

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

« ____ » _____ 2021р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Петренко В.П. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності _____ 142 Енергетичне машинобудування _____
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми _____ Холодильні техніка та технології _____

на тему: _____ Проект забійного цеху продуктивністю 50 т/добу у м. Харків _____

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ХМ-4-1 ск

_____ Шпінда Артем Валерійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Масліков Максим 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 - 2021р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри ТЕХТ

“ 03 ” квітня 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Шпінди Артема Валерійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект забійного цеху продуктивністю 50 т/добу у м. Харків

керівник роботи доц. Масліков Максим Михайлович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 30 ” 03 2021 року № 227-к

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2021р.

3. Вихідні дані до роботи _____

Холодоагент R717

Тип продукту субпродукти, курятина, баранина

Ізоляційний матеріал сендвіч панелі на основі ППУ

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 03 квітня 2021р.

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	01.06.2021р.	виконано

Здобувач

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Шпінда А.В.

(прізвище та ініціали)

Масліков М.М.

(прізвище та ініціали)

Анотація

В дипломному проекті розраховано та спроектовано холодильник забійного цеху продуктивністю 50 т/добу в місті Харків. Суть проекту полягає у визначенні основних розмірів і планування приміщення холодильника, підбір основного та допоміжного обладнання його технічні характеристики.

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

В дипломі описані такі розділи як “Розрахунок холодильника”, “Охорона праці” та “Техніко-економічні показники”.

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

Список літератури 7 примірників.

Ключові слова: забійний цех, насосно-циркуляційна схема, безпосереднє охолодження, аміак, R717.

					00 БКР 142.004.012.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив		Шпінда А.В.			Проект забійного цеху продуктивністю 50 т/добу у м. Харків			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Масліков М.М.								
Рецензент										
Н. Контр.								НУХТ, ТЕХТ		
Затвердив		Петренко В.П.								

1. *Вступ*
2. *Розробка технологічної схеми холодильного оброблення продукції.*
3. *Техніко-економічне обґрунтування.*
4. *Визначення основних розмірів та планування приміщень холодильника.*
5. *Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.*
6. *Розрахунок теплонадходжень до охолоджуванних приміщень.*
7. *Визначення навантаження на теплообмінне обладнання камер та компресори.*
8. *Вибір структури системи охолодження та типу холодильної установки.*
9. *Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної машини.*
10. *Розрахунок і вибір теплообмінного обладнання.*
11. *Розрахунок охолодника оборотної води.*
12. *Вибір допоміжного обладнання.*
13. *Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах.*
14. *Вибір насосів.*
15. *Техніко-економічні показники.*
16. *Охорона праці.*

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

В даному проєкті для отримання холоду використовується насосно-циркуляційна схема подачі холодоагента, як сама найпростіша та надійніша порівняно з подібними схемами, що працюють на аміаку. Даний холодильний агент вибраний з розрахунку його дешевизни, екологічною безпечністю порівняно з фреонами. Схема охолодження обрана безпосередня, що дозволяє зменшити капітальні затрати в порівнянні з використанням проміжного теплоносія, а також зменшуються витрати на спожиту електроенергію. Як теплообмінне обладнання для камер холодильника обрані повітроохолодники. Це дозволяє забезпечити примусову циркуляцію повітря, а отже процес заморожування та охолодження прискорити. Також порівняно з батарейним охолодженням повітроохолодники більш компактні, а отже менше займають вантажну площу, менш металоємні при однаковій холодопродуктивності. Конденсатор обраний кожухотрубний з водяним охолодження, що дає змогу зменшити тиск конденсації в порівнянні з повітряним конденсатором.

В проєкті передбачено, що туші баранини та курятина приходять не охолоджені. Температура в цих камерах -20°C . В камерах заморожування -35°C . У всіх камерах приладами охолодження являються повітроохолодники фірми Guntner. В камері заморожування курятини були використанні шокфростери. Також у плануванні передбачено автомобільну платформу, яка охолоджується та за сумісництвом використовується експедиція. Всі камери зроблені з самонесучих сандвіч-панелей. Машинне відділення розташоване поряд з холодильником.

Для підтримання температурного режиму в камерах організована двоступенева насосно-циркуляційна аміачна схема з відбором холодильного агента на «сухий випарник».

На найнижчу температуру кипіння -45°C працюють два одноступеневі компресори Grasso V1100. На середню температуру кипіння -28°C працюють два одноступеневі компресори Grasso 210. І на температуру кипіння -10°C працюють два одноступеневі компресори Grasso 610. Конденсатор

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використаний з водяним охолодженням марки Гюнтнер, оборотна вода охолоджується в градирнях.

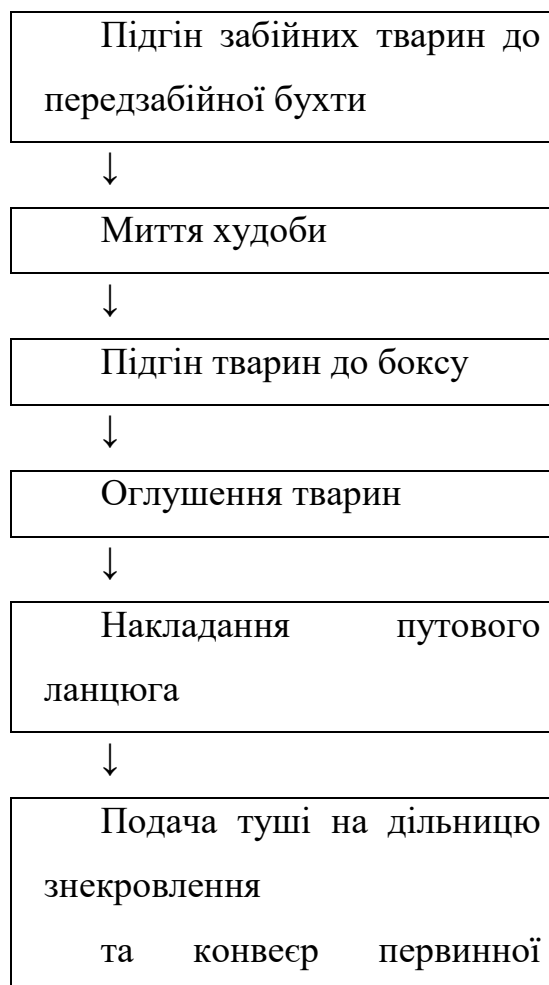
					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Розробка технологічної схеми холодильного оброблення продукції.

Приміщення холодильника знаходиться в місті Харків. Продуктивність підприємства по переробці продукції становить: баранина в напівтушах 30 т/добу, курятина – 15 т/добу. Продуктивність подана по живій масі. Місткість камер зберігання замороженої продукції відповідно 810 т та 270 т. Їх ємність розрахована на 30 добових надходжень продукції: $30 \cdot 30 = 900$ т для баранини та $15 \cdot 30 = 450$ т для курятини. Також передбачена камера для зберігання заморожених субпродуктів місткістю 50т, розрахована для 10 добових надходжень (добове надходження субпродуктів 5 т) . Холодозабезпечення здійснюється від власного холодильно-компресорного цеху, де встановлені аміачні холодильні установки.

Обробка баранини, курятини та субпродуктів відбувається по відповідним схемам:

Технологічна схема первинної переробки баранини



					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

переробки



Знекровлення



Відокремлення голови та
путового суглоба

30 т, $t_{\text{туші}}=36^{\circ}\text{C}$



Навішування на конвеєр → ветеринарний
огляд → видалення щитовидної та
паращитовидної залози → мокрий туалет →
видалення язика з калтиком → видалення
ріг, губ → зачистка від залишків шкіри →
обвалювання нижньої щелепи → відділення
нижньої щелепи → зачистка її від залишків
м'яса → обвалювання черепної коробки →
розруб голів на 2 повздовжні частини →
видалення та зачистка гіпофізу →
розділення гіпофіза на передню та задню
частини → промивка мозку, м'яса та кісток
→ пакування ($t_{\text{суб}}=30^{\circ}\text{C}$) → холодильна
обробка та зберігання (маса 0,15 т,
 $t_{\text{поч}}=25^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{кін}}=-18^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{кам}}=-20^{\circ}\text{C}$,)



Забілування туш

29,85 т, $t_{\text{туші}}=36^{\circ}\text{C}$



Знімання шкіри

29,8 т, $t_{\text{туші}}=36^{\circ}\text{C}$



Маса 2,85 тон, на подальше
оброблення та зберігання.

$t_{\text{поч}}=30^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{кін}}=-18^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{пов}}=-$
 20°C , $w_{\text{пов}}=3 \text{ м/с}$



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00 БКР 142.004.012.ПЗ

Арк.

Нутровка туш

27 т, $t_{\text{туші}}=36^{\circ}\text{C}$



Сухе та мокре зачищення
напівтуш

27 т, $t_{\text{туші}}=35^{\circ}\text{C}$



Клеймування м'яса

27 т, $t_{\text{туші}}=35^{\circ}\text{C}$



Холодильна обробка:

1.Охолодження

Маса 27 т, $t_{\text{поч}}=35^{\circ}\text{C}$,
 $t_{\text{кін}}=3^{\circ}\text{C}$,

$t_{\text{пов}}=-3^{\circ}\text{C}$, $w_{\text{пов}}=4$ м/с,

$\varphi=90\%$ ($h_{\text{п}}=334$ кДж/кг,
 $h_{\text{к}}=233,15$ кДж/кг)

1.Замороження

Маса 27 т, $t_{\text{поч}}=3^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{кін}}=-8^{\circ}\text{C}$,

$t_{\text{пов}}=-35^{\circ}\text{C}$, $w_{\text{пов}}=8$ м/с,

$\varphi=90\%$ ($h_{\text{п}}=233,15$ кДж/кг,
 $h_{\text{к}}=38,5$ кДж/кг)



Зберігання

Маса 27 т, $t_{\text{поч}}=-8^{\circ}\text{C}$,

$t_{\text{кін}}=-18^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{пов}}=-20^{\circ}\text{C}$,
 $\varphi=90\%$, $w_{\text{пов}}=2$ м/с ($h_{\text{п}}=38,5$
кДж/кг, $h_{\text{к}}=4,6$ кДж/кг)

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Охолодження та заморожування туш баранини відбувається в камерах тунельного типу періодичної дії на підвісних коліях. Туші подаються на холодильне оброблення зважені та упаковані. Після камери заморожування туші вкладаються в стоячні піддони, в яких відправляються на зберігання в морозильну камеру, де вони можуть знаходитись до 6 місяців . Для камер зберігання добове надходження продукту складає 27 т/добу.

Технологічна схема обробки супродуктів баранини.

Обробка баранячих хвостів: зачищення від прирізів шкур та волосу → промивання протягом 2-3 хв. водою у мийному барабані → стікання води протягом 20-30 хв. → заморожування.

Обробка м'якушевих субпродуктів

Язики баранячі: промивання у мийному барабані 2-3 хв. (або в чані 10 хв.) → зачищення (відокремлення калтика, під'язикової кістки і під'язикового м'яса, лімфатичних вузлів, можливо слизової оболонки) → стікання води 20-30 хв. → направлення на заморожування.

Лівер баранячий (вилучені з туш у природному сполученні серце, легені, печінка, діафрагма, трахея): відокремлення жовчного міхура з жовчним протоком → промивання холодною водою у мийному барабані 2-3 хв. (5-10 хв. під душем або в чані) → розбирання ліверу → направлення на заморожування.

Обробка печінки: відокремлення зовнішніх кровоносних судин → видалення жовчних протоків і лімфатичних вузлів → зачищення → промивання під душем → стікання води 20-30 хв. → направлення на заморожування.

Обробка серця: звільнення від серцевої сумки → видалення зовнішніх кровоносних судин → розрізання вздовж і декілька повздовжніх та поперечних розрізів з боку порожнин → видалення згустків крові → промивання під душем → стікання води → направлення на заморожування.

Обробка легенів: відокремлення трахеї, зовнішніх бронхів і кровоносних судин → промивання водою → стікання води 20-30 хв. → направлення на заморожування;

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обробка діафрагми та трахеї: зачищення від сторонніх тканин → промивання в барабані 2-3 хв. → стікання води 20-30 хв. → направлення на заморожування.

Обробка нирок: звільнення від жирової капсули → зачищення від зовнішніх кровоносних судин, сечоводів, лімфатичних вузлів → укладання в ковші (тазики) → направлення на заморожування.

Обробка м'ясної обрізі: зачищення від залишків шкіри, волосу, забруднень та згустків крові, лімфатичних вузлів та залоз → промивання теплою водою 2-3 хв. у мийному барабані (або 5-10 хв. у чані з проточною водою) → стікання води 20-30 хв. у перфорованих ємностях → направлення на заморожування.

Обробка селезінок та м'яса стравоходів: знежирення → зачищення → промивання холодною водою в барабані протягом 2-3 хв. → укладання в перфоровані ємності → стікання води 20-30 хв. → направлення на заморожування.

Курятина заморожується в швидкоморозильному апараті. Потім вкладається в ящики та відправляється в камеру зберігання.

Субпродукти баранини та курятини з початковою температурою 30°C та 25°C відповідно направляються на заморожування в ящиках. Заморожування відбувається в камері зберігання з $t_{\text{пов}} = -20^{\circ}\text{C}$, $w_{\text{пов}} = 2$ м/с, $\phi = 80\%$. Частка субпродуктів складає 10% від маси туші. Добове надходження складає 4 т/добу. Продукт надходить до камери рівномірно на протязі доби, тому для врахування цього приймаю за час обробки 24 години.

Розрахунок часу заморожування туші баранини.

Замороження відбувається в 2 стадії. Розрахунок проводимо за методичними вказівниками по вивченню дисципліни «Холодильна технологія» (шифр 6799, укладач Масліков Максим Михайлович).

Вихідні дані:

Коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{\text{т}} = 0,5$ Вт/мК

Питома теплоємність туші $c_{\text{т}} = 3,18$ кДж/(кгК)

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт температуропровідності $a_m = 1,48 \cdot 10^{-7} \frac{m^2}{c}$

Товщина туші $\delta = 0,4$ м

Коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря $\nu = 13,28 \cdot 10^{-6} \frac{m^2}{c}$

Густина туші $\rho = 1060$ кг/м³

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

Розрахунок починаємо проводити з умови, що кінцева температура туші дорівнює 3°C.

Розраховуємо коефіцієнт тепловіддачі з поверхні туші для рухомого повітря:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda_{пов}}{\delta} \quad (\text{форм. 7})$$

$$Nu = 0,17 \cdot Re^{0,7} \quad (\text{форм. 9})$$

$$Re = \frac{\omega_{пов} \cdot \delta}{\nu_{пов}} \quad (\text{форм. 10})$$

$\omega_{пов}$ - швидкість повітря, м/с

$$Re = \frac{4 \cdot 0,4}{13,28 \cdot 10^{-6}} = 120482$$

$$Nu = 0,17 \cdot 120482^{0,7} = 612,4$$

$$\alpha = \frac{612,4 \cdot 0,0244}{0,4} = 37,4 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$$

Розраховуємо критерій Біо (форм. 11):

$$Bi = \frac{\alpha \cdot R}{\lambda_m} = \frac{37,4 \cdot 0,2}{0,5} = 15$$

R - визначальний розмір (половина туші 0,2 м)

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо безрозмірну температуру в центрі туші (форм. 12):

$$\theta_0 = \frac{t_k - t_{\text{кам}}}{t_0 - t_{\text{кам}}} = \frac{3 + 3}{35 + 3} = 0,16$$

$t_{\text{кам}} = -3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ - температура в камері;

$t_k = 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – кінцева температура туші;

$t_0 = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – початкова температура туші;

За графіком безрозмірної температури в центрі туші [літ. 1 ст. 361] за значенням числа Ві та θ_0 знаходимо число Fo:

$$\text{Fo} = 0,18$$

Розраховуємо час охолодження:

$$\tau = \frac{\text{Fo} \cdot \left(\frac{\delta}{2}\right)^2}{a_m} = \frac{0,18 \cdot 0,2^2}{1,48 \cdot 10^{-7}} = 48539 \text{ с} = 13,5 \text{ год}$$

Розраховуємо час заморожування туші від температури $+3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-8 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Коефіцієнт теплопровідності замороженого продукту:

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

$$\omega = 1 - \frac{t_{\text{кр}}}{t_{\text{кам}}} = 1 - \frac{-1}{-35} = 0,97 \text{ - частка вимороженої вологи}$$

$$\lambda_{\text{мор}} = 0,5 + 0,9 \cdot 0,97 = 1,373 \text{ Вт/м} \cdot \text{К (форм.18)}$$

Розрахунок коефіцієнта тепловіддачі з поверхні продукту:

$$\alpha = \frac{\text{Nu} \cdot \lambda_{\text{нов}}}{\delta} \quad (\text{форм. 7})$$

$$\text{Nu} = 0,17 \cdot \text{Re}^{0,7} \quad (\text{форм. 9})$$

$$\text{Re} = \frac{\omega_{\text{нов}} \cdot \delta}{\nu_{\text{нов}}} \quad (\text{форм. 10})$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\omega_{пов}$ - швидкість повітря, м/с

$$Re = \frac{8 \cdot 0,4}{10,8 \cdot 10^{-6}} = 370370$$

$$Nu = 0,17 \cdot 370370^{0,7} = 1344$$

$$\alpha = \frac{1344 \cdot 0,022}{0,4} = 74 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$$

Розрахунок часу заморожування туші (форм. 19):

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

$R=0,0556$, $P=0,2142$ - коефіцієнти для розрахунку тепловіддачі від паралелепіпеда (відведення теплоти з шести сторін)

(літ.1 таб. 9 ст. 373)

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

$h_{поч} = 233,15 \text{ кДж/кг}$ – початкова ентальпія баранячої туші;

$h_{кін} = 38,5 \text{ кДж/кг}$ – кінцева ентальпія баранячої туші;

$$\tau = \frac{1060 \cdot 0,4 \cdot (233150 - 38500)}{-1 - 35} \cdot \left(0,0556 \cdot \frac{0,4}{1,373} + 0,2142 \cdot \frac{1}{74} \right) = 56181 \text{ с} = 15,6 \text{ год}$$

Перелік камер (апаратів) необхідних для холодильної обробки

№ пор.	Назва камери (апарата)	Температу-ра, °С	Відносна вологість, %	Циркуляція повітря	Тривалість зберігання (процесу)
1	Камера охолодження туш	-3 °С	90	4 м/с	13,5 год
2	Камера заморожування	-35 °С	90	8 м/с	15,6 год

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3	Камера зберігання	-20 °С	90	2 м/с	до 6 місяців
4	Апарат заморожування Курятини (спіральний швидкоморозиль- ний)	-35 °С	90	5 м/с	6 год
5	Камера зберігання курятини	-20 °С	80	2 м/с	до 10 місяців
6	Камера зберігання зам. супродуктів	-20 °С	90	3 м/с	10 діб

Холодильна обробка туш баранини в часі:

Забій худобини і подальша її обробка починається о 8 годині ранку.

Туші поступають на охолодження в камеру періодичної дії на протязі 1 зміни, де м'ясо охолоджується до кінцевої температури за 13,5 годин. О 8 годині ранку наступного дня туші на підвісних коліях переміщуються в камеру заморожування, а в камеру охолодження починає поступає нова партія. Оскільки камера періодичної дії і в ній продукт знаходиться на протязі доби то за час охолодження можна взяти 24 години. В камері заморожування туші заморожуються до кінцевої температури приблизно за 15,5 годин. О 8 годині наступного дня туші вкладають в стоячні піддони і відправляють в камеру зберігання. Для камери заморожування час обробки продукту можна обрати теж 24 години.

Камера	Початок завантаже-ння	Кінець завантаження	Час холодиль- ної обробки, зберігання	Час вивантаже- ння
Охолодження туш баранини	О 10 ⁰⁰ годині поточного дня	О 17 ⁰⁰ годині поточного дня	24 годин	О 8 ⁰⁰ годині наступного дня
Заморожування туш	О 8 ⁰⁰ годині поточного дня	О 17 ⁰⁰ годині поточного дня	24 годин	О 8 ⁰⁰ годині 3-го дня

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зберігання баранини	О 8 ⁰⁰ годині 3-го дня	О 17 ⁰⁰ годині 3-го дня	30 діб	Через 30 діб
Швидкоморозильний апарат	О 9 ⁰⁰ годині поточного дня	О 16 ⁰⁰ годині поточного дня	40 хвилин	О 17 ⁰⁰ годині поточного дня
Зберігання курятини	О 10 ⁰⁰ годині поточного дня	О 17 ⁰⁰ годині поточного дня	30 діб	Через 30 діб
Заморожування та зберігання субпродуктів	О 10 ⁰⁰ годині поточного дня	О 17 ⁰⁰ годині поточного дня	Заморожування 24 години Зберігання 10 діб	Через 10 діб

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Техніко-економічне обґрунтування.

Побудова даного підприємства в м. Харків дає змогу накопичувати м'ясо, яке по мірі необхідності відправляється до споживача. Наявність холодильника забійного цеху в такому великому населеному пункті дозволяє уникнути зайвих логістичних витрат, що позитивно відображається на вихідній ціні пропонованої споживачу продукції. Дане підприємство дасть змогу проводити більш ретельний санітарний контроль сировини порівняно з кустарним забоєм худоби, а це в свою чергу впливає на якість кінцевої продукції. Наявність забійного цеху з власним холодильником впливає на збільшення поголів'я, як в господарствах населення, так і в сільськогосподарських підприємствах.

В даному проекті для отримання холоду використовується насосно-циркуляційна схема подачі холодоагента, як сама найпростіша та надійніша порівняно з подібними схемами, що працюють на аміаку. Даний холодильний агент вибраний з розрахунку його дешевизни, екологічною безпечністю порівняно з фреонами. Схема охолодження обрана безпосередня, що дозволяє зменшити капітальні затрати в порівнянні з використанням проміжного теплоносія, а також зменшуються витрати на спожиту електроенергію. Як теплообмінне обладнання для камер холодильника обрані повітроохолодники. Це дозволяє забезпечити примусову циркуляцію повітря, а отже процес заморожування та охолодження прискорити. Також порівняно з батарейним охолодженням повітроохолодники більш компактні, а отже менше займають вантажну площу, менш металоємні при однаковій холодопродуктивності. Конденсатор обраний кожухотрубний з водяним охолодженням, що дає змогу зменшити тиск конденсації в порівнянні з повітряним конденсатором.

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Визначення основних розмірів та планування приміщень холодильника

У даному холодильнику містяться такі камери :

- тунельна камера періодичної дії для охолодження туш баранини (місткість 27 т м'яса);
- тунельна камера періодичної дії для замороження туш (місткість 27 т м'яса);
- камера зберігання замороженого м'яса (810 т);
- приміщення для спірального швидкоморозильного апарату для заморожування курятини;
- камера зберігання замороженої курятини (270 т)
- камера для заморожування та зберігання субпродуктів (40 т);
- допоміжні приміщення (коридори, експедиція, тощо)
- машинне відділення;
- службові приміщення;

Розмір сітки колон приймаємо 6×6.

2.1 Камера охолодження туш баранини на підвісних коліях:

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

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

$M = 27$ т/доба - добова продуктивність камери охолодження

Час охолодження туш τ приймаємо 24 години в зв'язку з тим, що камера охолодження періодичної дії і загрузка в неї нової партії туш відбувається через кожну добу.

$$F_{\text{к.ох.}} = \frac{27 \cdot 24}{0,2 \cdot 24} = 135 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників за формулою:

$$n = \frac{F_{\text{к.ох.}}}{f_{\text{пр}}} = \frac{71}{36} = 3,75$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо 4

2.2 Камера заморожування баранячих туш:

$$F_{\kappa.зам.} = \frac{M \cdot \tau}{q_F \cdot 24},$$

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

$\tau = 24$ год – час знаходження туш в камері заморожування;

$M = 27$ т/доба - добова продуктивність камери заморожування;

$$F_{\kappa.зам.} = \frac{27 \cdot 24}{0,2 \cdot 24} = 135 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників за формулою:

$$n = \frac{F_{\kappa.ох}}{f_{np}} = \frac{135}{36} = 3,75$$

Приймаємо 4

2.3 Камера зберігання замороженої баранини в стоячних піддонах.

Розміри піддонів: 1000x850x1750 мм

Кількість рядів 2

Грузова висота 3,5м

Площа камери зберігання:

$$F_1 = \frac{M}{q_v \cdot h_{сп}},$$

де $h_{сп} = 3,5$ м – висота штабеля (грузова висота);

$q_v = 0,6$ т/м³ – питома загрузка від продукту;

$M = 810$ т – маса продукту

$$F_{зб.1} = \frac{810}{0,6 \cdot 3,5} = 375 \text{ м}^2$$

Будівельна площа

$$F_{б\gamma\phi.1} = \frac{F_{зб.1}}{\beta},$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\beta = 0,8$ – коефіцієнт використання площі камери, що враховує площу камери, зайняту не вантажем, а колонами, приборами охолодження, відступами та проходами.

$$F_{\text{вуд.1}} = \frac{375}{0,8} = 469 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників:

$$n = \frac{F_{\text{вуд.1}}}{f_{\text{пр}}} = \frac{469}{36} = 13,02, \text{ приймаємо } 13$$

2.4 Камера для швидкоморозильного апарату для заморожування птиці:

Продуктивність апарату 9 тони за добу

Параметри швидкоморозильного апарату:

Модель/Параметр	SDL-1000
Продуктивність, кг/цикл	1000
Час циклу заморожування, хв	40
Максимальна температура продукту на вході, °C	+50
Температура продукту на виході, °C	-18
Температура заморожування, °C	-35
Холодопродуктивність, кВт	240
Використовуючий холодоагент	R717/R22
Споживаюча потужність, кВт	35
Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	15580×5300×3300
Загальна маса, кг	5300

Приймаємо розміри камери:

Довжина – 18 м

Ширина – 6 м

Висота – 4 м

2.5 Камера зберігання замороженої курятини

Курятина зберігається в ящиках (600x400x200 мм) на піддонах

(800x1200x150 мм) в стелажах. Кількість рядів по висоті 2, висота кожного ряду 1,65 м. Грузова висота камери: 3,3 м

Маса продукту 270 т

$q_v = 0,38$ - норма завантаження на 1м³ об'єму камери, т/ м³

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Грузова площа:

$$F_{зб.2} = \frac{270}{0,38 \cdot 3,3} = 215 \text{ м}^2$$

Будівельна площа:

$$F_{бюд.2} = \frac{F_{зб.2}}{\beta},$$

де $\beta = 0,75$ – коефіцієнт використання площі камери

$$F_{бюд.2} = \frac{215}{0,75} = 287 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників:

$$n = \frac{F_{бюд.2}}{f_{пр}} = \frac{287}{36} = 7,97$$

Приймаємо 8

2.6 Камера для заморожування та зберігання субпродуктів.

$$F_{зб.3} = \frac{40}{0,6 \cdot 3,4} = 19,6$$

Будівельна площа:

$$F_{бюд.3} = \frac{F_{зб.2}}{\beta},$$

де $\beta = 0,7$ – коефіцієнт використання площі камери

$$F_{бюд.3} = \frac{19,6}{0,7} = 28 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників:

Приймаємо 1.

2.7 Площа допоміжних приміщень приймається в межах 25 – 40 % від камер зберігання.

$$F_{дон} = 0,4 \cdot F_{зб} = 0,4 \cdot 792 = 316,8 \text{ м}^2$$

$$F_{зб} = (F_{бюд1} + F_{бюд2} + F_{бюд3}) = 468 + 288 + 36 = 792 \text{ м}^2$$

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

$$F = F_{охол} + F_{зам} + F_{зб} + F_{дон}$$

$$F = 144 + 252 + 792 + 316,8 = 1505 \text{ м}^2$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

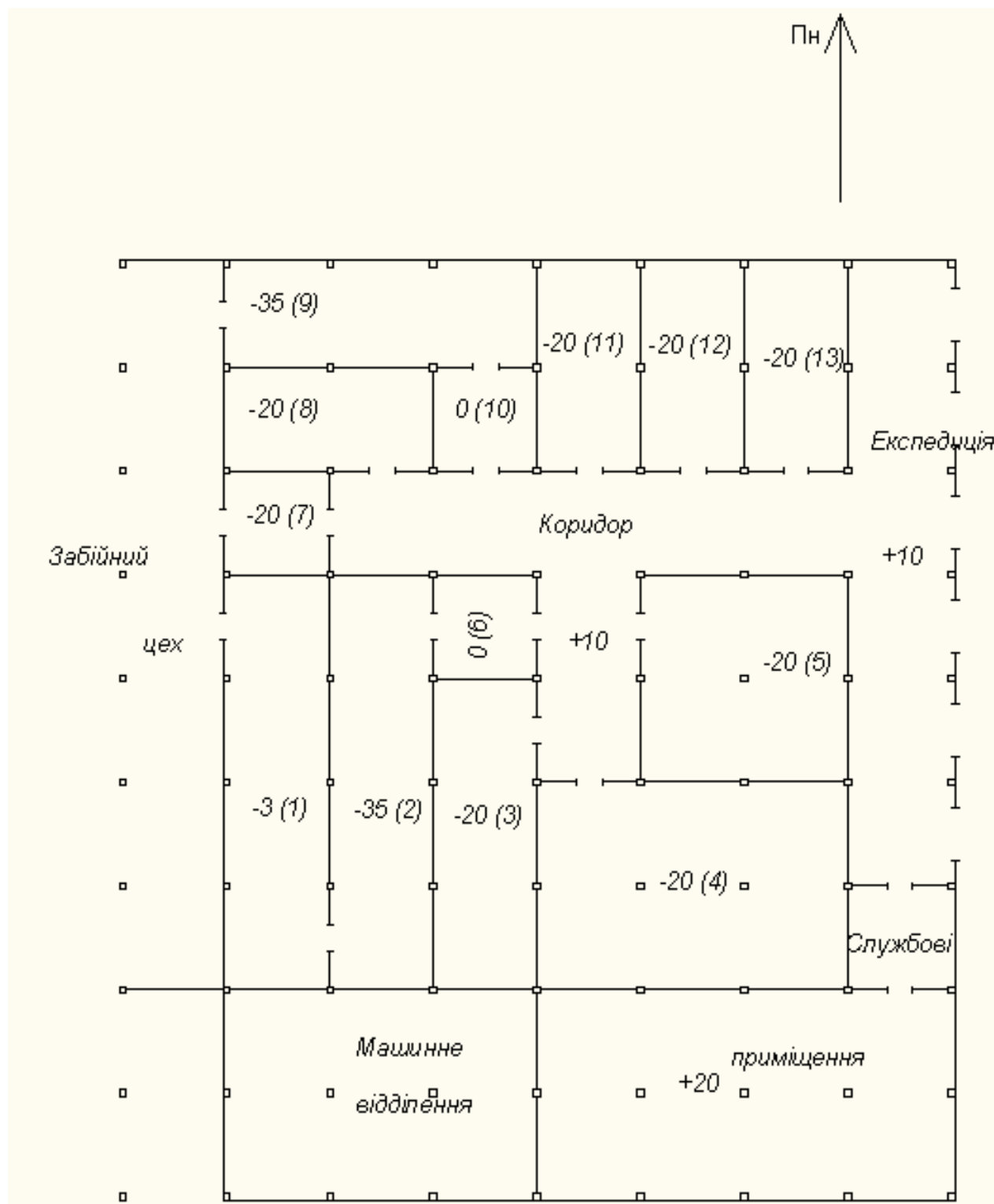
$$F_{\text{маш}} = 0,2 \cdot F = 0,15 \cdot 1504,8 = 226 \text{ м}^2$$

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

$$F_{\text{сл}} = 0,2 \cdot F = 0,2 \cdot 1505 = 301 \text{ м}^2$$

Камера	Температура, °С	Площа камери, м ²	Кількість буд. прямокутників
Охолодження туш баранини	-3	144	4
Заморожування туш баранини	-35	144	4
Зберігання заморожених туш	-20	468	13
Заморожування та зберігання субпродуктів	-20	36	1
Спиральний швидко-морозильний апарат	-35	108	3
Зберігання замороженої курятини	-20	288	8
Допоміжні приміщення	0 (+10)	316,8	9
Машинне відділення	Без опалення	226	6
Службові приміщення	+20	301	9

Схема холодильника зображена на мал. 1:



					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.

Холодильник розташовано в місті Харків, тому параметри зовнішнього повітря :

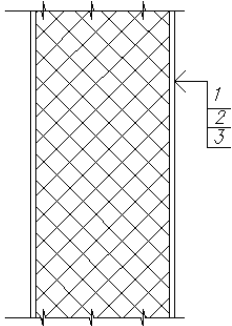
глибина промерзання ґрунту 100 см,
середня температура 7,0°C,
розрахункова літня температура 32°C,
розрахункова зимня температура -23°C,
відносна вологість влітку 47%,
відносна вологість взимку 81%.

Обираємо будівельні конструкції будинку. Приймаємо, що будівля – каркасного типу; колони розміром 400×400 мм, стіни з сендвіч-панелей, будівельні балки довжиною 6 м і висотою 440 мм. Висота камер від чистої підлоги до низу балки 4 м. Покриття без горища. Плити перекриття – ребристі, довжиною 6 м шириною 1,5 м та товщиною полки 300 мм. Підлога – з електропідігрівом ґрунту. Стіни які не підлягають утепленню – це перегородки між корпусом машинного відділення та службовими приміщеннями.

Температури для розрахунку ізоляції наведені на мал.1, коридори та експедиція є охолоджуваними. Середня температуру повітря на вулиці дорівнює 7,0°C. Відповідно, місто розташоване в середній кліматичній зоні.

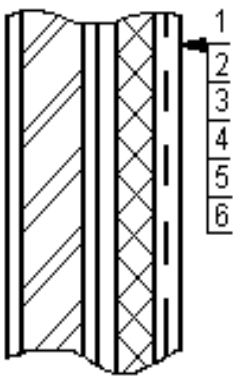
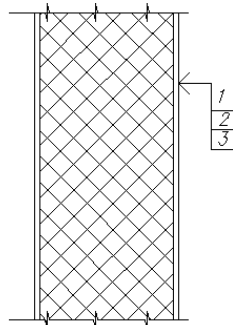
Конструкція стін, підлоги та стель камер, коридорів та експедиції холодильника наведена в таб.2:

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номер та назва огорожі	Конструкція огорожі	№	Назва та матеріал шару	Товщина δ_i , м	Коефіцієнт теплопровідності λ_i , Вт/(м·К)	Тепловий опір $R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ (м²·К)/Вт
1) Стіна зовнішня камери для швидкоморозильного апарату		1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
		2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
		3	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
		Сумарний тепловий опір				-
1) Стіна зовнішня камер зберігання 11, 12, 13 з зовнішнім повітрям		1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
		2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
		3	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
		Сумарний тепловий опір				-
2) Стіна між експедицією та зовнішнім повітрям		1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
		2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
		3	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
		Сумарний тепловий опір				
3) Стіна між експедицією та службовим приміщенням		1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
		2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
		3	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
		Сумарний тепловий опір				

4) Стіна між камерою зберігання 4, 8, 7 та службовим приміщенням і забійним цехом		1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не врахову-емо
		2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
		3	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не врахову-емо
		Сумарний тепловий опір				
1		Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не врахову-емо	
2		Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити	
3		Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не врахову-емо	
Сумарний тепловий опір						
1		Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не врахову-емо	
2		Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити	
3		Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не врахову-емо	
Сумарний тепловий опір						
7) Стіна між камерою 1 та машинним відділенням		1	Штукатурка складна по металевій сітці	0,02	0,98	0,02
		2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
		3	Пароізоляція два шару гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	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	

					00 БКР 142.004.012.ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

8) Стіна між камерою 2 та машинним відділенням		6	Штукатурка складна	0,02	0,93	0,022
		Сумарний опір				0,546
		1	Штукатурка складна по металевій сітці	0,02	0,98	0,02
		2	Теплоізоляція ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
		3	Пароізоляція два шару гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	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 складна	0,02	0,93	0,022
Сумарний опір				0,546		
9) Стіна між камерою 3 та машинним відділенням		1	Штукатурка складна по металевій сітці	0,02	0,98	0,02
		2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
		3	Пароізоляція два шару гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	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 складна	0,02	0,93	0,022
		Сумарний опір				0,546
10) Внутрішня стіна між камерами 8 і 9, та 2 і 3		1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
		2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити

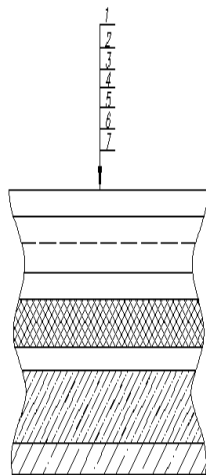
					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11) Внутрішня стіна між камерами 1 і 2	3	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
	Сумарний тепловий опір				
	1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
	2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
	3	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
12) Внутрішня стіна між камерою 2 і коридором	Сумарний тепловий опір				
	1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
	2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
	3	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
	Сумарний тепловий опір				Не враховуємо
13) Внутрішня стіна між камерами 2 і 6, та 10 і 9	1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
	2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
	3	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
	Сумарний тепловий опір				
	1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
14) Внутрішня стіна між камерами 3 і 6 та 11, 8 і 10	2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
	3	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
	Сумарний тепловий опір				
	1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
	1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
15) Внутрішня стіна між камерами					

зберігання м'яса і курятини	16) Внутрішня стіна між камерами зберігання м'яса, курятини, субпродуктів та коридором і експедицією	17) Внутрішня стіна між камерами 1 та 7	18) Стіна між допоміжними приміщеннями 6, 10 та коридором	2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
				3	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
				Сумарний тепловий опір				
				1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
				2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
				3	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
				Сумарний тепловий опір				
				1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
				2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
				3	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
				Сумарний тепловий опір				
				1	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо
19) Підлога в камерах замороження		2	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити		
		3	Оцинкована сталь з лаковим покриттям	0,00055	60	Не враховуємо		
		Сумарний тепловий опір						
		1	Монолітне бетонне покриття з важкого бетону	0,04	1,86	0,022		
		2	Армована стяжка	0,08	1,86	0,043		
		3	Пароізоляція (1 шар пергаменту)	0,001	0,15	Не враховується		

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20) Підлога в
камерах
зберігання



21) Підлога в
камері
охолодження 1

4	Плитна теплоізоляція (ПСБ-С)	Потрібно визначити	0,05	Потрібно визначити
5	Цементно-піщаний розчин	0,025	0,98	0,026
6	Ущільнений пісок	1,35	0,58	2,328
7	Бетонна підготовка з електронагрівачами	-	-	-
Сумарний опір				2,42
1	Монолітне бетонне покриття з важкого бетону	0,04	1,86	0,022
2	Армована стяжка	0,08	1,86	0,043
3	Пароізоляція (шар пергаменту)	0,001	0,15	Не врахов.
4	Плитна теплоізоляція (ПСБ-С)	Потрібно визначити	0,05	Потрібно визначити
5	Цементно-піщаний розчин	0,025	0,98	0,026
6	Ущільнений пісок	1,35	0,58	2,328
7	Бетонна підготовка з електронагрівачами	-	-	-
Сумарний опір				2,42
1	Монолітне бетонне покриття з важкого бетону	0,04	1,86	0,022
2	Армована стяжка	0,08	1,86	0,043
3	Пароізоляція (шар пергаменту)	0,001	0,15	Не врахов.
4	Плитна теплоізоляція (ПСБ-С)	Потрібно визначити	0,05	Потрібно визначити
5	Цементно-піщаний розчин	0,025	0,98	0,026
6	Ущільнений пісок	1,35	0,58	2,328
7	Бетонна підготовка з електронагрівачами	-	-	-
Сумарний опір				2,42

22) Підлога в коридорі, експедиції, допоміжних приміщеннях 6,10	1	Монолітне бетонне покриття з важкого бетону	0,04	1,86	0,022
	2	Армована стяжка	0,08	1,86	0,043
	3	Пароізоляція (шар пергаменту)	0,001	0,15	Не врахов.
	4	Плитна теплоізоляція (ПСБ-С)	Потрібно визначити	0,05	Потрібно визначити
	5	Цементно-піщаний розчин	0,025	0,98	0,026
	6	Ущільнений пісок	1,35	0,58	2,328
	Сумарний опір				2,42
23) Стеля над камерами зберігання	1	5 шарів гідроізола на бітумній мастиці	0,012	0,3	0,04
	2	Стяжка із бетону по по металевій сітці	0,04	1,86	0,022
	3	Засипка з гравію	0,2	0,2	Не враховуємо
	4	Цементно-піщаний розчин	0,03	1	0,03
	5	З/б плита	0,22	2	0,11
	6	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
	Сумарний опір				0,202
24) Стеля над камерою охолодження 1	1	5 шарів гідроізола на бітумній мастиці	0,012	0,3	0,04
	2	Стяжка із бетону по по металевій сітці	0,04	1,86	0,022
	3	Засипка з гравію	0,2	0,2	Не враховуємо
	4	Цементно-піщаний розчин	0,03	1	0,03
	5	З/б плита	0,22	2	0,11
	6	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
	Сумарний опір				0,202
25) Стеля над камерами заморожування 2,	1	5 шарів гідроізола на бітумній мастиці	0,012	0,3	0,04

1

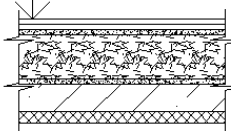
2

3

4

5

6



					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9	2	Стяжка із бетону по по металевій сітці	0,04	1,86	0,022
	3	Засипка з гравію	0,2	0,2	1
	4	Цементно-піщаний розчин	0,03	1	0,03
	5	З/б плита	0,22	2	0,11
	6	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
	Сумарний опір				1,202
26) Стеля над коридором та експедицією	1	5 шарів гідроізола на бітумній мастиці	0,012	0,3	0,04
	2	Стяжка із бетону по по металевій сітці	0,04	1,86	0,022
	3	Засипка з гравію	0,2	0,2	1
	4	Цементно-піщаний розчин	0,03	1	0,03
	5	З/б плита	0,22	2	0,11
	6	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
	Сумарний опір				0,202
27) Стеля над допоміжними приміщеннями 6, 10	1	5 шарів гідроізола на бітумній мастиці	0,012	0,3	0,04
	2	Стяжка із бетону по по металевій сітці	0,04	1,86	0,022
	3	Засипка з гравію	0,2	0,2	1
	4	Цементно-піщаний розчин	0,03	1	0,03
	5	З/б плита	0,22	2	0,11
	6	Теплоізоляція з ППУ	Потрібно визначити	0,025	Потрібно визначити
	Сумарний опір				0,202

5.1 Стіна зовнішня камери для швидко морозильного апарату

$$\alpha_3=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$$

$$\alpha_B=11 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камери з $t_b=-35^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}}=0,2$ табл. 8.2 (літ. 1)

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_z} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,2} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,122 м$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 150 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_z} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,15}{0,025}} = 0,163 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

5.2 Стіна зовнішня камер зберігання 11, 12, 13 з зовнішнім повітрям .

Склад стіни показано в таблиці 2. Температура в камерах -20°C, охолодження здійснюється повітряними охолодниками, відповідно циркуляція повітря помірна. Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з $t_b = -20^\circ C$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{пот} = 0,23 \text{ Вт}/(м^2 \cdot К)$ відповідно табл. 8.2 (літ. 1).

$$\alpha_z = 23 \text{ Вт}/(м^2 \cdot К)$$

$$\alpha_v = 9 \text{ Вт}/(м^2 \cdot К)$$

Підраховуємо загальний термічний опір всіх шарів, окрім теплоізоляційного.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,00055}{60} + \frac{0,00055}{60} = 0$$

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_z} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,23} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,1 м$$

де λ_{iz} - коефіцієнт теплопровідності теплоізоляції, $\hat{A} \cdot \hat{E} / (i \cdot \hat{E})$;

$k_0^{пот}$ - оптимальний коефіцієнт теплопередачі, $\hat{A} \cdot \hat{E} / (i^2 \cdot \hat{E})$;

α_z - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої або більш теплої сторони огороження, $\hat{A} \cdot \hat{E} / (i^2 \cdot \hat{E})$;

α_v - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої або більш холодної сторони огороження, $\hat{A} \cdot \hat{E} / (i^2 \cdot \hat{E})$;

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо товщину теплоізоляції 100 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,1}{0,025}} = 0,23 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

5.3 Стіна між експедицією та зовнішнім повітрям

$$\alpha_3 = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)} \quad \alpha_6 = 9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для експедиції з $t_b = 10^\circ\text{C}$

холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}} = 0,59$ табл. 8.2 (літ.

1)

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{i3}^{\text{нотр}} = \lambda_{i3} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{\text{нотр}}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,59} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,038 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 60 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,06}{0,025}} = 0,39 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

5.4 Стіна між експедицією та службовими приміщеннями

$$\alpha_3 = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)} \quad \alpha_6 = 9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для експедиції з $t_b = 10^\circ\text{C}$

холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}} = 0,46$ табл. 8.2 (літ.

1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{i3}^{\text{нотр}} = \lambda_{i3} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{\text{нотр}}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,46} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,05 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 60 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,06}{0,025}} = 0,39 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

5.5 Стіна між камерою зберігання 4, 8, 7 та службовим приміщенням і забійним цехом

$$\alpha_3 = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)} \quad \alpha_6 = 9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з $t_b = -20^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}} = 0,21$ табл. 8.2 (літ. 1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{номр} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{ном}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,21} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,115 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 120 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,12}{0,025}} = 0, \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

5.6 Стіна між камерою 9 та забійним цехом

$$\alpha_3 = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)} \quad \alpha_6 = 11 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камери з $t_b = -35^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}} = 0,19$ табл. 8.2 (літ. 1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{номр} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{ном}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,19} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,128 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 150 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,15}{0,025}} = 0,163 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

5.7 Стіна між камерою 1 та забійним цехом

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha_3=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$\alpha_в=11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камери з $t_в=-3^\circ\text{С}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}}=0,28$ табл. 8.2 (літ. 1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,28} - \left(\frac{1}{23} + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,086 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 100 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\delta} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,1}{0,025}} = 0,24 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

5.8 Стіна між камерою 1 та машинним відділенням

$$\alpha_3=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$\alpha_в=11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Підраховуємо загальний термічний опір всіх шарів, окрім теплоізоляційного.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 0,546 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камери з $t_в=-3^\circ\text{С}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}}=0,45$ табл. 8.3 (літ. 1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,45} - \left(\frac{1}{23} + 0,546 + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,038 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 60 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\delta} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,546 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,06}{0,025}} = 0,325 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

5.9 Стіна між камерою 2 та машинним відділенням

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha_3=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К}) \quad \alpha_в=11 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$$

Підраховуємо загальний термічний опір всіх шарів, окрім теплоізоляційного.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 0,546 \text{ (м}^2\cdot\text{К) /Вт}$$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для експедиції з $t_в=-35^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}}=0,26$ табл. 8.3 (літ. 1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{из}^{номр} = \lambda_{из} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{ном}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,26} - \left(\frac{1}{23} + 0,546 + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,079 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 80 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\delta} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,546 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,08}{0,025}} = 0,257 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$$

5.10 Стіна між камерою 3 та машинним відділенням

$$\alpha_3=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К}) \quad \alpha_в=11 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$$

Підраховуємо загальний термічний опір всіх шарів, окрім теплоізоляційного.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 0,546 \text{ (м}^2\cdot\text{К) /Вт}$$

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з $t_в=-20^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}}=0,27$ табл. 8.3 (літ. 1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{из}^{номр} = \lambda_{из} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{ном}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,27} - \left(\frac{1}{23} + 0,546 + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,076 \text{ м}$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо товщину теплоізоляції 80 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,546 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,08}{0,025}} = 0,257 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$$

5.11 Внутрішня стіна між камерами 8 і 9, та 2 і 3

$$\alpha_1 = 11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad \alpha_2 = 11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі в більш теплішому приміщенні

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі в більш холоднішому приміщенні Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з

$t_b = -20^\circ\text{C}$ та $t_b = -35^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}} = 0,5$ табл. 8.4 (літ. 1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{i3}^{\text{нотр}} = \lambda_{i3} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{\text{нотр}}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,5} - \left(\frac{1}{11} + 0 + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,045 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 60 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{11} + 0 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,06}{0,025}} = 0,4 \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$$

5.12 Внутрішня стіна між камерами 1 і 2

$$\alpha_1 = 11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad \alpha_2 = 11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі в більш теплішому приміщенні

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі в більш холоднішому приміщенні Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з

$t_b = -3^\circ\text{C}$ та $t_b = -35^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}} = 0,28$ табл. 8.4 (літ. 1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,28} - \left(\frac{1}{11} + 0 + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,085 м$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 100 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{11} + 0 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,1}{0,025}} = 0,25 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

5.13 Внутрішня стіна між камерою 2 і коридором

$$\alpha_1 = 9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)} \quad \alpha_2 = 11 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі в більш теплішому приміщенні

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі в більш холоднішому приміщенні Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з

$t_b = -35^{\circ}\text{C}$ та $t_{\text{в}} = 10^{\circ}\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні,

$k_0^{\text{пот}} = 0,22$ табл. 8.4 (літ. 1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,22} - \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,109 м$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 120 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,12}{0,025}} = 0,2 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

5.14 Внутрішня стіна між камерами 2 і 6, та 10 і 9

$$\alpha_1 = 9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)} \quad \alpha_2 = 11 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі в більш теплішому приміщенні

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі в більш холоднішому приміщенні Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з $t_b = -35^{\circ}\text{C}$ та $t_{\text{в}} = 0^{\circ}\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}} = 0,26$ табл. 8.4 (літ. 1).

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,26} - \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,091 м$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 100 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,1}{0,025}} = 0,238 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

5.15 Внутрішня стіна між камерами 3 і 6 та 11, 8 і 10

$$\alpha_1 = 9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)} \quad \alpha_2 = 9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі в більш теплішому приміщенні

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі в більш холоднішому приміщенні Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з

$t_b = -20^{\circ}\text{C}$ та $t_b = 0^{\circ}\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні,

$k_0^{\text{пот}} = 0,29$ табл. 8.4 (літ. 1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,29} - \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,08 м$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 80 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,08}{0,025}} = 0,29 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

5.16 Внутрішня стіна між камерами зберігання м'яса і курятини

$$\alpha_1 = 9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)} \quad \alpha_2 = 9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі в більш теплішому приміщенні

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі в більш холоднішому приміщенні Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{\text{в}}=-20^{\circ}\text{C}$ та $t_{\text{в}}=-20^{\circ}\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні,
 $k_0^{\text{пот}}=0,58$ табл. 8.4 (літ. 1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,58} - \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,037 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 60 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,06}{0,025}} = 0,38 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

5.17 Внутрішня стіна між камерами зберігання м'яса, курятини, субпродуктів та коридором і експедицією

$$\alpha_1=9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad \alpha_2=9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі в більш теплішому приміщенні

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі в більш холоднішому приміщенні Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з

$t_{\text{в}}=-20^{\circ}\text{C}$ та $t_{\text{в}}=10^{\circ}\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні,
 $k_0^{\text{пот}}=0,23$ табл. 8.4 (літ. 1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,23} - \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,103 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 120 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,12}{0,025}} = 0,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

5.18 Внутрішня стіна між камерами охолодження туш 1 та зберігання субпродуктів 7

$$\alpha_1=9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad \alpha_2=11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі в більш теплішому приміщенні

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі в більш холоднішому приміщенні Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з

$t_{\text{в}} = -3^\circ\text{C}$ та $t_{\text{в}} = -20^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні,

$k_0^{\text{пот}} = 0,33$ табл. 8.4 (літ. 1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_z} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,33} - \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,071 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 80 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_z} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,08}{0,025}} = 0,294 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

5.19 Стіна між допоміжними приміщеннями 6, 10 та коридором

$\alpha_1 = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ $\alpha_2 = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі в більш теплішому приміщенні

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі в більш холоднішому приміщенні Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з

$t_{\text{в}} = 0^\circ\text{C}$ та $t_{\text{в}} = 10^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні,

$k_0^{\text{пот}} = 0,54$ табл. 8.4 (літ. 1).

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_z} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,54} - \left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,041 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 60 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_z} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{9} + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,06}{0,025}} = 0,38 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.20 Підлога в камерах замороження

$$\alpha_1 = 7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від підлоги табл.8.1 (літ.1)

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з

$t_{\text{в}} = -35^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}} = 0,21$ табл.8.3 (літ.1)

Підраховуємо загальний термічний опір всіх шарів, окрім теплоізоляційного.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 2,42 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) /Вт}$$

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{номр} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{ном}} - \left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) \right] = 0,05 \cdot \left[\frac{1}{0,21} - \left(\frac{1}{7} + 2,42 \right) \right] = 0,11 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 150 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{7} + 2,42 \right) + \frac{0,15}{0,05}} = 0,18 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

5.21 Підлога в камерах зберігання

$$\alpha_1 = 7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від підлоги табл.8.1 (літ.1)

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з

$t_{\text{в}} = -20^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}} = 0,21$ табл.8.3 (літ.1)

Підраховуємо загальний термічний опір всіх шарів, окрім теплоізоляційного.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 2,42 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) /Вт}$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) \right] = 0,05 \cdot \left[\frac{1}{0,21} - \left(\frac{1}{7} + 2,42 \right) \right] = 0,11 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 150 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{7} + 2,42 \right) + \frac{0,15}{0,05}} = 0,18 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

5.22 Підлога в камері охолодження 1

$$\alpha_1 = 7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від підлоги табл.8.1 (літ.1)

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з

$t_b = -3^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}} = 0,41$

табл.8.3 (літ.1)

Підраховуємо загальний термічний опір всіх шарів, окрім теплоізоляційного.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 2,42 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) \right] = 0,05 \cdot \left[\frac{1}{0,41} - \left(\frac{1}{7} + 2,42 \right) \right] = -0,006 \text{ м}$$

Теплоізоляція не потрібна

5.23 Підлога в коридорі, експедиції та допоміжних приміщеннях 6,10

теплоізоляції теж не потребує.

5.24 Стеля над камерами зберігання

$$\alpha_{\text{вн}} = 7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad \alpha_{\text{зн}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\alpha_{\text{вн}}$ – коефіцієнт тепловіддачі від стелі табл.8.1 (літ.1)

$\alpha_{\text{зн}}$ – зовнішній коефіцієнт тепловіддачі табл.8.2 (літ.1)

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з
 $t_b = -20^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}} = 0,22$
 табл.8.2 (літ.1)

Підраховуємо загальний термічний опір всіх шарів, окрім теплоізоляційного.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 0,202 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{номр} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{ном}} - \left(\frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{зн}} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,22} - \left(\frac{1}{7} + 0,202 + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,104 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 120 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_z} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{7} + 0,202 + \frac{1}{23} \right) + \frac{0,12}{0,025}} = 0,193 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

5.25 Стеля над камерою охолодження 1

$$\alpha_{вн} = 7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)} \quad \alpha_{зн} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

$\alpha_{вн}$ – коефіцієнт тепловіддачі від стелі табл.8.1 (літ.1)

$\alpha_{зн}$ – зовнішній коефіцієнт тепловіддачі табл.8.2 (літ.1)

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з
 $t_b = -3^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}} = 0,33$
 табл.8.2 (літ.1)

Підраховуємо загальний термічний опір всіх шарів, окрім теплоізоляційного.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 0,202 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{зн}} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,33} - \left(\frac{1}{7} + 0,202 + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,066 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 80 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{7} + 0,202 + \frac{1}{23} \right) + \frac{0,08}{0,025}} = 0,28 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

5.26 Стеля над камерами заморожування 2, 9

$$\alpha_{вн} = 7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)} \quad \alpha_{зн} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

$\alpha_{вн}$ – коефіцієнт тепловіддачі від стелі табл.8.1 (літ.1)

$\alpha_{зн}$ – зовнішній коефіцієнт тепловіддачі табл.8.2 (літ.1)

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з

$t_b = -35^\circ\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}} = 0,19$

табл.8.2 (літ.1)

Підраховуємо загальний термічний опір всіх шарів, окрім теплоізоляційного.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 0,202 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{зн}} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,19} - \left(\frac{1}{7} + 0,202 + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,12 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 120 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{7} + 0,202 + \frac{1}{23} \right) + \frac{0,12}{0,025}} = 0,19 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.27 Стеля над коридором та експедицією

$$\alpha_{\text{вн}}=7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К}) \quad \alpha_{\text{зн}}=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$$

$\alpha_{\text{вн}}$ – коефіцієнт тепловіддачі від стелі табл.8.1(літ.1)

$\alpha_{\text{зн}}$ – зовнішній коефіцієнт тепловіддачі табл.8.2 (літ.1)

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з

$t_{\text{в}}=10^{\circ}\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}}=0,49$
табл.8.2 (літ.1)

Підраховуємо загальний термічний опір всіх шарів, окрім теплоізоляційного.

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 0,202 \text{ (м}^2\cdot\text{К) /Вт}$$

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{\text{із}}^{\text{нотр}} = \lambda_{\text{із}} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{\text{нотр}}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{зн}}} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,49} - \left(\frac{1}{7} + 0,202 + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,041 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 60 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\delta} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_{\text{з}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} \right) + \frac{\delta_{\text{із}}}{\lambda_{\text{із}}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{7} + 0,202 + \frac{1}{23} \right) + \frac{0,06}{0,025}} = 0,35 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$$

5.28 Стеля над допоміжними приміщеннями 6, 10

$$\alpha_{\text{вн}}=7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К}) \quad \alpha_{\text{зн}}=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$$

$\alpha_{\text{вн}}$ – коефіцієнт тепловіддачі від стелі 24абл..8.1(літ.1)

$\alpha_{\text{зн}}$ – зовнішній коефіцієнт тепловіддачі 24абл..8.2 (літ.1)

Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з

$t_{\text{в}}=0^{\circ}\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}}=0,37$
табл.8.2 (літ.1)

Підраховуємо загальний термічний опір всіх шарів, окрім теплоізоляційного.

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 0,202 \text{ (м}^2 \cdot \text{К) / Вт}$$

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{нотр} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{нотр}} - \left(\frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{зн}} \right) \right] = 0,025 \cdot \left[\frac{1}{0,37} - \left(\frac{1}{7} + 0,202 + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,058 \text{ м}$$

Приймаємо товщину теплоізоляції 60 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_z} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_v} \right) + \frac{\delta_{iz}}{\lambda_{iz}}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{7} + 0,202 + \frac{1}{23} \right) + \frac{0,06}{0,025}} = 0,35 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Огорожа	t _в , °С	α _{зн} , Вт/(м ² ·К)	α _{вн} , Вт/(м ² ·К)	R _{зн} , м ² ·К Вт	R _{вн} , м ² ·К Вт	Σ δ _i / λ _i , м ² ·К Вт	Товщина теплоізоляції і, м		Коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м ² ·К)	
							δ _{из} ^{нотр}	δ _{из} [∂]	k ₀ ^{потр}	k ₀ [∂]
1. Зовнішня стінка камери для швидко морозильного апарату	-35	23	11	0,043	0,11 1	0	0,122	0,15	0,2	0,163
2. Стіна зовнішня камер зберігання 11, 12, 13 з зовнішнім повітрям	-20	23	9	0,043	0,11 1	0	0,1	0,1	0,23	0,23
3. Стіна між експедицією та зовнішнім повітрям	10	23	9	0,043	0,11 1	0	0,038	0,06	0,59	0,39
4. Стіна між експедицією та службовим приміщенням	10	23	9	0,043	0,11 1	0	0,05	0,06	0,46	0,39
5. Стіна між камерою зберігання 4, 8, 7 та службовим приміщенням і	-20	23	9	0,043	0,11 1	0	0,115	0,12	0,21	0,202

					00 БКР 142.004.012.ПЗ					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

забійним цехом										
6. Стіна між камерою 9 та забійним цехом	-35	23	11	0,043	0,09 1	0	0,128	0,15	0,19	0,163
7. Стіна між камерою 1 та забійним цехом	-3	23	11	0,043	0,09 1	0	0,086	0,1	0,28	0,24
8. Стіна між камерою 1 та машинним відділенням	-3	23	11	0,043	0,09 1	0,546	0,038	0,06	0,45	0,325
9. Стіна між камерою 2 та машинним відділенням	-35	23	11	0,043	0,09 1	0,546	0,079	0,08	0,26	0,257
10. Стіна між камерою 3 та машинним відділенням	-20	23	11	0,043	0,09 1	0,546	0,076	0,08	0,27	0,257
11. Внутрішня стіна між камерами 8 і 9, та 2 і 3	- 20/- 35	11	11	0,091	0,09 1	0	0,045	0,06	0,5	0,4
12. Внутрішня стіна між камерами 1 і 2.	-3/- 35	11	11	0,091	0,09 1	0	0,085	0,1	0,28	0,25
13. Внутрішня стіна між камерою 2 і коридором	-35/ 10	11	9	0,091	0,11 1	0	0,109	0,12	0,22	0,2
14. Внутрішня стіна між камерами 2 і 6, та 10 і 9	0/ -35	11	9	0,091	0,11 1	0	0,091	0,1	0,26	0,238
15. Внутрішня стіна між камерами 3 і 6 та 11, 8 і 10	0/ -20	9	9	0,111	0,11 1	0	0,078	0,08	0,29	0,29
16. Внутрішня стіна між камерами зберігання м'яса і курятини	-20 / -20	9	9	0,111	0,11 1	0	0,037	0,06	0,58	0,38
17. Внутрішня стіна між камерами зберігання м'яса, курятини, субпродуктів та	-20 / 10	9	9	0,111	0,11 1	0	0,103	0,12	0,23	0,2

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00 БКР 142.004.012.ПЗ

Арк.

коридором і експедицією										
18. Внутрішня стіна між камерою 1 та 7	-3/-20	9	11	0,111	0,09 1	0	0,071	0,08	0,33	0,294
19. Стіна між допоміжними приміщеннями 6, 10 та коридором	0/10	9	9	0,111	0,11 1	0	0,041	0,06	0,54	0,38
20. Підлога в камерах замороження	-35	7	-	0,125	-	2,42	0,11	0,15	0,21	0,18
21. Підлога в камерах зберігання	-20	7	-	0,125	-	2,42	0,11	0,15	0,21	0,18
22. Підлога в камері охолодження 1	-3	7	-	0,125	-	2,42	-	-	0,41	0,41
23. Підлога в коридорі, експедиції, допоміжних приміщеннях 6, 10	10 (0)	7	-	0,125	-	2,42	-	-	0,1(0,4 1)	0,1(0,41)
24. Стеля над камерами зберігання	-20	7	23	0,143	0,04 3	0,202	0,104	0,12	0,22	0,193
25. Стеля над камерою охолодження 1	-3	7	23	0,143	0,04 3	0,202	0,066	0,08	0,33	0,28
26. Стеля над камерами заморожування 2, 9	-35	7	23	0,143	0,04 3	0,202	0,12	0,12	0,19	0,19
27. Стеля над коридором та експедицією	10	7	23	0,143	0,04 3	0,202	0,041	0,06	0,49	0,35
28. Стеля над допоміжними приміщеннями 6, 10	0	7	23	0,143	0,04 3	0,205	0,058	0,06	0,37	0,35

					00 БКР 142.004.012.ПЗ					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

6. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень

6.1 Теплопритоки 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 5.2м, площу дверного отвору в камерах приймаємо 6 м². Для визначення теплопритоків від сонячної радіації приймаємо орієнтацію будівлі машинним відділенням на південь.

Враховуємо, що стеля зовні світла (тобто $\Delta t_c = 14,9^\circ\text{C}$). Окрім цього розраховуємо теплоприпливи до експедиції та коридору як до однієї камери.

Розраховуємо теплопритік від зовнішнього повітря та приміщень з більшою температурою:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C} \text{ Вт,}$$

$$Q_{1C} = K_a \cdot F \cdot \Delta t \text{ Вт, формула 9.7 (літ 1)}$$

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

Камера 1. Охолодження туш (-3°C)

Північна сторона

$$Q_{1T} = 0,294 \cdot 24(-20 + 3) = -120 \text{ ,Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = -120 + 0 = -120 \text{ , Вт.}$$

Південна сторона

$$Q_{1T} = 0,325 \cdot 24 \cdot (25 + 3) = 218 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 218 + 0 = 218 \text{ , Вт.}$$

Західна сторона

$$Q_{1T} = 0,24 \cdot 96 \cdot (20 + 3) = 530 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 530 + 0 = 530 \text{ , Вт.}$$

Східна сторона

$$Q_{1T} = 0,25 \cdot 96 \cdot (-35 + 3) = -768 \text{ Вт , } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = -768 + 0 = -768 \text{ , Вт.}$$

Підлога

$$Q_{1T} = 0,41 \cdot 144 \cdot (1 + 3) = 236 \text{ , Вт формула 9.4 (літ. 1); } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 236 + 0 = 236 \text{ ,}$$

Вт.

Покриття

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$Q_{1T} = 0,28 \cdot 144 \cdot (32 + 3) = 1411$, Вт; $Q_{1C} = 0,28 \cdot 144 \cdot 14,9 = 601$, Вт; $Q_1 = 1411 + 601 = 2012$,
Вт.

Загальна кількість теплопритоків в камеру

$$Q_1 = -120 + 218 + 530 - 768 + 236 + 2012 = 2808 \text{ , Вт.}$$

Камера 2. Заморожування туш (-35°C)

Північна сторона

$$Q_{1T} = 0,2 \cdot 24(10 + 35) = 216 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 216 + 0 = 216 \text{ , Вт.}$$

Південна сторона

$$Q_{1T} = 0,257 \cdot 24(25 + 35) = 370 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 370 + 0 = 370 \text{ , Вт.}$$

Західна сторона

$$Q_{1T} = 0,25 \cdot 96 \cdot (-3 + 35) = 768 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 768 + 0 = 768 \text{ , Вт.}$$

Східна сторона

$$Q_{1T} = 0,4 \cdot 72 \cdot (-20 + 35) + 0,238 \cdot 24(0 + 35) = 632 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 632 + 0 = 632 \text{ , Вт.}$$

Підлога

$$Q_{1T} = 0,18 \cdot 144 \cdot (1 + 35) = 933 \text{ , Вт формула 9.4 (літ. 1); } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 933 + 0 = 933 \text{ ,}$$

Вт.

Покриття

$$Q_{1T} = 0,19 \cdot 144 \cdot (32 + 35) = 1833 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0,19 \cdot 144 \cdot 14,9 = 408 \text{ , Вт; } Q_1 = 1833 + 408 = 2241 \text{ ,}$$

Вт.

Загальна кількість теплопритоків в камеру

$$Q_1 = 216 + 370 + 768 + 632 + 933 + 2241 = 5160 \text{ , Вт.}$$

Камера 3. Зберігання заморожених туш (-20°C)

Північна сторона

$$Q_{1T} = 0,29 \cdot 24(0 + 20) = 139 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 139 + 0 = 139 \text{ , Вт.}$$

Південна сторона

$$Q_{1T} = 0,257 \cdot 24 \cdot (25 + 20) = 278 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 278 + 0 = 278 \text{ , Вт.}$$

Західна сторона

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{1T} = 0,4 \cdot 72 \cdot (+20 - 35) = -432 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = -432 + 0 = -432 \text{ , Вт.}$$

Східна сторона

$$Q_{1T} = 0,38 \cdot 48 \cdot (0 - 0) + 0,2 \cdot 24(10 + 20) = 144 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 144 + 0 = 144 \text{ , Вт.}$$

Підлога

$$Q_{1T} = 0,18 \cdot 108 \cdot (1 + 20) = 408 \text{ , Вт формула 9.4 (літ. 1); } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 408 + 0 = 408 \text{ , Вт.}$$

Покриття

$$Q_{1T} = 0,193 \cdot 108 \cdot (32 + 20) = 1292 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0,193 \cdot 108 \cdot 14,9 = 311 \text{ , Вт; } Q_1 = 1292 + 311 = 1603 \text{ , Вт.}$$

Загальна кількість теплопритоків в камеру

$$Q_1 = 139 + 278 - 432 + 144 + 408 + 1603 = 2140 \text{ , Вт.}$$

Камера 4. Зберігання заморожених туш (-20°C)

Північна сторона

$$Q_{1T} = 0,38 \cdot 48 \cdot (0 - 0) + 0,2 \cdot 24 \cdot (10 + 20) = 144 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 144 + 0 = 144 \text{ , Вт.}$$

Південна сторона

$$Q_{1T} = 0,202 \cdot 72 \cdot (20 + 20) = 582 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 582 + 0 = 582 \text{ , Вт.}$$

Західна сторона

$$Q_{1T} = 0,38 \cdot 48 \cdot (0 - 0) = 0 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 0 \text{ , Вт.}$$

Східна сторона

$$Q_{1T} = 0,202 \cdot 24 \cdot (20 + 20) + 0,2 \cdot 24 \cdot (10 + 20) = 338 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 338 + 0 = 338 \text{ , Вт.}$$

Підлога

$$Q_{1T} = 0,18 \cdot 216 \cdot (1 + 20) = 817 \text{ , Вт формула 9.4 (літ. 1); } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 817 + 0 = 817 \text{ , Вт.}$$

Покриття

$$Q_{1T} = 0,193 \cdot 216 \cdot (32 + 20) = 2168 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0,193 \cdot 216 \cdot 14,9 = 621 \text{ , Вт; } Q_1 = 2168 + 621 = 2789 \text{ , Вт.}$$

Загальна кількість теплопритоків в камеру

$$Q_1 = 144 + 582 + 0 + 338 + 817 + 2789 = 4670 \text{ , Вт.}$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Камера 5. Зберігання заморожених туш (-20°C)

Північна сторона

$$Q_{1T} = 0,2 \cdot 48 \cdot (10 + 20) = 288 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 288 + 0 = 288 \text{ , Вт.}$$

Південна сторона

$$Q_{1T} = 0,38 \cdot 48 \cdot (0 - 0) = 0 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 0 + 0 = 0 \text{ , Вт.}$$

Західна сторона

$$Q_{1T} = 0,2 \cdot 48 \cdot (10 + 20) = 288 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 288 + 0 = 288 \text{ , Вт.}$$

Східна сторона

$$Q_{1T} = 0,2 \cdot 48 \cdot (10 + 20) = 288 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 288 + 0 = 288 \text{ , Вт.}$$

Підлога

$$Q_{1T} = 0,18 \cdot 144 \cdot (1 + 20) = 544 \text{ , Вт формула 9.4 (літ. 1); } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 544 + 0 = 544 \text{ , Вт.}$$

Покриття

$$Q_{1T} = 0,193 \cdot 144 \cdot (32 + 20) = 1445 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0,193 \cdot 144 \cdot 14,9 = 414 \text{ , Вт; } Q_1 = 1445 + 414 = 2789 \text{ , Вт.}$$

Загальна кількість теплопритоків в камеру

$$Q_1 = 288 + 0 + 288 + 288 + 544 + 2789 = 4197 \text{ , Вт.}$$

Камера 6. Допоміжне приміщення (0°C)

Північна сторона

$$Q_{1T} = 0,38 \cdot 24 \cdot (10 + 0) = 91 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 91 + 0 = 91 \text{ , Вт.}$$

Південна сторона

$$Q_{1T} = 0,29 \cdot 24 \cdot (-20 - 0) = -139 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = -139 + 0 = -139 \text{ , Вт.}$$

Західна сторона

$$Q_{1T} = 0,238 \cdot 24 \cdot (-35 + 0) = -200 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = -200 + 0 = -200 \text{ , Вт.}$$

Східна сторона

$$Q_{1T} = 0,38 \cdot 24 \cdot (10 + 0) = 91 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 91 + 0 = 91 \text{ , Вт.}$$

Підлога

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$Q_{1T} = 0,41 \cdot 36 \cdot (1 + 0) = 15$, Вт формула 9.4 (літ. 1); $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 15 + 0 = 15$, Вт.

Покриття

$Q_{1T} = 0,35 \cdot 36 \cdot (32 + 0) = 403$, Вт; $Q_{1C} = 0,35 \cdot 36 \cdot 14,9 = 188$, Вт; $Q_1 = 403 + 188 = 591$, Вт.

Загальна кількість теплопритоків в камеру

$Q_1 = 91 - 139 - 2 + 91 + 15 + 591 = 449$, Вт.

Камера 7. Заморожування та зберігання субпродуктів (-20°C)

Північна сторона

$Q_{1T} = 0,38 \cdot 24 \cdot (0 - 0) = 0$, Вт; $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 0 + 0 = 0$, Вт.

Південна сторона

$Q_{1T} = 0,294 \cdot 24 \cdot (-3 + 20) = 120$, Вт; $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 120 + 0 = 120$, Вт.

Західна сторона

$Q_{1T} = 0,202 \cdot 24 \cdot (20 + 20) = 194$, Вт; $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 194 + 0 = 194$, Вт.

Східна сторона

$Q_{1T} = 0,2 \cdot 24 \cdot (10 + 20) = 144$, Вт; $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 144 + 0 = 144$, Вт.

Підлога

$Q_{1T} = 0,18 \cdot 36 \cdot (1 + 20) = 136$, Вт формула 9.4 (літ. 1); $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 136 + 0 = 136$, Вт.

Покриття

$Q_{1T} = 0,193 \cdot 36 \cdot (32 + 20) = 361$, Вт; $Q_{1C} = 0,193 \cdot 36 \cdot 14,9 = 104$, Вт; $Q_1 = 361 + 104 = 465$, Вт.

Загальна кількість теплопритоків в камеру

$Q_1 = 0 + 120 + 194 + 144 + 136 + 465 = 1059$, Вт.

Камера 8. Зберігання замороженої курятини (-20°C)

Північна сторона

$Q_{1T} = 0,4 \cdot 48 \cdot (20 - 35) = -288$, Вт; $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = -288 + 0 = -288$, Вт.

Південна сторона

$Q_{1T} = 0,2 \cdot 24 \cdot (10 + 20) + 0,38 \cdot 24 \cdot (0 - 0) = 144$, Вт; $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 144 + 0 = 144$, Вт.

Західна сторона

$Q_{1T} = 0,202 \cdot 24 \cdot (20 + 20) = 194$, Вт; $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 194 + 0 = 194$, Вт.

Східна сторона

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{1T} = 0,29 \cdot 24 \cdot (0 + 20) = 139 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 139 + 0 = 139 \text{ , Вт.}$$

Підлога

$$Q_{1T} = 0,18 \cdot 72 \cdot (1 + 20) = 272 \text{ , Вт формула 9.4 (літ. 1); } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 272 + 0 = 272 \text{ , Вт.}$$

Покриття

$$Q_{1T} = 0,193 \cdot 72 \cdot (32 + 20) = 723 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0,193 \cdot 72 \cdot 14,9 = 207 \text{ , Вт; } Q_1 = 723 + 207 = 930 \text{ , Вт.}$$

Загальна кількість теплопритоків в камеру

$$Q_1 = -288 + 144 + 194 + 139 + 272 + 930 = 1391 \text{ , Вт.}$$

Камера 9. Камера для заморожування курятини (-35°C)

Північна сторона

$$Q_{1T} = 0,163 \cdot 72 \cdot (32 + 35) = 786 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 786 = 786 \text{ , Вт.}$$

Південна сторона

$$Q_{1T} = 0,4 \cdot 48 \cdot (-20 + 35) + 0,238 \cdot 24 \cdot (0 + 35) = 288 + 200 = 488, \text{ Вт; } Q_{1C} = 0, \text{ Вт; } Q_1 = 488 + 0 = 488 \text{ Вт.}$$

Західна сторона

$$Q_{1T} = 0,163 \cdot 24 \cdot (20 + 35) = 215 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 215 + 0 = 215 \text{ , Вт.}$$

Східна сторона

$$Q_{1T} = 0,4 \cdot 24 \cdot (-20 + 35) = 144 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 144 + 0 = 144 \text{ , Вт.}$$

Підлога

$$Q_{1T} = 0,18 \cdot 108 \cdot (1 + 35) = 700 \text{ , Вт формула 9.4 (літ. 1); } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 700 + 0 = 700 \text{ , Вт.}$$

Покриття

$$Q_{1T} = 0,19 \cdot 108 \cdot (32 + 35) = 1375 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0,19 \cdot 108 \cdot 14,9 = 306 \text{ , Вт; } Q_1 = 1375 + 306 = 1681 \text{ , Вт.}$$

Загальна кількість теплопритоків в камеру

$$Q_1 = 786 + 488 + 215 + 144 + 700 + 1681 = 4014 \text{ , Вт.}$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Камера 10. Допоміжне приміщення (0°C)

Північна сторона

$$Q_{1T} = 0,25 \cdot 24 \cdot (0 - 35) = -210 \text{ , Вт}; Q_{1C} = 0 \text{ , Вт}; Q_1 = -210 + 0 = -210 \text{ , Вт}.$$

Південна сторона

$$Q_{1T} = 0,38 \cdot 24 \cdot (0 + 10) = 91 \text{ , Вт}; Q_{1C} = 0 \text{ , Вт}; Q_1 = 91 + 0 = 91 \text{ , Вт}.$$

Західна сторона

$$Q_{1T} = 0,29 \cdot 24 \cdot (0 - 20) = -139 \text{ , Вт}; Q_{1C} = 0 \text{ , Вт}; Q_1 = -139 + 0 = -139 \text{ , Вт}.$$

Східна сторона

$$Q_{1T} = 0,29 \cdot 24 \cdot (0 - 20) = -139 \text{ , Вт}; Q_{1C} = 0 \text{ , Вт}; Q_1 = -139 + 0 = -139 \text{ , Вт}.$$

Підлога

$$Q_{1T} = 0,41 \cdot 36 \cdot (1 + 0) = 15 \text{ , Вт формула 9.4 (літ. 1)}; Q_{1C} = 0 \text{ , Вт}; Q_1 = 15 + 0 = 15 \text{ , Вт}.$$

Покриття

$$Q_{1T} = 0,35 \cdot 36 \cdot (32 + 20) = 655 \text{ , Вт}; Q_{1C} = 0,35 \cdot 36 \cdot 14,9 = 188 \text{ , Вт}; Q_1 = 655 + 188 = 843 \text{ , Вт}.$$

Загальна кількість теплопритоків в камеру

$$Q_1 = -210 + 91 - 0,139 - 0,139 + 0,015 + 0,843 = 0,461 \text{ , Вт}.$$

Камера 11. Камера зберігання курятини (-20°C)

Північна сторона

$$Q_{1T} = 0,23 \cdot 24 \cdot (32 + 20) = 287 \text{ , Вт}; Q_{1C} = 0 \text{ , Вт}; Q_1 = 287 + 0 = 287 \text{ , Вт}.$$

Південна сторона

$$Q_{1T} = 0,2 \cdot 24 \cdot (10 + 20) = 144 \text{ , Вт}; Q_{1C} = 0 \text{ , Вт}; Q_1 = 144 + 0 = 144 \text{ , Вт}.$$

Західна сторона

$$Q_{1T} = 0,29 \cdot 24 \cdot (0 + 20) + 0,4 \cdot 24 \cdot (20 - 35) = 139 - 144 = -5 \text{ , Вт}; Q_{1C} = 0 \text{ , Вт}; Q_1 = -5 + 0 = -5 \text{ , Вт}$$

Східна сторона

$$Q_{1T} = 0,38 \cdot 48 \cdot (0 - 0) = 0 \text{ , Вт}; Q_{1C} = 0 \text{ , Вт}; Q_1 = 0 + 0 = 0 \text{ , Вт}.$$

Підлога

$$Q_{1T} = 0,18 \cdot 72 \cdot (1 + 20) = 272 \text{ , Вт формула 9.4 (літ. 1)}; Q_{1C} = 0 \text{ , Вт}; Q_1 = 272 + 0 = 272 \text{ , Вт}.$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Покриття

$Q_{1T} = 0,193 \cdot 72 \cdot (32 + 20) = 723$, Вт; $Q_{1C} = 0,193 \cdot 72 \cdot 14,9 = 207$, Вт; $Q_1 = 723 + 207 = 930$,
Вт.

Загальна кількість теплопритоків в камеру

$Q_1 = 287 + 144 - 5 + 0 + 272 + 723 = 1421$, Вт.

Камера 12. Камера зберігання курятини (-20°C)

Північна сторона

$Q_{1T} = 0,23 \cdot 24 \cdot (32 + 20) = 287$, Вт; $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 287 + 0 = 287$, Вт.

Південна сторона

$Q_{1T} = 0,2 \cdot 24 \cdot (10 + 20) = 144$, Вт; $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 144 + 0 = 144$, Вт.

Західна сторона

$Q_{1T} = 0,38 \cdot 48 \cdot (0 - 0) = 0$, Вт; $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 0 + 0 = 0$, Вт.

Східна сторона

$Q_{1T} = 0,38 \cdot 48 \cdot (0 - 0) = 0$, Вт; $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 0 + 0 = 0$, Вт.

Підлога

$Q_{1T} = 0,18 \cdot 72 \cdot (1 + 20) = 272$, Вт формула 9.4 (літ. 1); $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 272 + 0 = 272$ Вт.

Покриття

$Q_{1T} = 0,193 \cdot 72 \cdot (32 + 20) = 723$, Вт; $Q_{1C} = 0,193 \cdot 72 \cdot 14,9 = 207$, Вт; $Q_1 = 723 + 207 = 930$,Вт.

Загальна кількість теплопритоків в камеру

$Q_1 = 287 + 144 + 272 + 930 = 1633$, Вт.

Камера 13. Камера зберігання курятини (-20°C)

Північна сторона

$Q_{1T} = 0,23 \cdot 24 \cdot (32 + 20) = 287$, Вт; $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 287 + 0 = 287$, Вт.

Південна сторона

$Q_{1T} = 0,2 \cdot 24 \cdot (10 + 20) = 144$, Вт; $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 144 + 0 = 144$, Вт.

Західна сторона

$Q_{1T} = 0,38 \cdot 48 \cdot (0 - 0) = 0$, Вт; $Q_{1C} = 0$, Вт; $Q_1 = 0 + 0 = 0$, Вт.

Східна сторона

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{1T} = 0,2 \cdot 48 \cdot (10 + 20) = 288 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 288 + 0 = 288 \text{ , Вт.}$$

Підлога

$$Q_{1T} = 0,18 \cdot 72 \cdot (1 + 20) = 272 \text{ , Вт формула 9.4 (літ. 1); } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = 272 + 0 = 272 \text{ , Вт.}$$

Покриття

$$Q_{1T} = 0,193 \cdot 72 \cdot (32 + 20) = 723 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0,193 \cdot 72 \cdot 14,9 = 207 \text{ , Вт; } Q_1 = 723 + 207 = 930 \text{ , Вт.}$$

Загальна кількість теплопритоків в камеру

$$Q_1 = 287 + 144 + 288 + 272 + 930 = 1921 \text{ , Вт.}$$

Експедиція та коридор

Оскільки експедиція та коридор мають однакову будову підлоги та температуру то при розрахунку теплонадходжень візьмемо їх як одне приміщення

Північна сторона

$$Q_{1T} = 0,39 \cdot 24 \cdot (32 - 10) + 0,2 \cdot 96 \cdot (-20 - 10) + 0,38 \cdot 24 \cdot (0 - 10) = -461 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт;}$$

$$Q_1 = -461 + 0 = -461 \text{ , Вт.}$$

Південна сторона

$$Q_{1T} = 0,39 \cdot 24 \cdot (20 - 10) + 0,2 \cdot 72 \cdot (-20 - 10) + 0,38 \cdot 24 \cdot (0 - 10) + 0,2 \cdot 24 \cdot (-35 - 10) = -646 \text{ , Вт;}$$

$$Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = -646 + 0 = -646 \text{ , Вт.}$$

Західна сторона

$$Q_{1T} = 0,38 \cdot 24 \cdot (0 - 10) + 0,2 \cdot 144 \cdot (-20 - 10) = -955 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0 \text{ , Вт; } Q_1 = -955 + 0 = -955 \text{ , Вт.}$$

Східна сторона

$$Q_{1T} = 0,39 \cdot 144 \cdot (32 - 10) + 0,2 \cdot 48 \cdot (-20 - 10) = 948 \text{ , Вт; } Q_{1C} = 0,39 \cdot 144 \cdot 6 = 337 \text{ , Вт;}$$

$$Q_1 = 948 + 337 = 1285 \text{ , Вт.}$$

Підлога

Розрахунок теплопритоків через підлогу проводимо як для підлоги, що розташована на ґрунті, який не має обігріву. Оскільки експедиція знаходиться

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кутовій частині споруди то коридор та експедицію розбиваємо на 4 зони згідно рис 9.2 (літ.1)

$$Q_{1T} = (0,47 \cdot (72+12) + 0,23 \cdot (72+12) + 0,12 \cdot (72+12) + 0,07 \cdot 252) \cdot (32-10) = 1904 \text{ , Вт}$$

формула 9.45(літ. 1); $Q_{1C} = 0 \text{ , Вт}$; $Q_1 = 1904 + 0 = 1904 \text{ , Вт}$.

Покриття

$$Q_{1T} = 0,35 \cdot 432 \cdot (32-10) = 3326 \text{ , Вт}; Q_{1C} = 0,35 \cdot 432 \cdot 14,9 = 2253 \text{ , Вт};$$

$$Q_1 = 3326 + 2253 = 5579 \text{ , Вт}.$$

Загальна кількість теплопритоків в камеру

$$Q_1 = -461 - 646 - 955 + 1285 + 1904 + 5579 = 6706 \text{ , Вт}.$$

Огорожа	$K_0, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$	F, м ²	$t_{\text{зн}}, ^\circ\text{C}$	$\Theta, ^\circ\text{C}$	$Q_{1T}, \text{кВт}$	$\Delta t_c, ^\circ\text{C}$	$Q_{1C}, \text{кВт}$	$Q_{1\text{заг}}, \text{кВт}$
Камера №1 Охолодження туш баранини (-3°C)								
Північна стіна	0,294	24	-20	-17	-0,12	-	-	-0,12
Південна стіна	0,325	24	25	28	0,218	-	-	0,218
Західна стіна	0,24	96	20	23	0,53	-	-	0,53
Східна стіна	0,25	96	-35	-32	- 0,768	-	-	- 0,768
Підлога	0,41	144	1	4	0,236	-	-	0,236
Покрівля	0,28	144	32	35	1,411	14, 9	0,60 1	2,012
Загалом:								2,108
Камера №2 Камера заморожування туш баранини (-35°C)								
Північна стіна	0,2	24	10	45	0,216	-	-	0,216
Південна стіна	0,257	24	25	60	0,37	-	-	0,37
Західна стіна	0,25	96	-3	32	0,768	-	-	0,768
Східна стіна	0,4	72	-20	15	0,632	-	-	0,632
	0,238	24	0	35				
Підлога	0,18	144	1	36	0,933	-	-	0,933
Покрівля	0,19	144	32	77	1,833	14, 9	0,40 8	2,241
Загалом								5,16
Камера №3 Зберігання замороженої баранини (-20°C)								
Північна стіна	0,29	24	0	20	0,139	-	-	0,139
Південна стіна	0,257	24	25	45	0,278	-	-	0,278
Західна стіна	0,4	72	-20	-15	- 0,432	-	-	- 0,432
Східна стіна	0,38	48	0	0	0,144	-	-	0,144
	0,2	24	10	30				

					00 БКР 142.004.012.ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Підлога	0,18	108	1	21	0,408	-	-	0,408
Покрівля	0,139	108	32	52	1,292	14,9	0,311	1,603
Загалом								2,14
Камера №4 Зберігання замороженої баранини (-20°C)								
Північна стіна	0,38	48	0	0	0,144	-	-	0,144
	0,2	24	10	30				
Південна стіна	0,202	72	20	40	0,582	-	-	0,582
Західна стіна	0,38	48	0	0	0	-	-	0
Східна стіна	0,202	24	20	40	0,338	-	-	0,338
	0,2	24	10	30				
Підлога	0,18	216	1	21	0,817	-	-	0,817
Покрівля	0,193	216	32	52	2,168	14,9	0,621	2,789
Загалом								4,67
Камера №5 Зберігання замороженої баранини (-20°C)								
Північна стіна	0,2	48	10	30	0,288	-	-	0,288
Південна стіна	0,38	48	0	0	0	-	-	0
Західна стіна	0,2	48	10	30	0,288	-	-	0,288
Східна стіна	0,2	48	10	30	0,288	-	-	0,288
Підлога	0,18	144	1	21	0,544	-	-	0,544
Покрівля	0,193	144	32	52	1,445	14,9	0,414	2,789
Загалом								4,197
Камера №6 Допоміжне приміщення (0°C)								
Північна стіна	0,38	24	10	10	0,091	-	-	0,091
Південна стіна	0,29	24	-20	-20	- 0,139	-	-	- 0,139
Західна стіна	0,238	24	-35	-35	-0,2	-	-	-0,2
Східна стіна	0,38	24	10	10	0,091	-	-	0,091
Підлога	0,41	36	1	1	0,015	-	-	0,015
Покрівля	0,35	36	32	32	0,403	14,9	0,188	0,591
Загалом								0,449
Камера №7 Зберігання субпродуктів (-20°C)								
Північна стіна	0,38	24	0	0	0	-	-	0
Південна стіна	0,294	24	-3	17	0,12	-	-	0,12
Західна стіна	0,202	24	20	40	0,194	-	-	0,194
Східна стіна	0,2	24	10	30	0,144	-	-	0,144
Підлога	0,18	36	1	21	0,136	-	-	0,136
Покрівля	0,193	36	32	53	0,361	14,9	0,104	0,465
Загалом								1,059

					00 БКР 142.004.012.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Камера №8 Зберігання замороженої курятини (-20°C)								
Північна стіна	0,4	48	-35	-15	- 0,288	-	-	- 0,288
Південна стіна	0,2	24	10	30	0,144	-	-	0,144
	0,38	24	0	0				
Західна стіна	0,202	24	20	40	0,194	-	-	0,194
Східна стіна	0,29	24	0	20	0,139	-	-	0,139
Підлога	0,18	72	1	21	0,272	-	-	0,272
Покрівля	0,193	72	32	52	0,723	14, 9	0,20 7	0,93
Загалом								1,391
Камера №9 Заморожування курятини в швидкоморозильному апараті (-35°C)								
Північна стіна	0,163	72	32	67	0,786	-	-	0,786
Південна стіна	0,4	48	-20	15	0,488	-	-	0,488
	0,238	24	0	35				
Західна стіна	0,163	24	20	55	0,215	-	-	0,215
Східна стіна	0,4	24	-20	15	0,144	-	-	0,144
Підлога	0,18	108	1	36	0,7	-	-	0,7
Покрівля	0,19	108	32	67	1,375	14, 9	0,30 6	1,681
Загалом								4,014
Камера №10 Допоміжне приміщення (0°C)								
Північна стіна	0,25	24	-35	-35	-0,21	-	-	-0,21
Південна стіна	0,38	24	10	10	0,091	-	-	0,091
Західна стіна	0,29	24	-20	-20	- 0,139	-	-	- 0,139
Східна стіна	0,29	24	-20	-20	- 0,139	-	-	- 0,139
Підлога	0,41	36	1	1	0,015	-	-	0,015
Покрівля	0,35	36	32	52	0,655	14, 9	0,18 8	0,843
Загалом								0,461
Камера №11 Зберігання замороженої курятини (-20°C)								
Північна стіна	0,23	24	32	52	0,287	-	-	0,287
Південна стіна	0,2	24	10	30	0,144	-	-	0,144
Західна стіна	0,29	24	0	0	-	-	-	-
	0,4	24	-35	-15				
Східна стіна	0,38	48	-20	0	0	-	-	0
Підлога	0,18	72	1	21	0,272	-	-	0,272
Покрівля	0,193	72	32	52	0,723	-	-	0,723
Загалом								1,421
Камера №12 Зберігання замороженої курятини (-20°C)								
Північна стіна	0,23	24	32	52	0,287	-	-	0,287

					00 БКР 142.004.012.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Південна стіна	0,2	24	10	30	0,144	-	-	0,144
Західна стіна	0,38	48	-20	0	0	-	-	0
Східна стіна	0,38	48	-20	0	0	-	-	0
Підлога	0,18	72	1	21	0,272	-	-	0,272
Покрівля	0,193	72	32	52	0,723	14, 9	0,20 7	0,93
Загалом								1,633
Камера №13 Зберігання замороженої курятини (-20°C)								
Північна стіна	0,23	24	32	52	0,287	-	-	0,287
Південна стіна	0,2	24	10	30	0,144	-	-	0,144
Західна стіна	0,38	48	-20	0	0	-	-	0
Східна стіна	0,2	48	10	30	0,288	-	-	0,288
Підлога	0,18	72	1	21	0,272	-	-	0,272
Покрівля	0,193	72	32	52	0,723	14, 9	0,20 7	0,93
Загалом								1,921
Експедиція та коридор (10°C)								
Північна стіна	0,39	24	32	22	0,461	-	-	0,461
	0,2	96	-20	-30				
	0,38	24	0	-10				
Південна стіна	0,39	24	20	10	0,646	-	-	0,646
	0,2	72	-20	-30				
	0,38	24	0	-10				
	0,2	24	-35	-45				
Західна стіна	0,38	24	0	-10	0,955	-	-	0,955
	0,2	144	-20	-30				
Східна стіна	0,39	120	32	22	0,742	6	0,33 7	1,285
	0,2	48	-20	-30				
Підлога	0,47	84	32	22	1,904	-	-	1,904
	0,23	84						
	0,12	84						
	0,07	252						
Покрівля	0,35	432	32	22	3,326	14, 9	2,25 3	5,579
Загалом								6,706

6.2 Розраховуємо теплопритік при термічній обробці продуктів

Розрахунок здійснюємо за формулою:

					00 БКР 142.004.012.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

$$Q_2 = Q_{2I} + Q_{2T} , \text{ кВт}$$

де Q_{2I} - теплопритік від продуктів, кВт;

Q_{2O} - теплопритік від тари, кВт.

Знаходимо теплопритік від продуктів за формулою:

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

продуктів в камерах зберігання

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

охолодження і заморожування періодичної дії,

Знаходимо теплопритік від тари за формулою:

$$Q_{2T} = M_{\partial m} \cdot C_T \cdot (t_n - t_k) \cdot \frac{1000}{\tau \cdot 3600} , \text{ кВт}$$

Теплоємність металевого стоячного піддону 0,5 $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$

Теплоємність полімерного ящика 0,9 $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$

Масу тари приймаємо як 10% від маси продукту.

Камера охолодження баранини №1

$$Q_{2II} = 1,3 \cdot 27 \cdot (334 - 233,15) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 40,97 , \text{ кВт};$$

$$Q_{2T} = 0 , \text{ кВт};$$

$$Q_2 = 40,97 + 0 = 40,97 , \text{ кВт}.$$

Камера заморожування баранини №2

$$Q_{2II} = 1,3 \cdot 27 \cdot (233,15 - 38,5) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 79,08 , \text{ кВт};$$

$$Q_{2T} = 0 , \text{ кВт};$$

$$Q_2 = 79,08 + 0 = 79,08 , \text{ кВт}.$$

Камера зберігання баранини №3

$$Q_{2II} = 6 \cdot (38,5 - 4,6) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 2,354 , \text{ кВт};$$

$$Q_{2T} = 0,6 \cdot 0,5 \cdot (-8 + 18) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,035 , \text{ кВт};$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_2 = 2,354 + 0,035 = 2,4 \text{ , кВт.}$$

Камера зберігання баранини №4

$$Q_{2П} = 13 \cdot (38,5 - 4,6) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 5,1 \text{ , кВт;}$$

$$Q_{2Т} = 1,3 \cdot 0,5 \cdot (-8 + 18) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,075 \text{ , кВт;}$$

$$Q_2 = 5,1 + 0,075 = 5,175 \text{ , кВт.}$$

Камера зберігання баранини №5

$$Q_{2П} = 8 \cdot (38,5 - 4,6) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 3,14 \text{ , кВт;}$$

$$Q_{2Т} = 0,8 \cdot 0,5 \cdot (-8 + 18) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,046 \text{ , кВт;}$$

$$Q_2 = 3,14 + 0,046 = 3,186 \text{ , кВт.}$$

Камера зберігання субпродуктів №7

$$Q_{2П} = 4 \cdot (348 - 5) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 15,88 \text{ , кВт;}$$

$$Q_{2Т} = 0,4 \cdot 0,9 \cdot (25 + 18) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,18 \text{ , кВт;}$$

$$Q_2 = 15,88 + 0,18 = 16,06 \text{ , кВт.}$$

Камера заморожування курятини №9

$$Q_{2П} = 1,3 \cdot 9 \cdot (345 - 13) \cdot \frac{1000}{8 \cdot 3600} = 134,875 \text{ , кВт;}$$

$$Q_{2Т} = 0 \text{ , кВт;}$$

$$Q_2 = 134,875 + 0 = 134,875 \text{ , кВт.}$$

Камери зберігання курятини №8,11,12,13

Для кожної камери

$$Q_{2П} = 2,25 \cdot (13 - 4,6) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,219 \text{ , кВт;}$$

$$Q_{2Т} = 0,225 \cdot 0,9 \cdot (-15 + 18) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,007 \text{ , кВт;}$$

$$Q_2 = 0,219 + 0,007 = 0,226 \text{ , кВт}$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номер камери	$t_{\text{кам}}$ °C	M_p т/доб	M_T т/доб	t_n °C	t_k °C	i_n кДж/кг	i_k кДж/кг	C_T кДж/кг·К	τ , год	Q_{2n} кВт	Q_{2T} кВт	Q_2 кВт
Камера №1	-3	27	-	35	3	334	233,15	-	24	40,97	-	40,97
Камера №2	-35	27	-	3	-8	233,15	38,5	-	24	79,08	-	79,08
Камера №3	-20	6	0,6	-8	-18	38,5	4,6	0,5	24	2,354	0,035	2,4
Камера №4	-20	13	1,3	-8	-18	38,5	4,6	0,5	24	5,1	0,075	5,175
Камера №5	-20	8	0,8	-8	-18	38,5	4,6	0,5	24	3,14	0,046	3,186
Камера №7	-20	4	0,4	25	-18	348	5	0,9	24	15,88	0,18	16,06
Камера №8	-20	2,25	0,225	-15	-18	13	4,6	0,9	24	0,219	0,007	0,226
Камера №9	-35	9	-	35	-15	345	13	-	8	134,88	-	134,88
Камера №11	-20	2,25	0,225	-15	-18	13	4,6	0,9	24	0,219	0,007	0,226
Камера №12	-20	2,25	0,225	-15	-18	13	4,6	0,9	24	0,219	0,007	0,226
Камера №13	-20	2,25	0,225	-15	-18	13	4,6	0,9	24	0,219	0,007	0,226

6.3 Розрахунок експлуатаційних теплопритоків.

Номер камери	F_d м²	A Вт/м²	q_1 Вт	n чол	q_2 Вт	$N_{\text{ел}}$ кВт	q_3 Вт	K Вт/м²	q_4 Вт	Q_4 Вт
Камера №1	144	4,7	677	3	1050	6	6000	12	1728	9455
Камера №2	144	4,7	677	3	1050	12	12000	15	6887	15887
Камера №3	108	2,3	248	3	1050	3	3000	12	130	5594
Камера №4	216	2,3	500	3	1050	3	3000	8	1730	6275
Камера №5	144	2,3	331	3	1050	3	3000	12	1730	6109
Камера №6	36	4,7	170	3	1050	3	3000	78	2808	7027
Камера №7	36	2,3	83	3	1050	3	3000	22	792	4925
Камера №8	72	2,3	166	3	1050	3	3000	12	864	5080
Камера №9	108	4,7	508	3	1050	12	12000	15	1620	15177
Камера №10	36	4,7	0,17	3	1050	3	3000	78	2808	7027
Камера №11	72	2,3	170	3	1050	3	3000	12	864	5080
Камера №12	72	2,3	170	3	1050	3	3000	12	864	5080
Камера №13	72	2,3	170	3	1050	3	3000	12	864	5080
Експедиція та коридор	432	4,7	2030	4	1400	3	3000	20	8640	15070

Загальна кількість теплоти, що надходить в охолоджуване приміщення холодильника:

					00 БКР 142.004.012.ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

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

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

Назва приміщення	$t_{\text{кам}}$ °C	t_0 °C	Q_1 , кВт	Q_2 , кВт	Q 4, кВт	Q , кВт
Охолодження туш баранини (№1)	-3	- 10	2,108	40,97	9 ,455	52,53 3
Допоміжне приміщення (№6)	0	- 10	0,449	-	7 ,027	7,476
Допоміжне приміщення (№10)	0	- 10	0,461	-	7 ,027	7,488
$\Sigma=$			3,02	40,97	2 3,51	67,5
Заморожування туш баранини (№2)	-35	- 45	5,16	79,08	1 5,887	100,1 3
Заморожування курятини (№9)	-35	- 45	4,014	134,88	1 5,177	154,0 71
$\Sigma=$			9,174	213,96	3 1,064	254,2
Камера зберігання баранини (№3)	-20	- 28	2,14	2,4	5 ,594	10,13 4
Камера зберігання баранини (№4)	-20	- 28	4,67	5,175	6 ,275	16,12
Камера зберігання баранини (№5)	-20	- 28	4,197	3,186	6 ,109	13,49 2
Камера зберігання субпродуктів (№7)	-20	- 28	1,059	16,06	4 ,925	22,04 4
Камера зберігання курятини (№8)	-20	- 28	1,391	0,226	5 ,08	6,697
Камера зберігання курятини (№11)	-20	- 28	1,421	0,226	5 ,08	6,727
Камера зберігання курятини (№12)	-20	- 28	1,633	0,226	5 ,08	6,939
Камера зберігання курятини (№13)	-20	- 28	1,931	0,226	5 ,08	7,227
$\Sigma=$			18,442	27,725	4 3,223	89,39
Коридор та експедиція	+10	+3	6,706	-	1 5,07	21,77 6
$\Sigma=$			6,706	-	1 5,07	21,77 6

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Визначення навантаження на теплообмінне обладнання камер та компресори.

Навантаження на компресор розраховуємо по наближеному методу рекомендованому для холодильників з великою кількістю камер (споживачів холоду) ст.62 (літ.1)

Навантаження на компресор від теплопритоку через огороження приймають:

$$Q_{1KM} = 0,9 \cdot Q_1; - \text{для всіх камер}$$

Навантаження на компресор від термічної обробки продуктів приймають:

$$Q_{2KM} = Q_2 - \text{для камер термообробки, Вт;}$$

$$Q_{2KM} = 0,5 \cdot Q_2 - \text{для камер зберігання заморожених вантажів, Вт.}$$

Навантаження на компресор від експлуатаційних теплопритоків приймають:

$$Q_{4KM} = 0,75 \cdot Q_4 - \text{для всіх камер, Вт.}$$

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

$$Q = k \cdot \Sigma Q_{KM}, \text{ Вт}$$

де k - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах і апаратах холодильної установки і має різне значення для різних температур кипіння ст.62 (літ.1)

Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння

$$t_0 = -45^\circ\text{C}$$

$$\Sigma Q_{-45} = 0,9 \cdot \Sigma Q_1 + \Sigma Q_2 + 0,5 \Sigma Q_4 = 0,9 \cdot 9,174 + 213,96 + 0,5 \cdot 31,064 = 237,75 \text{ Вт;}$$

$$Q_{-45} = 1,1 \cdot \Sigma Q_{KM} = 1,1 \cdot 237,75 = 261,525 \text{ Вт}$$

Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння

$$t_0 = -28^\circ\text{C}$$

$$\Sigma Q_{-30} = 0,9 \cdot \Sigma Q_1 + 0,7 \cdot \Sigma Q_2 + 0,75 \Sigma Q_4 = 0,9 \cdot 18,442 + 0,7 \cdot 27,725 + 0,5 \cdot 43,233 = 57,62 \text{ Вт;}$$

$$Q_{-30} = 1,07 \cdot \Sigma Q_{KM} = 1,07 \cdot 57,62 = 61,653 \text{ Вт}$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння

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

$$\Sigma Q_{-10} = 0,9 \cdot \Sigma Q_1 + \Sigma Q_2 + 0,75 \Sigma Q_4 = 0,9 \cdot 3,02 + 40,97 + 0,5 \cdot 23,51 = 55,443 \text{ Вт};$$

$$Q_{-10} = 1,05 \cdot \Sigma Q_{\text{км}} = 1,05 \cdot 55,443 = 58,22 \text{ Вт}$$

Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння

$$t_0 = +3^{\circ}\text{C}$$

$$\Sigma Q_0 = 0,9 \cdot \Sigma Q_1 + \Sigma Q_2 + 0,75 \Sigma Q_4 = 0,9 \cdot 6,706 + 0 + 0,5 \cdot 15,07 = 13,57 \text{ Вт};$$

$$Q_0 = 1,05 \cdot \Sigma Q_{\text{км}} = 1,05 \cdot 13,57 = 14,25 \text{ Вт}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці:

t_0	k_1	ΣQ_1 , кВт	k_2	ΣQ_2 , кВт	k_3	ΣQ_4 , кВт	ΣQ , кВт	k	Q кВт
-45	0,9	9,174	1	213,96	0,5	31,064	237,75	1,1	261,525
-28	0,9	18,442	0,7	27,725	0,5	43,233	57,62	1,07	61,653
-10	0,9	3,02	1	40,97	0,5	23,51	55,443	1,05	58,22
+3	0,9	6,706	1	0	0,5	15,07	13,57	1,05	14,25

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Вибір структури системи охолодження та типу холодильної установки.

В даному дипломному проєкті джерелом холодопостачання обрана централізована система охолодження з холодильним агентом – аміак. На великих холодильниках місткістю 1000 т і більше з аміачними системами охолодження використовують централізоване холодопостачання з розміщенням в загальному машинному відділенні компресорів, які працюють на різні температури кипіння. Концентрація обладнання в загальному залі полегшує його обслуговування і огляд на протязі робочого дня, якщо потребується постійне спостереження. Система охолодження має безпосереднє охолодження камер. Така система більш економічна в порівнянні з системою з проміжним холодоносієм завдяки невеликому перепаду між температурою в камері та температурою кипіння холодильного агента, а зниження перепаду температури на 5°C зменшує витрату електроенергії на 15%.

Застосовуємо насосно-циркуляційну схему з 2 компаундними та 1 циркуляційним ресивером. До цієї схеми додатково включена схема з «сухим випарником» на одну температуру кипіння. Основна причина переходу на насосно-циркуляційну схему становить в тому, що при охолодженні 5 – 6 камер і більше потребується велика кількість регуляторів заповнення (наприклад TRV), що не тільки здорожує установку, але й знижує її надійність.

Дана холодильна установка є двоступеневою з 4 температурами кипіння. Охолодження камер здійснюється через повітроохолодники, що дає змогу зменшити металоємність в порівнянні з батарейним охолодженням. Також в даному проєкті використовуються конденсатори з водяним охолодження через оборотне водопостачання. Охолодження мастила відбувається за допомогою води.

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий 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 $5...10^{\circ}\text{C}$ нижче температури повітря в камері:

температура кипіння в експедиції та коридорі:

$$t_{0\text{експ}} = t_{\text{експ}} - (5...10)^{\circ}\text{C} = 10 - 7 = 3^{\circ}\text{C}$$

температура кипіння в допоміжних приміщеннях та в камері охолодження

$$t_{0\text{зам}} = t_{\text{доп}} - (5...10)^{\circ}\text{C} = 0 - 10 = -10^{\circ}\text{C}$$

температура кипіння в камерах зберігання мороженого м'яса.

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

температура кипіння в камерах замороження.

$$t_{0\text{зам}} = t_{\text{зам}} - (5...10)^{\circ}\text{C} = -35 - 10 = -45^{\circ}\text{C}$$

Для охолодження оборотної води використовується градирня.Тоді конденсатори - горизонтальні кожухотрубні теплообмінники. Параметри зовнішнього повітря наступні:

середня температура повітря $7,0^{\circ}\text{C}$,

розрахункова літня температура 32°C ,

розрахункова зимова температура -23°C ,

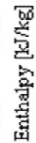
відносна вологість влітку 47%,

відносна вологість взимку 81%.

Визначаємо температуру оборотної води на виході з градирні (як температуру мокрого термометра, див. діаграму вологого повітря) – $t_m = 23^{\circ}\text{C}$. Температура води, що поступає на конденсатор, приблизно на 3°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:

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

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



DIU, Department of Energy Engineering
 s in $[N/(\text{gK})]$, v in $[m^3/\text{kg}]$, T in $[^\circ\text{C}]$
 M.J. Steyer & H.J.H. Knebel, 12-04-23

Арк.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Табл.3. Параметри робочих точок циклу.

№ точки	Температура, °С	Тиск, бар	Ентальпія, кДж/кг	Питомий об'єм, м³/кг
1'	-10	2,9	1449	0,42
1	-5	2,9	1462	0,428
2	105	13,2	1686	0,132
2 ⁰	120	13,2	1686	0,132
3'	34	13,2	358	-
3	32	13,2	348	-
4	3	4,8	348	0,03
5	10	4,8	1483	0,268
6	4	2,9	1483	0,444
7	-10	2,9	348	0,064
8	-10	2,9	155	-
9	-28	1,3	155	0,053
10	-28	1,3	75	-
11'	-28	1,3	1425	0,884
11	-18	1,3	1448	0,92
12	-45	0,55	75	0,11
13	-45	0,55	-2	-
14'	-45	0,55	1400	1,98
14	-35	0,55	1421	2,08
15	75	2,9	1650	0,575
15 ⁰	100	2,9	1700	0,62
16	33	2,9	1553	0,5
16 ⁰	38	2,9	1564	0,51
17	68	2,9	1626	0,569
17 ⁰	82	2,9	1667	0,59

Масова витрата циркулюючого холодильного агенту, яка необхідна для створення заданої холодопродуктивності:

$$M_{(-45)} = \frac{\sum Q_{-45}}{(h_{14'} - h_{13})} = \frac{261,525}{(1400 + 2)} = 0,187 \frac{\text{кг}}{\text{с}};$$

$$M_{(-28)} = \frac{\sum Q_{-28}}{(h_{11'} - h_{10})} = \frac{61,653}{(1425 - 75)} = 0,046 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

$$M_{(-10)} = \frac{\sum Q_{-10}}{(h_{1'} - h_8)} = \frac{58,22}{(1449 - 155)} = 0,045 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{(+3)} = \frac{\sum Q_0}{(h_5 - h_4)} = \frac{14,25}{(1483 - 348)} = 0,013 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

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

$$1) \eta_{i-10} = \lambda_{w'1} + b \cdot t_{-10};$$

$$b = 0,001;$$

$$\lambda_{w1} = \frac{T_0}{T_\kappa} = \frac{(273 - 10)}{273 + 34} = 0,857$$

$$\eta_{i-10} = 0,857 + 0,001 \cdot (-10) = 0,847;$$

$$2) \eta_{i-28} = \lambda_{w'2} + b \cdot t_{-28};$$

$$b = 0,001;$$

$$\lambda_{w2} = \frac{T_0}{T_\kappa} = \frac{(273 - 28)}{273 - 10} = 0,932$$

$$\eta_{i-28} = 0,932 + 0,001 \cdot (-30) = 0,902$$

$$3) \eta_{i-45} = \lambda_{w'3} + b \cdot t_{-45};$$

$$\lambda_{w3} = \frac{T_0}{T_\kappa} = \frac{(273 - 45)}{273 - 10} = 0,867$$

$$b = 0,001;$$

$$\eta_{i-45} = 0,867 + 0,001 \cdot (-45) = 0,822;$$

Сумарна масова витрата х.а. через КМ 3:

$$M_{\text{км}3} = \frac{M_{-45}}{1 - X_{12}} = \frac{0,187}{1 - 0,054} = 0,198 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Сумарна масова витрата х.а. через КМ 2:

Складаємо тепловий баланс компаундного ресивера з температурою кипіння $t_0 = -28^\circ\text{C}$

$$M_{\text{км}2} = \frac{m_2}{1 - X_9} + \frac{M_{\text{км}3}}{1 - X_9} \cdot X_9 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_2 = \frac{M_{(-28)}}{1 - X_9} = \frac{0,046}{1 - 0,06} = 0,049 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$M_{\text{км2}} = \frac{m_2}{1 - X_9} + \frac{M_{\text{км3}}}{1 - X_9} \cdot X_9 = \frac{0,049}{1 - 0,06} + \frac{0,193}{1 - 0,06} \cdot 0,06 = 0,064 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Знаходимо параметри точки змішування 17 після 2 та 3 компресорів:

$$h_{17} = \frac{M_{\text{км2}} \cdot h_{16} + M_{\text{км3}} \cdot h_{15}}{M_{\text{км2}} + M_{\text{км3}}} = \frac{0,064 \cdot 1553 + 0,198 \cdot 1650}{0,064 + 0,198} = 1626 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Знаходимо реальні точки стиснення після компресорів:

$$\text{Після КМ 1: } h_{2^o} = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{\eta_{i-10}} = 1462 + \frac{1686 - 1462}{0,847} = 1726 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$\text{Після КМ 2: } h_{16^o} = h_{11} + \frac{h_{16} - h_{11}}{\eta_{i-28}} = 1448 + \frac{1553 - 1448}{0,902} = 1564 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$\text{Після КМ 3: } h_{15^o} = h_{14} + \frac{h_{15} - h_{14}}{\eta_{i-45}} = 1421 + \frac{1650 - 1421}{0,822} = 1700 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Реальна точка змішування двох потоків після компресорів КМ 2 та КМ 3:

$$h_{17^o} = \frac{M_{\text{км2}} \cdot h_{16^o} + M_{\text{км3}} \cdot h_{15^o}}{M_{\text{км2}} + M_{\text{км3}}} = \frac{0,064 \cdot 1564 + 0,198 \cdot 1700}{0,064 + 0,198} = 1667 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Сумарна масова витрата х.а. в КМ 1:

Знаходимо витрату х.а. через КМ 1 склавши тепловий баланс компаундного ресивера з $t_0 = -10^\circ\text{C}$

$$M_{\text{км1}} = \frac{(M_{\text{км2}} + M_{\text{км3}}) \cdot (h_{17^o} - h_8) + M_{-10} \cdot (h_{11} - h_8) + M_{+3} \cdot h_6}{h_{11} - h_7} = \frac{(0,064 + 0,198) \cdot (1667 - 155) + 0,045 \cdot (1449 - 155) + 0,013 \cdot 1483}{1449 - 348} = 0,43 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Для визначення потрібної об'ємної продуктивності компресорів знайдемо коефіцієнт подачі: Індикаторний об'ємний коефіцієнт подачі.

Для КМ1:

$$\lambda_{i1} = \frac{P_0 - \Delta P_{\text{вс}}}{P_{\text{вс}}} - c \cdot \left[\left(\frac{P_n + \Delta P_n}{P_{\text{вс}}} \right)^{1/n} - \frac{(P_0 - \Delta P_{\text{вс}})}{P_{\text{вс}}} \right];$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\tilde{n} = 0,02$ – відносний мертвий простір;

$n = 1,1$ – показник політропи;

$\Delta P_{\text{вс}} = 0,02 \cdot P_0 = 0,02 \cdot 2,9 = 0,058$ бар - депресія на всмоктуванні;

$\Delta P_{\text{наг}} = 0,03 \cdot P_{\kappa} = 0,03 \cdot 13,2 = 0,394$ бар - депресія на нагнітанні;

$$\lambda_{i1} = \frac{2,9 - 0,058}{2,9} - 0,02 \cdot \left[\left(\frac{13,2 + 0,394}{2,9} \right)^{1/1,1} - \frac{(2,9 - 0,058)}{2,9} \right] = 0,918;$$

$$\lambda_{w1} = \frac{T_0}{T_{\kappa}} = \frac{(273 + (-10))}{273 + 34} = 0,857;$$

$$\lambda_1 = \lambda_{i1} \cdot \lambda_{w1} = 0,918 \cdot 0,857 = 0,786.$$

Для КМ2:

$\Delta P_{\text{вс}} = 0,02 \cdot P_0 = 0,02 \cdot 1,3 = 0,026$ бар - депресія на всмоктуванні;

$\Delta P_{\text{наг}} = 0,03 \cdot P_{\kappa} = 0,03 \cdot 2,9 = 0,087$ бар - депресія на нагнітанні;

$$\lambda_{i2} = \frac{1,3 - 0,026}{1,3} - 0,02 \cdot \left[\left(\frac{2,9 + 0,087}{1,3} \right)^{1/1,1} - \frac{(1,3 - 0,026)}{1,3} \right] = 0,957;$$

$$\lambda_{w2} = \frac{T_o}{T_{\kappa}} = \frac{(273 + (-28))}{273 - 10} = 0,932;$$

$$\lambda_2 = \lambda_{i2} \cdot \lambda_{w2} = 0,957 \cdot 0,932 = 0,89.$$

Для КМ3:

$\Delta P_{\text{вс}} = 0,02 \cdot P_0 = 0,02 \cdot 0,55 = 0,011$ бар - депресія на всмоктуванні;

$\Delta P_{\text{наг}} = 0,03 \cdot P_{\kappa} = 0,03 \cdot 2,9 = 0,087$ бар - депресія на нагнітанні;

$$\lambda_{i3} = \frac{0,55 - 0,011}{0,55} - 0,02 \cdot \left[\left(\frac{2,9 + 0,087}{0,55} \right)^{1/1,1} - \frac{(0,55 - 0,011)}{0,55} \right] = 0,906$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda_{w3} = \frac{T_0}{T_K} = \frac{(273 + (-45))}{273 - 10} = 0,866;$$

$$\lambda_3 = \lambda_{i3} \cdot \lambda_{w3} = 0,906 \cdot 0,866 = 0,785.$$

Знаходимо необхідну теоретичну об'ємну продуктивність компресора:

$$V_{км1} = \frac{M_{км1} \cdot v_1}{\lambda_1} = \frac{0,43 \cdot 0,428}{0,786} = 0,234 \frac{м^3}{с};$$

$$V_{км2} = \frac{M_{км2} \cdot v_{11}}{\lambda_2} = \frac{0,064 \cdot 0,92}{0,89} = 0,066 \frac{м^3}{с}.$$

$$V_{км3} = \frac{M_{км3} \cdot v_{14}}{\lambda_3} = \frac{0,198 \cdot 2,08}{0,785} = 0,524 \frac{м^3}{с}$$

Для $V_{км1}$ обираємо 2 компресорні агрегати Grasso 610 об'ємною продуктивністю $V_1 = 0,1208 \frac{м^3}{с}$.

Характеристики компресорного агрегату Grasso 610:

Марка компресора	Grasso 610
Число циліндрів, шт	6
Теоретична об'ємна продуктивність компресора V, м ³ /год	435
Діаметр циліндра, мм	110
Хід поршня, мм	85
Частота обертання, об/хв	1500
Діаметр всмоктуючого патрубку, мм	80
Діаметр нагнітаючого патрубку, мм	65
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	1105
- ширина	888
- висота	815
Маса, кг	730

Загальна продуктивність компресорів:

$$\sum V_{-10} = n \cdot V_{-10} = 2 \cdot 0,1208 = 0,2416 \frac{м^3}{с};$$

Для $V_{км2}$ обираємо 2 компресорні агрегати Grasso 210 об'ємною продуктивністю $V_1 = 0,0403 \frac{м^3}{с}$.

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристики компресорного агрегату Grasso 210:

Марка компресора	Grasso 210
Число циліндрів, шт	2
Теоретична об'ємна продуктивність компресора V, м³/год	145
Діаметр циліндра, мм	110
Хід поршня, мм	85
Частота обертання, об/хв	1500
Діаметр всмоктуючого патрубку, мм	50
Діаметр нагнітаючого патрубку, мм	32
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	925
- ширина	536
- висота	765
Маса, кг	420

Загальна продуктивність компресорів:

$$\sum V_{-28} = 2 \cdot V_{-28} = 2 \cdot 0,0403 = 0,0806 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

Для $V_{\text{кмз}}$ обираємо 2 компресорні агрегати Grasso V1100 об'ємною продуктивністю $V_1 = 0,2653 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$.

Загальна продуктивність компресорів:

$$\sum V_{-45} = n \cdot V_{-45} = 2 \cdot 0,2653 = 0,5305 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

Характеристики компресорного агрегату Grasso V1100 :

Марка компресора	Grasso V1100
Число циліндрів, шт	6
Теоретична об'ємна продуктивність компресора V, м³/год	955
Діаметр циліндра, мм	160
Хід поршня, мм	110
Частота обертання, об/хв	1200
Діаметр всмоктуючого патрубку, мм	125
Діаметр нагнітаючого патрубку, мм	100
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	1304
- ширина	1072
- висота	1013
Маса, кг	1150

Дійсна масова витрата холодоагента в компресорах:

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{-10} = \frac{\lambda_1 \cdot \sum V_{-10}}{\nu_1} = \frac{0,786 \cdot 0,2416}{0,428} = 0,443 \frac{\text{кЗ}}{\text{с}};$$

$$M_{-28} = \frac{\lambda_2 \cdot \sum V_{-30}}{\nu_{11}} = \frac{0,89 \cdot 0,0806}{0,92} = 0,078 \frac{\text{кЗ}}{\text{с}};$$

$$M_{-45} = \frac{\lambda_3 \cdot \sum V_{-45}}{\nu_{14}} = \frac{0,785 \cdot 0,5305}{2,08} = 0,2 \frac{\text{кЗ}}{\text{с}}.$$

Адіабатна потужність:

$$N_{A-10} = M_{\text{км1}} \cdot (h_2 - h_1) = 0,443 \cdot (1686 - 1462) = 99,2 \text{ кВт};$$

$$N_{A-28} = M_{\text{км2}} \cdot (h_{16} - h_{11}) = 0,078 \cdot (1553 - 1448) = 8,19 \text{ кВт};$$

$$N_{A-45} = M_{\text{км3}} \cdot (h_{15} - h_{14}) = 0,2 \cdot (1650 - 1421) = 45,8 \text{ кВт}.$$

Індикаторна потужність:

$$N_{i-10} = \frac{N_{A-10}}{\eta_{i-10}} = \frac{99,2}{0,847} = 117,12 \text{ кВт};$$

$$N_{i-28} = \frac{N_{A-28}}{\eta_{i-28}} = \frac{8,19}{0,902} = 9,08 \text{ кВт};$$

$$N_{i-45} = \frac{N_{A-45}}{\eta_{i-45}} = \frac{45,8}{0,822} = 55,72 \text{ кВт}.$$

Знаходимо потужність на валу компресора:

$$N_{e-10} = \frac{N_{i-10}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{117,12}{0,9} = 130,13 \text{ кВт};$$

$$N_{e-28} = \frac{N_{i-28}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{9,08}{0,9} = 10,09 \text{ кВт};$$

$$N_{e-45} = \frac{N_{i-45}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{55,72}{0,9} = 62 \text{ кВт}.$$

Визначаємо електричну потужність електродвигуна:

$$N_{\text{э-10}} = \frac{N_{e-10}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{130,13}{0,95} = 137 \text{ кВт};$$

$$N_{\text{э-28}} = \frac{N_{e-28}}{\eta_{\text{ел}}} = \frac{10,09}{0,95} = 10,62 \text{ кВт};$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{э-45} = \frac{N_{e-45}}{\eta_{el}} = \frac{62}{0,95} = 65,26 \text{ кВт}.$$

За розрахованими електричними потужностями обираємо двигуни для даних компресорів:

Для КМ1:

$$N_{э} = 1,1 \cdot \frac{137}{2} = 75,35 \text{ Вт}$$

Для КМ2:

$$N_{э} = 1,1 \cdot \frac{10,62}{2} = 5,84 \text{ Вт}$$

Для КМ3:

$$N_{э} = 1,1 \cdot \frac{65,26}{2} = 35,9 \text{ Вт}$$

Технічні характеристики електродвигунів для компресорів

	Grasso 610	Grasso 210	Grasso V1100
Серія	4A250S4Y3	4A132S4Y3	4A200M4Y3
Синхронна частота обертання, об/хв	1500	1500	1500
P _н , кВт	75	7,5	37
ККД, %	93	87,5	91,0
cosφ	0,9	0,86	0,9
M _п /M _н	1,2	2,2	1,4
M _{max} /M _н	2,3	3	2,5
M _{min} /M _н	1	1,7	1
I _п /I _н	7	7,5	7

Розраховуємо дійсне навантаження на конденсатор:

$$Q_K = M_{км1} \cdot (h_2 - h_3) = 0,443 \cdot (1726 - 348) = 610,5 \text{ кВт}.$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Вибір теплообмінного обладнання та тепломасообмінних апаратів.

10.1 Розрахунок і вибір кожухотрубного вертикального конденсатора.

Розраховуємо середню логарифмічну різницю температур між холодильним агентом, що конденсується і охолоджуючим середовищем (оборотною водою):

$$\Delta t = \frac{t_{\omega 2} - t_{\omega 1}}{\ln \left(\frac{t_k - t_{\omega 1}}{t_k - t_{\omega 2}} \right)} = \frac{30 - 26}{\ln \left(\frac{34 - 26}{34 - 30} \right)} = 5,8 \text{ } ^\circ\text{C};$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні конденсатора:

$$F = \frac{Q_{\text{КД}}}{k_k \cdot \Delta t} = \frac{610,5 \cdot 10^3}{800 \cdot 5,8} = 132 \text{ } \text{м}^2;$$

k_k - коефіцієнт теплопередачі для кожухотрубного аміачного конденсатора;

Вибираємо 1 кожухотрубних горизонтальних конденсаторів марки , площа теплопередачі яких $F_{\text{КД}} = \text{м}^2$.

Знаходимо витрату охолоджувальної води на конденсатор:

$$V_{\omega k} = \frac{Q_{\text{КД}}}{c_{\omega} \cdot \rho_{\omega} \cdot \Delta t_{\omega k}} = \frac{610,5}{4,19 \cdot 1000 \cdot 4} = 0,0364 \text{ } \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

Обираємо два кожухотрубних вертикальних конденсатора AKS 150 Guntner з площею теплообміну 150 м² кожний, з яких 1 робочий, а другий резервний

Характеристика конденсатора

Робочий тиск, бар в між трубному просторі в трубному просторі	18 атмосферний
Межа робочої температури, °C	0...150
Кількість теплообмінних труб	210
Конструктивні розміри, мм ширина довжина висота	1200 1495 4600
Маса, кг	6290
Підключення, мм вхід аміаку вихід аміаку спускання повітря зливання мастила до запобіжних клапанів вирівнювальна лінія	100 50 10 10 40 25

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до манометра	6
до вказівника рівня	10
відведення води	1150

10.2 Розрахунок і вибір повітроохолодників.

Камера №1

Теплове навантаження на камерне обладнання

$$Q_{\text{км3}} = 52,533 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника:

$$F = \frac{Q_{\text{км1}}}{k_{\text{ox}} \cdot \Delta t} \text{ м}^2;$$

$$\Delta t = 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$k_{\text{ox}} = 14 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{K}}$ – коефіцієнт теплопередачі для аміачного повітроохолодника

$$F = \frac{52533}{14 \cdot 7} = 536 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодники Guntner типу 081В/212 кубічний 2 шт.

Технічна характеристика

Типорозмір	081В/212
Крок ребра, мм	12
Номінальна потужність при $t_0 = -8^{\circ}\text{C}$, кВт	58,1
Поверхня теплообміну, м^2	265,7
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	37800
Довжина струменя, м	43
Вентилятор	
кількість	2
діаметр, мм	800
частота обертання, об/хв.	890
номінальна споживана потужність, кВт	1,4
струм, А	2,7
Розміри, мм	
довжина	3846
ширина	1055
висота	1265
Підведення, мм	
вхід/вихід холодоагента	25/76
вихід холодоагента	25
Об'єм труб, л	110
Маса, кг	635

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна площа теплообміну повітроохолодників:

$$\Sigma F = 2 \cdot 265,7 = 531,4 \text{ м}^2$$

Камера №2

Теплове навантаження на камерне обладнання

$$Q_{\text{кмз}} = 100,13 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника:

$$\Delta t = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$F = \frac{100,13 \cdot 1000}{14 \cdot 10} = 715,4 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодники Guntner типу 081C/310 кубічний 2 шт.

Технічна характеристика

Типорозмір	081C/310
Крок ребра, мм	10
Номинальна потужність при $t_0 = -8^\circ\text{C}$, кВт	75,9
Поверхня теплообміну, м^2	353,1
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	57660
Довжина струменя, м	45
Вентилятор	
кількість	3
діаметр, мм	800
частота обертання, об/хв.	890
номинальна споживана потужність, кВт	1,4
струм, А	2,7
Розміри, мм	
довжина	5461
ширина	1055
висота	1265
Підведення, мм	
вхід/вихід холодоагента	25/76
вихід холодоагента	25
Об'єм труб, л	126
Маса, кг	814

Загальна площа теплообміну повітроохолодників:

$$\Sigma F = 2 \cdot 353,1 = 706,2 \text{ м}^2$$

Камера №3

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплове навантаження на камерне обладнання

$$Q_{\text{кмз}} = 10,134 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника:

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

$$F = \frac{10134}{12,5 \cdot 8} = 101,34 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодники Guntner типу 051C/17 стельовий 2 шт.

Технічна характеристика

Типорозмір	051C/17
Крок ребра, мм	7
Номинальна потужність при $t_0 = -8^{\circ}\text{C}$, кВт	9
Поверхня теплообміну, м^2	50,9
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	5860
Довжина струменя, м	18
Вентилятор	
кількість	1
діаметр, мм	500
частота обертання, об/хв.	1380
номинальна споживана потужність, кВт	0,5
струм, А	1,05
Розміри, мм	
довжина	1396
ширина	690
висота	665
Підведення, мм	
вхід/вихід холодоагента	25/34
вихід холодоагента	25
Об'єм труб, л	14
Маса, кг	91

Загальна площа теплообміну повітроохолодників:

$$\Sigma F = 2 \cdot 50,9 = 101,8 \text{ м}^2$$

Камера №4

Теплове навантаження на камерне обладнання

$$Q_{\text{кмз}} = 16,12 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника:

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$F = \frac{16120}{12,5 \cdot 8} = 161,2 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодники Guntner типу 046C/17 4 шт.

Технічна характеристика

Типорозмір	046C/17
Номинальна потужність при $t_0 = -8^\circ\text{C}$, кВт	6,5
Поверхня теплообміну, м^2	40,7
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	4200
Довжина струменя, м	2x8
Розміри, мм	
довжина	1250
ширина	1565
висота	450
Підведення, мм	
вхід холодоагента	27
вихід холодоагента	27
Об'єм труб, л	12
Маса, кг	78

Загальна площа теплообміну повітроохолодників:

$$\Sigma F = 4 \cdot 40,7 = 162,8 \text{ м}^2$$

Камера №5

Теплове навантаження на камерне обладнання

$$Q_{\text{кмз}} = 13,492 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника:

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

$$F = \frac{13492}{12,5 \cdot 8} = 135 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодники Guntner типу 046A/14 3 шт.

Технічна характеристика

Типорозмір	046A/14
Номинальна потужність при $t_0 = -8^\circ\text{C}$, кВт	7,4
Поверхня теплообміну, м^2	46,1
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	4320

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довжина струменя, м	2x8
Розміри, мм	
довжина	1250
ширина	1565
висота	450
Підведення, мм	
вхід холодоагента	26,9
вихід холодоагента	26,9
Обєм труб, л	8
Маса, кг	68

Загальна площа теплообміну повітроохолодників:

$$\Sigma F = 3 \cdot 46,1 = 138,3 \text{ м}^2$$

Теплове навантаження на камерне обладнання

$$Q_{\text{кзм}} = 7,476 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника:

$$\Delta t = 10 \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$F = \frac{7476}{15 \cdot 10} = 50 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодники Guntner типу 051C/17 стельовий 1 шт.

Технічна характеристика

Типорозмір	051C/17
Крок ребра, мм	7
Номинальна потужність при $t_0 = -8^\circ \text{C}$, кВт	9
Поверхня теплообміну, м^2	50,9
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	5860
Довжина струменя, м	18
Вентилятор	
кількість	1
діаметр, мм	500
частота обертання, об/хв.	1380
номинальна споживана потужність, кВт	0,5
струм, А	1,05
Розміри, мм	
довжина	1396
ширина	690
висота	665
Підведення, мм	
вхід/вихід холодоагента	25/34
вихід холодоагента	25
Обєм труб, л	14
Маса, кг	91

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна площа теплообміну повітроохолодників:

$$\Sigma F = 1 \cdot 50,9 = 50,9 \text{ м}^2$$

Камера №7

Теплове навантаження на камерне обладнання

$$Q_{\text{кмз}} = 22044 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника:

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

$$F = \frac{22044}{12,5 \cdot 8} = 220 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодники Guntner типу 066D/27 стельовий 1 шт.

Технічна характеристика

Типорозмір	066D/27
Номинальна потужність при $t_0 = -8^\circ\text{C}$, кВт	32
Поверхня теплообміну, м^2	217,3
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	16180
Довжина струменя, м	2x15
Розміри, мм	
довжина	3100
ширина	1945
висота	510
Підведення, мм	
вхід холодоагента	34
вихід холодоагента	51
Об'єм труб, л	56
Маса, кг	399

Загальна площа теплообміну повітроохолодників:

$$\Sigma F = 1 \cdot 217,3 = 217,3 \text{ м}^2$$

Камера №8

Теплове навантаження на камерне обладнання

$$Q_{\text{кмз}} = 6697 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника:

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$F = \frac{6697}{12,5 \cdot 8} = 67 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодники Guntner типу 041A/14 стельовий 2 шт.

Технічна характеристика

Типорозмір	041A/14
Номінальна потужність при $t_0 = -8^\circ\text{C}$, кВт	5,4
Поверхня теплообміну, м^2	34,6
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	2970
Довжина струменя, м	2х6
Розміри, мм	
довжина	1050
ширина	1565
висота	450
Підведення, мм	
вхід холодоагента	15
вихід холодоагента	15
Об'єм труб, л	6
Маса, кг	56

Загальна площа теплообміну повітроохолодників:

$$\Sigma F = 2 \cdot 34,6 = 69,2 \text{ м}^2$$

Камера №9

Теплове навантаження на камерне обладнання

$$Q_{\text{кмз}} = 154,071 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника:

$$\Delta t = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$F = \frac{154,071}{12 \cdot 10} = 1284 \text{ м}^2$$

Оскільки в даній камері знаходиться швидкоморозильний апарат то для даної камери повітроохолодник відповідатиме тим технічним характеристикам, які має шокфрістер швидкоморозильного апарату.

Аналогічний шокфрістер 065C/612 4 шт.

Об'єм труб загальний 556 л.

Камера №10

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплове навантаження на камерне обладнання

$$Q_{\text{кмз}} = 7,488 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника:

$$\Delta t = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$F = \frac{7488}{13 \cdot 10} = 58 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодники Guntner типу 066C/110 стельовий 1 шт.

Технічна характеристика

Типорозмір	050A/67
Номінальна потужність при $t_0 = -8^{\circ}\text{C}$, кВт	11,7
Поверхня теплообміну, м^2	58,7
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	8610
Довжина струменя, м	2x12
Розміри, мм	
довжина	1900
ширина	1945
висота	510
Підведення, мм	
вхід холодоагента	34
вихід холодоагента	35
Об'єм труб, л	24
Маса, кг	211

Загальна площа теплообміну повітроохолодників:

$$\Sigma F = 58,7 \text{ м}^2$$

Камера №11

Теплове навантаження на камерне обладнання

$$Q_{\text{кмз}} = 6,727 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника:

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

$$F = \frac{6727}{12,5 \cdot 8} = 67 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодники Guntner типу 041A/24 стельовий 1 шт.

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика

Типорозмір	041A/24
Номинальна потужність при $t_0 = -8^{\circ}\text{C}$, кВт	10,9
Поверхня теплообміну, м^2	69,2
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	5940
Довжина струменя, м	2x8
Розміри, мм	
довжина	1650
ширина	1565
висота	450
Підведення, мм	
вхід холодоагента	26,9
вихід холодоагента	26,9
Об'єм труб, л	12
Маса, кг	94

Загальна площа теплообміну повітроохолодників:

$$\Sigma F = 69,2 \text{ м}^2$$

Камера №12

Теплове навантаження на камерне обладнання

$$Q_{\text{кмз}} = 6,939 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника:

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

$$F = \frac{6939}{12,5 \cdot 8} = 69,4 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодники Guntner типу 041A/24 стельовий 1 шт.

Технічна характеристика

Типорозмір	041A/24
Номинальна потужність при $t_0 = -8^{\circ}\text{C}$, кВт	10,9
Поверхня теплообміну, м^2	69,2
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	5940
Довжина струменя, м	2x8
Розміри, мм	
довжина	1650
ширина	1565
висота	450
Підведення, мм	
вхід холодоагента	26,9

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вихід холодоагента	26,9
Об'єм труб, л	12
Маса, кг	94

Загальна площа теплообміну повітроохолодників:

$$\Sigma F = 69,2 \text{ м}^2$$

Камера №13

Теплове навантаження на камерне обладнання

$$Q_{\text{км3}} = 7227 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника:

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

$$F = \frac{6939}{12,5 \cdot 8} = 72,3 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодники Guntner типу 041A/24 стельовий 1 шт.

Технічна характеристика

Типорозмір	041A/24
Номинальна потужність при $t_0 = -8^\circ\text{C}$, кВт	14,9
Поверхня теплообміну, м^2	73,3
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	11320
Довжина струменя, м	2x14
Розміри, мм	
довжина	2530
ширина	1565
висота	450
Підведення, мм	
вхід холодоагента	34
вихід холодоагента	45
Об'єм труб, л	27
Маса, кг	169

Загальна площа теплообміну повітроохолодників:

$$\Sigma F = 73,3 \text{ м}^2$$

Коридор та експедиція

Теплове навантаження на теплообмінне обладнання

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{квз}} = 21,776 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні повітроохолодника:

$$\Delta t = 7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$F = \frac{21776}{17,5 \cdot 7} = 177,8 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодники Guntner типу 051B/112 стельовий 5 шт.

Технічна характеристика

Типорозмір	051B/112
Номінальна потужність при $t_0 = -8^\circ\text{C}$, кВт	5,2
Поверхня теплообміну, м^2	36,3
Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	6840
Довжина струменя, м	2x10
Розміри, мм	
довжина	1450
ширина	1565
висота	520
Підведення, мм	
вхід холодоагента	21,3
вихід холодоагента	21,3
Об'єм труб, л	20
Маса, кг	151

Загальна площа теплообміну повітроохолодників:

$$\Sigma F = 5 \cdot 36,3 = 181,5 \text{ м}^2$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11.Розрахунок охолодника оборотної води.

Розрахунок і вибір градирні.

Теплове навантаження градирні рівне тепловому навантаженню

конденсатора:

$$Q_{cp} = Q_{KD} = 610,5 \text{ кВт};$$

Знаходимо площу поперечного перерізу градирні:

$$q_F = 35 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2};$$

$$F_{п.п.} = \frac{Q_{cp}}{q_F} = \frac{610,5}{35} = 17,44 \text{ м}^2;$$

Обираємо 2 вентиляторні градирні марки **ГРАД-280**, площа поперечного перерізу якої $F_{cp} = 10 \text{ м}^2$, загальна площа поперечного перерізу:

$$\sum F_{п.п.} = n \cdot F_{п.п.} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ м}^2;$$

Характеристики вентиляторної градирні марки **ГРАД-280**:

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРАДИРНИ ГРАД-280	
Количество охлаждаемой, м ³ /час	280
Площадь поверхности оросителя, м ²	1869
Расчетный тепловой поток при разности температур по воде Δt=5°C, кВт	1620
Диапазон регулирования производительности, %	40-100
Площадь орошения, м ²	10
Количество форсунок, шт.	48
Количество вентиляторов, шт.	1
Тип вентилятора	13-284
Диаметр рабочего колеса, мм	1600
Частота вращения колеса вентилятора, об/мин	1000
Установленная мощность электродвигателя, кВт	15,0
Уровень звука на расстоянии 1 м, дБА	110
Напряжение/частота сети, В/Гц	380/50
Масса, кг	2230

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки

Лінійний ресивер.

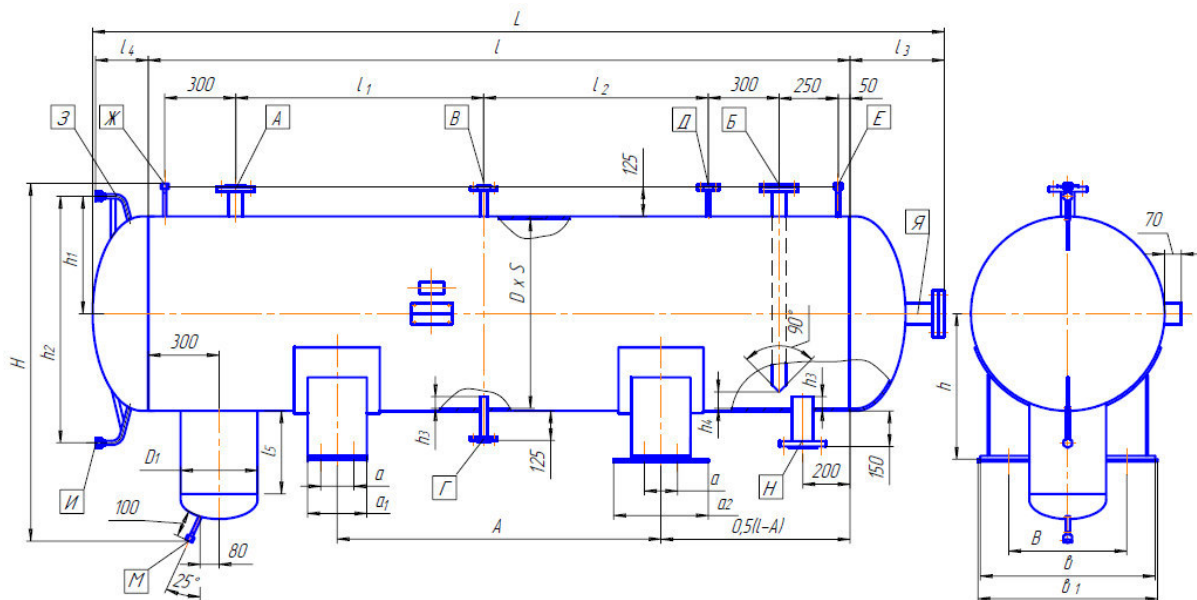
Ємність лінійного ресивера в насосно-циркуляційних схемах з нижньою подачею аміаку в прилади охолодження при умові заповнення її не більше ніж 80%:

$$V_{л.р.} = 0,6 \cdot (V_{по});$$

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

$$V_{л.р.} = 0,6 \cdot (2 \cdot 110 + 2 \cdot 126 + 2 \cdot 14 + 4 \cdot 12 + 3 \cdot 8 + 14 + 56 + 2 \cdot 6 + 556 + 24 + 12 + 12 + 27 + 5 \cdot 20) / 1000 = 0,831$$

Приймаємо 1 лінійний горизонтальний ресивер AS-1,5 Guntner



Технічна характеристика ресивера

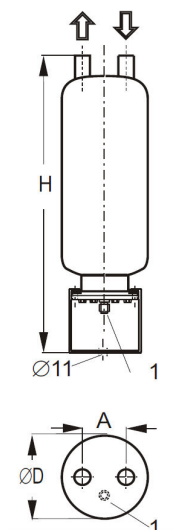
Марка	AS-1,5 Guntner
Габаритні розміри, мм	800x10
Місткість, л	1680
Габарити, мм	
b1	760
H	1480
L	3605
Маса, кг	930

Мастиловіддільники.

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

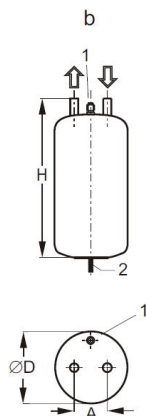
					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для поршневих компресорів Grasso 610 з $D_{\text{наг}}=65$ мм підбираємо 2 мастиловіддільники виробництва Oilstar TOA 67FH



Аміачні мастиловіддільники	Розміри, мм			Об'єм, л	Маса, кг
	D	H	A		
Oilstar TOA 67FH	300	615	150	18,9	20

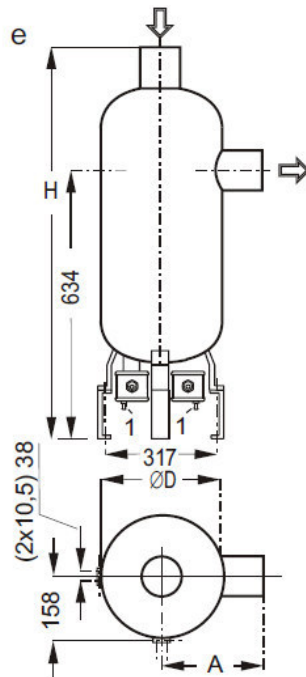
Для поршневих компресорів Grasso 210 з $D_{\text{наг}}=32$ мм підбираємо 2 мастиловіддільники виробництва Oilstar TOA 35



Аміачні мастиловіддільники	Розміри, мм			Об'єм, л	Маса, кг
	D	H	A		
Oilstar TOA 35	130	407	60	3,5	3,4

Для поршневих компресорів Grasso V1100 з $D_{\text{наг}}=100$ мм підбираємо 2 мастиловіддільники виробництва Oilstar TOA 104V

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Аміачні мастиловіддільники	Розміри, мм			Об'єм, л	Маса, кг
	D	H	A		
Oilstar TOA 35	300	960	234	40	55

Мастилозбірник.

В якості мастилозбірника приймаємо Oilstar TOS 14. Об'єм 14 л. Розміри, мм: D=150, A=110, H=519

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах.

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

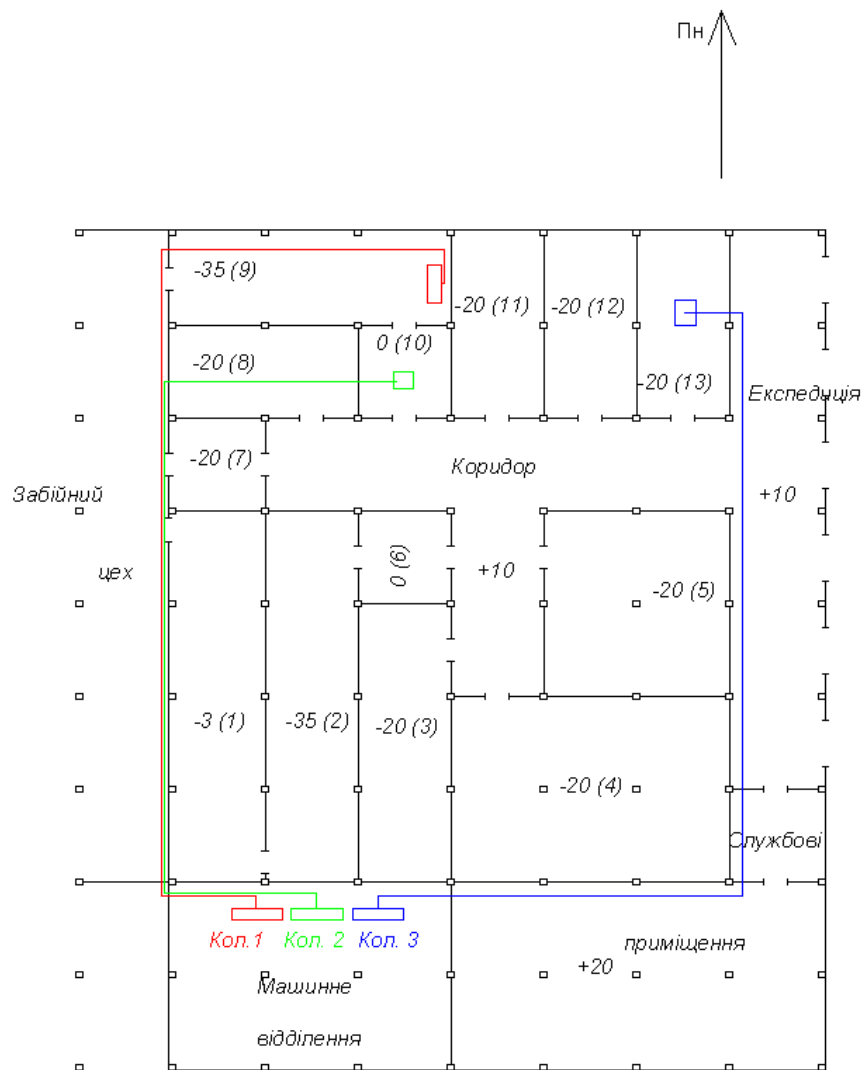
Загальні гідравлічні опори при проходженні в трубі або апараті киплячої рідини (тобто двофазного потоку) складаються з втрат тертя ($\Delta P_{tr}^{\partial\phi}$), місцеві опори ($\Delta P_m^{\partial\phi}$)

$$\Delta P^{\partial\phi} = \Delta P_{tr}^{\partial\phi} + \Delta P_m^{\partial\phi}.$$

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.

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодника, що працює при температурі кипіння -28°C і знаходиться в камері №13

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 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

λ_{mp} - коефіцієнт тертя в нагнітальному трубопроводі

d - діаметр нагнітального трубопроводу, мм

ρ - густина аміаку в нагнітальному трубопроводі, кг/м³

ω - швидкість фреону в нагнітальному трубопроводі, м/с

l - довжина трубопроводу, м

$\sum \xi_m$ - сума місцевих опорів.

Внутрішній діаметр круглої труби знаходимо за формулою:

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

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

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

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

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

$n_{\text{ц}}$ - кратність циркуляції

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

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

Швидкість аміаку в нагнітальному трубопроводі

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

Приймаємо $\omega = 0,3$ м/с

Розрахунковий діаметр трубопроводу

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,02}{\pi \cdot 677 \cdot 0,3}} = 0,011 \text{ м}$$

Діаметр нагнітального трубопроводу приймаємо стандартний $d_{\text{вн}} = 10,8$ мм

Реальна швидкість в нагнітальному трубопроводі

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Діаметр зворотного трубопроводу

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

Приймаємо $\omega = 0,6$ м/с

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,02}{\pi \cdot 5 \cdot 0,6}} = 0,092 \text{ м}$$

Діаметр зворотного трубопроводу приймаємо стандартний $d_{\text{вн}} = 100$ мм

Реальна швидкість в зворотному трубопроводі

$$\omega = \frac{4 \cdot 0,02}{5 \cdot \pi \cdot 0,1^2} = 0,51 \text{ м/с}$$

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

Розраховуємо втрати тиску

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

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

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

Втрати тиску від тертя на ділянці довжиною 60 м:

$$\Delta P_{\text{мп}} = \frac{0,17}{0,0108} \cdot \frac{677 \times 0,32^2}{2} \cdot 60 = 32737 \text{ Па};$$

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.) $\xi = 5 \cdot 0,5 = 2,5$

фільтр рідинний $\xi = 6$

вентиль соленоїдний $\xi = 10$

вентиль регулюючий $\xi = 12$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum \xi_m = 6 + 1 + 2,5 + 6 + 10 + 12 = 37,5$$

$$\Delta P_{m.c.} = Z = 37,5 \cdot \frac{677 \cdot 0,32^2}{2} = 1300 \text{ Па}$$

Загальна втрата тиску:

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

Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння -10°C .

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

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

Швидкість аміаку в нагнітальному трубопроводі

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

Приймаємо $\omega = 0,3$ м/с

Розрахунковий діаметр трубопроводу

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,025}{\pi \cdot 653 \cdot 0,3}} = 0,0127 \text{ м}$$

Діаметр нагнітального трубопроводу приймаємо стандартний $d_{вн} = 10,8$ мм

Реальна швидкість в нагнітальному трубопроводі

$$\omega = \frac{4 \cdot 0,025}{653 \cdot \pi \cdot 0,0108^2} = 0,43$$

Діаметр зворотного трубопроводу

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

Приймаємо $\omega = 0,6$ м/с

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,025}{\pi \cdot 11,1 \cdot 0,6}} = 0,069 \text{ м}$$

Діаметр зворотного трубопроводу приймаємо стандартний $d_{вн} = 69$ мм

Реальна швидкість в зворотному трубопроводі

$$\omega = \frac{4 \cdot 0,025}{11,1 \cdot \pi \cdot 0,069^2} = 0,6 \text{ м/с}$$

Розрахована швидкість знаходиться в допустимих межах (0,6 – 1,2 м/с)

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$Re = \frac{\omega \cdot d_{вн.}}{\nu} = \frac{0,43 \cdot 0,0108}{3,87 \cdot 10^{-7}} = 12000;$$

$$\lambda_{mp} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,06}{0,0108} + \frac{64}{12000} \right)^{0,25} = 0,16$$

Втрати тиску від тертя на ділянці довжиною 54 м:

$$\Delta P_{mp} = \frac{0,16}{0,0108} \cdot \frac{653 \times 0,43^2}{2} \cdot 54 = 48296 \text{ Па};$$

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.) $\xi = 5 \cdot 0,5 = 2,5$

фільтр рідинний $\xi = 6$

вентиль соленоїдний $\xi = 10$

вентиль регулюючий $\xi = 12$

$$\sum \xi_m = 6 + 1 + 2,5 + 6 + 10 + 12 = 37,5$$

$$\Delta P_{м.с.} = Z = 37,5 \cdot \frac{653 \cdot 0,43^2}{2} = 2264 \text{ Па}$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 48296 + 2264 + 653 \cdot 9,81 \cdot 3 = 69778 \text{ Па}.$$

Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння -45°C .

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

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

Швидкість аміаку в нагнітальному трубопроводі

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

Приймаємо $\omega = 0,3$ м/с

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунковий діаметр трубопроводу

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,143}{\pi \cdot 695 \cdot 0,3}} = 0,029$$

Діаметр нагнітального трубопроводу приймаємо стандартний $d_{\text{вн}} = 28 \text{ мм}$

Реальна швидкість в нагнітальному трубопроводі

$$\omega = \frac{4 \cdot 0,143}{695 \cdot \pi \cdot 0,028^2} = 0,33$$

Діаметр зворотного трубопроводу

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

Приймаємо $\omega = 1 \text{ м/с}$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,143}{\pi \cdot 2,5 \cdot 1}} = 0,270 \text{ м}$$

Діаметр зворотного трубопроводу приймаємо стандартний $d_{\text{вн}} = 205 \text{ мм}$

Реальна швидкість в зворотному трубопроводі

$$\omega = \frac{4 \cdot 0,143}{2,5 \cdot \pi \cdot 0,205^2} = 1,73 \text{ м/с}$$

Розрахована швидкість знаходиться за межами (0,6 – 1,2 м/с)

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

$$\text{Re} = \frac{\omega \cdot d_{\text{вн.}}}{\nu} = \frac{0,4 \cdot 0,05}{4,2 \cdot 10^{-7}} = 47620;$$

$$\lambda_{\text{мп}} = 0,11 \cdot \left(\frac{0,06}{0,05} + \frac{64}{47620} \right)^{0,25} = 0,115$$

Втрати тиску від тертя на ділянці довжиною 67м:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{0,115}{0,05} \cdot \frac{695 \times 0,4^2}{2} \cdot 67 = 8568 \text{ Па};$$

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° (8 шт.) $\xi = 8 \cdot 0,5 = 4$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фільтр рідинний $\xi = 6$

вентиль соленоїдний $\xi = 10$

вентиль регулюючий $\xi = 12$

$$\sum \xi_m = 6 + 1 + 4 + 6 + 10 + 12 = 39$$

$$\Delta P_{m.c.} = Z = 39 \cdot \frac{695 \cdot 0,4^2}{2} = 2168 \text{ Па}$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 8568 + 2168 + 695 \cdot 9,81 \cdot 3 = 31190 \text{ Па.}$$

Циркуляційний ресивер з t_0 , С	$t_0 = -10^\circ\text{C}$	$t_0 = -28^\circ\text{C}$	$t_0 = -45^\circ\text{C}$
Обємна подача, м ³ /с	0,00003	0,000037	0,000813
Діаметр внутрішній, мм нагн. трубопроводу звор. трубопроводу	10,8 28	10,8 69	28 205
Швидкість аміаку в нагн. трубопроводі в звор. трубопроводі	0,43 0,51	0,32 0,6	0,4 1,73
Втрати тиску по довжині магістралі $\Delta P_{тр}$, Па	48296	32737	8568
Втрати тиску на місцеві опори $\Delta P_{мс}$, Па	2264	1300	2168
Втрати тиску на підйом аміаку на висоту h $\Delta P_{мс}$, Па	19218	19924	20454
Сумарна втрата тиску, Па	69778	53961	31190

Обираємо циркуляційний та дренажний ресивера.

Компаудний циркуляційний ресивер ($t_0 = -10^\circ\text{C}$)

Ємність циркуляційного ресивера РД в системах з нижньою подачею
холодильного агента в прилади охолодження

$$V_{ц.р.-10} = K \cdot [V_{н.м.} + 0,2 \cdot (V_{по}) + 0,3 \cdot V_{в.м.}]$$

$$V_{ц.р.-10} = 2,7 \cdot (9 \cdot 0,0049 + 0,2 \cdot 0,258 + 0,3 \cdot 9 \cdot 0,033) = 0,5 \text{ м}^3;$$

Приймаємо 1 циркуляційний ресивер марки НАМ 950x2950 фірми WITT

Технічна характеристика циркуляційного ресивера

Марка	НАМ 950x2950
Габаритні розміри, мм	950x2950
Загальний об'єм, л	1910
Робочий об'єм, л	1055
Діаметр патрубків, мм всмоктування компресора повернення із випарника	DN100 DN125

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

впорскування рідини всмоктування насосів стояк злив мастила	DN50 2xDN100 2xDN40 DN32
--	-----------------------------------

Компаудний циркуляційний ресивер ($t_0 = -28\text{ }^{\circ}\text{C}$)

$$V_{ц.р.-28} = K \cdot [V_{н.м.} + 0,2 \cdot (V_{по}) + 0,3 \cdot V_{в.м.}]$$

$$V_{ц.р.-28} = 2,7 \cdot (0,0055 \cdot 10 + 0,2 \cdot 0,219 + 0,3 \cdot 0,224 \cdot 10) = 0,771 \text{ } i^3;$$

Приймаємо 1 циркуляційний ресивер марки НАМ 950х2950 фірми WITT

Технічна характеристика

Марка	НАМ 950х2950
Габаритні розміри, мм	950х2950
Загальний об'єм, л	1910
Робочий об'єм, л	1055
Діаметр патрубків, мм всмоктування компресора повернення із випарника впорскування рідини всмоктування насосів стояк злив мастила	DN100 DN125 DN50 2xDN100 2xDN40 DN32

Циркуляційний ресивер ($t_0 = -45\text{ }^{\circ}\text{C}$)

$$V_{ц.р.-32} = 2,7 \cdot [V_{н.м.} + 0,2 \cdot (V_{по}) + 0,3 \cdot V_{в.м.}] = 2,7 \cdot [3 \cdot 0,0412 + 0,2 \cdot 0,808 + 1,9] = 2,06 \text{ } i^3;$$

Приймаємо 1 циркуляційний ресивер марки НАМ 1400х3140 фірми WITT

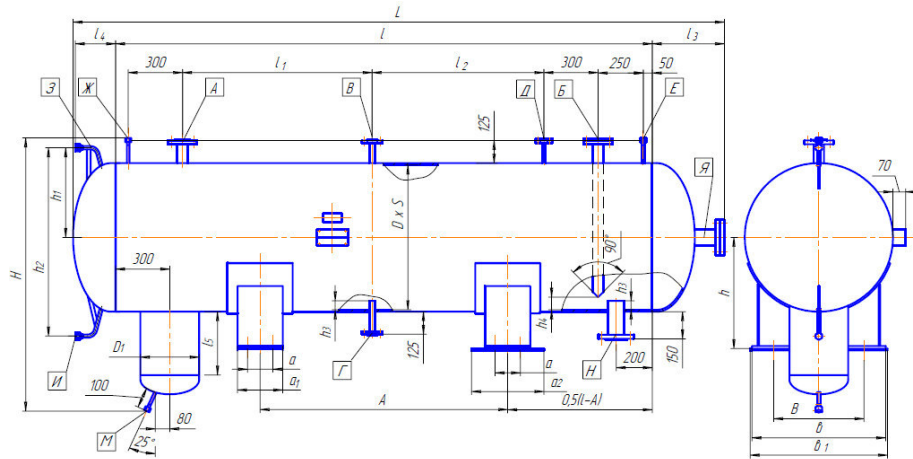
Технічна характеристика

Марка	НАМ 1400х3140
Габаритні розміри, мм	1400х3140
Загальний об'єм, л	4412
Робочий об'єм, л	2247
Діаметр патрубків, мм всмоктування компресора повернення із випарника впорскування рідини всмоктування насосів стояк злив мастила	DN200 DN200 DN100 3xDN125 2xDN40 DN32

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір дренажного ресивера здійснюємо з розрахунку, що при умовному заповненні не більше ніж на 80% він вміщував рідкий аміак із будь-якого апарату або найбільш аміакоємних батарей. Підбираємо по циркуляційному ресивері.

Дренажний ресивер AS-3,5 Guntner



Технічна характеристика ресивера

Марка	AS-3,5 Guntner
Габаритні розміри, мм	1000x10
Місткість, л	3460
Габарити, мм	
b1	1020
H	1680
L	4690
Маса, кг	1600

14. Вибір аміачних насосів.

В насосно циркуляційних схемах установок для перекачування рідкого аміаку використовують 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), утворюючий насосом.

$$H = \frac{\Delta P_{\text{тр}}}{\rho \cdot g}; \text{ - Потрібний напір насоса (м);}$$

$$V = n_{\text{ц}} \cdot \frac{\sum M_{\text{км}}}{\rho}; \text{ - Потрібна подача насоса (}\text{м}^3/\text{год});$$

де, $n_{\text{ц}}$ - кратність циркуляції ;

$$n_{\text{ц}} = 5$$

Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння -10°C .

Потрібний напір насоса:

$$H = \frac{69778}{677 \cdot 9,81} = 10,51 \text{ м};$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{\text{ц}} \cdot \frac{\sum M_{\text{км}(-10)}}{\rho_{-10}} = 5 \cdot \frac{0,045}{677} = 0,00033 \text{ м}^3/\text{с} = 1,2 \text{ м}^3/\text{год}$$

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

Технічна характеристика

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння -28°C .

Потрібний напір насоса:

$$H = \frac{\Delta P_{тр}}{\rho \cdot g} = \frac{53961}{653 \cdot 9,81} = 8,42 м$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{\text{ц}} \cdot \frac{\sum M_{\text{км}(-28)}}{\rho_{-28}} = 5 \cdot \frac{0,046}{653} = 0,00035 м^3 / с = 1,27 м^3 / год$$

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

Технічна характеристика

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

Ділянка трубопроводу від циркуляційного ресивера до випарника, що працює на температуру кипіння -45°C .

Потрібний напір насоса:

$$H = \frac{\Delta P_{тр}}{\rho \cdot g} = \frac{31190}{695 \cdot 9,81} = 4,57 м$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{\text{и}} \cdot \frac{\sum M_{\text{км}(-45)}}{\rho_{-45}} = 5 \cdot \frac{0,187}{695} = 0,0013 \text{ м}^3 / \text{с} = 4,84 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки GP51A/960 фірми WITT.

Технічна характеристика

Марка насоса	GP51A/960
Максимальна продуктивність, м ³ /год	6,2
Максимальний напір, м	17
Частота обертання, об/хв	960
Розміри патрубків	
вхід	DN50
вихід	DN50
Маса, кг	117
Заправка мастила, л	2

Вибір насоса для перекачування води до кожухотрубного конденсатора

Витрата охолоджувальної води на конденсатор

$$V_{\text{ок}} = 0,036 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}, \quad V_{\text{ок}} = 130 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Підбираємо багато насосну станцію Wilo-Comfort-Vario COR MVIE/VR

Технічне описання

Максимальна подача без резервного насоса, м ³ /год	290
Максимальна подача з резервним насосом, м ³ /год	390
Максимальний напір, м	150
Діапазон частоти обертання, об/хв	1160 - 3500
Електропідключення	3/230
Частота струму, Гц	50/60
Число насосів в установці	2 - 4

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Техніко-економічні показники

Для розрахунку собівартості холоду треба знати суму коштів за спожиту електроенергію, мастило, холодоагент R717, оплату праці, амортизаційні відшкодування, та інші витрати, які вираховуються від вартості обладнання.

Розрахунковеспоживанняелектроенергіїхолодильнимобладнаннямкомпресорного цехузводимо до таблиці15.1

Таблиця 15.1

№ п/п	Найменування обладнання	К-ть	Р _{ел} , кВт	Σ Р _{ел} , кВт	Рік, тис. кВт·год
1	Компресор Grasso 610	2	75	150	1200
2	Компресор Grasso 210	2	7,5	15	120
3	Компресор GrassoV1100	2	37	74	592
4	Насосна станція для конденсатора Wilo-Comfort VarioCORMVIE/VR	1	67,5	67,5	540
5	Насос для ЦР1 GP41/960 фірми WITT	1	2	2	16
6	Насос для ЦР2 GP41/960 фірми WITT	1	2	2	16
7	Насос для ЦР3 GP51A/960 фірми WITT	1	2,8	2,8	22,4
8	Вентилятори повітроохолодниківGuntner:				
	081B/210	4	1,4	5,6	44,8
	081C/310	6	1,4	8,4	67,2
	051C/17	2	0,5	1	8
	046C/17	4	0,36	1,44	11,52
	046A/14	3	0,36	1,08	8,64
	051C/17	1	0,5	0,5	4
	066D/27	2	0,76	1,52	12,16
	041A/14	2	0,36	0,72	5,76
	066C/110	1	0,76	0,76	6,08
	041A/24	2	0,36	0,72	5,76
	041A/24	2	0,36	0,72	5,76
	041A/24	2	0,36	0,72	5,76
	051B/112	5	0,5	2,5	20
9	ШокфростерGuntner 065C/612	24	0,77	18,48	147,84
1	Електровідтайка повітроохолодників:				
	081B/210	2	33	66	528
	081C/310	2	49,2	98,4	787,2
	051C/17	2	6,2	12,4	99,2
	046C/17	4	5	20	160
	046A/14	3	5	15	120
	051C/17	1	6,2	6,2	49,6
	066D/27	1	22,8	22,8	182,4
	041A/14	2	3,4	6,8	54,4
	066C/110		9,8	9,8	78,4
	041A/24	1	5,9	5,9	47,2
		1			

10	041A/24		5,9	5,9	47,2
	041A/24	1	5,9	5,9	47,2
	051B/112	1	6,2	31	248
	шокфростераGuntner 065C/612	5	46,2	184,8	1478,4
		4			
11	Вентилятор градирні	2	15	30	240
Річна витрата електроенергії					6487

Споживання електроенергії за рік розраховуємо за формулою:

$$N = P_{el} \cdot n$$

де n - час роботи компресорів, насосів, вентиляторів в рік при відповідних робочих умовах, год, приймаємо 8000 год.

P_{el} - електрична потужність компресора, насоса, вентилятора тощо.

15.2 Розрахунок витрат на придбання та монтаж обладнання наведено в таблиці 15.2

Таблиця 15.2

Найменування обладнання	К-ть	Витрати на обладнання, тис. грн			Загальні витрати, тис. грн
		Придбання	Монтаж	Інші витрати	
Компресорний агрегат Grasso 610	2	890	89	17,8	996,8
Компресор агрегат Grasso 210	2	349	34,9	6,98	390,88
Компресор агрегат Grasso V1100	2	998	99,8	1,996	1099,796
Насосна станція для конденсатора Wilo-Comfort-Vario CORMVIE/VR	1	20,55	2,055	0,41	23,015
Насос для ЦР1 GP41/960 фірми WITT	2	70,66	7,066	1,41	79,136
Насос для ЦР2 GP41/960 фірми WITT	2	70,66	7,066	1,41	79,136
Насос для ЦР3 GP51A/960 фірми WITT	2	109,2	10,92	2,2	122,32
Лінійний ресивер AS-1,5 Guntner	1	62	6,2	1,24	69,44
Дренажний ресивер AS-3,5 Guntner	1	105	10,5	2,1	117,6
Циркуляційний ресивер HAM 950x2950 фірми WITT	2	308,8	30,8	6,176	345,76
Циркуляційний ресивер HAM 1400x3140 фірми WITT	1	238	23,8	4,76	266,56
Повітроохолодник Guntner 081B/210	2	134,38	13,44	2,7	150,52
Повітроохолодник Guntner 081C/310	2	299,66	29,96	6	335,62
Повітроохолодник Guntner 051C/17	3	81,486	8,15	1,63	91,266
Повітроохолодник Guntner 046C/17	4	367,53	36,75	7,35	412
Повітроохолодник Guntner 046A/14	3	98,386	9,84	1,97	110,196
Повітроохолодник Guntner 066D/27	1	80,8	8,1	1,61	90,51
Повітроохолодник Guntner 041A/14	2	54,26	5,43	1,08	60,77

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПовітроохолодникGuntner 066C/110	1	41,64	4,2	0,83	46,67
ПовітроохолодникGuntner 041A/24	3	89,11	8,91	1,78	99,8
ПовітроохолодникGuntner 051B/112	5	114,68	11,47	2,29	128,44
ШокфростераGuntner 065C/612	4	962	96,2	19,24	1077,44
Конденсатор AKS 150 Guntner	2	50,1			
Гради́рня ГРАД-280	2	8,1	0,81	0,162	9,072
Мастиловіддільник OilstarTOA67FH	2	26,2	2,62	0,524	29,344
Мастиловіддільник OilstarTOA 35	2	7,4	0,74	0,148	8,288
Мастиловіддільник OilstarTOA 104V	2	67,2	6,72	1,344	75,264
МастилозбірникOilstarTOS 14	1	7,5	0,75	0,15	8,4
Холодоагент R717	2280 кг (4000 л)	2,052	-	0,041	2,093
Разом		5714,354	566,197	95,331	6375,882

Витрати на монтаж приймаємо 10% від вартості обладнання.

Інші витрати складають 2% від вартості обладнання.

15.2 Виробництво і використання електроенергії

Річне споживання електроенергії холодильником і компресорним цехом даного холодильника становить: $E_p = 6487000 \text{ кВтг}$

Ціна за 1 кВт. год електроенергії становить: $C_{ел} = 1 \text{ грн/кВтг}$

Визначаємо витрати на споживання електричної енергії за проектними розрахунками:

$$B_{ел.р} = E_p \cdot C_{ел}$$

$$B_{ел.р} = 6487000 \text{ кВтг} \cdot \text{грн/кВтг} = 6487000 \text{ грн}$$

15.3 Мастило купується для компресорів за ціною 130 грн. за 1л, в моєму проекті необхідно 200л і це коштує $130 \cdot 200 = 26 \text{ тис. грн}$

15.4 Холодоагент аміак купується за ціною 37 грн. за 1кг, в моєму проекті необхідно 2280 кг і це коштує $2280 \cdot 0,9 = 2,052 \text{ тис. грн}$

15.5 Розрахунок витрат на оплату праці

Фонд основної заробітної плати робітників компресорного цеху наведено в таблиці 15.3

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 15.3

№ п/п	Професія	Тарифна ставка грн/год	Чисельність, чол	Місячний фонд, грн	Річний фонд, грн
1	Машиніст ХУ	9	10	15840	190080
2	Слбсар-ремонтник	9	3	4752	57024
	Разом		7	11088	247104

15.6 Визначення амортизаційних відрахувань

Приймаємо норми амортизаційних відрахувань:

Для основного обладнання – 22% від вартості обладнання;

Витрати на амортизацію основного технологічного обладнання:

$$A_{обл} = \Sigma B_{обл} \times 0,22$$

$$A_{обл} = 6375,882 \times 0,22 = 1402,69 \text{ тис. грн}$$

15.7 Визначення інших видів витрат

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

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

$$B_{рем} = A_{обл} \times 0,20$$

$$B_{рем} = 1402,69 \times 0,20 = 280,53 \text{ тис. грн}$$

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

$$B_{пуск} = B_{обл} \times 0,02$$

$$B_{пуск} = 6375,882 \times 0,02 = 127,51 \text{ тис. грн}$$

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$B_{ін} = A_{обл} \times 0,03$$

$$B_{ін} = 1402,69 \times 0,03 = 42,08 \text{ тис. грн}$$

Загальна сума інших витрат складає:

$$\Sigma B = B_{рем} + B_{пуск} + B_{ін}$$

$$\Sigma B = 280,53 + 127,51 + 42,08 = 450,12 \text{ тис. грн}$$

15.8 Визначення основних показників економічної ефективності проекту

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Таблиця 15.4

Статті витрат	Значення витрат тис. грн
	Проект
Електроенергія	6487,000
Мастило	26
Холодильний агент R717	2,052
Оплата праці	247,104
Амортизація	1402,69
Інші витрати	450,12
Разом	8614,966

Кількість виробленого холоду за рік:

$$22 \cdot 270 \cdot 396 = 2352,24 \text{ МВт} \cdot \text{год}$$

Собівартість холоду:

$$\Delta C = \frac{8614,966 \text{ грн}}{2352,24 \text{ МВт} \cdot \text{год}} = 3,66 \frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}}$$

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. Охорона праці

1. Основні розділи дисципліни «Основи охорони праці» Метою вивчення дисципліни є надання знань, умінь, здатностей (компетенцій) для здійснення ефективної професійної діяльності шляхом забезпечення оптимального управління охороною праці на підприємствах (об'єктах господарської, економічної та науково-освітньої діяльності), формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку і усвідомлення необхідності обов'язкового виконання в повному обсязі всіх заходів гарантування безпеки праці на робочих місцях. Завдання вивчення дисципліни полягає у набутті студентами знань, умінь і здатностей (компетенцій) ефективно вирішувати завдання професійної діяльності з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці та гарантуванням збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у різних сферах професійної діяльності.

У структурному відношенні курс «Основи охорони праці» складається з 4 розділів: 1. Правові та організаційні питання охорони праці. 2. Основи фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії. 3. Основи виробничої безпеки. 4. Пожежна безпека. Основні загальнокультурні та професійні компетенції В результаті вивчення дисципліни «Основи охорони праці» молодші спеціалісти та бакалаври з відповідних спеціальностей та напрямів підготовки повинні бути здатними до вирішення професійних задач діяльності, пов'язаних з забезпеченням життя, здоров'я і працездатності під час роботи та мати такі основні загальнокультурні та професійні компетенції з охорони праці:

Загальнокультурні компетенції.

- здатність до ефективного використання положень нормативно-правових документів в своїй діяльності;

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- володіння основними методами збереження здоров'я та працездатності виробничого персоналу. Професійні компетенції. в виробничо-технологічній діяльності:

- обґрунтування вибору безпечних режимів, параметрів, виробничих процесів (в галузі діяльності);

- ефективне виконання функцій, обов'язків і повноважень з охорони праці на робочому місці, у виробничому колективі;

- проведення заходів щодо усунення причин нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві; в організаційно-управлінській діяльності:

- проведення заходів з профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності;

- здатність до організації діяльності у складі первинного виробничого колективу з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці;

- методичне забезпечення і проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці серед працівників організації (підрозділу); в проектно-конструкторській діяльності:

- впровадження безпечних технологій, вибір оптимальних умов і режимів праці, проектування та організація робочих місць на основі сучасних технологічних та наукових досягнень в галузі охорони праці.

2. Сучасний стан охорони праці в Україні та за кордоном Проблема створення нешкідливих та безпечних умов праці існувала в Україні давно, про що свідчить статистика нещасних випадків: ще 15-20 років тому на виробництві гинуло близько 4 тисяч чоловік – у 1,6 разів більше ніж тепер. Замовчування цієї гіркої істини внаслідок секретності, що панувала у системі, породжувало благодущність і халатність тих, від кого залежало її вирішення. І на сьогодні у нас імовірність травматизму та професійних захворювань у 5-8 разів вище, ніж в інших промислово розвинених

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

країнах європейського союзу. Стан охорони праці залишається незадовільним. Проблема виробничого травматизму є дуже гострою – щорічно на виробництві травмується близько 50 тисяч чоловік, з них 1,5 тисяч гинуть, понад 3,5 тисяч отримують професійні захворювання. Через непрацездатність щорічно втрачається 2,5-3 мільйона людино-днів, середня важкість кожної травми досягає 25 людино-днів непрацездатності.

Однак і ці показники не дають достатньо об'єктивної картини, оскільки не слід забувати, що ми маємо за умов систематичного спаду виробництва. Спостерігаючи стійку тенденцію зниження загальної кількості нещасних випадків на виробництві по Україні бачимо, що рівень травматизму в агропромисловому комплексі країни залишається високим, темпи його зниження низькими, а у деяких регіонах навіть є ріст цих показників Тут трапляється найбільша кількість випадків зі смертельними наслідками – 33% від загальної кількості. По загальному травматизму АПК займає друге місце – 22,8 % від загальної кількості потерпілих Якщо виходити з того, що кількість працюючих становить лише 28% від загальної кількості зайнятих у народному господарстві України, то питома вага травматизму у цій галузі значно збільшується. А так, як Полтавська область є аграрною, то ці показники збільшуються практично вдвоє. Тому зрозуміло, що охорона праці відіграє важливу роль, як суспільний чинник, оскільки, якими б вагомими не були трудові здобутки, вони не можуть компенсувати людині втраченого здоров'я, а тим більше життя — те і інше дається лише один раз. Необхідно пам'ятати, що через нещасні випадки та аварії гинуть на виробництві не просто робітники та службовці, на підготовку яких держава витратила значні кошти, а перш за все люди — годувальники сімей, батьки та матері дітей.

Окрім соціального, охорона праці має, безперечно, важливе економічне значення — це і висока продуктивність праці, зниження витрат на оплату лікарняних, компенсацій за важкі та шкідливі умови праці тощо. За розрахунками Німецької ради підприємців наслідки нещасних випадків коштують у 10 разів дорожче, ніж вартість заходів щодо їх попередження. В Україні, враховуючи

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мізерні витрати на заходи з охорони праці, ця різниця ще більша. Фахівці Міжнародної організації праці (МОП) підраховали, що економічні витрати, пов'язані з нещасними випадками, складають 1% світового валового національного продукту. На ці кошти, орієнтовно, можна забезпечити харчування протягом року близько 75 млн. людей. Технічний прогрес постійно, мов тінь. Супроводжують техногенні аварії та нещасні випадки.

За статистичними даними МОП кількість нещасних випадків на виробництві у світі неухильно зростає, і становить на теперішній час приблизно 125 млн. щорічно. Рівень травматизму і профзахворюваності значно вищий у країнах, що розвиваються, ніж у промислово розвинених державах. Так, у країнах Європейського Союзу щорічно жертвами нещасних випадків і профзахворювань стають близько 10 млн. чол., з них майже 8 тис. гине. В Україні щоденно на виробництві травмується в середньому 140-180 чоловік, з них 20 стають інвалідами, а 4-5 гинуть. Статистичні дані свідчать, що: - кожні 3 хвилини внаслідок виробничої травми чи професійного захворювання у світі помирає одна людина; - в Україні внаслідок травм кожні 5 годин помирає одна людина; - кожної секунди у світі на виробництві травмується 4 людини; - в Україні кожні 8 хвилин травмується одна людина; - кожного місяця у світі на виробництві травмується така кількість людей, яка дорівнює населенню Парижа. Міжнародне бюро праці встановило, що в середньому в світі на 100 тис. працюючих щорічно припадає приблизно 6 нещасних випадків зі смертельними наслідками. В Україні цей показник майже вдвічі вищий. Однак, слід зазначити, що показники стану охорони парці суттєво відрізняються за окремими галузями промисловості. Високо травмонебезпечною в нашій країні є вугільна промисловість. Так, на кожний мільйон тонн видобутого вугілля гине в середньому 5 шахтарів. У США цей показник у 100 разів нижчий, а в Росії – у 3,8 рази. На думку іноземних фахівців, які за програмою МОП проводили дослідження в Україні, велика кількість нещасних випадків зі смертельними наслідками пояснюється п'ятьма основними причинами: незадовільною підготовкою робітників і роботодавців з питань

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охорони праці; відсутністю належного контролю за станом безпеки на робочих місцях та виконання встановлених норм; недостатнім забезпеченням працюючих засобами індивідуального захисту; повільним впровадженням засобів та приладів колективної безпеки на підприємствах; спрацьованістю (у деяких галузях до 80%) засобів виробництва. 3. Основні терміни та визначення в галузі охорони праці. Охорона праці, як і всяка інша наука має свої визначення і поняття. Загальні визначення і формулювання викладені у ГОСТ і ССБТ та у державних стандартах України ДСТУ 2293-93 "Охорона праці. Терміни та визначення", ДСТУ 3038-95 "Гігієна. Терміни та визначення основних понять" та інших стандартах даються визначення основних понять та термінів в галузі охорони праці.

1 Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. 2 Безпека праці - це стан умов праці при якому відсутня дія на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих чинників. 3 Умови праці — сукупність факторів виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі її професійної діяльності. 4 Правила безпеки - система організаційних заходів і технічних засобів, які попереджають дію на працюючих небезпечних виробничих факторів. 5 Безпека виробничого процесу це властивість виробничого процесу зберігати відповідність вимогам безпеки праці в умовах, які встановлені нормативно-технічною документацією. 6 Тяжкість праці це характеристика трудової діяльності людини, яка визначає ступінь залучення до роботи м'язів і відображає фізіологічні затрати внаслідок переважаючого фізичного перевантаження. 7 Напруженість праці характеристика трудового процесу, що відображає переважаюче навантаження на центральну нервову систему. 8 Професійні захворювання - технологічний стан людини, зумовлений роботою і пов'язаний з надмірним напруженням організму або несприятливою дією шкідливих виробничих факторів. 9 Виробнича санітарія - система організаційних заходів і технічних засобів, які попереджують або зменшують дію на працюючих

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шкідливих виробничих факторів. 10 Гігієна праці - комплекс заходів і засобів щодо збереження здоров'я працівників, профілактика несприятливого впливу виробничого середовища і трудового процесу. 11 Санітарно-захисна зона — функціональна територія між межами промислових об'єктів і територією, яка призначена для зменшення несприятливого впливу виробничих факторів на здоров'я населення. 12 Професійний відбір сукупність заходів, метою яких є відбір осіб для виконання певного виду трудової діяльності за їх професійними знаннями, анатомічно - фізіологічними і психологічними особливостями, а також за станом здоров'я. 13 Здорові умови життя — умови навколишнього середовища, праці та побуту, які забезпечують збереження та поліпшення здоров'я населення, 14 Санітарна характеристика умов праці - об'єктивні дані стану виробничого середовища і трудового процесу за висновком на їх відповідність гігієнічним вимогам і нормативам, 15 Гігієнічний норматив характеризує оптимальний чи допустимий рівень фізичних, хімічних, біологічних факторів навколишнього та виробничого середовищ. 16 Засоби захисту працюючого - засоби, застосування яких попереджає або знижує дію на працюючого небезпечних або шкідливих виробничих факторів. 17 Нещасний випадок - випадок дії на працюючого небезпечного виробничого фактору при виконанні ним трудових обов'язків або завдань керівника. 18 Машина - сукупність технічних засобів, які використовуються людиною в процесі трудової діяльності. 19 Оператор - людина, яка здійснює трудову діяльність в взаємодії з предметом праці та зовнішнього середовища за допомогою інформаційної моделі та органів управління. 20 Шкідливий виробничий фактор — виробничий фактор, вплив якого може призвести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності працівника. 21 Небезпечний виробничий фактор — виробничий фактор, дія якого за певних умов може призвести до травм або іншого раптового погіршення здоров'я працівника. З рештою термінів, визначень, понять ознайомимося під час вивчення дисципліни.

4.Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих чинників Усі зміни, які відбуваються в житті та праці жителів сільської місцевості, призводять до багатофакторних і неоднорідних навантажень. У останні роки рівень професійної

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

захворюваності в Україні підвищився з 1,2 до 1,9 особи на 10 тис. працюючих за рахунок збільшення кількості потерпілих більше ніж у 1,5 рази. В умовах підвищеного рівня шуму під час роботи перебувають до 30% працівників сільського господарства, вібрації — до 20%, високої запиленості — до 17%, загазованості — до 13%, високої температури повітря — до 10%. Навіть на сучасних тракторах і самохідних сільськогосподарських машинах повітря робочої зони забруднено пилом, відпрацьованими газами, частками пестицидів, мінеральних добрив. У тваринницьких приміщеннях рівень шуму перевищує допустимий на 3—10 дБ, швидкість руху повітря — в 1,2—1,6 разу, вміст аміаку — до 5 разу, концентрація пилу — у 3 — 10 разів, вміст у повітрі антибіотиків, які використовують як стимулятори росту у 5 – 7 разів, кількість мікроорганізмів коливається від 20 тис. до 1 млн. у 1 м³ повітря. Несприятливу дію шкідливих факторів виробничого середовища на здоров'я працівників і викликані ними професійні захворювання можемо розділити на п'ять груп: 1. Захворювання, викликані фізичними факторами (нагрівання чи охолодження, мікроклімат, шум, вібрація та ін.). 2. Захворювання, викликані дією хімічних факторів органічного пилу. 3. Захворювання, викликані дією біологічних факторів. 4. Захворювання під дією психофізіологічних шкідливих факторів (фізичного навантаження, а також одноманітних, часто повторювальних рухів, вимушеної пози). 5. Захворювання шкіри алергійного і не алергійного характеру. До групи фізичних факторів відносяться: - рухомі машини та механізми; - незахищені рухомі елементи виробничого обладнання, пересувні вироби, заготовки, матеріали; - підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; - підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів; підвищена або знижена температура повітря робочої зони; - підвищений рівень шуму, вібрації, інфразвукових коливань, ультразвуку; - підвищений або знижений барометричний тиск в робочій зоні та його різка зміна; - підвищена або знижена вологість повітря, його рухомість, іонізація повітря; - підвищений рівень іонізуючих випромінювань в робочій зоні; - небезпечний рівень напруги в електричному ланцюгу, замикання якого може відбутися через тіло людини; - підвищений рівень статичної електрики,

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електромагнітних випромінювань; - підвищена напруженість електричного і магнітного поля; - відсутність або недостача природного світла; - недостатня освітленість робочої зони; - підвищена яскравість світла, занижена контрастність; - пряма та віддзеркалена блискіть; - підвищена пульсація світлового потоку, - підвищений рівень ультрафіолетової та інфрачервоної радіації. До групи хімічних факторів відносяться такі підгрупи: а) за характером дії на організм людини - загально-токсичні, діючі на центральну нервову систему, кров та кровотворні органи (сірководень, ароматичні вуглеводи, оксид вуглецю, бензол, наркотики, спирти, кофеїн та ін.); - подразнюючі, тобто діючі на слизову оболонку очей, носа, верхні дихальні шляхи та легені, шкіряний покрив (пари лугів та, кислот, оксиди азоту, аміак, сірчаний ангідрид та ін.); - сенсibiliзуючі речовини, які після відносно нетривалої дії на організм викликають підвищену чутливість до них, наступна дія незначної кількості цієї речовини призводить до швидкого розвитку реакції, що спричиняє шкірні захворювання, астматичні явища, захворювання крові (ртуть, альдегіди, ароматичні нітро-, нітрозо- та амін- об'єднання); - канцерогенні, які викликають утворення злоякісних ракових пухлин, це широко застосовувані в промисловості продукти перегонки нафти, сажа, дьоготь, кам'яновугільна смола та інші; - мутагенні, які викликають порушення генетичної клітини, що позначається на його потомстві (сполука ртуті та свинцю, оксид етилену); б) за шляхом проникнення в організм людини - дихальні шляхи, шлунковокишковий тракт, через шкіряний покрив. До групи біологічних шкідливих виробничих факторів відносяться об'єкти, дія яких на працюючих викликає захворювання - мікроорганізми (бактерії, віруси), спірохети (тваринні та рослинні). Група психофізіологічних шкідливих та небезпечних виробничих факторів за характером дії ділиться на фізичні (статичні, динамічні, гіподинамічні) і нервово-психічні перевантаження, які виникають від розумової перенапруги, монотонності праці та емоційних факторів. Шкідлива речовина - це речовина, яка при контакті з організмом людини в разі порушення вимог безпеки може викликати виробничі травми, професійні захворювання або відхилення в стані здоров'я, виявлені сучасними методами як в процесі роботи, так і в подальшому житті теперішнього і

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наступного покоління. Шкідливі (отруйні) речовини, які застосовуються в промисловості при неправильній організації праці, виробництва та певних профілактичних заходів, можуть надати шкідливого впливу на здоров'я людини, призвести до гострих або хронічних отруєнь та професійних захворювань. Гостра форма захворювань виникає при короткостроковому впливі на організм шкідливих речовин високої концентрації, хронічна - при довгостроковому впливі таких концентрацій шкідливих речовин, здатних накопичуватись в організмі. Отруєння шкідливими речовинами можливе тільки при їх концентрації в повітрі робочої зони, що перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин. ГДК - це такі концентрації, які при щоденній праці (окрім вихідних) протягом зміни і протягом всього трудового стажу не викликають у працюючих захворювань або відхилень в стані здоров'я як в період праці, так і в подальші строки життя теперішнього та наступних поколінь.

Законодавство України про охорону праці. Закон України про охорону праці

Основними законами та підзаконними актами, які регулюють правові відносини у сфері охорони праці в умовах виробництва і загалом в суспільстві, є: 1. Конституція України. 2. Кодекс законів про працю (КЗпП). 3. Закони: «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про використання ядерної енергії та радіаційний захист», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». У країнах світу, залежно від економічного розвитку та політичного стану, існують закони та нормативні документи, які повністю або частково захищають людину від небезпечних та шкідливих умов праці, забезпечують охорону її здоров'я. Соціальне і законодавче захищена людина зацікавлена в своїй праці, цінує свою роботу, яка дає їй змогу пристойно існувати, утримувати сім'ю, годувати і виховувати своїх дітей. Умови праці та економічні фактори (оплата праці, економічне стимулювання, законодавча захищеність) безпосередньо впливають на продуктивність і якість праці. Отже, можна констатувати, що охорона праці є категорія економічна. У конституційній державі всі закони і підзаконні акти повинні базуватися і відповідати основному

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

закону держави -Конституції. Конституція України прийнята Верховною Радою 26 червня 1996 року. В ній декларуються права і свобода всіх громадян України. Для сфери трудової діяльності ці права і свобода конкретизовані в деяких законах України і Державних нормативних актах про охорону праці (ДНАОП), Державних стандартах та постановах Кабінету Міністрів України, що стосуються охорони праці. Закон України "Про охорону праці". В Україні - у першій серед країн СНД - 14 жовтня 1992 р. був затверджений Верховною Радою Закон "Про охорону праці", а 21.11.2002 року Закон України "Про охорону праці" переглянутий та прийнятий у новій редакції. Цей закон, а також "Кодекс законів про працю України" є основною законодавчою базою охорони праці, їх доповнюють державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці - це стандарти, правила, норми, положення, статuti, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання усіма установами і працівниками України. Закон "Про охорону праці" складається з преамбули та 9 розділів. Підкреслимо деякі важливі моменти, занотовані у законі. Так, в розділі 1 "Загальні положення" ст. 4 мовиться, що основними принципами державної політики в галузі охорони праці є пріоритет життя та здоров'я людини перед будь-якими результатами виробничої діяльності, соціальний захист людини, відшкодування шкоди, заподіяної здоров'ю, та ін. У розділі 2 "Гарантії прав громадян на охорону праці" передбачено інформувати працівника про умови праці; компенсувати за шкідливі умови праці; зафіксовано право працівника відмовитись від виконання робіт при загрозливому стані для його здоров'я та життя; забезпечувати соціальне страхування від нещасних випадків і профзахворювань (оплата з фонду соціального страхування); відшкодовувати власником шкоду, заподіяну працівникові на виробництві. В законі передбачено відшкодування моральної шкоди. У законі є статті про охорону праці жінок, неповнолітніх, інвалідів. В розділі 3 "Організація охорони праці на виробництві" говориться про обов'язкове створення органів управління охороною праці на підприємстві для виконання керівництва, нагляду і навчання із питань охорони праці. В ст. 18 йдеться про обов'язкове навчання і інструктаж з охорони праці. Перевірка знань повинна здійснюватись 1 раз на рік для працівників

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

небезпечних професій, 1 раз на 3 роки для всіх посадових осіб за переліком, встановленим Державним комітетом по нагляду за охороною праці. В ст. 19 мовиться про фінансування охорони праці. В розділі передбачено (ст.16) створювати на підприємствах комісії з питань охорони праці - рішення комісії носять рекомендаційний характер. Ст.23 передбачає інформацію про стан охорони праці, яка повинна доводитись до всіх працівників підприємства, а також обов'язковий звіт перед статистичними органами держави. Розділ 4 - "Стимулювання охорони праці". Економічне стимулювання охорони праці здійснюється згідно з колективним договором та законодавством. Відшкодування збитків від порушень охорони праці - державі і громадянам - згідно з діючим законодавством. Розділ 5 - "Нормативно-правові акти з охорони праці" – відзначаються документи, що належать до нормативно-правових актів з охорони праці. Їх опрацювання, прийняття та скасування. Розділ 6 - "Державне управління охороною праці" перелічує органи державного управління охороною праці: Кабінет Міністрів, спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці, міністерства та інші центральні органи виконавчої влади, а також місцеві держадміністрації, органи місцевого самоврядування - та визначає їх компетенцію. Організація наукових досліджень з проблем охорони праці здійснюється в межах національної програми науково-дослідними інститутами, а також різними проектно-конструкторськими установами та організаціями, вищими навчальними закладами та фахівцями. Розділ 7 - "Державний нагляд і громадський контроль за охороною праці", що здійснюють спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці; спеціально уповноважений державний орган з питань радіаційної безпеки; спеціально уповноважений державний орган з питань пожежної безпеки; спеціально уповноважений державний орган з питань гігієни праці. Відмічаються їх права і відповідальність, а також соціальний захист посадових осіб цих органів. Вищий нагляд здійснює Генеральний прокурор та підпорядковані йому прокурори. Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці здійснюють трудові колективи - через уповноважених найманими працівниками з

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

питань охорони праці та профспілки - через вибраних представників. Розділ 8 - "Відповідальність за порушення законодавства про охорону праці" Передбачається дисциплінарна, адміністративна, матеріальна, кримінальна відповідальність згідно із законодавством. А також ст.43 передбачені штрафні санкції до юридичних та фізичних осіб за порушення законодавства про охорону праці. Для практичної реалізації Закону були прийняті також такі підзаконні акти, затверджені постановою Кабінету Міністрів; "Про створення Національної Ради з питань безпечної життєдіяльності населення", "Положення про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах і організаціях", Закон України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та профзахворювання, які спричинили втрату працездатності", "Положення про порядок накладення штрафів на підприємства, установи і організації за порушення нормативних актів про охорону праці" тощо. Держгірпромнагляд охорони праці розробив ще цілий ряд положень, що спрямовані на практичну реалізацію Закону України "Про охорону праці".

2. Нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП): визначення, основні вимоги та ознаки. Структура, реєстр НПАОП. Стандарти в галузі охорони праці. Нормативно-технічну базу охорони праці умовно можна поділити на такі групи: 1. Зasadні документи – це закони, постанови уряду та інші документи, затверджені на рівні органів влади (Конституція України, Закон України "Про охорону праці", положення з окремих проблем охорони праці, що затверджує Кабінет Міністрів, тощо) 2. Державні нормативні акти про охорону праці. Державні нормативні акти про охорону праці (ДНАОП) — це правила, стандарти, норми, положення, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання. Законодавством передбачено, що залежно від сфери дії ДНАОП можуть бути міжгалузевими або галузевими. Державний міжгалузевий нормативний акт про охорону праці - це ДНАОП загальнодержавного користування, дія якого поширюється на всі підприємства, установи, організації народного господарства України незалежно від їх відомчої (галузевої) належності та форм власності. Державний галузевий нормативний акт

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

про охорону праці - це ДНАОП, дія якого поширюється на підприємства, установи і організації незалежно від форм власності, що відносяться до певної галузі. Державні нормативні акти про охорону праці можуть затверджуватись Кабінетом Міністрів України, Держгірпромнаглядом, відповідними міністерствами та відомствами за погодженням. Їх опрацювання здійснюється на основі НПАОП 0.00-4.14-94 "Положення про опрацювання, прийняття, перегляд та скасування державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці наказ Держнаглядохоронпраці №19 від 16.03.94. Кодування міжгалузевих ДНАОП здійснюється відповідно до приведеної нижче схеми ДНАОП, в якій: ДНАОП - аббревіатура виразу «державний нормативний акт про охорону праці»; - перше трицифрове число (X.XX) — код групи, до якої належить нормативний акт, залежно від державного органу, який затверджує даний акт: 0.00- нормативні акти Держнаглядохоронпраці, 0.01 і 0.02 - Міністерства внутрішніх справ (0.01 - з пожежної безпеки і 0.02 - з безпеки руху), 0.03 міністерства охорони здоров'я, 0.04 - Держатомнагляду, 0.05 міністерства праці та соціальної політики України, 0.06 — Держстандарту, 0.07 - Мінбудархітектури (Держбуду); - друге трицифрове число (X.XX) - перша цифра означає вид нормативного акту (1 - правила, 2 - ОСТи, 3 - норми, 4 - положення і стандарти, 5 - інструкції, 6 - посібники, вказівки, рекомендації, вимоги, 7 - технічні умови безпеки, 8 - переліки), дві наступні - порядковий номер нормативного акту у межах даного виду в порядку реєстрації; - останнє двозначне число (XX) - рік затвердження нормативного акту. Схема кодування галузевих нормативних актів про охорону праці відрізняється тим, що на місці першого трицифрового числа ставиться чотирьохцифрове (ДНАОП X.XXX-X.XX-XX), яке означає галузь поширення даного нормативного акту відповідно до „Загального класифікатора галузей народного господарства Мінстату України”. Інші цифрові позначення коду галузевого нормативного акту означають те ж саме, що і міжгалузевого. Після коду в Державному реєстрі нормативних актів про охорону праці дається повна назва нормативного акту, наказ (постанова) органу про його затвердження та дата затвердження. Однак, міжгалузеві нормативні акти (ДНАОП) і галузеві нормативні акти (ДНАОП) у відповідності з

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наказами Держгірпромнаглядохоронпраці України від 12.07.2004 р. № 171 “Про порядок побудови, викладу та оформлення нормативно-правових актів з охорони праці ” зараз мають назву нормативноправових актів з охорони праці (НПАОП). Цей Порядок побудови, викладу та оформлення нормативно-правових актів з охорони праці поширюється на правила, норми, регламенти, положення та інші акти. ДНПАОП мають складатися з таких структурних елементів: - титульний аркуш; - інформаційні дані; - зміст; - загальні положення; - визначення термінів; - позначення та скорочення; - основна частина; - нормативні посилання; - додатки.

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Явнелъ 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.. «Основи проектування промислових будівель»: 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.

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

					00 БКР 142.004.012.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		