкції.

Розміри огорожень на плані і площу камер приймаємо по осям колон, висоту стін – на 1.2м вище відмітки низу будівельної балки, тобто 6м, площу дверного отвору в камерах приймаємо 6 м<sup>2</sup>. Для визначення теплопритоків від сонячної радіації приймаємо орієнтацію будівлі холодильника автомобільною платформою на північ. Враховуємо, що стеля зовні світла (тобто  $\Delta t_c = 14,9^\circ\text{C}$ ).

#### Камера замороження (-30°C)

Стіна суміжна з пристройкою:

$$F = 57,6 \text{ м}^2$$

$$t_n = 12^\circ\text{C}$$

$$\theta = 12 - (-30) = 42^\circ\text{C}$$

$$Q_{IT} = \kappa_o \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0,21 \cdot 57,6 \cdot 42 \cdot 10^{-3} = 0,4 \text{ кВт}$$

Двері в коридор:

$$F = 6 \text{ м}^2$$

$$\theta = 30^\circ\text{C}$$

$$Q_{IT} = \kappa_o \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0,4 \cdot 6 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0,072 \text{ кВт}$$

Стеля:

$$F = 288 \text{ м}^2$$

$$t_n = 34^\circ\text{C}$$

$$\theta = 34 - (-30) = 64^\circ\text{C}$$

$$Q_{IT} = \kappa_o \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0,22 \cdot 288 \cdot 64 \cdot 10^{-3} = 4,05 \text{ кВт}$$

					<b>00.БКР.142.004.001.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Щабло Р.А.			Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 60 т/добу у м. Олександрія	Лист	Лист	Листів
Перевір.		Василенко С.М.						
Реценз.						<b>НУХТ, ТЕХТ</b>		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						

Враховуємо також теплоту від сонячної радіації:

$$\Delta t_c = 14.9^\circ C$$

$$Q_{1c} = k_\delta \cdot F \cdot \Delta t_c \cdot 10^{-3} = 0.22 \cdot 288 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.94 \text{кВт}$$

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1c} = 4.05 + 0.94 = 4.99 \text{кВт}$$

Підлога:

$$F = 288 \text{м}^2$$

$$t_n = 1^\circ C$$

$$\theta = 1 - (-30) = 31^\circ C$$

$$Q_{1T} = \kappa_\delta \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.18 \cdot 288 \cdot 31 \cdot 10^{-3} = 1.6 \text{кВт}$$

Камера зберігання(11-15) морожених продуктів (-20°C)

Стіна зовнішня:

$$F = 86.4 \text{м}^2$$

$$t_n = 34^\circ C$$

$$\theta = 34 - (-20) = 54^\circ C$$

$$Q_{1T} = \kappa_\delta \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.21 \cdot 86.4 \cdot 54 \cdot 10^{-3} = 0.97 \text{кВт}$$

$$Q_{1c} = \kappa_\delta \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.21 \cdot 86.4 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.27 \text{кВт}$$

Двері в коридор:

$$Q_{1T} = \kappa_\delta \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.4 \cdot 6 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0.048 \text{кВт}$$

Стеля:

$$F = 720 \text{м}^2$$

$$t_n = 34^\circ C$$

$$\theta = 34 - (-20) = 54^\circ C$$

$$Q_{1T} = \kappa_\delta \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.22 \cdot 720 \cdot 54 \cdot 10^{-3} = 8.5 \text{кВт}$$

$$Q_{1c} = \kappa_\delta \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.22 \cdot 720 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 2.4 \text{кВт}$$

Підлога:

$$F = 720 \text{м}^2$$

$$t_n = 1^\circ C$$

$$\theta = 1 - (-20) = 21^\circ C$$

$$Q_{1T} = \kappa_\delta \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.18 \cdot 720 \cdot 21 \cdot 10^{-3} = 2.7 \text{кВт}$$

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Камера зберігання м'ясних консерв (0°C)

Стіна зовнішня:

$$F = 86.4 \text{ м}^2$$

$$t_n = 34^\circ \text{C}$$

$$\theta = 34 - (0) = 34^\circ \text{C}$$

$$Q_{1T} = \kappa_{\partial} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.21 \cdot 86.4 \cdot 34 \cdot 10^{-3} = 0.6 \text{ кВт}$$

Стіна в коридор:

$$Q_{1T} = \kappa_{\partial} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.28 \cdot 57.6 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0 \text{ кВт}$$

Стеля:

$$F = 288 \text{ м}^2$$

$$t_n = 34^\circ \text{C}$$

$$\theta = 34 - (0) = 34^\circ \text{C}$$

$$Q_{1T} = \kappa_{\partial} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.22 \cdot 288 \cdot 34 \cdot 10^{-3} = 2.15 \text{ кВт}$$

$$Q_{1c} = \kappa_{\partial} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.22 \cdot 288 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.94 \text{ кВт}$$

Підлога:

$$F = 288 \text{ м}^2$$

$$t_n = 1^\circ \text{C}$$

$$\theta = 1 - (0) = 1^\circ \text{C}$$

$$Q_{1T} = \kappa_{\partial} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.18 \cdot 288 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 0.05 \text{ кВт}$$

Камера зберігання(1-10) морожених продуктів(-20°C)

Стіна в коридор:

$$Q_{1T} = \kappa_{\partial} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.28 \cdot 57.6 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0.24 \text{ кВт}$$

Стіна з пристройкою:

$$Q_{1T} = \kappa_{\partial} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.21 \cdot 57.6 \cdot 32 \cdot 10^{-3} = 0.3 \text{ кВт}$$

Стеля:

$$F = 288 \text{ м}^2$$

$$t_n = 34^\circ \text{C}$$

$$\theta = 34 - (20) = 14^\circ \text{C}$$

$$Q_{1T} = \kappa_{\partial} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.22 \cdot 288 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 3.42 \text{ кВт}$$

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{lc} = \kappa_{\delta} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.22 \cdot 288 \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 0.94 \text{кВт}$$

Підлога:

$$F = 288 \text{м}^2$$

$$t_n = 1^{\circ}\text{C}$$

$$\theta = 1 - (-20) = 21^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{1T} = \kappa_{\delta} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.18 \cdot 288 \cdot 21 \cdot 10^{-3} = 1.09 \text{кВт}$$

### Камера зберігання(17) морожених продуктів(-20°C)

Стіна суміжна з м'ясними консервами:

$$Q_{1T} = \kappa_{\delta} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.28 \cdot 86,4 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0.48 \text{кВт}$$

Стіна в коридор:

$$Q_{1T} = \kappa_{\delta} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.28 \cdot 72 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0.4 \text{кВт}$$

Двері в коридор:

$$Q_{1T} = \kappa_{\delta} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.4 \cdot 6 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0.048 \text{кВт}$$

Стеля:

$$F = 432 \text{м}^2$$

$$t_n = 34^{\circ}\text{C}$$

$$\theta = 34 - (20) = 54^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{1T} = \kappa_{\delta} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.22 \cdot 432 \cdot 54 \cdot 10^{-3} = 5.13 \text{кВт}$$

$$Q_{lc} = \kappa_{\delta} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.22 \cdot 432 \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 1.4 \text{кВт}$$

Підлога:

$$F = 432 \text{м}^2$$

$$t_n = 1^{\circ}\text{C}$$

$$\theta = 1 - (-20) = 21^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{1T} = \kappa_{\delta} \cdot F \cdot \theta \cdot 10^{-3} = 0.18 \cdot 432 \cdot 21 \cdot 10^{-3} = 1.6 \text{кВт}$$

#### 4.2. Теплонадходження від вантажу.

Розрахунок теплопритоків :

Для камер зберігання добове надходження продукту складає 8% від завантаженості камер. В камерах зберігання температура мороженого

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



$$M_{гр} = 17,4 - 3,4 = 14 \text{ т/доб}$$

$$Q_{2пр} = 7,13 \text{ кВт}$$

$$Q_{2т} = 1,09 \text{ кВт}$$

$$Q_2 = Q_{2т} + Q_{2пр} = 8,22 \text{ кВт}$$

#### 4.3. Експлуатаційні теплонадходження.

Ці теплонадходження виникають внаслідок освітлення камер, перебування в них людей, роботи електродвигунів і відкриття дверей.

Теплонадходження від освітлення.

Розраховуються по формулі:  $q_1 = A \cdot F \cdot 10^{-3}$

де  $A$  - теплота, що виділяється джерелом освітлення за одиницю часу на  $1 \text{ м}^2$  площі підлоги,  $\text{Вт/ м}^2$  ;  $F$  - площа підлоги,  $\text{м}^2$  (для камер замороження та експедиції  $A = 4,7 \text{ Вт/ м}^2$ , для зберігання -  $A = 2,3 \text{ Вт/ м}^2$  )

Камери замороження:

Камера 20:

$$q_1 = 4,7 \cdot 288 \cdot 10^{-3} = 0,6 \text{ кВт}$$

Камера 19:

$$q_1 = 4,7 \cdot 144 \cdot 10^{-3} = 0,33 \text{ кВт}$$

Камери зберігання:

Камери 1-10:

$$q_1 = 2,3 \cdot 360 \cdot 10^{-3} = 0,8 \text{ кВт}$$

Камера 11-15:

$$q_1 = 2,3 \cdot 720 \cdot 10^{-3} = 1,6 \text{ кВт}$$

Камера 16:

$$q_1 = 2,3 \cdot 432 \cdot 10^{-3} = 0,9 \text{ кВт}$$

Камера зберігання м'ясних консерв:

$$q_1 = 2,3 \cdot 288 \cdot 10^{-3} = 0,6 \text{ кВт}$$

#### 4.4. Теплонадходження від перебування людей.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо, що для камер, площа котрих 144м<sup>2</sup>, 288м<sup>2</sup> кількість робітників складає по 2 чоловіки; для камер з площею 720м<sup>2</sup> 432м<sup>2</sup> – 4 чоловіки. Тоді для камер з F=144 та F=288м<sup>2</sup> отримуємо:

$$q_2=0,35 \cdot n=0,35 \cdot 2=0,7 \text{ кВт}$$

0,35 кВт – тепловиділення від людини при важкій фізичній роботі.

Для площі 720м<sup>2</sup> 432м<sup>2</sup>:

$$q_2=0,35 \cdot n=0,35 \cdot 4=1,4 \text{ кВт}$$

#### 4.5. Теплонадходження при відкриванні дверей.

Розраховуються по формулі:  $q_4=K \cdot F \cdot 10^{-3}$

де K – питомий приток від відчинення дверей, Вт/ м<sup>2</sup> , F- площа підлоги, м<sup>2</sup>

Камери замороження.

- Камера 20.

Приймаємо K=7,2 Вт/м<sup>2</sup>

$$q_4=7,2 \cdot 288 \cdot 10^{-3}=2,07 \text{ кВт}$$

- Камера 19.

Приймаємо K=7,2 Вт/м<sup>2</sup>

$$q_4=7,2 \cdot 144 \cdot 10^{-3}=1,03 \text{ кВт}$$

Камери зберігання.

Приймаємо K=4,8 Вт/м<sup>2</sup>

- Камери 1-7.

$$q_4=4,8 \cdot 360 \cdot 10^{-3}=1,7 \text{ кВт}$$

- Камера 11-15.

$$q_4=4,8 \cdot 720 \cdot 10^{-3}=3,4 \text{ кВт}$$

- Камера 16.

$$q_4=4,8 \cdot 432 \cdot 10^{-3}=2,07 \text{ кВт}$$

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



## 5.Визначення навантаження на обладнання камер та компресор

Компресори підбирають на групу камер, що мають однакову температуру. Навантаження на компресор складається з усіх видів теплопритоків, що надходять до камери. В таблиці 4.1. наведено сумарне навантаження на камерне обладнання по кожній камері. Так як холодильник м'ясокомбінату, припускаємо, що :

Навантаження на компресор котрий працює при  $t_0=-40^{\circ}\text{C}$ .

$$\sum Q_{-40}=\sum Q_{1\text{обл}}+\sum Q_{2\text{обл}}+0,7\cdot\sum Q_{4\text{обл}}=12,27+446,88+0,7\cdot 6,13=463,4\text{кВт}$$

Навантаження на компресор котрий працює при  $t_0=-28^{\circ}\text{C}$ .

$$\sum Q_{-28}=\cdot 21,4+0,6\cdot 27,74+0,7\cdot 10,3= =45,2 \text{ кВт}$$

Навантаження на компресор котрий працює при  $t_0=-10^{\circ}\text{C}$ .

$$\sum Q_{-10}=6,54+0,6\cdot 31,17+0,7\cdot 5,1= 28,8\text{кВт}$$

Розрахункову (потрібну) холодопродуктивність для підбору компресорів (на кожну температуру кипіння окремо) визначаємо за формулою

$$Q_{\text{KM}}=k\cdot\sum Q_t,$$

де  $k$  – коефіцієнт, котрий враховує втрати в трубопроводах та апаратах холодильної установки;  $\sum Q_t$  – сумарне навантаження на компресори для кожної температури кипіння.

Так як охолодження здійснюється аміаком, то приймаю наступні значення коефіцієнта  $k$ : при  $-10^{\circ}\text{C}$  – 1,05; при  $-28^{\circ}\text{C}$  – 1,07; при  $-40^{\circ}\text{C}$  – 1,1.

$$Q_{\text{KM}(-10)}=1,05\cdot 28,8=509,74 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{KM}(-28)}=1,07\cdot 45,2=48,4 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{KM}(-38)}=1,1\cdot 463,4=509,74 \text{ кВт}$$

					<i>00.БКР.142.004.001.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Щабло Р.А.</i>				<i>Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 60 т/добу у м. Олександрія</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Василенко С.М.</i>							
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Василенко С.М.</i>							

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

Розрахунковий (робочий) режим ХУ характеризується температурами кипіння  $t_0$ , конденсації  $t_k$ , всмоктування  $t_{вс}$ , і переохолодження  $t_{по}$ .

При проектуванні ХУ з безпосереднім охолодженням аміачними ХМ  $t_0$  приймають на  $5 \dots 10^\circ\text{C}$  нижче температури повітря в камері:

температура кипіння в камері зберігання м'ясних консерв:

$$t_{0\text{м.к.}} = t_{\text{м.к.}} - (5 \dots 10)^\circ\text{C} = 0 - 10 = -10^\circ\text{C}$$

Температура кипіння в камерах зберігання мороженого м'яса.

$$t_{0\text{зб}} = t_{\text{зб}} - (5 \dots 10)^\circ\text{C} = -20 - 8 = -28^\circ\text{C}$$

Температура кипіння в камерах замороження.

$$t_{0\text{зам}} = t_{\text{зам}} - (5 \dots 10)^\circ\text{C} = -30 - 10 = -40^\circ\text{C}$$

Для охолодження оборотної води використовується градирня.

Тоді конденсатори - горизонтальні кожухотрубні теплообмінники.

Параметри зовнішнього повітря наступні:

середня температура повітря  $6,7^\circ\text{C}$ ,

розрахункова літня температура  $31^\circ\text{C}$ ,

розрахункова зимова температура  $-21^\circ\text{C}$ ,

відносна вологість влітку  $52\%$ ,

відносна вологість взимку  $82\%$ .

Визначаємо температуру оборотної води на виході з градирні (як температуру мокрого термометра, див. діаграму вологого повітря) –  $t_{\text{м}} = 22,5^\circ\text{C}$ . Температура води, що поступає на конденсатор, приблизно на  $3^\circ\text{C}$  вища, ніж температура мокрого термометру, тобто  $t_{\omega 1} = 26^\circ\text{C}$ . Приймаю, що вода в конденсаторі нагріється на  $\Delta t = 4^\circ\text{C}$  (§11.1 літ. 1). Тоді температура на виході з конденсатора дорівнює:

					<i>00.БКР.142.004.001.ПЗ</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розроб.</i>		<i>Щабло Р.А.</i>			<i>Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 60 т/добу у м. Олександрія</i>				
<i>Перевір.</i>		<i>Василенко С.М.</i>		<i>Лит.</i>				<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Реценз.</i>									
<i>Н. Контр.</i>				<i>НУХТ, ТЕХТ</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>							

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

В такому випадку температура конденсації буде вища на 2...4°C, тобто  $t_k = 32^{\circ}\text{C}$ .

За діаграмою  $lgr - h$  визначаю тиски котрі відповідають прийнятим температурам:

для температури кипіння в камері зберігання м'ясних консерв  $p_0 = 0,29 \text{ МПа}$ ,

для температури кипіння в камерах зберігання мороженого м'яса  $p_0 = 0,12 \text{ МПа}$ ,

для температури кипіння в камерах замороження  $p_0 = 0,072 \text{ МПа}$ ,

для тиску конденсації  $p_k = 1,43 \text{ МПа}$ .

Розрахункову схему холодильної машини зображено на мал. 6.1. (для покращення ефективності циклу використовуємо «дроселювання на себе» після лінійного ресивера)

Потім за даною схемою будуємо цикл (мал. 6.2.) та визначаємо параметри характерних точок.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Табл. 6.3. Параметри робочих точок циклу.

№ точки	Температура, °C	Тиск, МПа	Ентальпія, кДж/кг	Питомий об'єм, м <sup>3</sup> /кг
1	0	0.29	1480	0.43
1''	-10	0.29	1450	0.41
2	100	1.43	1680	0.14
2''	32	1.43	1470	0.11
3'	32	1.43	340	-
4	-10	0.29	320	0,057
5''	-28	0.12	1420	0.9
5	-18	0.12	1450	0.98
6	35	0.29	1550	0.5
7'	-10	0.29	160	-
8	-28	0.12	160	0,06
9	-40	0.072	160	0,15
10''	-40	0.072	1410	1.7
10	-30	0.072	1430	1.6
11	64	0.29	1620	0.55

Визначаємо масову витрату холодильного агента, яку потрібно відводити від циркуляційних ресиверів:

$$m_1 = \frac{Q_{KM(-10)}}{h_{1''} - h_4} = \frac{30,24}{1600 - 320} = 0.024 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$m'_2 = \frac{Q_{KM(-28)}}{h_{5''} - h_8} = \frac{48,4}{1570 - 160} = 0.034 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$m'_3 = \frac{Q_{KM(-40)}}{h_{10''} - h_9} = \frac{509,74}{1555 - 160} = 0.365 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Реальні точки стиснення компресорів:

$$h_{2'} = \frac{1680 - 1480}{0,86} + 1480 = 1730 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$



тиску підбираємо 2 компресора А220-7-1 ,об'ємною подачею  $\Sigma V(-10)=2 \cdot 0,167=0,334 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Дійсна масова витрата:

$$\Sigma M(-40) = \lambda \cdot \Sigma V / v_{10} = 0,84 \cdot 0,972 / 1,6 = 0,51 \text{ кг/с}$$

$$\Sigma M(-28) = \lambda \cdot \Sigma V / v_5 = 0,89 \cdot 0,058 / 0,9 = 0,057 \text{ кг/с}$$

$$\Sigma M(-10) = \lambda \cdot \Sigma V / v_1 = 0,86 \cdot 0,334 / 0,41 = 0,7 \text{ кг/с}$$

Сумарна теоретична потужність:

$$\Sigma N(-40) = \Sigma M \cdot (h_{11} - h_{10}) = 0,51 \cdot (1620 - 1430) = 96,9 \text{ кВт}$$

$$\Sigma N(-28) = \Sigma M \cdot (h_6 - h_5) = 0,057 \cdot (1550 - 1450) = 5,7 \text{ кВт}$$

$$\Sigma N(-10) = \Sigma M \cdot (h_2 - h_1) = 0,7 \cdot (1680 - 1480) = 140 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність компресорів  $N_i = N_T / \eta_i$  . Приймаємо  $\eta_i = 0,8$

$$N_{i(-38)} = 96,9 / 0,84 = 115,36 \text{ кВт}$$

$$N_{i(-28)} = 5,7 / 0,89 = 6,4 \text{ кВт}$$

$$N_{i(-10)} = 140 / 0,86 = 162,7 \text{ кВт}$$

Електрична потужність:  $N_e = N_T / \eta_i \cdot \eta_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{ел}}$

Приймаємо  $\eta_i = 0,8$ ,  $\eta_{\text{мех}} = 0,9$ ,  $\eta_{\text{ел}} = 0,9$ , тоді:

$$N_{e(-38)} = 96,9 / (0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,9) = 149,5 \text{ кВт}$$

$$N_{e(-28)} = 5,7 / (0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,9) = 8,79 \text{ кВт}$$

$$N_{e(-10)} = 140 / (0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,9) = 216,05 \text{ кВт}$$

Виходячи з цих розрахунків підбираємо двигуни для агрегатів оскільки розрахункова електрична потужність менша заданих норм.

Для 74,95 кВт 50 об/с підбираємо двигун АИР250М2 90 кВт 3000 об/хв

Для 8,79 кВт 24,67 об/с підбираємо двигун АИР160S2ЖУ2 15кВт 1500 об/хв

Для останнього компресора розрахункова 108,025 кВт ,але ставимо 132 кВт, як зазначено в паспорті АИР 280 М4 132кВт 1500 об/хв.

Теплове навантаження на конденсатор в теоретичному циклі:

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\kappa} = \Sigma M_{\kappa M(-10)} (h_2 - h_3) = 0,7 \cdot (1680 - 320) = 952 \text{ кВт}$$

Дісна теплова загрузка на конденсатор:

$$Q_{\kappa} = \Sigma M_{\kappa M(-10)} (h_2' - h_3) = 0,7 \cdot (1712 - 320) = 974,4 \text{ кВт}$$

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

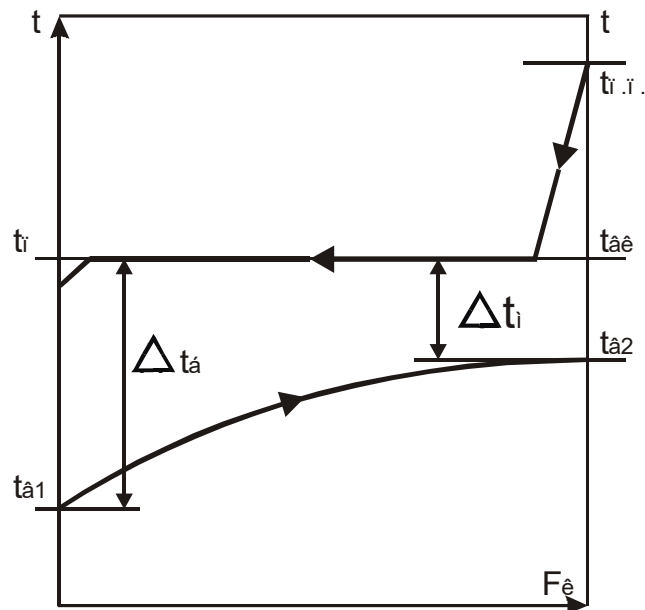


## 7. Розрахунок і вибір теплообмінних апаратів та обладнання холодильних камер

### 7.1. Конденсатор.

Встановлюємо горизонтальний кожухотрубний конденсатор, приймаємо коефіцієнт теплопередачі на рівні 700 Вт/(м<sup>2</sup>·К), та розраховуємо для варіанту, коли на теплопередаючій поверхні багато накипу. Навантаження на конденсатор становить

$$Q_k = 974,4 \text{ кВт.}$$



Мал. 7.1. Схема зміни температури у конденсаторі.

Схема зміни температур холодоагенту та охолодної води вздовж поверхні теплопередачі для визначення середнього температурного напору приведена на мал. 7.1.

На даному малюнку  $t_{в1}=26 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_{в2}=30 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_k=32 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Таким чином  $\Delta t_{\text{ср}}$  буде дорівнювати

$$\Delta t_{\text{ср}} = (t_{в2} - t_{в1}) / \ln((t_k - t_{в1}) / (t_k - t_{в2})) = (30 - 26) / \ln((32 - 26) / (32 - 30)) = 3,64 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Площа теплопередачі:

<i>00.БКР.142.004.001.ПЗ</i>				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Щабло Р.А.			
Перевір.	Василенко С.М.			
Реценз.				
Н. Контр.				
Затверд.	Василенко С.М.			
Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 60 т/добу у м. Олександрія				
			Лист	Лист
			Листів	
<i>НУХТ, ТЕХТ</i>				

$$F_k = Q_k / (k \cdot \Delta t_{cp}) = 974,4 \cdot 10^3 / (700 \cdot 3,64) = 382,4 \text{ м}^2$$

Приймаю для встановлення в безпосередню роботу 2 горизонтальних кожухотрубних конденсатора КТГ-250. Характеристики даного конденсатора такі:

площа внутрішньої теплопередаючої поверхні	- 269 м <sup>2</sup>
діаметр кожуха	- 1000мм
довжина	- 5845мм
ширина	- 1520мм
висота	- 1940мм
діаметр умовного проходу під'єднаних патрубків	
вода(вхід і вихід)	- 250мм
аміак (вхід)	- 125мм
аміак (вихід)	- 50мм
об'єм міжтрубного простору	- 3,5м <sup>3</sup>
об'єм трубного простору	- 1,77м <sup>3</sup>
маса	- 6864кг

Примітка: 1. Труби в конденсаторі діаметром 25×2,5 мм, безшовні, сталеві (Ст.10); 2. Кількість ходів для води 8; 3. Умовний прохід запобіжного клапану D<sub>y</sub>=25 мм.

Витрата охолодної води з теплового балансу.

$$Q_k = m_B c_B (t_{B2} - t_{B1})$$

$$m_B = Q_k / (c_B \cdot (t_{B2} - t_{B1})) = 974,4 / (4,19 \cdot (30 - 26)) = 58,1 \text{ кг/с}$$

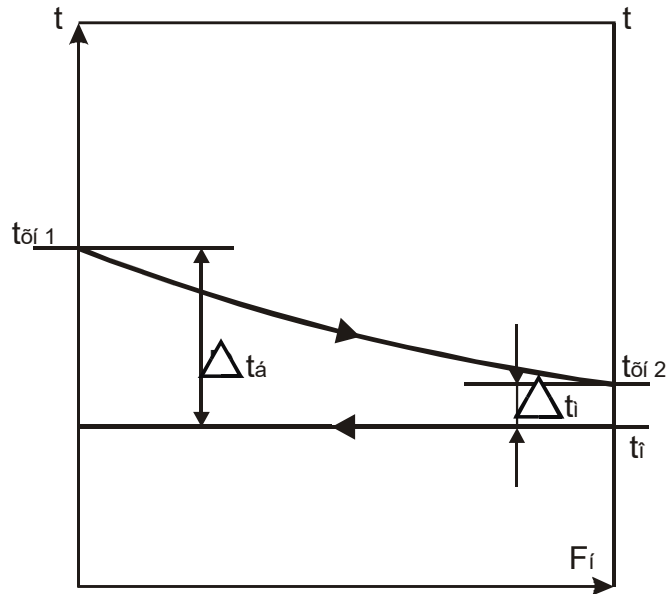
## 7.2. Випарники.

Для встановлення приймаю тільки повітроохолодники для всіх камер. Єдина різниця між ними це потужність електродвигунів на вентиляторах. Для камер зберігання потрібно забезпечити помірну циркуляцію, для замороження – інтенсивну.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 7.2.1. Повітроохолодник камер замороження.

Приймаю коефіцієнт теплопередачі рівий  $12,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , для затоплених повітроохолодників із оребрених труб при поперечному русі повітря із швидкістю  $3 \dots 5 \text{ м/с}$ . Як було визначено, теплове навантаження на камерне обладнання становить: камера 2  $\Sigma Q_{\text{обл.}(1)} = 307,99 \text{ кВт}$ , камера 3  $\Sigma Q_{\text{обл.}(2,3)} = 157,29 \text{ кВт}$ .



Мал.7.2.1. Зміна температури у випарнику.

Схема зміни температур холодоагенту та камерного повітря при проході вздовж поверхні теплопередачі, для визначення середнього температурного напору приведено на мал.7.2.1.

$t_0 = -40 \text{ }^\circ\text{C}$ . температурний напір в повітреохолодниках звичайно приймають  $\theta = 7 \dots 10 \text{ }^\circ\text{C}$ . В даному випадку приймемо  $\theta = 8 \text{ }^\circ\text{C}$

Площа теплопередачі камери замороження м'ясних напівтуш:

$$F_{\text{в}(-40)} = \Sigma Q_{\text{обл.}(1)} / (k \cdot \theta) = 307,99 \cdot 10^3 / (12,1 \cdot 8) = 3181,7 \text{ м}^2$$

Приймаю для встановлення 5 повітроохолодника марки Günter 081E/310:

Технічна характеристика повітреохолодника Günter 081E/310:

площа теплопередаючої поверхні - 683,7 м<sup>2</sup>

габаритні розміри:

довжина - 5,461 м

ширина - 1,260 м

висота	-1,290м
об'ємна витрата повітря	- 55320, м <sup>3</sup> /ГОД
кількість вентиляторів	- 3шт.
маса	-2211 кг

Площа теплопередачі камери замороження фаршу.

$$F_{в(-40)} = \Sigma Q_{обл.(ф)} / (k \cdot \theta) = 157,29 \cdot 10^3 / (12,1 \cdot 8) = 1624,89 \text{ м}^2.$$

Приймаю для встановлення 3 повітроохолодника Günter 081E/310.

#### 7.2.2. Повітроохолодник камер зберігання.

Приймаю коефіцієнт теплопередачі на рівні 13 Вт/(м<sup>2</sup>·К), За тепловим навантаженням на камерне обладнання групу камеру наступним чином: камера

1-10  $\Sigma Q_{обл.} = 17,84$  кВт , камери 11-16 -  $\Sigma Q_{обл.} = 41,6$  кВт, (найбільше значення  $\Sigma Q$ ). Температура в камерах  $t_0 = -20$  °С.

Камера 1-9:

Площа теплопередачі:

$$F_{в} = \Sigma Q_{обл.} / (k \cdot \theta) = 17,84 \cdot 10^3 / (13 \cdot 8) = 171,53 \text{ м}^2$$

Приймаю для встановлення 1 підвісний повітроохолодник Günter 051D/38.

Технічна характеристика Günter 051D/38:

площа теплопередаючої поверхні	-208,8 м <sup>2</sup>
габаритні розміри:	
довжина	-3,646 м
ширина	-0,885 м
висота	-0,680 м
об'ємна витрата повітря	-18240 м <sup>3</sup> /ГОД.
кількість вентиляторів	- 3шт.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

маса -652 кг

Камери 11-16:

$$F_{\text{в}} = \Sigma Q_{\text{обл.}} / (k \cdot \theta) = 41,6 \cdot 10^3 / (13 \cdot 8) = 400 \text{ м}^2$$

Приймаю для встановлення 2 підвісних повітроохолодника Günter 051D/38.

Технічна характеристика Günter 051D/38:

площа теплопередаючої поверхні -208,8 м<sup>2</sup>

габаритні розміри:

довжина -3,646 м

ширина -0,885м

висота -0,680м

об'ємна витрата повітря -18240 м<sup>3</sup>/год.

кількість вентиляторів - 3шт.

маса -652кг

Камера зберігання м'ясних консерви:

$$F_{\text{м.к.}} = \Sigma Q_{\text{обл.}} / (k \cdot \theta) = 15,36 \cdot 10^3 / (13 \cdot 8) = 147,6 \text{ м}^2$$

Приймаю для встановлення 1 підвісний повітроохолодник Günter 046D/38.

Технічна характеристика Günter 046D/38:

площа теплопередаючої поверхні -167,1 м<sup>2</sup>

габаритні розміри:

довжина -2,876 м

ширина -0,885м

висота -0,680м

об'ємна витрата повітря -13680 м<sup>3</sup>/год.

кількість вентиляторів - 3шт.

маса -537кг

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Камера дефектних вантажів :

$$F_{в.д.} = \Sigma Q_{обл.} / (k \cdot \theta) = 27,45 \cdot 10^3 / (13 \cdot 8) = 263,94 \text{ м}^2$$

Приймаю для встановлення 2 підвісних повітроохолодника Günter 046D/38.

#### 7.4. Градирня.

Для охолодження оборотної води передбачено плівкову вентиляторну градирню. Для проектного розрахунку задаємось значенням питомого теплового навантаження  $q_F = 35 \text{ кВт/м}^2$ . Температура мокрого термометру  $t_m = 22,5 \text{ }^\circ\text{C}$ , підвищення температури води в конденсаторі  $\Delta t = 4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Масова витрата рідини, що проходить через градирню  $M = m_v = 58,1 \text{ кг/с}$ .

Навантаження на градирню

$$Q_{ГР} = M \cdot c_v \cdot \Delta t = 58,1 \cdot 4,19 \cdot 4 = 974,4 \text{ кВт.}$$

Потрібна площа поздовжнього перерізу

$$F_{П.пер} = Q_{ГР} / q_F = 974,4 / 35 = 27,8 \text{ м}^2.$$

Приймаю для встановлення одну градирню, яка розроблена «Союзводканалпроект» ГПВ-320 з числом секцій 3, верхнім розташуванням вентиляторів загальною потужністю 30 кВт. Ця градирня має: тепловий потік при  $\Delta t = 5 \text{ }^\circ\text{C}$  на рівні 1950 кВт, площа поздовжнього перерізу  $48 \text{ м}^2$ , густина теплового потоку  $40,6 \text{ кВт/м}^2$ , витрату охолоджувальної води  $93,3 \text{ кг/с}$ , габарити  $4,0 \times 12,0 \times 10,56$  метрів.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки

### 8.1 Лінійний ресивер.

Так як у мене нижня подача аміаку до випарників, то потрібний об'єм лінійного ресивера буде дорівнювати:

$$V_{Л.Р.} = 0,6 \cdot \Sigma V_{П.О.} = 0,6 \cdot (316 \cdot 5 + 3 \cdot 316 + 79 \cdot 10 + 12 \cdot 79 + 3 \cdot 64) = 2,7 \text{ м}^3$$

Приймаю для встановлення 1 лінійний ресивера 3,5 РД з наступними характеристиками:

ємкість	3,41 м <sup>3</sup> ,
діаметр	1000 мм,
товщина стінки	8 мм,
довжина	4680 мм,
діаметр патрубку входу парорідинній суміші	65 мм,
діаметр патрубку виходу рідини	32 мм,
маса	1160 кг.

### 8.2. Компаундний циркуляційний ресивер.

КЦР-1 суміщає функції проміжної посудини та циркуляційного ресивера.

Подача аміаку до приладів охолодження по всьому холодильнику нижня.

Тоді:

$$V_{КЦР1} = K(V_{н.т.} + 0,2V_{П.О.} + 0,3V_{в.т.})$$

Швидкість аміаку в нагнітальному трубопроводі

Швидкість знаходимо з допустимих меж (0,3 – 0,5 м/с)

Приймаємо  $\omega = 0,4$  м/с

Розрахунковий діаметр трубопроводу

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0243}{\pi \cdot 653 \cdot 0,4}} = 0,011 \text{ м}$$

					00.БКР.142.004.001.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Щабло Р.А.			Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 60 т/добу у м. Олександрія	Лист	Лист	Листів
Перевір.		Василенко С.М.						
Реценз.						НУХТ, ТЕХТ		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						

Діаметр нагнітального трубопроводу приймаємо стандартний 10,8 мм  
Реальна швидкість в нагнітальному трубопроводі

$$\omega = \frac{4 \cdot 0,0243}{653 \cdot \pi \cdot 0,0108^2} = 0,41 \text{ м/с}$$

Діаметр зворотного трубопроводу

Швидкість знаходимо з допустимих меж (0,6 – 1,2 м/с),

Приймаємо  $\omega = 0,6$  м/с

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0243}{\pi \cdot 2,43 \cdot 0,6}} = 0,145 \text{ м}$$

Діаметр зворотного трубопроводу приймаємо стандартний 150 мм

Реальна швидкість в зворотному трубопроводі

$$\omega = \frac{4 \cdot 0,0243}{2,43 \cdot \pi \cdot 0,15^2} = 0,56 \text{ м/с}$$

Розрахована швидкість менше допустимої (0,6 – 1,2 м/с), це зменшить втрати тиску в зворотному трубопроводі.

$$V_{\text{п.о.}} = 3 \cdot 64 = 192 \text{ л}$$

Тоді місткість ресивера складає:

$$V_{\text{кцр}} = 0,6(0,192) = 0,115 \text{ м}^3.$$

Приймаємо для встановлення циркуляційний ресивер 0,75РД з наступними характеристиками:

Ємкість	0,77 м <sup>3</sup> ,
Діаметр	600 мм,
товщина стінки	6 мм,
довжина	3020 мм,
діаметр умовного проходу патрубків	d <sub>1</sub> = 32 мм,
діаметр умовного проходу патрубків	d <sub>2</sub> = 25 мм,
маса	340 кг.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### 8.3. Циркуляційний ресивер №2.

Необхідний об'єм ЦР2:

$$V_{\text{ЦР2}}=0,6(V_{\text{В.О.}}),$$

Визначаю об'єм повітроохолдників які обслуговуються даним циркуляційним ресивером.

$$V_{\text{В.О.}}=22 \cdot 79=1,738 \text{ м}^3$$

Тоді місткість ресивера складає

$$V_{\text{ЦР2}}=0,6 \cdot (1,738)=1,04 \text{ м}^3.$$

Приймаю для встановлення 1 циркуляційний ресивер 2,5РДВ з наступними характеристиками:

Ємкість	2,64 м <sup>3</sup> ,
Діаметр	1000 мм,
товщина стінки	8 мм,
висота	3380 мм,
діаметр умовного проходу патрубків	$d_1=150\text{мм}$ ,
діаметр умовного проходу патрубків	$d_2=80\text{мм}$ ,
діаметр умовного проходу патрубків	$d_3=40\text{мм}$ ,
діаметр умовного проходу патрубків	$d_4=25\text{мм}$
маса	1065 кг.

### 8.4. Циркуляційний ресивер №3.

Необхідний об'єм ЦР3:

$$V_{\text{ЦР3}}=0,6(V_{\text{В.О.}}),$$

Визначаю об'єм повітроохолдників які обслуговуються даним циркуляційним ресивером.

$$V_{\text{В.О.}}=8 \cdot 316=2528 \text{ л}$$

Тоді місткість ресивера складає

$$V_{\text{ЦР3}}=0,6 \cdot (2,53)=1,52 \text{ м}^3.$$

Приймаю для встановлення 1 циркуляційний ресивер 2,5РДВ з наступними характеристиками:

Ємкість	2,64 м <sup>3</sup> ,
Діаметр	1000 мм,
товщина стінки	8 мм,
висота	4510 мм,
діаметр умовного проходу патрубків	d <sub>1</sub> =200мм,
діаметр умовного проходу патрубків	d <sub>2</sub> =80мм,
діаметр умовного проходу патрубків	d <sub>3</sub> =40мм,
діаметр умовного проходу патрубків	d <sub>4</sub> =25мм,
діаметр патрубка виходу рідини до насосу	80 мм,
маса	1540 кг.

#### Дренажний ресивер

Вибираємо дренажний ресивер таким, щоб при умові заповнення не більше чим на 80% він містив рідкий аміак із найбільшого циркуляційного ресивера або приладів охолодження найбільшої випарної системи. Вибираємо дренажний ресивер по найбільшій випарній системі

1,2 – коефіцієнт запаса

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9.Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах.

Загальні гідравлічні опори при проходженні в трубі або апараті киплячої рідини (тобто двофазного потоку) складаються з втрат тертя ( $\Delta P_{тр}^{оф}$ ), місцеві опори ( $\Delta P_{м}^{оф}$ )

$$\Delta P^{оф} = \Delta P_{тр}^{оф} + \Delta P_{м}^{оф} .$$

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

Схему живлення випарника показано на малюнку. Приймаємо, що випарники камер №13, №9, №10 живляться від відповідних розподільчих колекторів Кол.3, Кол.2, Кол.1, які знаходяться в машинному відділенні на висоті 1 м від рівня підлоги біля стіни, що відділяє холодильні камери від машинного відділення. Оскільки висота холодильника становить 4 м, то висота підйому холодильного агента  $h$  становить 3 м.

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодника, що працює при температурі кипіння  $-28^{\circ}\text{C}$  і знаходиться в камері №1

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу:

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

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

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

$h=3$  - висота підйому холодоагенту, м.

$$\Delta P_{тр.} = \frac{\lambda_{тр}}{d} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \cdot l; \text{ Па}$$

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

					00.БКР.142.004.001.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Щабло Р.А.			Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 60 т/добу у м. Олександрія	Лит.	Лист	Листів
Перевір.		Василенко С.М.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						
						НУХТ, ТЕХТ		

$\lambda_{mp}$  - коефіцієнт тертя в нагнітальному трубопроводі

$d$  - діаметр нагнітального трубопроводу, мм

$\rho$  - густина аміаку в нагнітальному трубопроводах, кг/м<sup>3</sup>

$\omega$  - швидкість фреону в нагнітальному трубопроводі, м/с

$l$  - довжина трубопроводу, м

$\sum \xi_m$  - сума місцевих опорів.

Внутрішній діаметр круглої труби знаходимо за формулою:

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

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

$$\omega = \frac{4 \cdot M}{\rho \cdot \pi \cdot d_{вн}^2} \text{ м/с}$$

$M$  - маса аміаку, що подається через даний трубопровід  $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$M = n_u \cdot m = 5 \cdot 0,004 = 0,02 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$n_u$  - кратність циркуляції

$m$  - маса аміаку, що випаровується у повітроохолоднику  $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$\rho$  - густина аміаку в нагнітальному трубопроводі (густина двофазної суміші в зворотному трубопроводі)  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$d_{вн}$  - стандартний внутрішній діаметр трубопроводу, приймаємо 10,8 мм

Швидкість аміаку в нагнітальному трубопроводі

$$\omega = \frac{4 \cdot 0,02}{677 \cdot \pi \cdot 0,0108^2} = 0,32 \text{ м/с}$$

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахована швидкість знаходиться в допустимих межах (0,3 – 0,5 м/с)

Швидкість аміаку в зворотному трубопроводі

$$\omega = \frac{4 \cdot 0,02}{542 \cdot \pi \cdot 0,0108^2} = 0,4 \text{ м/с}$$

Розрахована швидкість менше допустимої (0,6 – 1,2 м/с), це зменшить втрати тиску в зворотному трубопроводі.

Розраховуємо втрати тиску

$$\lambda_{mp} = 0,11 \cdot \left( \frac{k}{d_{ен}} + \frac{64}{Re} \right)^{0,25}$$

$$Re = \frac{\omega \cdot d_{ен}}{\nu} = \frac{0,32 \cdot 0,0108}{3,87 \cdot 10^{-7}} = 8930;$$

$$\lambda_{mp} = 0,11 \cdot \left( \frac{0,06}{0,0108} + \frac{64}{8930} \right)^{0,25} = 0,17$$

Втрати тиску від тертя на ділянці довжиною 162 м:

$$\Delta P_{mp} = \frac{0,17}{0,0108} \cdot \frac{677 \times 0,32^2}{2} \cdot 162 = 88389,12 \text{ Па};$$

Втрата тиску на місцевих опорах

Визначаємо коефіцієнти місцевих опорів згідно таблиці літ.1 ст.153

зворотний клапан  $\xi = 6$

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

коліно 90° (5 шт.)  $\xi = 4 \cdot 0,5 = 2$

фільтр рідинний  $\xi = 6$

вентиль соленоїдний  $\xi = 10$

вентиль регулюючий  $\xi = 12$

$$\sum \xi_m = 6 + 1 + 2 + 6 + 10 + 12 = 37$$

$$\Delta P_{m.c.} = Z = 37 \cdot \frac{677 \cdot 0,32^2}{2} = 1282,5 \text{ Па}$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 32737 + 1300 + 677 \cdot 9,81 \cdot 3 = 53961 \text{ Па}.$$

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10. Підбір насосів

### 10.1. Підбір насосу оборотної води.

З попередніх розрахунків маю необхідну подачу  $V_{\text{км}}=62,58 \text{ м}^3/\text{год}$  (два трубопроводу, тобто підбираю однакові насоси на дві гілки), необхідний напір  $H=7,3 \text{ м}$ .

Приймаю для встановлення по два насоси в паралель, тобто потрібна подача одного насосу повинна складати  $0,65 \dots 0,75$  загальної подачі. Таким чином, подача води на компресори  $V_{\text{км}}=0,65 \cdot 62,58=49,4 \text{ м}^3/\text{год}$

Приймаю для встановлення, у якості насосів для охолодження компресорів, два відцентрових насоси К 90/20 з частотою обертання валу  $2900 \text{ хв}^{-1}$ . Максимальний ККД(80%) яких досягається при подачі  $V=22 \text{ л/с}$  та напорі  $H=22,5 \text{ м}$ . Тобто є запас по напору, що забезпечить гарну роботу системи. В якості регулювання продуктивності насосу приймаю частотне регулювання обертів валу насосу.

### 10.2. Підбір насосу на камери зберігання.

З попередніх розрахунків маємо необхідну подачу  $V=0,00068 \text{ м}^3/\text{с}=2,448 \text{ м}^3/\text{год}=0,68 \text{ л/с}$ , необхідний напір  $H=87,13 \text{ м}$ .

Приймаємо для встановлення по два насоси в паралель, тобто потрібна подача одного насосу повинна складати  $0,65 \dots 0,75$  загальної подачі. Таким чином, подача аміака на компресори  $V=0,65 \cdot 2,448=1,59 \text{ м}^3/\text{год}=0,442 \text{ л/с}$ .

Приймаємо для встановлення чотири аміачних електронасоси 1,5ХГ-6×3-2,8-2 (ЦНГ-70М-3) з частотою обертання валу  $49,5 \text{ с}^{-1}$ . Характеристики якого: подач  $V=5,5 - 12 \text{ м}^3/\text{год}$ , напорі  $H=55 - 45 \text{ м}$  вд. рідкого аміаку, кількість ступенів 2, потужність 2,8 кВт.

Встановлюємо два насоси в паралель та по два послідовно, що забезпечує запас по напору.

					<i>00.БКР.142.004.001.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Щабло Р.А.</i>			<i>Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 60 т/добу у м. Олександрія</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		

### 10.3. Підбір насосу на камери замороження.

З попередніх розрахунків маю необхідну подачу  $V=0,00227 \text{ м}^3/\text{с} = 8,172 \text{ м}^3/\text{год} = 2,27 \text{ л/с}$ , необхідний напір  $H=53,63 \text{ м}$ .

Приймаю для встановлення один насос на загальний колектор всмоктування рідкого аміаку з циркуляційних ресиверів.

Приймаю для встановлення аміачний електронасос 1,5ХГ-6×3-2,8-2 (ЦНГ-70М3)

### 10.4. Підбір насосу на камеру зберігання м'ясних консерв

З попередніх розрахунків маю необхідну подачу  $V=0,00134 \text{ м}^3/\text{с} = 4,824 \text{ м}^3/\text{год} = 1,34 \text{ л/с}$ , необхідний напір  $H=87,27 \text{ м}$ .

Приймаємо для встановлення аміачний електронасос 1,5ХГ-6×3-2,8-2 (ЦНГ-70М-3) з частотою обертання валу  $49,5 \text{ с}^{-1}$ . Характеристики якого: подач  $V=5,5 - 12 \text{ м}^3/\text{год}$ , напорі  $H=55 - 45 \text{ м}$  вд. рідкого аміаку, кількість ступенів 2, потужність 2,8 кВт.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## *Розділ 11. Охорона праці*

### *Мікроклімат та чистота повітря*

Газ, як несприятливий фактор у виробничому середовищі зустрічається на підприємствах багатьох галузей харчової промисловості.

Кількісна характеристика газу може бути визначена його концентрацією в повітрі. В зв'язку з тим, що загазованість повітря в першу чергу визначає шкідливу дію газу на організм людини, нормативна документація встановлює гранично допустиму концентрацію (ГДК) газу, мг/м<sup>3</sup>.

ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони – це концентрація, які за щоденної 8-годинної роботи (але не більше 40 годин на тиждень) протягом всього робочого стажу не може спричинити у працюючих захворювань чи відхилень у стані здоров'я. Робочою зоною вважається простір висотою до 2-ох метрів над рівнем підлоги чи площадки, на якій перебувають працюючі.

Якщо робота виконується в приміщеннях де концентрація газу перевищує ГДК, слід користуватися засобами індивідуального захисту.

Для забезпечення нормальних та безпечних умов праці у кожному виробничому приміщенні повинен проводитися контроль повітряного середовища на вміст у ньому шкідливих газів, та пари. Незважаючи на вжиті засоби захисту, вони можуть проникати в повітряне середовище деяких

виробничих приміщень підприємств харчової промисловості в зв'язку з порушенням або недосконалістю технологічного процесу.

В даному дипломному проекті по розрахунку м'ясокомбінату до таких приміщень належать: аміачні компресорні (аміак), м'ясожировий та

					<i>00.БКР.142.004.001.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Щабло Р.А.</i>			<i>Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 60 т/добу у м. Олександрія</i>	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		

м'ясопереробний цех (пари бензину, ефірів, та інших розчинників жирів) також камери зберігання де міститься заморожена продукція. Потрапляючи у дихальні шляхи, або на шкіру, шкідливі речовини негативно впливають на здоров'я людини, якщо в повітрі вони перевищують ГДК.

Згідно з ГДК розробляють науково-дослідні інститути системи охорони здоров'я України виходячи з фізико-хімічних властивостей речовин, результатів експериментальних досліджень та даних гігієнічних спостережень за станом здоров'я та захворюваністю працюючих на виробництві. Вони є санітарними нормами для проектування виробничих приміщень, технологічних процесів, обладнання та вентиляції, а також для попереджувального та поточного нагляду за дією на організм людини. Шкідливі речовини поділяються на чотири класи :

- 1-й – надзвичайно небезпечні (ГДК до 0.1 мг/м<sup>3</sup>)
- 2-й – високонебезпечні (ГДК 0.1...1 мг/м<sup>3</sup>)
- 3-й – помірно небезпечні (ГДК 1.1...10 мг/м<sup>3</sup>)
- 4-й – малонебезпечні (ГДК більше 10 мг/м<sup>3</sup>)

Контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони повинен встановлюватись безперервний для речовин першого класу небезпеки; Періодичний для речовин 2,3,4-ого класів.

При безперервному контролі повинна бути передбачена система автоматичного запису концентрації шкідливих речовин та сигналізація перевищення рівня ГДК.

Визначену концентрацію шкідливих речовин у повітрі робочої зони приводять до нормальних умов: температура +20°C, атмосферному тиску 760мм.рт.ст. (101 кПа), відносної вологості 50%.

В Україні ведеться велика робота по боротьбі з професійними захворюваннями, що спричиняються дією отруйних шкідливих газів та парів. Основні напрями цієї роботи – вдосконалення технологічних процесів та обладнання з метою зменшення викидів у повітряний простір шкідливих

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

газів і парів. Разом з цим треба велику увагу приділяти організації системи вентиляції виробничих приміщень.

Якщо організаційними, конструктивними, та іншими заходами неможливо забезпечити мінімальну концентрацію шкідливостей, яка не перевищує ГДК у повітрі робочої зони, і, запобігти діям шкідливих речовин на людину, обов'язковим є застосування засобів індивідуального захисту.

Контроль за станом повітряного простору, та вмістом шкідливих речовин в ньому здійснюється газосигналізаторами і газоаналізаторами, а також хімічними індикаторами.

Шкідливі гази та пари уловлюють за допомогою таких промислових апаратів: фільтри, адсорбери.

### **Метеорологічні умови виробничих приміщень**

Людина внаслідок своєї життєдіяльності виділяє тепло в навколишнє середовище кількість якого залежить від характеру виконуваної роботи.

Для нормального самопочуття потрібно, щоб був налагоджений постійний відвід випромінюваного організмом тепла. Здатність людського організму підтримувати постійну температуру тіла за рахунок регулювання відведення тепла називається терморегуляцією.

Відведення тепла проходить з поверхні тіла людини за рахунок конвекції, випаровування вологи і випромінювання, а також з повітрям, яке видихає людина. Скрите тепло, яке поглинається під час випаровування поту може становити до 60% від загальної кількості тепла, що відводиться в навколишнє середовище від тіла людини.

Нормальне теплове самопочуття людини під час виконання будь-якої роботи може бути досягнуто за певної комбінації таких параметрів повітря: температура, швидкість руху повітря і відносна вологість. Значення цих параметрів, які забезпечують найкраще самопочуття і найвищу працездатність людини, вважають оптимальними нормами мікроклімату.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Відхилення зазначених параметрів повітряного середовища від оптимальних норм створює несприятливі метеорологічні умови, що призводять до погіршення самопочуття, передчасної втоми людини і зниження її працездатності.

Температура повітря впливає на інтенсивність тепловіддачі, оскільки її різниця є рухомою силою цього процесу. Чим більша ця різниця, тим інтенсивніше тіло людини віддає тепло в навколишнє середовище.

Швидкість переміщення повітря (рух) також значно впливає на віддачу тепла організмом людини в навколишнє середовище. З підвищенням швидкості руху повітря як фактора, що посилює охолоджувальну здатність, тепловіддача організму зростає.

На процес теплообміну суттєво впливає вологість повітря. Її підвищення (понад 85%) ускладнює процес терморегуляції організму, тому що високий парціальний тиск водяної пари в повітрі знижує інтенсивність процесу випаровування вологи з поверхні шкіри, а це може спричинити підвищення температури тіла і погіршення самопочуття (головний біль, втрата свідомості, тепловий удар). Враховуючи те що на даному м'ясокомбінаті знаходяться камери +1<sup>0</sup>С, -18<sup>0</sup>С(камери зберігання) та -28(камери заморожування), довгочасне перебування людини в таких камерах без спеціального одягу неможливе. Тому на підприємстві холодильні камери зберігання, а також морозильні камери холодильників обладнані світловою та звуковою сигналізацією "Людина в камері". Сигнал "Людина в камері" повинен надходити до вестибюля (коридору) холодильника і в машинне відділення з постійним чергуванням персоналу.

Шкідливо впливає на людину також надмірна сухість повітря (відносна вологість нижче 30%).

Всі роботи, що виконуються людиною залежать від енерговитрат на їх виконання :

1. Легкі фізичні роботи :

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1а - до 139 Вт

1б – 140...174 Вт

2. Фізичні роботи середньої тяжкості :

2а – 175...232 Вт

2б – 233...290 Вт

3. Важкі фізичні роботи – понад 290 Вт

Температуру визначають за допомогою таких приладів: спиртові, та ртутні термометри, темопари і термоамнометри.

Для визначення швидкості руху повітря в приміщеннях використовуються крильчаті, чашкові і індукційні анемометри, термоанемометри і пневматичні трубки.

На харчових і переробних підприємствах водяна пара надходить в повітря при проведенні вологих технологічних процесів, під час миття обладнання і сировини, через нещільності в трубопроводах і обладнанні, під час миття тари, підлоги, інвентарях, тощо. Тому для встановлення значення вологості треба знати методи її визначення а саме:

а) метод точки роси

б) конденсаційний метод

в) ваговий метод

Для визначення відносної вологості повітря треба знати його температуру за сухим і вологим термометрами. Для цієї цілі використовується психрометр з сухим і вологим термометрами, за показаннями яких відносна вологість повітря може бути визначення:

а) за загальною психрометричною формулою

б) за психрометричною таблицею

в) за I-d діаграмою

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## Мікроклімат робочого місця

Параметри повітря в машинному відділенні та ПУ повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. “Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны”.

У компресорному відділенні та приміщенні ПУ повинні забезпечуватися такі параметри мікроклімату:

Компресорне відділення у холодний період року:

– температура	16...18 °С	21...23 °С;
– відносна вологість, не більше	75 %	75 %;
– швидкість руху повітря, не більше	0,3 м/с	0,1 м/с;

У теплий період року:

– температура	18...20 °С	22...24 °С;
– відносна вологість, не більше	75 %	75 %;
– швидкість руху повітря, не більше	0,4 м/с	0,1 м/с.

Параметри мікроклімату в машинному відділенні підтримуються за рахунок системи опалення, ізоляції циркуляційних ресиверів, лінійного ресивера, компресорів і трубопроводів.

Система припливно-витяжної вентиляції машинного відділення вмикається сигналізатором аварійної концентрації верхнього рівня ДОЗОР-4-АМІАК-Т-500-1500 при концентрації аміаку 500 мг/м<sup>3</sup> (0,07%) і забезпечує наступну кратність повітрообміну за годину:

приплив — за розрахунком, але не менше 2;

витяжка — за розрахунком, але не менше 3.

Приміщення ПУ має окрему від машинного відділення систему витяжної вентиляції.

Система опалення, опалювальні прилади, теплоносій та його граничні показники температури прийняті згідно до вимог СНиП 2.04.05-91 “Отопление, вентиляция и кондиционирование”.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Повітря, вміст аміаку в якому складає до 0,1%, не здійснює будь-якого шкідливого впливу на людину. Проте при концентрації аміаку понад 1%-1,5% виникає висока імовірність виникнення отруєнь.

Хід визначення: Відомий об'єм повітря (1-3 л) протягується за допомогою аспіратора через 0,1 - 0,01 Н розчин сірчаної кислоти, і потім титрується розчином їдкого натрію або барію (індикатор - лакмус або метилоранж). Кількість аміаку у повітрі визначають за зменшенням титру розчину. Якщо його вміст дуже високий, застосовують метод калориметричного визначення аміаку за допомогою реактиву Неслера.

Гранично допустима концентрація у повітрі робочої зони виробничого приміщення становить  $20 \text{ мг/м}^3$ . Отже, якщо відчувається запах аміаку, то працювати без засобів захисту вже небезпечно. Роздратування зіва проявляється при вмісті аміаку в повітрі  $280 \text{ мг/м}^3$ , очей -  $490 \text{ мг/м}^3$ . При дії в дуже високих концентраціях аміак викликає ураження шкіри: 7-14 г / м - еритематозний, 21 г/м<sup>3</sup> і більше - бульозний дерматит. Токсичний набряк легенів розвивається при дії аміаку протягом години з концентрацією 1,5 г/м. Короткочасний вплив аміаку в концентрації  $3,5 \text{ г/м}^3$  і більше швидко призводить до розвитку загальнотоксичних ефектів. Гранично допустима концентрація аміаку в атмосферному повітрі населених пунктів дорівнює: середньодобова  $0,04 \text{ мг/м}^3$ , максимальна разова  $0,2 \text{ мг/м}^3$ .

Для виявлення місць витоку аміаку використовуються хімічні індикатори. Повітря, що видаляється з машинного відділення та ПУ, викидається в атмосферу без очищення.

					<i>00.БКР.142.004.001.ПЗ</i>	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 12. Розрахунок економічної ефективності

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

### Визначення кількості виробленого холоду:

$$Q_{\text{раб}} = \frac{K \cdot Q_0 \cdot n}{4,187}$$

$K$  - коефіцієнт враховуючий втрати в трубопроводах,

$Q_0$  - холодопродуктивність компресора,

$n$  – час роботи компресора.

При температурі кипіння  $-40^{\circ}\text{C}$  :

$$Q_{\text{раб}} = \frac{K \cdot Q_0 \cdot n}{4,187} = \frac{509,74 \cdot 5000}{4,187} = 608717,45 \text{кВт}$$

При температурі кипіння  $-28^{\circ}\text{C}$  :

$$Q_{\text{раб}} = \frac{K \cdot Q_0 \cdot n}{4,187} = \frac{48,4 \cdot 5000}{4,187} = 57797,9 \text{кВт}$$

При температурі кипіння  $-10^{\circ}\text{C}$  :

$$Q_{\text{раб}} = \frac{K \cdot Q_0 \cdot n}{4,187} = \frac{30,24 \cdot 5000}{4,187} = 36111,77 \text{кВт}$$

Приведене вироблення холоду рахується за формулою:

$$Q = \sum Q_{\text{раб}} \cdot K_{\text{п}}$$

					<b>00.БКР.142.004.001.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Щабло Р.А.				Проект холодильника м'ясокомбінату продуктивністю 60 т/добу у м. Олександрія	Лит.	Лист	Листів
Перевір.	Василенко С.М.							
Реценз.						<b>НУХТ, ТЕХТ</b>		
Н. Контр.								
Затверд.	Василенко С.М.							

$$Q = \sum Q_{\text{раб}} \cdot K_{\text{п}} = 608717,45 \cdot 2,9 + 57797,9 \cdot 1,5 + 36111,77 \cdot 0,76$$

$$= 1879422,4 \text{ кВт}$$

### Визначення витрат на електроенергію:

$$W = \sum N_e \cdot K_c \cdot n$$

$N_e$  – номінальна потужність встановленого електродвигуна

$K_c$  – коефіцієнт попиту (для компресорів і насосів 0,7)

$n$  – час роботи компресорів і насосів.

$$W = \sum N_e \cdot K_c \cdot n = 200 \cdot 0,7 \cdot 5000 + 37 \cdot 0,7 \cdot 5000 + 2 \cdot 132 \cdot 0,7 \cdot 5000 + 2,8 \cdot 10 \cdot 3500 + 60,6 \cdot 9 + 17,6 + 60,4 + 27 \cdot 3 + 30 + 11,2 \cdot 2 + 9 \cdot 9 =$$

$$1852337,8 \text{ кВт}$$

Отже витрата на електроенергію за рік становитиме: 1 963 478,068грн

### Визначення витрат на воду:

$$G_{\text{вд}} = \frac{\sum q_{\text{ад}} \cdot Q_0 \cdot Z \cdot n}{4,187}$$

При наявності приладу для охолодження оборотної води враховує тільки витрату води на поповнення витрат на охолоджувані пристрої, якщо вода поповнюється з міської мережі.

$$G_{\text{вд}} = 62,58 \cdot 3600 \cdot 0,03 \cdot 5000 = 33793,2 \text{ м}^3/\text{год}$$

Отже витрата коштів за рік на воду становитиме :1 689 660грн.

### Заробітна платня робочого персоналу:

Заробітну платню виробничих працівників розраховують по кожному розряду на планує мий період з урахуванням премій за виконання основних показників плану.

Нормативна численність персоналу компресорного цеху:

4 змінних механіка

6 машиністів різного розряду

					<i>00.БКР.142.004.001.ПЗ</i>	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5 слесарів

Фонд заробітною платні:

$$З = 1,075 \cdot \sum T \cdot \tau \cdot n \cdot K$$

T – ставка робітника по годинах;

n – число робітників маючи даний розряд;

K – коефіцієнт враховуючий премії за виконання планових показників;

Отже фонд заробітною платні становитиме:

$$З = 1,075 \cdot \sum T \cdot \tau \cdot n \cdot K = 70\,825,3 \text{ грн/міс.}$$

### Цехові витрати:

Після розрахунку фонду заробітної плати та врахуванні всіх відсоткових ставок за виконання робочого плану, премій, надбавок пов'язаних з впливом шкідливих речовин на підприємстві, на організм людини, розраховуємо амортизаційні відрахування:

$$A = (1.07 \cdot Ц_{об} + Ц_{монт}) \cdot m$$

A – амортизаційні відрахування, грн.;

1.07 – коефіцієнт який враховує упаковку та транспортування обладнання;

Ц – сумарна вартість обладнання та його монтажу

m – норма амортизаційних відрахувань (0,08-0,115)

Визначимо ціни на обладнання:

2 компресорних агрегата АН260-7-6 – 777 200грн.

2 компресорних агрегата А220-7-1 – 262 640грн.

2 компресорних агрегата А80-7-2 – 128 640грн.

2 конденсатора марки КТГ-250 – 60 000грн.

11 Повітроохолодників Гюнтер – 220 000грн.

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Градирня – 14 480грн

Отже за формулою

$$A=165\,821,9\text{грн}$$

**Цехова собівартість.**

Сумарна витрата по кожному пункту ділиться на вироблення холоду. Отримані витрату на одиницю холода складаються і складають собівартість виробництва одиниці холоду.

**Отже собівартість одиниці холоду:**

**Електроенергія -1,04грн /1 хол**

**Холодна вода - 0,99грн /1хол**

**Заробітна платня-0,038грн /1хол**

**Амортизація – 0,089грн /1хол**

					00.БКР.142.004.001.ПЗ	Арк
Всі	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

