

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

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

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

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)
« ____ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)
« ____ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

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

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

Махортов Дмитро Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник _____ Іващенко Наталія Вікторівна _____

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти _____

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

(підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2020р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Енергомашинобудування

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри ТЕХТ

“ 08 ” квітня 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Махортов Дмитро Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків

керівник роботи доцент Іващенко Наталія Вікторівна,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2020р.

3. Вихідні дані до роботи _____

Холодоагент R507

Тип продукту КЗ та КЗБ свини, субпродукти

Ізоляційний матеріал 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. Схемихолодильної установки

Анотація

В проєкті наведено техніко-економічне обґрунтування будівництва.

Головними завданнями при проєктуванні холодильника є:

- вибір схеми технологічного процесу та визначення вантажообігу між цехами;
- визначення основних розмірів холодильника;
- вибір та обґрунтування типу камер для холодильної обробки та зберігання;
- розробка плану холодильника;
- вибір та обґрунтування типу системи охолодження;
- вибір системи відводу теплоти конденсації.

При вирішенні цих задач в дипломному проєкті керуються науковими положеннями по зменшенню витрати електроенергії на виробітку холоду, зменшення затрат на транспортні операції, збереження високої якості продукції.

Проєкт містить розділи з автоматизації, електрообладнання та електропостачання, охорони праці, цивільної оборони та економічної ефективності проєкту.

Дипломний проєкт виконаний на ПК, для розрахунків використовувалися такі прикладні програми: “Microsoft Office 2010”, “Paint”, “Bitzer Software 5.3.1”, “Guntner GPC 2009” та “CoolPack”; креслення та схеми виконані за допомогою програми “AutoCad 2011”.

Список літератури 19 примірників.

Ключові слова: забійний цех, фреон, R507

					00.БКР.142.004.012.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Махортов Д.А.			Проєкт холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків	Лит.	Лист	Листів
Перевір.		Іващенко Н.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						
						НУХТ, ТЕХТ		

Зміст

1.	Техніко-економічне обґрунтування.....
2.	Проект холодильника забійного цеху.....
3.	Розрахунок економічної ефективності.....
4.	Охорона праці.....
	Список використаної літератури.....
	Специфікація.....

					<i>00.БКР.142.004.012.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Махортов Д.А.</i>			<i>Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Іващенко Н.В.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		

1. Техніко-економічне обґрунтування

Метою даного проекту є проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків.

Під час проектування холодильника впроваджується холодильна установка повністю згідно нової спроектованої схеми та камерного обладнання. Холодильний агент – фреон.

Застосування сучасного холодильного обладнання, що має високий рівень автоматизації дає змогу зменшити витрати електроенергії, вплив шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що діють на обслуговуючий персонал.

Розроблені заходи з охорони праці та цивільної оборони забезпечать роботу персоналу холодильника та населення від можливих аварій на виробництві.

Загальна характеристика ефективності капітальних вкладень в проєктоване будівництво визначається техніко-економічними показниками, які розраховуються в економічній частині даного проєкту. Строк окупності капітальних вкладень в даний проєкт складає 2,3 років, а індекс доходності дорівнює $PI=2,15$.

Виходячи з оцінки отриманих техніко-економічних показників проєкт доцільно здійснювати.

					<i>00.БКР.142.004.012.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Махортов Д.А.</i>			<i>Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків</i>	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Іващенко Н.В.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		

2. РОЗРАХУНОК ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

2.1. Вхідні дані

2.1.1. Структура холодильника

Холодильник забійного цеху продуктивністю 20 т/добу розташований у м. Харків. В холодильнику місткістю 800 т зберігається заморожена свинина, охолоджена свинина, субпродукти.

2.1.2. Параметри зовнішнього повітря

Для м. Харків параметри зовнішнього повітря наведено в таблиці 2.1:

Таблиця 2.1.

Параметри зовнішнього повітря	$t_{\text{пов}}$ °C	$\Phi_{\text{пов}}$ %
Середньорічні параметри повітря	9,8	-
Розрахункові літні параметри повітря	33	41
Розрахункові зимові параметри повітря	-18	79

2.2. Технологічна схема холодильної обробки продукції

Завдання даного дипломного проекту передбачає розробку технологічної схеми холодильної обробки продукції холодильника забійного цеху у м. Харків.

В холодильнику зберігається заморожена і охолоджена свинина в напівтушах і четвертинах, субпродукти у блоках.

Свинина призначена для охолодження, на підвісних путях подається до камери охолодження. Приймаємо одностадійний режим охолодження. При цьому додаткові енерговитрати порівняно з традиційним способом виправдані, бо тривалість процесу зменшується на 30—40 %, так само

					<i>00.БКР.142.004.012.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків</i>	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Махортов Д.А.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Іващенко Н.В.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>				<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		

знижується усихання, зростає якість м'яса й м'ясопродуктів і збільшується об'єм камер охолодження. Одностадійне охолодження проводять при температурі $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ і швидкості руху повітря $0,5-2\text{ м/с}$ до температури $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ у товщі м'язів стегна на глибині не менше як 6 см від поверхні. Тривалість охолодження при цьому становить 20 год .

Після охолодження свинина в напівтушах на підвісних путях подається до камер зберігання охолодженої свинини. Приймаємо зберігання охолоджених свинних напівтуш при температурі повітря $0...-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, за його помірної циркуляції ($0,1-0,2\text{ м/с}$) і відносної вологості 90% . Охолоджені напівтуші розміщують у камерах зберігання на підвісних коліях на відстані $3-5\text{ см}$ одна від одної.

Свинину в напівтушах для заморозки на підвісних путях подають до камер заморозки. Приймаємо однофазне заморожування. За однофазного заморожування зменшуються втрати маси, скорочуються затрати праці на транспортування, раціональніше використовуються холодильні камери, не погіршується якість м'яса. Інтенсивне охолодження парного м'яса різко знижує швидкість хімічних та біохімічних реакцій, що сприяє збільшенню термінів зберігання замороженого м'яса. Свинні напівтуші заморожують за таких параметрів: температура $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, швидкість руху повітря $2-5\text{ м/с}$, відносна вологість повітря 95% ; тривалість процесу — 18 год , після чого температура в середині товщі напівтуші складає $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Після заморозки, свинина подається в камери зберігання при температурі не вище як $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ за відносної вологості повітря 95% та його природної циркуляції ($0,1\text{ м/с}$). Терміни зберігання свинини в напівтушах - 6 місяців . Морожене м'ясо розміщують на зберігання в універсальних контейнерах в кілька ярусів.

Субпродукти заморожують у металевих контейнерах при температурі $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, за відносної вологості повітря 95% . Після заморозки, субпродукти у картонних ящиках відправляють в камери зберігання при температурі $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$,

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

відносної вологості повітря 95 %, термін зберігання - 6 місяців. Субпродукти зберігаються у штабелях на дерев'яних піддонах в кілька ярусів.

У таблиці 2.2.1 наведені основні параметри для камер зберігання.

Таблиця 2.2.1

Основні параметри камер холодильника

Назва камери	Місткість, т	Температура $t_{\text{кам}}, ^\circ\text{C}$	Вологість, %	Тривалість
Камери охолодження свинини	5	-3	95	20 год
Камери зберігання охолодженої свинини	15	-1	90	1-2 доби
Камери заморожування свинини	25	-30	95	18 год
Камери зберігання замороженої свинини	500	-20	95	6 міс
Камера заморожування субпродуктів	10	-30	95	16 год
Камера зберігання субпродуктів	100	-18	95	6 міс

					<i>00.БКР.142.004.012.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Об'ємно-планувальні рішення будови

Згідно санітарних норм (СН 245-71) холодильник відноситься до 5-го класу промислових підприємств.

Ширина під'їзду до підприємства 30 м.

Для завезення та вивезення вантажів передбачена автомобільна платформа завширшки 7,5 м

Машинне відділення разом зі службовими приміщеннями прибудовані до холодильника.

2.2.1. Планування приміщень холодильника

Згідно з завданням приймаємо умовну місткість холодильника 800 т.

Приймаємо розмір сітки колон 6х6 м.

Розраховуємо будівельну площу камери охолодження свинини:

$$F_{к.ох} = \frac{M \cdot \tau}{q_F \cdot 24} = 25 \text{ м}^2. \text{ (1 квадрат)}$$

де М – добова продуктивність камер охолодження або заморозки, т/добу;

τ – тривалість циклу холодильної обробки(оборотність камери), год.;

q_F – норма загрузки на 1 м² будівельної площі камери, т/м², приймають в залежності від способу розміщення м'яса під час холодильної обробки;

на підвісних путях $q_F = 0,2 \text{ т/м}^2$

Розраховуємо будівельну площу камери заморожування свинини:

$$F_{к.з} = \frac{M \cdot \tau}{q_F \cdot 24} = 125 \text{ м}^2. \text{ (4 квадрати)}$$

Розраховуємо будівельну площу камери зберігання замороженої свинини:

$$F_{к.зз} = \frac{B_k}{q_v \cdot h_e \cdot \beta} = 396,8 \text{ м}^2. \text{ (12 квадратів)}$$

де B_k – місткість камери, т;

q_v – норма завантаження продукту, т/м³;

					00.БКР.142.004.012.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Махортов Д.А.			Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків	Лит.	Лист	Листів
Перевір.		Іващенко Н.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						
						НУХТ, ТЕХТ		

β – коефіцієнт використання будівельної площі камери;

h_B – вантажна висота, м;

Розраховуємо будівельну площу камери зберігання охолодженої свинини:

$$F_{к.зо} = \frac{1,2 \cdot B_k}{0,25} = 72 \text{ м}^2. \text{ (2 квадрати)}$$

де 1,2 - коефіцієнт перерахунку від навантаження на підвісні путі в навантаженні на 1 м² будівельної площі, м²/м;

0,25 - навантаження на 1 метр підвісного путі т/м;

Розраховуємо будівельну площу камери заморожування субпродуктів:

$$F_{к.зс} = \frac{M \cdot \tau}{q_F \cdot 24} = 33,3 \text{ м}^2. \text{ (1 квадрат)}$$

Розраховуємо будівельну площу камери зберігання заморожених субпродуктів:

$$F_{к.збс} = \frac{B_k}{q_v \cdot h_e \cdot \beta} = 79,36 \text{ м}^2. \text{ (3 квадрати)}$$

Розраховуємо загальну площу камер зберігання:

$$F_{к.зб} = F_{к.зз} + F_{к.зо} + F_{к.збс} = 548,19 \text{ м}^2. \text{ (16 квадратів)}$$

Розраховуємо площу допоміжних приміщень:

$$F_{доп} = 0,35 \cdot F_{к.зб} = 191,86 \text{ м}^2. \text{ (6 квадратів)}$$

Розраховуємо будівельну площу охолоджуваного складу:

$$F_{хол} = F_{к.зб} + F_{к.з} + F_{к.ох} + F_{к.збс} + F_{доп} = 923,4 \text{ м}^2 \text{ (26 квадратів)}$$

Розраховуємо площу машинного відділення:

$$F_m = 0,1 \cdot F_{хол} = 92,3 \text{ м}^2 \text{ (3 квадрати)}$$

Розраховуємо площу службових приміщень:

$$F_{сл} = 0,3 \cdot F_{хол} = 227,01 \text{ м}^2 \text{ (9 квадратів)}$$

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

2.3 Несучі конструкції будівлі холодильника

Вимоги до конструкції будівлі холодильника

Холодильники за характером конструкційних рішень відносяться до промислових будівель. Однак на відмінну від звичайних промислових споруд, в їх приміщеннях (камерах) підтримується постійна низька температура при високій вологості повітря.

Конструкція холодильників мають забезпечувати можливість створення в камерах цих умов і належного санітарного режиму зберігання м'сних товарів, а разом з тим бути стійкими до дії указаних температур і вологості.

Проектування будівельних конструкцій холодильників здійснюємо відповідно до СНиП 2.11.02-87 «Холодильники».

Основні конструкції будівель холодильників II ступеня вогнестійкості повинні бути вогнетривкими з межею вогнетривкості 0,75 години.

Головний корпус холодильників від 701 т і більше відноситься за капітальністю до II класу (від 50 до 100 років).

2.3.1 Основні конструктивні матеріали

Під час будівництва залізобетонних конструкцій використовуємо бетон марки не нижче 200 і арматуру (СНиП 2.03.01-84) [4].

Несучі конструкції – збірний залізобетон. Стіни та перегородки самонесучі залізобетонні, утеплювач стін плитний ППУ, покриття балочне залізобетонне.

Колони будівлі холодильника приймаються залізобетонними, перетином 400х400 мм.

Приймаємо, що сама будівля підприємства — каркасного типу з самонесучими стінами і стовпчастим монолітним фундаментом (Рис. 2.3.1).

					00.БКР.142.004.012.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Махортов Д.А.			Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		Іващенко Н.В.						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Василенко С.М.						
						НУХТ, ТЕХТ		

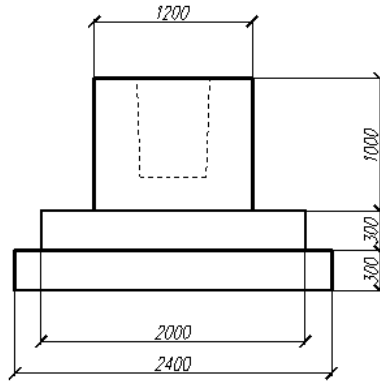


Рис. 2.3.1 Стовпчастий монолітний фундамент

Стикування колон зі стаканом фундаменту здійснюємо за допомогою з'єднання арматури колон з випусками із фундаменту, омонолічуванням (заливанням) у стакани бетону класу В20 або В25 на дрібному ґравії. Залізобетонна плита (підшва 2100x2100 мм) монолітного фундаменту спирається на бетонну підготовку товщиною 100 мм з бетону класу В7,5 [7].

Самонесучі стіни і перегородки опираються на фундаментні балки (рис. 2.3.2), а ті - на фундаменти під колони.

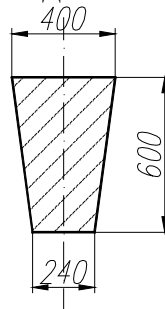


Рис. 2.3.2 Фундаментна балка

В колонах крайнього (пристінного) ряду по висоті на відстані 1200 мм один від одного передбачаємо анкери для закріплення зовнішніх стін до колон.

Плити покриття – залізобетонні ребристі плити 3x6 м (Рис 2.3.3).

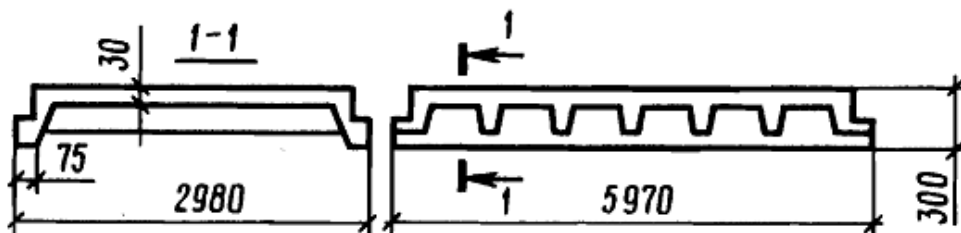


Рис. 2.3.3 залізобетонні багатопустотні плити покриття

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

Для покриття прогонів довжиною 6 м з плоскою покрівлею використовують балки із паралельними поясами (Рис. 2.3.4).

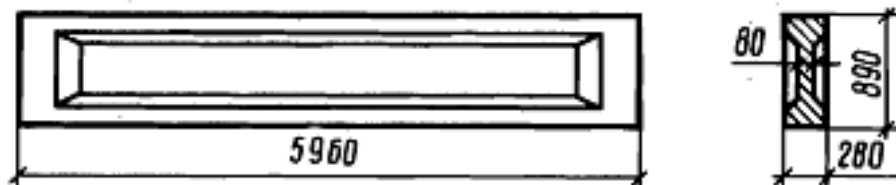


Рис. 2.3.4 Прямокутна залізобетонна балка

Балки кріпимо до колон анкерними болтами, випущеними з колон, які проходять через опорний лист, приварений до балки.

При площинній безрозпірній схемі роботи каркаса промислової будівлі несучі конструкції огорожувальної частини покриття виконуємо у вигляді великорозмірних залізобетонних ребристих плит 3х6 м (Рис. 2.3.3), які фіксуються за допомогою заливання цементно-піщаного розчину в порожнину між плитами.

При будівництві зовнішніх стін двоповерхового холодильника застосовуємо горизонтальні стінові панелі (Рис. 2.3.5) висотою 0,9...1,8 м, товщиною 0,2 м, довжиною 6 м відповідно.

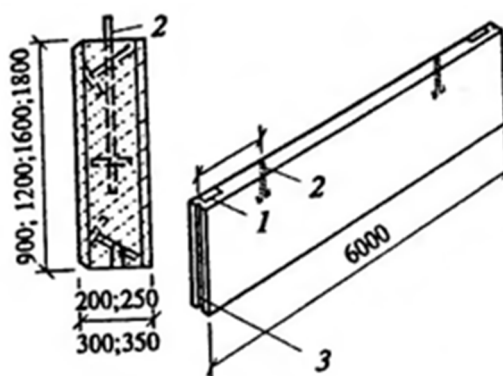


Рис. 3.5.1 Панель одношарова довжиною 6 м,

1 — закладні деталі; 2 — монтажні завіси; 3 — паз для шпонки із розчину

В будівлях каркасної конструктивної схеми системи нижню стінову панель проектуємо самонесучою і спираємо на фундаментну балку, а всі інші (за висотою) — навісними, які передають навантаження на колони, а ті в свою чергу на фундамент.

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

2.4 Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника

Будівельно-ізоляційні конструкції холодильних камер наведено в таблиці 2.4.1.

До будівельно-ізоляційних матеріалів холодильників є ряд вимог: низький коефіцієнт теплопередачі, стійкість до дії низьких температур і високої вологості, одночасно вони повинні бути міцними та довговічними, вогнетривкими і економічними. Також дані матеріали повинні мати малу питому вагу, простий і швидкий монтаж, та відповідати всім санітарно-гігієнічним вимогам.

Знаходимо термічний опір окремих шарів будівельної конструкції за формулою:

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

$$R_i = \frac{0,020}{0,98} = 0,020 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт.}$$

де δ_i - товщина будівельного шару, м;

λ_i - коефіцієнт теплопровідності будівельного шару, Вт/(м·К).

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

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{\delta_{i1}}{\lambda_{i1}} + \frac{\delta_{i2}}{\lambda_{i2}} + \dots + \frac{\delta_{in}}{\lambda_{in}}, \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт.}$$

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,020}{0,98} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,2}{1,86} = 0,141 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт.}$$

Знаходимо потрібну товщину ізоляційного шару:

$$\delta_{iz} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{K_0} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right], \text{ м.}$$

					00.БКР.142.004.012.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Махортов Д.А.			Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків	Лист	Лист	Листів
Перевір.		Іващенко Н.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						
						НУХТ, ТЕХТ		

$$\delta_{i3} = 0,021 \cdot \left[\frac{1}{0,21} - \left(\frac{1}{23} + 0,141 + \frac{1}{11} \right) \right] = 0,094 \text{ м}$$

де λ_{i3} - коефіцієнт теплопровідності ізоляції Вт/(м·К);

K_0 - оптимальний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К);

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

α_B - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої або більш холодної сторони огороження, Вт/(м²·К);

Приймаємо дійсне значення товщини теплоізоляції, округлюючи розрахункове значення в бік зростання. Робимо перерахунок коефіцієнта теплопередачі, і він уже буде дійсним:

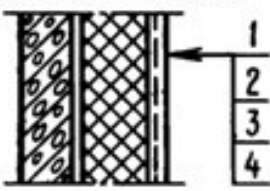
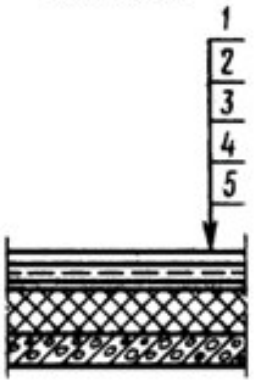
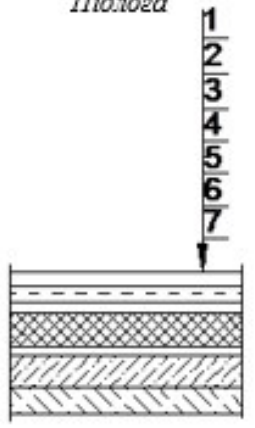
$$K_D = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_{i3D}}{\lambda_{i3}}}, \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}.$$

$$K_D = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,141 + \frac{1}{11} \right) + \frac{0,100}{0,021}} = 0,2 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}.$$

Всі розрахунки зводимо в таблицю 2.4.2.

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

Таблиця 2.4.1

Назва і конструкція огороження	№ шару	Назва і матеріал шару	δ , м	λ , Вт/(м·К)	R , Вт/(м·К)
Зовнішня/внутрішня стіна (перегородка) 	1	Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0,02	0,98	0,02
	2	Теплоізоляція ППУ	н. в.	0,021	н. в.
	3	Пароізоляція — 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,3	0,013
	4	Шар із бетону (зовнішня стіна)	0,2	1,86	0,108
					0,141
Покриття 	1	4 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,012	0,3	0,04
	2	Стяжка із бетону по металевій сітці	0,03	1,86	0,016
	3	Керамзитовий ґравій	0,1	0,2	0,5
	4	Плитна теплоізоляція ППУ	н. в.	0,021	н. в.
	5	Залізобетонна плита покриття	0,03	2,04	0,017
					0,573
Підлога 	1	Монолітне бетонне покриття із важкого бетону	0,04	1,86	0,022
	2	Бетонна стяжка	0,08	1,86	0,043
	3	Пароізоляція (1 шар пергаміну)	0,001	0,15	0,007
	4	Теплоізоляція ППУ	н. в.	0,021	н. в.
	5	Цементно-піщаний розчин	0,025	0,98	0,026
	6	Ущільнюючий пісок	1,35	0,58	2,328
	7	Бетонна підготовка	-	-	-
					2,426

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.БКР.142.004.012.ПЗ

Арк.

Таблиця 2.4.2.

Назва огороження	$t_b, ^\circ\text{C}$	$\alpha_n, \text{Вт/м}^2\cdot\text{К}$	$\alpha_b, \text{Вт/м}^2\cdot\text{К}$	$R_n, \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$	$R_b, \text{м}^2\cdot\text{К/Вт}$	$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ м ² ·К/Вт	$\delta_{із}^{ТР}$ мм	$\delta_{із}^Д$ мм	$k_o^{ТР}$ Вт/м ² ·К	$k0\delta,$ Вт/м ² ·К
Зовнішні стіни	-3	23	11	0,043	0,091	0,141	69,22	70	0,28	0,277
	-20	23	11	0,043	0,091	0,141	94,22	100	0,21	0,199
	-30	23	11	0,043	0,091	0,141	99,22	100	0,2	0,199
	-18	23	11	0,043	0,091	0,141	89,67	90	0,22	0,219
	0	23	9	0,043	0,111	0,141	63,79	70	0,3	0,276
	-1	23	9	0,043	0,111	0,141	66,21	70	0,29	0,276
Внутрішні стіни	-30	11	11	0,091	0,091	0,141	71,00	80	0,27	0,242
	-20	9	11	0,111	0,091	0,141	67,80	70	0,28	0,272
	-3	11	9	0,091	0,111	0,141	49,55	50	0,37	0,367
	-18	9	11	0,111	0,091	0,141	67,80	70	0,28	0,272
	0	9	9	0,111	0,111	0,141	38,02	40	0,46	0,441
	-1	9	9	0,111	0,111	0,141	41,21	50	0,43	0,364
Покриття	-30	23	11	0,043	0,091	0,573	108,67	110	0,17	0,168
	-20	23	11	0,043	0,091	0,573	90,14	100	0,2	0,183
	-3	23	11	0,043	0,091	0,573	62,92	70	0,27	0,247
	-18	23	11	0,043	0,091	0,573	85,14	90	0,21	0,200
	0	23	9	0,043	0,111	0,573	57,13	60	0,29	0,279
	-1	23	9	0,043	0,111	0,573	57,13	60	0,29	0,279
Підлога	-30	0	11	0	0,091	2,426	47,14	50	0,21	0,204
	-20	0	11	0	0,091	2,426	47,14	50	0,21	0,204
	-18	0	11	0	0,091	2,426	47,14	50	0,21	0,204
	-3	0	11	0	0,091	2,426	47,14	50	0,21	0,204
	-1	0	9	0	0,111	2,426	46,72	50	0,21	0,203
	0	0	9	0	0,111	2,426	46,72	50	0,21	0,203
Перегородки	-20/-30	11	11	0,091	0,091	0,141	39,89	40	0,45	0,449
	-3/-1	11	9	0,091	0,111	0,141	34,80	40	0,5	0,445
	-30/-30	11	11	0,091	0,091	0,141	29,43	30	0,58	0,571
	-18/-1	11	9	0,091	0,111	0,141	62,80	70	0,3	0,272
	-18/-20	11	11	0,091	0,91	0,141	38,87	40	0,46	0,449
	-18/-18	11	11	0,091	0,91	0,141	29,43	30	0,58	0,571
	-18/0	11	9	0,091	0,111	0,141	62,80	70	0,3	0,272
	-20/-20	11	11	0,91	0,91	0,141	29,43	30	0,58	0,571

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

2.5 Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень

2.5.1 Визначення теплонадходжень до охолоджуваних приміщень холодильника

Для підтримання заданої температури в охолоджуваному приміщенні необхідно, щоб всі теплонадходження відводились камерним обладнанням – повітроохолодниками.

При визначенні цього навантаження враховують наступні теплонадходження: крізь огорожувальні конструкції приміщення Q_1 ; від вантажів під час їхньої холодильної обробки Q_2 та від різних джерел під час експлуатації камер Q_4 .

Розрахунок проводжу для кожної камери окремо, що дозволяє визначити навантаження окремо по камерам.

Для прикладу повністю розраховую теплонадходження до камери №1 (камера заморозки м'яса).

Теплонадходження через огорожувальні конструкції Q_1 визначають як суму теплонадходжень (через стіни, перегородки, покриття та підлоги), викликаних наявністю різниці температур зовні огородження та всередині охолоджуваного приміщення Q_{1T} , а також теплонадходжень в результаті впливу сонячної радіації Q_{1c} через покриття:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1c}.$$

Теплонадходження через стіни, перегородки, покриття Q_{1T} (в кВт) розраховую за формулою:

$$Q_{1T} = k_d \cdot F \cdot (t_H - t_B) \cdot 10^{-3},$$

де k_d – дійсний коефіцієнт теплопередачі огородження, визначений під час розрахунку товщини ізоляційного шару, Вт/(м²К); F – розрахункова площа поверхні огородження, м²; t_H – розрахункова температура повітря зовні огородження,; t_B – розрахункова температура повітря всередині

					00.БКР.142.004.012.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Махортов Д.А.			Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків	Лист.	Лист	Листів
Перевір.		Іващенко Н.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						
						НУХТ, ТЕХТ		

оохолоджуваного приміщення, °С.

Теплонадходження через внутрішню стіну:

$$Q_{1T}^{6H} = k_D \cdot F \cdot (t_H - t_B) \cdot 10^{-3} = 0,24 \cdot 22,8 \cdot 42 \cdot 10^{-3} = 0,23 \text{ кВт}$$

Теплонадходження через двері:

$$Q_{1T}^{\partial g} = k_D \cdot F \cdot (t_H - t_B) \cdot 10^{-3} = 0,24 \cdot 6 \cdot 42 \cdot 10^{-3} = 0,06 \text{ кВт}$$

Теплонадходження через перегородки:

$$Q_{1T}^{nep} = k_D \cdot F \cdot (t_H - t_B) \cdot 10^{-3} = 0,57 \cdot 57,6 \cdot 0 \cdot 10^{-3} = 0 \text{ кВт}$$

Теплонадходження через покриття:

$$Q_{1T}^{нокp} = k_D \cdot F \cdot (t_H - t_B) \cdot 10^{-3} = 0,16 \cdot 72 \cdot 63 \cdot 10^{-3} = 0,726 \text{ кВт}$$

Теплонадходження через підлогу:

$$Q_{1T}^{ни\partial л} = k_D \cdot F \cdot (t_{\Gamma} - t_B) \cdot 10^{-3} = 0,2 \cdot 72 \cdot 31 \cdot 10^{-3} = 0,446 \text{ кВт}$$

Теплонадходження через внутрішню стіну суміжну з м'ясо жировим цехом:

$$Q_{1T}^{6H} = k_D \cdot F \cdot (t_H - t_B) \cdot 10^{-3} = 0,24 \cdot 57,6 \cdot 52 \cdot 10^{-3} = 0,719 \text{ кВт}$$

Теплонадходження через внутрішню стіну машинним відділенням::

$$Q_{1T}^{6H} = k_D \cdot F \cdot (t_H - t_B) \cdot 10^{-3} = 0,24 \cdot 28,8 \cdot 52 \cdot 10^{-3} = 0,359 \text{ кВт}$$

де k_{∂} – коефіцієнт теплопередачі конструкції підлоги Вт/(м²К); t_2 – середня температура поверхні пристрою для підігріву ґрунту (при електрообігріванні ґрунту приймаю $t_2 = 1$ °С).

Теплонадходження від сонячної радіації через покриття Q_{1c} (в кВт) визначаю за формулою:

$$Q_{1C} = k_D \cdot F \cdot \Delta t_c \cdot 10^{-3} = 0,16 \cdot 72 \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 0,172 \text{ кВт}$$

де k_{∂} – дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/(м²К); F – площа поверхні покриття, м²; Δt_c – надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літній період, °С (приймаю, що дах плоский без окраски, тому $\Delta t_c = 14,9$ °С).

Отже, загальні теплонадходження до камери №1 через огорожувальні конструкції складають:

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

$$Q_{1T} = Q_{1T}^{вн} + Q_{1T}^{пер} + Q_{1T}^{покр} + Q_{1T}^{нідл} + Q_{1T}^{дв} + Q_{1T}^{вн MB} + Q_{1T}^{вн МЖЦ} + Q_{1C} = 0,23 + 0,06 + 0,726 + 0,446 + 0,719 + 0,359 + 0,172 = 2,712 \text{ кВт}$$

Теплонадходження від вантажів під час холодильної обробки

Теплонадходження від м'яса під час заморозки з умовою того, що продукт потрапляє до камери на з температурою 39 °С, визначаю за формулою:

$$Q_{2Пр} = \frac{1,3 \cdot M_{Пр} \cdot (i_{П} - i_{К}) \cdot 10^3}{24 \cdot 3600} = \frac{1,3 \cdot 12,5 \cdot (330 - 34,8) \cdot 10^3}{18 \cdot 3600} = 74,028 \text{ кВт}$$

де $M_{Пр}$ – добове надходження продукту в камеру, т/добу; i_n – ентальпія продукту до обробки, кДж/кг; i_k – ентальпія продукту після обробки, кДж/кг.

Експлуатаційні теплонадходження

Теплонадходження від освітлення q_1 (в кВт) розраховую за рівнянням:

$$q_1 = A \cdot F \cdot 10^{-3} = 4,7 \cdot 72 \cdot 10^{-3} = 0,338 \text{ кВт}$$

де A – теплота, що виділяється джерелами освітлення в одиницю часу на 1 м² площі підлоги, Вт/м² (для камер заморожування $A = 4,7$ Вт/м²); F – площа камери, м².

Теплонадходження від знаходження людей в камері q_2 (в кВт):

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

де 0,35 – тепловиділення однієї людини при важкій фізичній праці, кВт; n – кількість людей, що працюють в даній камері (так як площа камери є меншою ніж 200 м², то приймаю, що кількість людей в камері буде $n = 2$).

Теплонадходження від працюючих електродвигунів q_3 (в кВт) визначаю за формулою:

$$q_3 = N_{ел} = 5 \text{ кВт},$$

де $N_{ел}$ – сумарна потужність електродвигунів, кВт.

Теплонадходження під час відкривання дверей q_4 (в кВт) розраховую за формулою:

$$q_4 = K \cdot F \cdot 10^{-3} = 1,08 \text{ кВт}$$

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

де K – питоме надходження теплоти від відкриття дверей, Вт/м²; F – площа камери, м².

Експлуатаційні теплонадходження визначаються як сума теплонадходжень окремих видів:

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0,338 + 0,7 + 5 + 1,08 = 7,118 \text{ кВт.}$$

Всі розрахунки теплонадходжень до інших камер зводжу до таблиць 2.5.1.1, 2.5.1.2, 2.5.1.3 та 2.5.1.4.

Таблиця 2.5.1.1.

Назва камери	Назва огороженя	K_d , Вт/м ² К	F , м ²	t_z , °С	Θ , °С	Δt_c , °С	$Q_{1г}$, кВт	$Q_{1с}$, кВт	$Q_{1об}$, кВт
№1 Камера заморозки яловичини	вн ст кор	0,24	22,8	12	42	0,230	0	0,000	0,230
	двері	0,24	6	12	42	0,060	0	0,000	0,060
	покриття	0,16	72	33	63	0,726	14,9	0,172	0,897
	підлога	0,2	72	1	31	0,446	0	0,000	0,446
	перегородка -30/-30	0,57	57,6	-30	0	0,000	0	0,000	0,000
	внутр ст МЖЦ	0,24	57,6	22	52	0,719	0	0,000	0,719
	внутр ст МВ	0,24	28,8	22	52	0,359	0	0,000	0,359
$Q_1 = 2,712 \text{ кВт}$									
Назва камери	Назва огороженя	K_d , Вт/м ² К	F , м ²	t_z , °С	Θ , °С	Δt_c , °С	$Q_{1г}$, кВт	$Q_{1с}$, кВт	$Q_{1об}$, кВт
№2 Камера заморозки яловичини	вн ст кор	0,24	22,8	12	42	0,230	0	0,000	0,230
	двері	0,24	6	12	42	0,060	0	0,000	0,060
	покриття	0,16	72	33	63	0,726	14,9	0,172	0,897
	підлога	0,2	72	1	31	0,446	0	0,000	0,446
	перегородка -30/-30	0,57	57,6	-30	0	0,000	0	0,000	0,000
	перегородка -30/-30	0,57	57,6	-30	0	0,000	0	0,000	0,000
	внутр ст МВ	0,24	28,8	22	50	0,346	0	0,000	0,346
$Q_1 = 1,98 \text{ кВт}$									
Назва камери	Назва огороженя	K_d , Вт/м ² К	F , м ²	t_z , °С	Θ , °С	Δt_c , °С	$Q_{1г}$, кВт	$Q_{1с}$, кВт	$Q_{1об}$, кВт
№3 Камера заморозки субпродуктів	вн ст кор	0,24	22,8	12	42	0,230	0	0,000	0,230
	двері	0,24	6	12	42	0,060	0	0,000	0,060
	покриття	0,16	72	33	63	0,726	14,9	0,172	0,897
	підлога	0,2	72	1	31	0,446	0	0,000	0,446
	перегородка -30/-30	0,57	57,6	-30	0	0,000	0	0,000	0,000
	перегородка -30/-20	0,44	57,6	-20	10	0,253	0	0,000	0,253
	внутр ст МВ	0,24	28,8	22	52	0,359	0	0,000	0,359
$Q_1 = 2,247 \text{ кВт}$									

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

Назва камери	Назва огорождення	К _д , Вт/м ² К	F, м ²	t _з , °С	Θ, °С	Δt _с , °С	Q _{1г} , кВт	Q _{1с} , кВт	Q _{1об} , кВт
№4 Камера зберігання замороженої свинини	вн ст кор	0,27	22,8	12	35	0,215	0	0,000	0,215
	двері	0,27	6	12	35	0,057	0	0,000	0,057
	покриття	0,18	72	33	53	0,687	14,9	0,193	0,880
	підлога	0,24	72	1	21	0,363	0	0,000	0,363
	перегородка -20/-30	0,44	57,6	-30	-10	-0,253	0	0,000	-0,253
	перегородка -20/-20	0,57	57,6	-20	0	0,000	0	0,000	0,000
	внут ст МВ	0,27	28,8	22	42	0,327	0	0,000	0,327

Q₁ = 1,588 кВт

Назва камери	Назва огорождення	К _д , Вт/м ² К	F, м ²	t _з , °С	Θ, °С	Δt _с , °С	Q _{1г} , кВт	Q _{1с} , кВт	Q _{1об} , кВт
№5 Камера зберігання замороженої свинини	вн ст кор	0,27	80,4	12	35	0,760	0	0,000	0,760
	двері	0,27	6	12	35	0,057	0	0,000	0,057
	покриття	0,18	216	33	53	2,061	14,9	0,579	2,640
	підлога	0,24	216	1	21	1,089	0	0,000	1,089
	перегородка -20/-20	0,44	57,6	-20	0	0,000	0	0,000	0,000
	зовн ст	0,57	57,6	33	53	1,740	0	0,000	1,740
	внут ст СП	0,27	86,4	22	42	0,980	0	0,000	0,980

Q₁ = 7,265 кВт

Назва камери	Назва огорождення	К _д , Вт/м ² К	F, м ²	t _з , °С	Θ, °С	Δt _с , °С	Q _{1г} , кВт	Q _{1с} , кВт	Q _{1об} , кВт
№6 Камера охолодження свинини	вн ст кор	0,36	22,8	12	23,1	0,190	0	0,000	0,190
	двері	0,36	6	12	23,1	0,050	0	0,000	0,050
	покриття	0,24	72	33	36	0,622	14,9	0,257	0,880
	підлога	0,2	72	1	4	0,058	0	0,000	0,058
	перегородка -3/-1	0,44	57,6	-1	2	0,051	0	0,000	0,051
	внут ст МЖЦ	0,36	57,6	22	25	0,518	0	0,000	0,518
	зовн ст	0,27	28,8	33	36	0,280	5,9	0,046	0,326

Q₁ = 2,072 кВт

Назва камери	Назва огорождення	К _д , Вт/м ² К	F, м ²	t _з , °С	Θ, °С	Δt _с , °С	Q _{1г} , кВт	Q _{1с} , кВт	Q _{1об} , кВт
№7 Камера зберігання охолодженої свинини	вн ст кор	0,36	22,8	12	21,7	0,178	0	0,000	0,178
	двері	0,36	6	12	21,7	0,047	0	0,000	0,047
	покриття	0,27	72	33	34	0,661	14,9	0,290	0,951
	підлога	0,2	72	1	2	0,029	0	0,000	0,029
	перегородка -3/-1	0,44	57,6	-3	-2	-0,051	0	0,000	-0,051
	перегородка -18/-1	0,27	57,6	-18	-17	-0,264	0	0,000	-0,264
	зовн ст	0,27	28,8	33	34	0,264	5,9	0,046	0,310

Q₁ = 1,2 кВт

Назва камери	Назва огорождення	К _д , Вт/м ² К	F, м ²	t _з , °С	Θ, °С	Δt _с , °С	Q _{1г} , кВт	Q _{1с} , кВт	Q _{1об} , кВт
--------------	-------------------	--------------------------------------	-------------------	---------------------	-------	----------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------

Арк.

00.БКР.142.004.012.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

№8 Камера зберігання заморожених субпродуктів	вн ст кор	0,27	22,8	12	33,6	0,207	0	0,000	0,207
	двері	0,27	6	12	33,6	0,054	0	0,000	0,054
	покриття	0,2	72	33	51	0,734	14,9	0,215	0,949
	підлога	0,2	72	1	19	0,274	0	0,000	0,274
	перегородка -18/-1	0,27	57,6	-1	17	0,264	0	0,000	0,264
	перегородка -18/-18	0,57	57,6	-18	0	0,000	0	0,000	0,000
	зовн ст	0,27	28,8	33	51	0,397	5,9	0,046	0,442

$Q_1 = 2,191$ кВт

Назва камери	Назва огорождення	К _д , Вт/м ² К	F, м ²	t _з , °С	Θ, °С	Δt _с , °С	Q _{1г} , кВт	Q _{1с} , кВт	Q _{1об} , кВт
№9 Камера зберігання заморожених субпродуктів	вн ст кор	0,27	22,8	12	33,6	0,207	0	0,000	0,207
	двері	0,27	6	12	33,6	0,054	0	0,000	0,054
	покриття	0,2	72	33	51	0,734	14,9	0,215	0,949
	підлога	0,2	72	1	19	0,274	0	0,000	0,274
	перегородка -18/-20	0,44	57,6	-20	-2	-0,051	0	0,000	-0,051
	перегородка -18/-18	0,57	57,6	-18	0	0,000	0	0,000	0,000
	зовн ст	0,21	28,8	33	51	0,308	5,9	0,036	0,344

$Q_1 = 1,777$ кВт

Назва камери	Назва огорождення	К _д , Вт/м ² К	F, м ²	t _з , °С	Θ, °С	Δt _с , °С	Q _{1г} , кВт	Q _{1с} , кВт	Q _{1об} , кВт
№10 Камера зберігання замороженої свинини	вн ст кор	0,27	51,6	12	35	0,488	0	0,000	0,488
	двері	0,27	6	12	35	0,057	0	0,000	0,057
	покриття	0,18	144	33	53	1,374	14,9	0,386	1,760
	підлога	0,2	144	1	21	0,605	0	0,000	0,605
	перегородка -18/-20	0,44	57,6	-18	2	0,051	0	0,000	0,051
	перегородка -18/0	0,27	57,6	0	20	0,311	0	0,000	0,311
	зовн ст	0,19	57,6	33	53	0,580	5,9	0,065	0,645

$Q_1 = 3,915$ кВт

Назва камери	Назва огорождення	К _д , Вт/м ² К	F, м ²	t _з , °С	Θ, °С	Δt _с , °С	Q _{1г} , кВт	Q _{1с} , кВт	Q _{1об} , кВт
№11 Експедиція	вн ст кор	0,44	22,8	12	21	0,211	0	0,000	0,211
	двері	0,44	6	12	21	0,055	0	0,000	0,055
	покриття	0,27	72	33	33	0,642	14,9	0,290	0,931
	підлога	0,2	72	1	1	0,014	0	0,000	0,014
	перегородка 0/-20	0,44	57,6	-20	-20	-0,507	0	0,000	-0,507
	зовн ст пл	0,27	57,6	33	33	0,513	11,7	0,182	0,695
	зовн ст	0,27	28,8	33	33	0,257	5,9	0,046	0,302

$Q_1 = 1,702$ кВт

					<i>00.БКР.142.004.012.ПЗ</i>					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Теплонадходження від термічної обробки продуктів

Таблиця 2.5.1.2.

Назва камери	$t_{\text{кам}}$	Мд	Мдт	$t_{\text{п}}$	$t_{\text{к}}$	$i_{\text{п}}$	$i_{\text{к}}$	Ст	τ	Q_{2n}	$Q_{2\text{тара}}$	$Q_{2\text{сума}}$
1 Камера заморозки свинини	-30	0	12,5	39	-8	330	34,8	0,5	18	74,028	0,000	74,028
2 Камера заморозки свинини	-30	0	12,5	39	-8	330	34,8	0,5	18	74,028	0,000	74,028
3 Камера заморозки субпродуктів	-30	1	10	39	-8	399	43,1	2,3	16	80,325	1,627	81,951
4 Камера зберігання замор свинини	-20	0,51	5,1	-8	-20	34,8	0	0,5	24	2,054	0,035	2,090
5 Камера зберігання замор свинини	-20	1,63	16,3	-8	-20	34,8	0	0,5	24	6,565	0,113	6,678
6 Камера охолодження свинини	-3	0	5	39	4	359	224	0,5	20	12,188	0,000	12,188
7 Камера зберігання охол свинини	-1	0	15	4	-1	224	170	0,5	24	9,375	0,000	9,375
8 Камера зберігання замор субпрод	-18	0,51	5,1	-8	-18	43,1	5	2,3	24	2,249	0,136	2,385
9 Камера зберігання замор субпрод	-18	0,51	5,1	-8	-18	43,1	5	2,3	24	2,249	0,136	2,385
10 Камера зберігання замор свинини	-20	1,088	10,88	-8	-20	34,8	0	0,5	24	4,382	0,076	4,458
11 Експедиція	0	4	40	-1	0	170	212	0,5	24	0,000	0,000	0,000

Теплопритік при експлуатації камер холодильника

Таблиця 2.5.1.3.

	$F\delta$	A	$q1$	n	$q2$	$N_{\text{ел}}$	$q3$	K	$q4$	$Q4$
1 Камера заморозки свинини	72	4,7	0,338	2	0,7	5	5	15	1,08	7,118
2 Камера заморозки свинини	72	4,7	0,338	2	0,7	5	5	15	1,08	7,118
3 Камера заморозки субпродуктів	72	4,7	0,338	2	0,7	5	5	15	1,08	7,118
4 Камера зберігання замор свинини	72	2,3	0,166	2	0,7	4	4	12	0,864	5,730
5 Камера зберігання замор свинини	216	2,3	0,497	3	1,05	4	4	8	1,728	7,275
6 Камера охолодження свинини	72	4,7	0,338	2	0,7	6	6	12	0,864	7,902
7 Камера зберігання охол свинини	72	2,3	0,166	2	0,7	4	4	15	1,08	5,946
8 Камера зберігання замор субпрод	72	2,3	0,166	2	0,7	4	4	12	0,864	5,730
9 Камера зберігання замор субпрод	72	2,3	0,166	2	0,7	4	4	12	0,864	5,730
10 Камера зберігання замор свинини	144	2,3	0,331	2	0,7	4	4	12	1,728	6,759
11 Експедиція	72	4,7	0,338	2	0,7	5	5	38	2,736	8,774

Загальні теплонадходження до камер холодильника

Таблиця 2.5.1.4.

Назва камери	F	$t_{\text{в}}$	$t_{\text{о}}$	$Q_{1\text{об}}$	$Q_{2\text{об}}$	$Q_{4\text{об}}$	$\Sigma Q_{\text{об}}$	q_f
6 Камера охолодження свинини	72	-3	-10	2,072	12,188	7,902	22,162	0,31
7 Камера зберігання охол свинини	72	-1	-10	1,2	9,375	5,946	16,521	0,23
11 Експедиція	72	0	-10	1,702	0	9,774	11,476	0,16
				4,974	21,563	23,622		
4 Камера зберігання замор свинини	72	-20	-26	1,666	2,09	5,73	9,486	0,13
5 Камера зберігання замор свинини	216	-20	-26	7,265	6,678	7,275	21,218	0,10
8 Камера зберігання замор субпрод	72	-18	-26	2,191	2,385	5,73	10,306	0,14
9 Камера зберігання замор субпрод	72	-18	-26	1,777	2,385	5,73	9,892	0,14
10 Камера зберігання замор свинини	144	-20	-26	3,195	4,458	6,759	14,412	0,10
				16,094	17,996	31,224		
1 Камера заморозки свинини	72	-30	-40	2,712	74,028	7,118	83,858	1,16
2 Камера заморозки свинини	72	-30	-40	1,98	74,028	7,118	83,126	1,15
3 Камера заморозки субпродуктів	72	-30	-40	2,247	74,028	7,118	83,393	1,16
				6,939	222,084	21,354		

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

2.6. Визначення навантаження на обладнання камер і компресор

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

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

Навантаження на компресор від теплонадходжень через огороження приймають:

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

Навантаження на компресор від термічної обробки продуктів приймають:

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

$$Q_{2\text{км}} = 0,5 \cdot Q_2 - \text{для камер зберігання охолоджених вантажів, Вт;}$$

$$Q_{2\text{км}} = 0,6 \cdot Q_2 - \text{для камер зберігання заморожених вантажів, Вт.}$$

Навантаження на компресор від експлуатаційних теплопритоків приймають:

$$Q_{4\text{км}} = 0,5 \cdot Q_4 - \text{для всіх камер, Вт.}$$

Розраховані навантаження на обладнання та навантаження на компресор заносимо в таблицю і сумуємо його.

					<i>00.БКР.142.004.012.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Махортов Д.А.</i>			<i>Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Іващенко Н.В.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						
						<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		

Розраховуємо теоретичну холодопродуктивність компресорів:

$\sum Q_{\text{км}-10} = 27,07$ кВт – сумарне навантаження на компресор камер охолодження і зберігання охолоджених продуктів (безпосереднє охолодження, $t_0 = -10$ °С).

$\sum Q_{\text{км}-26} = 40,89$ кВт – сумарне навантаження на компресор камер зберігання заморожених продуктів (безпосереднє охолодження, $t_0 = -26$ °С).

$\sum Q_{\text{км}-40} = 239$ кВт – сумарне навантаження на компресор камер заморожування продуктів (безпосереднє охолодження, $t_0 = -40$ °С).

$k_{-10} = 1,055$ - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах та апаратах холодильної установки (безпосереднє охолодження $t_0 = -10$ °С).

$k_{-26} = 1,058$ - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах та апаратах холодильної установки (безпосереднє охолодження $t_0 = -26$ °С).

$k_{-40} = 1,1$ - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах та апаратах холодильної установки (безпосереднє охолодження $t_0 = -40$ °С).

$b = 0,9$ - коефіцієнт робочого часу для аміачних установок;

$$Q_{\text{от}} = \frac{k \cdot \sum Q_{\text{км}}}{b}, \text{ кВт.}$$

$$Q_{\text{от}-10} = \frac{1,055 \cdot 27,09}{0,9} = 31,732 \text{ кВт.}$$

$$Q_{\text{от}-26} = \frac{1,058 \cdot 40,89}{0,9} = 48,068 \text{ кВт.}$$

$$Q_{\text{от}-40} = \frac{1,1 \cdot 239}{0,9} = 292,1 \text{ кВт.}$$

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

2.7 Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної машини. Вибір компресорів

Складаємо структурні схеми холодильних установок. Приймаємо, що на камери заморозки і зберігання заморожених свинини і субпродуктів працюють дві двохступеневі холодильні машини (на кожну температуру кипіння) з проміжним відбиранням пари та одним компресором (Рис. 2.7.1). А на охолодження і зберігання охолодженої свинини — холодильна машина з РТО (Рис. 2.7.5). Також передбачаємо насосно-циркуляційну систему подачі холодоагенту в камери. Конденсатори з повітряним охолодженням.

Температура конденсації для фреонових установок з повітряним охолодженням конденсатора на 10...12 °С вище розрахункової температури зовнішнього повітря [4]:

$$t_k = t_3 + (10 \dots 12)$$

$$t_k = 33 + 10 = 43 \text{ }^\circ\text{C}$$

Підігрів повітря в повітряному конденсаторі $\Delta t_{нов} = 5 \dots 6 \text{ }^\circ\text{C}$.

Камери заморозки свинини і субпродуктів

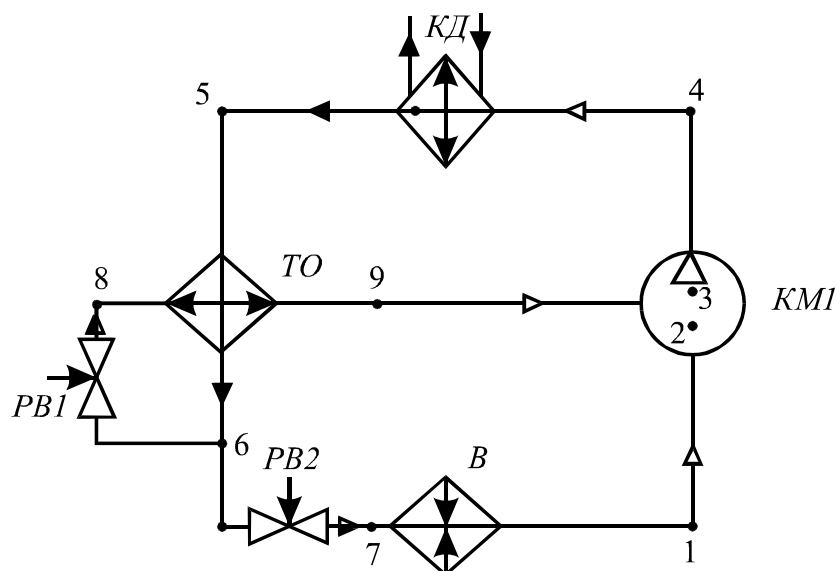


Рис. 2.7.1 Схема двоступеневої холодильної машини за циклом Ворхіса

					00.БКР.142.004.012.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Махортов Д.А.			Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків		
Перевір.		Іващенко Н.В.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Василенко С.М.					
					Лист	Лист	Листів
					НУХТ, ТЕХТ		

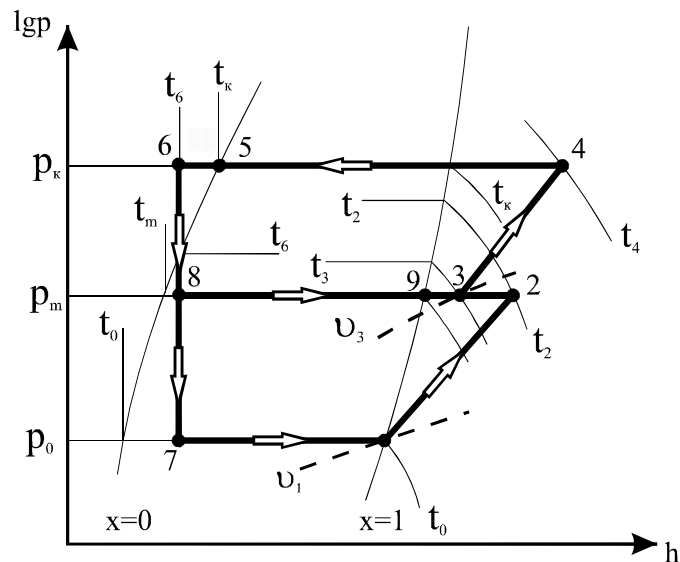


Рис. 2.7.2 Цикл двоступеневої холодильної машини з одним компресором

Будуємо цикл в i - lgp діаграмі для R507. Під час побудови приймають, що: точки 1 та 9 знаходяться на правій граничній кривій; точка 5 знаходиться на лівій граничній кривій; температура речовини після TO визначається проміжним тиском [6]:

$$t_6 = t_m + (3 \dots 5)^\circ\text{C}$$

$$t_6 = -6 + 3 = -3^\circ\text{C}$$

Масова витрата холодоагенту, який необхідно відводити від циркуляційного ресивера

$$q_{m1} = \frac{Q_{0m}}{\Delta i} = \frac{292,1}{150} = 1,947 \text{ кг/с}$$

Масову витрату холодильного агента через конденсатор визначають склавши тепловий баланс системи у яку входять теплообмінник та РВ1 [6]:

$$q_{m2} i_5 = q_{m1} i_6 + (q_{m2} - q_{m1}) i_9$$

$$q_{m2} = \frac{q_{m1} (i_9 - i_6)}{(i_9 - i_5)} = \frac{1,947(360 - 196)}{(360 - 255)} = 3,04 \text{ кг/с}$$

Стан робочої речовини у точці 3 знаходять склавши тепловий баланс змішування:

$$q_{m1} i_2 + (q_{m2} - q_{m1}) i_9 = q_{m2} i_3$$

$$i_3 = \frac{i_9 + q_{m1}}{q_{m2} + (i_2 - i_9)} = \frac{360 + 2,11}{3,3 + (373 - 360)} = 370 \text{ кДж/кг}$$

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

а положення точки 3 знаходять на перетині ізоентальпи h_3 з ізобарою p_m .

Значення параметрів холодоагенту в основних точках циклу заносимо до табл.2.7.1.

Таблиця 2.7.1

Номер точки	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{МПа}$	$v, \text{м}^3/\text{кг}$	$i, \text{кДж/кг}$
1	-20	0,14	0,13	346
2	9	0,52	—	373
3	6	0,52	0,04	370
4	63	1,98	—	400
5	42	1,98	—	255
6	-3	1,98	—	196
7	-40	0,14	—	196
8	-6	0,52	—	196
9	-6	0,52	—	360

Для визначення необхідної об'ємної продуктивності гвинтового компресора знайдемо коефіцієнт подачі [4]:

$$\frac{P_{\text{пр}}}{P_0} = \frac{0,52}{0,14} = 3,7 \text{ звідки } \lambda_1=0,85$$

$$\frac{P_{\text{к}}}{P_0} = \frac{1,98}{0,52} = 3,8 \text{ звідки } \lambda_2=0,85$$

Необхідна продуктивність компресора:

$$\sum V_T = \frac{q_{m1}v_1}{\lambda_1} + \frac{q_{m2}v_3}{\lambda_2}$$

$$\sum V_{T(-40)} = \frac{1,947 \cdot 0,13}{0,85} + \frac{3,04 \cdot 0,04}{0,85} = 0,44 \text{ м}^3/\text{с} = 1584 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для роботи на дану температуру кипіння приймаємо 3 гвинтових компресори фірми Bitzer HSN8591-160 з сумарною об'ємною подачею $V_{\text{км}(-40)}=1605 \text{ м}^3/\text{год}$.

Дійсна масова витрата:

$$\sum M_{\text{км}} = \lambda \sum \frac{V_{\text{км}}}{v}$$

$$\sum M_{\text{км}(-40)} = 0,85 \cdot \frac{1605}{0,13 \cdot 3600} = 2,9 \text{ кг/с}$$

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

Сумарна теоретична потужність:

$$\sum N_T = \sum M_{км} \Delta i$$
$$\sum N_{T(-40)} = 2,9 \cdot (400 - 346) = 156,6 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність компресорів ($\eta_i=0,75$):

$$N_i = \frac{N_T}{\eta_i}$$
$$\sum N_{i(-40)} = \frac{156,6}{0,85} = 184,2 \text{ кВт}$$

Електрична потужність ($\eta_{мех}=\eta_{ел}=0,9$):

$$N_e = \frac{N_T}{\eta_i \eta_{мех} \eta_{ел}}$$
$$\sum N_{e(-40)} = \frac{156,6}{(0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,9)} = 227,4 \text{ кВт}$$

Теплове навантаження на конденсатор в теоретичному циклі:

$$Q_k = \sum M_{кмII} \Delta i = \frac{1605 \cdot (400 - 255)}{3600} = 64,6 \text{ кВт}$$

Дійсне теплове навантаження на конденсатор:

$$Q_{к.д} = Q_{0T(-40)} + N_{i(-40)}$$

Дійсну холодопродуктивність компресорів знайдемо із відношення:

$$Q_0 = \frac{Q_{0T} V_{км}}{V_T}$$

Оскільки компресори підібрані з деяким запасом по продуктивності,
 $V_{км} \geq V_T$.

$$Q_{к.д} = \frac{292,1 \cdot 1605}{3600 \cdot 0,44} + 184,2 = 314 \text{ кВт}$$

Середній коефіцієнт робочого часу компресорів:

$$b = \frac{\sum V_T}{\sum V_{км}}$$
$$b = \frac{0,44}{1605/3600} = 0,9$$

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

Таблиця 2.7.2

Марка компресора	Bitzer HSN8591-160	
Продуктивність,	$m^3/год$	535
Частота обертання	$об/с$	49
Габаритні розміри:		
Довжина		1262
Ширина	$мм$	585
висота		647
Вага	$кг$	680
Холодопродуктивність	$кВт$	68,1
Продуктивність випарника	$кВт$	68,1
Споживана потужність	$кВт$	96,1
Струм (400 В)	A	160,3
Продуктивність конденсації	$кВт$	131,5
Напруга живлення	V	380-415
COP/КПД		0,71
Масова витрата LP	$кг/год$	2971
Масова витрата HP	$кг/год$	2971
Об'ємна витрата мастила	$л/год$	2,85

Камери зберігання замороженої свинини і субпродуктів

Температура речовини після T_0 визначається проміжним тиском:

$$t_6 = 4 + 3 = 7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Масова витрата холодоагенту:

$$q_{m1} = \frac{48,068}{144} = 0,33 \text{ кг/с}$$

Масову витрату холодильного агента через конденсатор:

$$q_{m2} = \frac{0,33 \cdot (364 - 208)}{364 - 255} = 0,47 \text{ кг/с}$$

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

Стан робочої речовини у точці 3 знаходимо з теплового балансу змішування:

$$i_3 = 364 + \frac{0,33}{0,47} + (372 - 364) = 370 \text{ кДж/кг}$$

Значення параметрів холодоагенту заносимо до табл.2.7.3.

Таблиця 2.7.3

Номер точки	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{МПа}$	$v, \text{м}^3/\text{кг}$	$i, \text{кДж/кг}$
1	-5	0,25	0,075	352
2	13	0,7	—	372
3	10	0,7	0,028	370
4	54	1,98	—	390
5	42	1,98	—	255
6	7	1,98	—	208
7	-26	0,25	—	208
8	4	0,7	—	208
9	4	0,7	—	364

Коефіцієнт подачі:

$$\frac{P_{\text{пр}}}{P_0} = \frac{0,7}{0,25} = 2,8$$

$$\lambda_1 = 0,86$$

$$\frac{P_{\text{к}}}{P_0} = \frac{1,98}{0,25} = 7,92$$

$$\lambda_2 = 0,85$$

Продуктивність компресора:

$$\sum V_{T(-26)_{\text{СНТ}}} = 0,33 \cdot \frac{0,075}{0,86} = 0,029 \text{ м}^3/\text{с} = 104,4 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\sum V_{T(-26)_{\text{СВТ}}} = 0,47 \cdot \frac{0,028}{0,85} = 0,015 \text{ м}^3/\text{с} = 54 \text{ м}^3/\text{год}$$

Приймаємо два поршневі компресори фірми Bitzer S6j-16.2Y з сумарною об'ємною подачею $V_{\text{км}(-26)_{\text{СНТ}}} = 127 \text{ м}^3/\text{год}$; $V_{\text{км}(-26)_{\text{СВТ}}} = 63,6 \text{ м}^3/\text{год}$.

Дійсна масова витрата:

$$\sum M_{\text{км}(-26)_{\text{СНТ}}} = \frac{0,86 \cdot 127}{0,075 \cdot 3600} = 0,4 \text{ кг/с}$$

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

$$\sum M_{км(-26)CBT} = \frac{0,85 \cdot 63,8}{0,028 \cdot 3600} = 0,53 \text{ кг/с}$$

Сумарна теоретична потужність:

$$\sum N_{T(-26)CHT} = 0,4 \cdot (390 - 352) = 15,2 \text{ кВт}$$

$$\sum N_{T(-26)CBT} = 0,53 \cdot (390 - 352) = 20,14 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність компресора:

$$\sum N_{i(-26)CHT} = \frac{15,2}{0,85} = 17,88 \text{ кВт}$$

$$\sum N_{i(-26)CBT} = \frac{20,14}{0,86} = 23,4 \text{ кВт}$$

Електрична потужність:

$$\sum N_{e(-26)CHT} = \frac{16,7}{0,86 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 23,9 \text{ кВт}$$

$$\sum N_{e(-26)CBT} = \frac{20,14}{0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 29,2 \text{ кВт}$$

Знаходимо загальну електричну потужність:

$$\sum N_{e(-26)} = \sum N_{e(-26)CHT} + \sum N_{e(-26)CBT} = 53,1 \text{ кВт}$$

Теплове навантаження на конденсатор в теоретичному циклі:

$$Q_k = \frac{127 \cdot (390 - 255)}{3600} = 4,2 \text{ кВт}$$

Дійсне теплове навантаження на конденсатор:

$$Q_{к.д} = \frac{48,068 \cdot 127}{3600 \cdot 0,029} + 22,67 = 78,3 \text{ кВт}$$

Середній коефіцієнт робочого часу компресора:

$$b = \frac{0,029}{112,5/3600} = 0,86$$

Таблиця 2.7.4

Марка компресора	Bitzer S6j-16.2Y		
Продуктивність,	$m^3/год$	НД	ВД
		63,5	31,8
Частота обертання	$об/с$	25	

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

Габаритні розміри:		
Довжина		746
Ширина	мм	545
висота		523
Вага	кг	209
Холодопродуктивність	кВт	26,4
Продуктивність випарника	кВт	26,4
Споживана потужність	кВт	16,37
Струм (400 В)	А	26,6
Продуктивність конденсації	кВт	42,8
Напруга живлення	В	380-420
СОР/КПД		1,62
Масова витрата LP	кг/год	593
Масова витрата HP	кг/год	808

Камери охолодження і зберігання охолодженої свинини

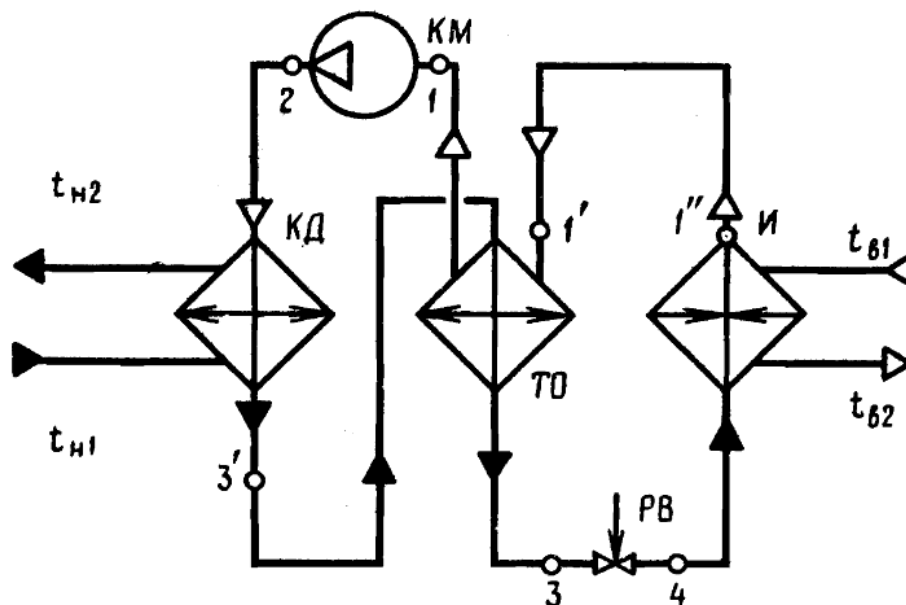


Рис. 2.7.5 Розрахункова схема фреонової холодильної машина з регенеративним теплообмінником

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.БКР.142.004.012.ПЗ

Арк.

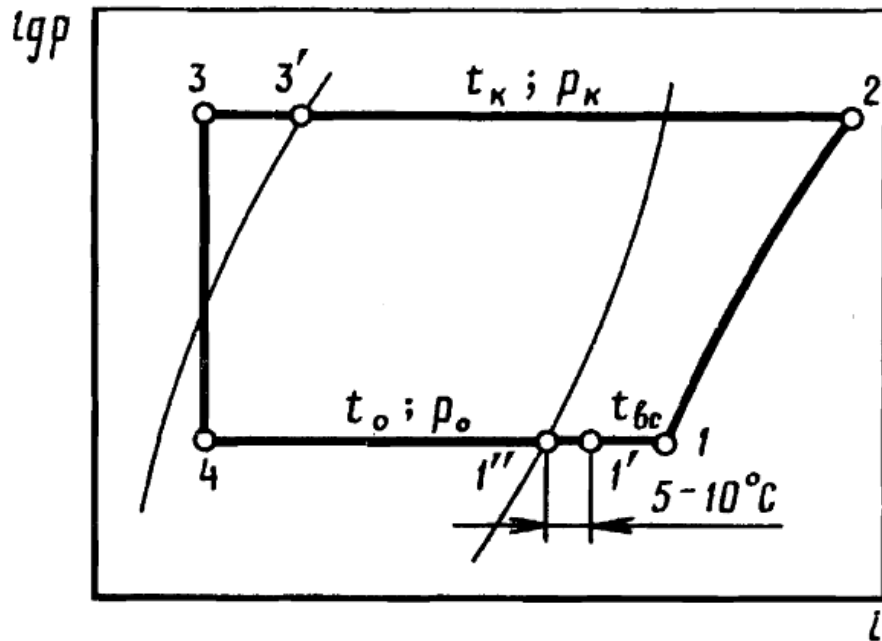


Рис. 2.7.6 Цикл холодильної машини з РТО

Перегрів пари у випарнику і трубопроводі приймаємо рівним 5 °С, а в теплообміннику — до 20 °С.

Значення ентальпії в точці 3 знаходимо із теплового балансу ТО:

$$i_3 = i_{3'} - (i_1 - i_{1'}) = 255 - (374 - 363) = 244 \text{ кДж/кг} \quad (2.7.15)$$

Таблиця 2.7.5

Номер точки	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{МПа}$	$v, \text{м}^3/\text{кг}$	$i, \text{кДж/кг}$
1''	-10	0,45	—	359
1'	-5	0,45	—	363
1	10	0,45	0,047	374
2	71	1,98	—	408
3'	43	1,98	—	255
3	35	1,98	—	244
4	-2	0,45	—	244

Масова витрата холодоагенту

$$q_{m1} = \frac{31,732}{115} = 0,27 \text{ кг/с}$$

Коефіцієнт подачі [4]:

$$\frac{P_k}{P_0} = \frac{1,98}{0,45} = 4,4 \text{ звідки } \lambda_2 = 0,85$$

Необхідна продуктивність компресора:

$$\sum V_T = \frac{q_{m1} v_1}{\lambda_1}$$
$$\sum V_{T(-10)} = \frac{0,27 \cdot 0,047}{0,85} = 0,015 \text{ м}^3/\text{с} = 54 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для роботи на дану температуру кипіння приймаємо два поршневі компресора фірми Bitzer 4CC-6.2Y-40S з сумарною об'ємною подачею $V_{км(-10)} = 64,96 \text{ м}^3/\text{год}$.

Дійсна масова витрата:

$$\sum M_{км(-10)} = \frac{0,85 \cdot 63,94}{0,047 \cdot 3600} = 0,32 \text{ кг/с}$$

Сумарна теоретична потужність:

$$\sum N_{T(-10)} = 0,32 \cdot (408 - 374) = 10,88 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність компресора ($\eta_i = 0,75$):

$$\sum N_{i(-10)} = \frac{10,88}{0,75} = 14,507 \text{ кВт}$$

Електрична потужність ($\eta_{мех} = \eta_{ел} = 0,9$):

$$\sum N_{e(-10)} = 10,88 / (0,75 \cdot 0,9 \cdot 0,9) = 17,9 \text{ кВт}$$

Теплове навантаження на конденсатор в теоретичному циклі:

$$Q_k = \frac{63,94 \cdot (408 - 255)}{3600} = 2,76 \text{ кВт}$$

Дійсну холодопродуктивність компресора знайдемо із відношення:

$$Q_{к.д} = \frac{37,732 \cdot 63,94}{3600 \cdot 0,015} + 14,5 = 59,89 \text{ кВт}$$

Середній коефіцієнт робочого часу компресора:

$$b = \frac{0,015}{63,94/3600} = 0,83$$

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

Таблиця 2.7.6

Марка компресора	Bitzer 4CC-6.2Y-40S	
Продуктивність,	$m^3/год$	32,48
Частота обертання	$об/с$	25
Габаритні розміри:		
Довжина		458
Ширина	$мм$	304
висота		353
Вага	$кг$	90,5
Холодопродуктивність	$кВт$	16,84
Продуктивність випарника	$кВт$	16,84
Споживана потужність	$кВт$	7,66
Струм (400 В)	A	13,9
Продуктивність конденсації	$кВт$	24,5
Напруга живлення	B	380-420
COP/КПД		2,20
Масова витрата	$кг/год$	508

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

2.8 Розрахунок і вибір тепломасообмінних апаратів

2.8.1 Розрахунок конденсаторів

Площу теплопередаючої поверхні конденсаторів визначають за формулою [4]:

$$F = \frac{Q_{к.д}}{k\theta_m}$$

k - коефіцієнт теплопередачі, кВт/м²·К;

θ_m - температурний напір;

$$F_{(-40)} = \frac{341}{0,025 \cdot 12} = 1136 \text{ м}^2$$

$$F_{(-26)} = \frac{78,3}{0,025 \cdot 12} = 261 \text{ м}^2$$

$$F_{(-10)} = \frac{59,89}{0,025 \cdot 12} = 199 \text{ м}^2$$

Об'ємна витрата повітря на охолодження конденсатора розраховуємо за формулою [4]:

$$V_{нов} = \frac{Q_{к.д}}{c_{нов}\rho_{нов}\Delta t_{нов}}$$

$$V_{нов(-40)} = \frac{341}{1,0 \cdot 1,15 \cdot 6} = 49,4 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_{нов(-26)} = \frac{78,3}{1,0 \cdot 1,15 \cdot 6} = 11,3 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_{нов(-10)} = \frac{59,89}{1,0 \cdot 1,15 \cdot 6} = 8,68 \text{ м}^3/\text{с}$$

де $Q_{к.д}$ — тепловий потік в конденсаторі, кВт; $c_{нов}$ — питома теплоємність повітря, кДж/(кг·К); $\rho_{нов}$ — густина повітря, кг/м³.

На кожен з температур кипіння приймаємо відповідні конденсатори:

–40 °С: повітряний конденсатор фірми Guntner GVH 090.2B/4-N.D

–26 °С: повітряний конденсатор фірми Guntner GVH 065.1C/4-N.E

					00.БКР.142.004.012.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Махортов Д.А.			Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків	Лист.	Лист	Листів
Перевір.		Іващенко Н.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						
						НУХТ, ТЕХТ		

-10 °C: повітряний конденсатор фірми Guntner GVH 050.1B/4-N.D

Таблиця 2.8.1

Повітряний конденсатор	Площа теплопередаючої поверхні, м ²	Габаритні розміри, мм			Об'ємна витрата повітря, м ³ /год
		довжина	ширина	висота	
GVH 090.2B/4-N.D	1186	9700	1141	1460	119200
GVH 065.1C/4-N.E	296	3975	1145	950	44770
GVH 050.1B/4-N.D	256	4500	895	950	31750

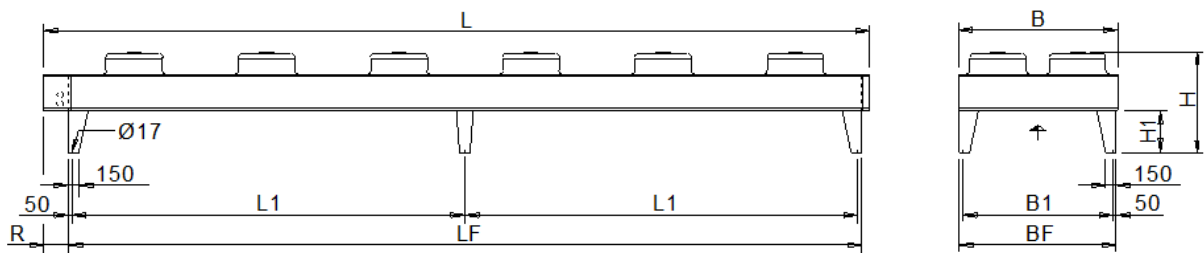


Рис. 2.8.2 Конденсатор Guntner GVH

2.8.2 Розрахунок теплообмінників-переохолоджувачів

Середньологарифмічне значення температурного напіру [4]:

$$\theta_m^{лог} = \frac{t_{s1} + t_{s2}}{\ln \frac{t_{s1} - t_o}{t_{s2} - t_o}}$$

$$\theta_{m(-40)}^{лог} = \frac{43 - 3}{\ln \frac{43 + 6}{-3 + 6}} = 14,32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{m(-26)}^{лог} = \frac{43 + 7}{\ln \frac{43 - 4}{7 - 4}} = 19,49 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Із теплового балансу ТО знайдемо необхідну холодопродуктивність:

$$Q = q_m \Delta i$$

$$Q_{(-40)} = 3,04(255 - 196) = 179,36 \text{ кВт}$$

$$Q_{(-26)} = 0,47(255 - 208) = 22,09 \text{ кВт}$$

$$Q_{(-10)} = 0,27(377 - 363) = 3,78 \text{ кВт}$$

Площа поверхні теплообміну:

$$F_{(-40)} = \frac{179360}{1500 \cdot 14,07} = 8,498 \text{ м}^2$$

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

$$F_{(-26)} = \frac{22090}{1500 \cdot 19,49} = 0,756 \text{ м}^2$$

$$F_{(-10)} = \frac{3780}{1500 \cdot 20} = 0,226 \text{ м}^2$$

На кожну з температур кипіння приймаємо свій теплообмінник:

–40 °С: пластинчатий теплообмінник фірми Danfoss XB 70M-1

–26 °С: пластинчатий теплообмінник фірми Danfoss XB 36-1

–10 °С: пластинчатий теплообмінник фірми Danfoss XB 24-1

Таблиця 2.8.3

Пластинчатий теплообмінник	Площа теплообмінної поверхні, м ²	Габаритні розміри, мм			Кількість пластин
		довжина	ширина	висота	
XB 70M-1	10,24	118	365	990	40

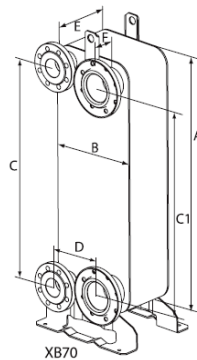


Рис. 2.8.3 Пластинчатий теплообмінник Danfoss XB 70M-1

Таблиця 2.8.4

Пластинчатий теплообмінник	Площа теплообмінної поверхні, м ²	Габаритні розміри, мм			Кількість пластин
		довжина	ширина	висота	
XB 36-1	0,864	47,2	119	525	16
XB 34-1	0,37	47,2	119	525	10

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

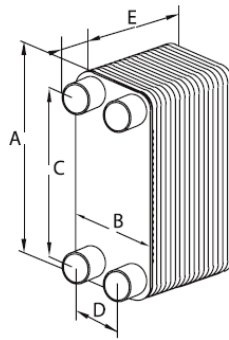


Рис. 2.8.4 Пластинчатий теплообмінник Danfoss ХВ 34-1, ХВ 36-1

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

2.9 Розрахунок та вибір теплообмінного обладнання холодильних камер

Теплове навантаження на камерне обладнання, дорівнює сумі теплонадходжень в камеру, що були визначені раніше. Охолодження у камерах здійснюється повітроохолодниками.

Площу теплообмінної поверхні повітроохолодників визначають за формулою [5]:

$$F = \frac{Q_{обл}}{k \cdot \Delta t}$$

де $Q_{обл}$ — сумарне навантаження на камерне обладнання, що було визначено тепловим розрахунком, Вт; k — коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження, Вт/(м²·К); Δt — різниця температур між повітрям в камері і киплячим холодоагентом, °С.

Після вибору повітроохолодників перевіряють, чи достатня об'ємна подача встановлених вентиляторів, м³/с [5]:

$$V_n = \frac{Q_{обл}}{\rho_n \cdot \Delta i}$$

Для прикладу розрахуємо камеру №1 (камера заморозки свинини):

$$Q=74,028 \text{ кВт}$$

Необхідна площа поверхні повітроохолодників

$$F = \frac{74028}{12,25 \cdot 10} = 684 \text{ м}^2$$

На кожну камеру приймаємо по 2 шокфростери ВН633К10Т.

Витрата повітря

$$V_n = \frac{74028}{1,5 \cdot 1000} = 5,59 \text{ м}^3/\text{с}$$

Повітроохолодник укомплектований «достатніми» вентиляторами.

Всі розрахунки зводимо до таблиці 2.9.1.

					<i>00.БКР.142.004.012.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Махортов Д.А.</i>			<i>Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Іващенко Н.В.</i>						
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						

Таблиця 2.9.1

Назва камери	$t_{кам}$ °C	$\Delta t_{по}$ °C	K Вт/м ² · К	$Q_{обл}$ Вт	$F_{по}$ м ²	Повітроохолодник			$V_{пов.}$ м ³ /с
						Марка	F , м ²	шт.	
1 Кам замор	-30	10	12,25	74,028	684,6	ВН633К10Т	421	2	5,59
2 Кам замор	-30	10	12,25	74,028	678,6	ВН633К10Т	421	2	5,54
3 Кам замор суб	-30	10	12,25	74,028	680,8	ВН633К10Т	421	2	5,56
4 Кам збер зам	-20	6	12	9,486	131,8	046А/34	138,4	1	2,26
5 Кам збер зам	-20	6	12	21,218	294,7	066D/37	325,9	1	5,05
6 Кам оход	-3	7	15	22,162	211,1	066С/37	244,5	1	1,62
7 Кам збер оход	-1	9	15	16,521	122,4	046А/34	138,4	1	1,72
8 Кам збер суб	-18	8	13,4	10,306	96,1	041А/34	103,8	1	3,73
9 Кам збер суб	-18	8	13,4	9,892	92,3	041А/34	103,8	1	3,58
10 Кам зб зам	-20	8	15	14,412	141,3	051С/37	152,8	1	3,43
11 Експедиція	0	10	15	11,476	76,5	041А/34	103,8	1	1,78

Таблиця 2.9.2

Повітроохолодники	Площа поверхні, м ²	Габаритні розміри, мм			Об'ємна витрата повітря, м ³ /год	Місткість, л
		довжина	ширина	висота		
DHN 066D/37	325,9	4250	1945	510	23220	90
DHN 066С/37	244,5	4250	1945	510	25410	69
DHN 046А/34	138,4	2880	1565	450	12960	24
DHN 041А/34	103,8	2880	1565	435	8910	18
DHN 051С/37	152,8	3650	1565	450	16860	43

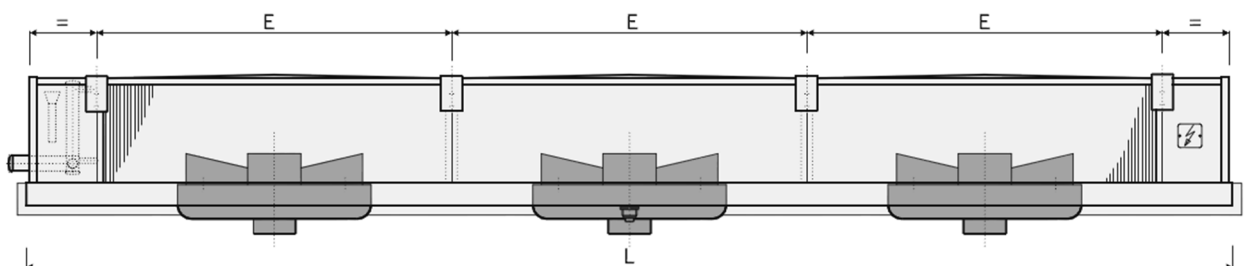


Рис. 2.9.1 Повітроохолодник Guntner DHN

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

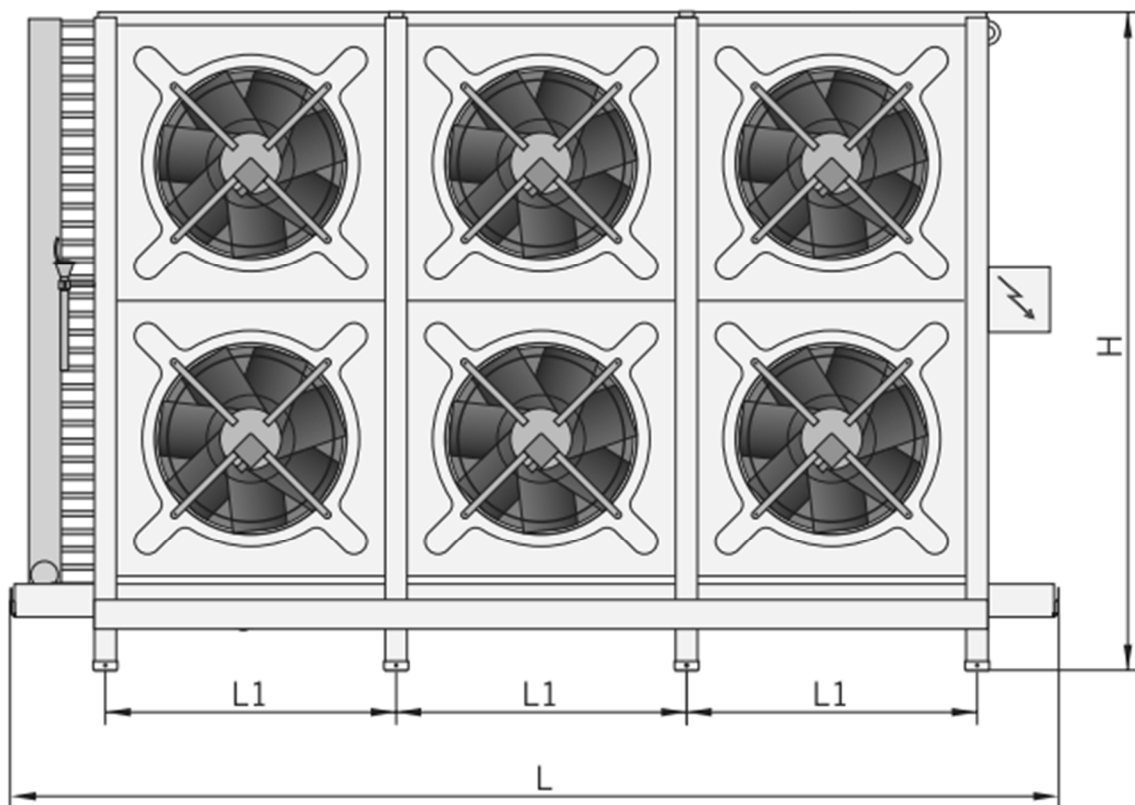


Рис. 2.9.2 Шокфростер ВН633К10Т

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.БКР.142.004.012.ПЗ

Арк.

2.10 Розрахунок та підбирання допоміжного обладнання

2.10.1 Ресивера

Об'єм лінійного ресивера в насосно-циркуляційній системі з верхньою подачею фреону в прибори охолодження [5]

$$V_{л.р} = \frac{0,3 \cdot V_{вип}}{0,5} \cdot 1,2$$

де $V_{вип}$ — місткість випарної системи, м³.

$$V_{л.р(-40)} = \frac{0,3 \cdot 1,03}{0,5} \cdot 1,2 = 0,74 \text{ м}^3$$

$$V_{л.р(-26)} = \frac{0,3 \cdot 0,193}{0,5} \cdot 1,2 = 0,139 \text{ м}^3$$

$$V_{л.р(-10)} = \frac{0,3 \cdot 0,11}{0,5} \cdot 1,2 = 0,079 \text{ м}^3$$

На кожну з температур кипіння приймаємо свої горизонтальні ресивера виробництва фірми Guntner:

–40 °С: 2хGBH 400; –26 °С: GBH 150; –10 °С: GBH 100

Таблиця 2.10.1

Ресивер	Розміри, мм				Місткість, м ³	Вага, кг
	D	L	B1	H		
GBH 100	355,6	1150	416	-	0,1	76
GBH 150	355,6	1450	416	-	0,15	90
GBH 400	406,4	2540	400	440	0,4	290

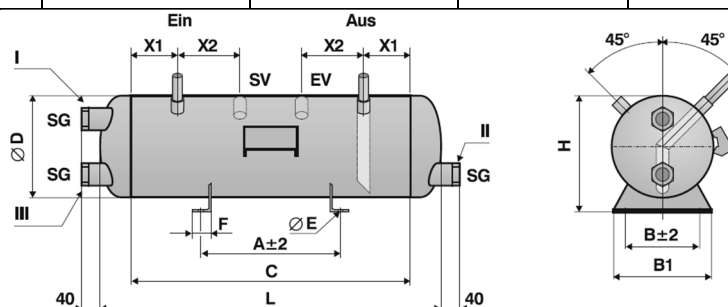


Рис. 2.10.1 Горизонтальний ресивер Guntner GBH

					00.БКР.142.004.012.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Махортов Д.А.			Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків		
Перевір.		Іващенко Н.В.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Василенко С.М.					
					Лист	Лист	Листів
					НУХТ, ТЕХТ		

2.10.2 Мастиловіддільники

Підбір мастиловіддільників виконується за діаметром нагнітального патрубку компресора [1].

На кожен компресор згідно діаметрів їхніх нагнітальних патрубків ставимо відповідні мастиловіддільники фірми Vessol:

–40 °C: OA4188; –26 °C: BC-OS-5-54; –10 °C: BC-OS-5-42

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

2.11 Визначення діаметрів основних трубопроводів, гідравлічних втрат у мережах

2.11.1 Визначення діаметрів фреонових трубопроводів

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

Діаметр всмоктувального трубопроводу компресорів Bitzer OSN 8517-К

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4Mv_1}{\pi\omega}}$$

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,72 \cdot 0,13}{3,14 \cdot 10}} = 0,109 \text{ м}$$

Приймаємо мідну безшовну трубу з $d_{вн}=110$ мм.

Нагнітальний трубопровід компресорів

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,72 \cdot 0,13}{3,14 \cdot 20}} = 0,077 \text{ м}$$

Приймаємо мідну трубу з $d_{вн}=80$ мм.

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

Діаметр всмоктувального трубопроводу компресорів Bitzer 4NC-12.2Y-40P

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4Mv_1}{\pi\omega}}$$

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,44 \cdot 0,075}{3,14 \cdot 10}} = 0,065 \text{ м}$$

Приймаємо мідну безшовну трубу з $d_{вн}=70$ мм.

Нагнітальний трубопровід компресорів

					<i>00.БКР.142.004.012.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Махортов Д.А.</i>			<i>Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків</i>	<i>Лист.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Іващенко Н.В.</i>						
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ, ТЕХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Василенко С.М.</i>						

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,44 \cdot 0,75}{3,14 \cdot 20}} = 0,046 \text{ м}$$

Приймаємо мідну трубу з $d_{\text{вн}}=50$ мм.

$t_0 = -10$ °С:

Діаметр всмоктувального трубопроводу компресорів Bitzer 4CC-6.2Y-40S

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4Mv_1}{\pi\omega}}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,32 \cdot 0,047}{3,14 \cdot 10}} = 0,44 \text{ м}$$

Приймаємо мідну безшовну трубу з $d_{\text{вн}}=50$ мм.

Нагнітальний трубопровід компресорів

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,32 \cdot 0,047}{3,14 \cdot 20}} = 0,031 \text{ м}$$

Приймаємо мідну трубу з $d_{\text{вн}}=32$ мм.

Діаметр трубопроводу на рідинній лінії (зливна від конденсатора до ресивера)

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

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,43}{3,14 \cdot 672,8 \cdot 0,5}} = 0,04 \text{ м}$$

Приймаємо мідну безшовну трубу з $d_{\text{вн}}=40$ мм.

Діаметри трубопроводів на рідинних лініях в насосно-циркуляційній системі

$t_0 = -40$ °С:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,27}{3,14 \cdot 672,8 \cdot 0,6}} = 0,029 \text{ м}$$

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

Приймаємо мідну трубу з $d_{\text{вн}}=34$ мм.

$t_0 = -20$ °C:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,06}{3,14 \cdot 672,8 \cdot 0,6}} = 0,014 \text{ м}$$

Приймаємо мідну безшовну трубу з $d_{\text{вн}}=14,8$ мм.

$t_0 = -2$ °C:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1}{3,14 \cdot 672,8 \cdot 0,6}} = 0,018 \text{ м}$$

Приймаємо мідну трубу з $d_{\text{вн}}=21,8$ мм.

2.11.2 Розрахунок гідравлічних втрат на фреоновій лінії

Обираємо найбільш віддалену камеру — №4.

Знаходимо швидкість руху фреону в трубопроводі [4]:

$$\omega = \frac{V}{f_{\text{тп}}} = \frac{0,03}{0,110} = 0,273 \text{ м/с}$$

Визначаємо динамічний тиск [4]:

$$\frac{\rho \omega^2}{2} = \frac{672,8 \cdot 0,273^2}{2} = 25,072 \text{ кг/(м} \cdot \text{с}^2)$$

Розраховуємо число Рейнольдса за формулою [4]:

$$Re = \frac{\omega d_{\text{вн}} \rho}{\mu} = \frac{0,273 \cdot 0,110 \cdot 672,8}{9,3 \cdot 10^{-3}} = 2172$$

Визначаємо коефіцієнт тертя за формулою [4]:

$$\lambda_{\text{тп}} = 0,11 \left(\frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \left(\frac{0,06}{0,110} + \frac{64}{2172} \right)^{0,25} = 0,096$$

Втрати тиску від тертя на довжині 1 м [4]:

$$\Delta p_{\text{тп}} = \frac{\lambda_{\text{тп}} \rho \omega^2 l}{2d} = \frac{0,096 \cdot 672,8 \cdot 0,273^2 \cdot 1}{2 \cdot 0,110} = 21 \text{ Па/м}$$

Втрати тиску від тертя на ділянці довжиною 90 м

$$\Delta p_{\text{тп}} = 21 \cdot 90 = 1890 \text{ Па}$$

Втрати тиску в місцевих опорах за формулою [4]:

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

$$Z = \sum \xi_m \frac{\rho \omega^2}{2} \quad (2.11.8)$$

$$Z = (3 \cdot 0,5 + 8 \cdot 1) \cdot 25,072 = 238 \text{ Па}$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta p = \Delta p_{mp} + Z = 1890 + 238 = 2128 \text{ Па} = 2,128 \text{ кПа}$$

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

3. Розрахунок економічної ефективності

Метою цього розрахунку є визначення обсягу витрат електроенергії на роботу холодильної установки, а також визначення економічних показників ефективності.

Вихідні дані

Таблиця 3.1

Назви величин	Одиниці виміру	Значення
Кількість компресорів	шт	7
Установлена холодопродуктивність компресорів(сер. на рік)	кВт	1218
Кількість годин роботи компресорів на добу(сер. на рік.)	год.	22
Затрати електроенергії на виробництво холоду	кВт·год/добу	1087
Витрата електроенергії на рік	кВт·год/рік	502950

Розрахунок капітальних витрат.

Капітальні затрати на реалізацію проектних заходів розраховується за формулою:

$$K = V_{np} + V_{obl} + V_{my} + V_{mz} + V_{nr} + V_m + V_{nd} + D - L + V_{bal} + D_{ob},$$

де V_{np} – витрати на проектні роботи;

V_{obl} – витрати на придбання обладнання;

V_{my} – вартість тари та упаковки обладнання;

V_{mz} – транспортно-заготівельні витрати на транспортування обладнання від підприємства-виробника до місця призначення;

V_{nr} – витрати на вантажно-розвантажувальні роботи за рахунок покупця;

V_m – витрати на монтажні роботи;

D – витрати на демонтаж застарілого обладнання;

					00.БКР.142.004.012.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Махортов Д.А.			Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		Іващенко Н.В.						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Василенко С.М.						
					НУХТ, ТЕХТ			

Л – вартість демонтованого обладнання;

Вбал - залишкова вартість обладнання що демонтується.

Витрати на придбання та монтаж обладнання, тис. грн.

Таблиця 3.2

№	Обладнання	Кількість одиниць	Витрати на одиницю обладнання, тис грн						Загальні витрати
			Придбання обладнання	Проектні роботи, 10%	Монтажні роботи, 15%	Тара і упаковка, 2%	Транспортно-заготівельні, 5%	Вантажні, 1%	
1	Гвинтовий компресор Bitzer OSNA 8591	3	128	12,8	19,2	2,56	6,4	1,28	519,72
2	Поршневий компресор Bitzer S6j-16.2Y	2	85,44	8,544	12,816	1,708	4,272	0,854	231,2704
3	Поршневий компресор Bitzer 4CC-6.2Y	2	64,08	6,408	9,612	1,281	3,204	0,640	170,4528
4	Повітроохолодники Guntner	14	11,748	1,1748	1,7622	0,234	0,5874	0,117	567,616
5	Пластинчатий теплообмінник Danfoss	3	10,68	1,068	1,602	0,213	0,534	0,106	42,6132
6	Повітряний конденсатор Guntner	3	10,68	1,068	1,602	0,213	0,534	0,106	42,6132
Всього:									1574,28

Капітальні затрати:

$$K = V_{np} + V_{obl} + V_{ty} + V_{tz} + V_{np} + V_m + V_{nd} + D - L + V_{bal} + D_{ob} = 1574286 \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на будівництво холодильної установки наведено в таблиці

Таблиця 3.3 Розрахунок витрат на будівництво холодильної установки

№ п/п	Назва	Розмірність	Зовнішня стіна	Перегородка	Підлога	Покриття	Колонни	Плити перекриття	Вікна	Разом
1	Площа	м ²	691	921	1260	1260			48	-
2	Товщина	м	0,2	0,2	0,75	0,30				-
3	Вартість 1 м ³ матеріалів	грн/м ³	512	304	208	256			100	-
4	Загальна вартість матеріалів	тис. грн	70,7	55,9	196,5	96,7			4,8	424,8
5	Вартість штукатурно-оздоблювальних робіт	грн/м ²	112	64						

Арк.

00.БКР.142.004.012.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

6	Загальна вартість шт/оздоблювальних робіт	тис. грн	77,3	58,9						136,3
7	Ж/б колонни каркасу	шт					48			
8	Вартість колон	тис. грн					9			
10	Плити перекриття	шт						136		
11	Вартість плит	тис. грн						19		
12	Вікна	тис. Грн								5,6
	Загальна вартість	тис. грн	148,15	114,94	196,5	96,76	48	108,8	4,8	781,01

Загальна вартість:

$$K_{\text{заг}} = 1574,3 + 781,01 = 2355,3 \text{ тис. грн.}$$

З урахуванням ПДВ (20%):

$$K_{\text{ПДВ}} = 2355,3 \cdot 1,2 = 2826,4 \text{ тис. грн.}$$

Використання енергії.

Річне споживання електроенергії холодильником та компресорним відділенням становить $E_p = 397110$ кВт·год.

Вартість 1 кВт·год електроенергії приймається $C_{el} = 1,7$ грн/кВт·год

$$V_{el,p} = 502950 \cdot 1,7 = 855,015 \text{ тис грн}$$

Розрахунок витрати по оплаті праці

Розраховуючи річний фонд оплати праці враховуємо те, що на підприємстві працює 20 особи, враховуємо заробітну плату в ремонтний період – 2 місяці. Фонд заробітної плати робітників розраховуємо виходячи з їх кількості, переліку професій, кваліфікації, тарифних ставок та окладу.

Фонд основної заробітної плати робітників

Таблиця 3.4

Посада	Річний фонд
Оператор установки	232500
Автоматчик	250000
Технолог	232500
Електрик	226000

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

Холодильщик	262500
Вантажники	276000
Інші працівники (офіс)	805000
Всього	2284500

Отже, фонд основної заробітної плати робітників складає:

$$\Phi ЗП_{o.p.} = 2284500 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата – це винагорода за працю понад установлені норми, за трудові успіхи та винахідливість, за особливі умови праці. Цей фонд визначається у відсотках від фонду основної заробітної плати (мінімальне значення цього показника дорівнює 15%):

$$\Phi ЗП_{d.p.} = \Phi ЗП_{o.p.} \cdot 0,15 = 2284500 \cdot 0,15 = 342675 \text{ грн.}$$

Фонд повної заробітної плати робітників складає:

$$\Phi ЗП_{n.p.} = \Phi ЗП_{o.p.} + \Phi ЗП_{d.p.} = 2284500 + 342675 = 2627175 \text{ грн.}$$

Нарахування на зарплату (відрахування на соціальне забезпечення, пенсійний фонд, фонд безробіття, згідно чинного законодавства України, складає 37,18 % від повного фонду заробітної плати):

$$НЗП_{n.p.} = \Phi ЗП_{n.p.} \cdot 0,3718 = 976783,665 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату праці робітників: 976783,665 грн.

Отже, фонд основної заробітної плати управлінського персоналу:

$$\Phi ЗП_{o.y.} = 976783,665 \text{ грн.}$$

Фонд додаткової заробітної плати управлінського персоналу (мінімальне значення показника доплат для цієї категорії становить 25%):

$$\Phi ЗП_{d.y.} = \Phi ЗП_{o.y.} \cdot 0,25 = 244195 \text{ грн.}$$

Визначення амортизаційних відрахувань

Амортизаційні відрахування визначаються з суми капітальних вкладень.

Амортизаційні нарахування на обладнання:

$$A_{обл} = K_{обл} / 5 = 1574,286 / 5 = 314,8 \text{ тис.грн;}$$

Амортизаційні затрати на будівництво:

$$A_{буд} = K_{буд} / 20 = 781,01 / 20 = 39,05 \text{ тис.грн;}$$

Сума амортизації:

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

$$\Sigma A = A_{обл} + A_{буд} = 314,8 + 39,05 = 353,85 \text{ тис.грн.}$$

Визначення інших видів витрат

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

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

$$V_{i.рем} = A_{обл} \cdot 20\% = 314,8 \cdot 0,2 = 62,96 \text{ тис. грн.}$$

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

$$V_{i.пуск} = \Sigma B_{обл} \cdot 2\% = 1574,286 \cdot 0,02 = 31,48 \text{ тис.грн.}$$

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$V_{i.ін} = \Sigma A \cdot 3\% = 353,85 \cdot 0,03 = 10,61 \text{ тис.грн.}$$

Загальна сума інших витрат складає:

$$\Sigma B_i = V_{i.рем} + V_{i.пуск} + V_{i.ін} = 62,96 + 31,48 + 10,61 = 105,05 \text{ тис.грн.}$$

Зведення собівартості (за статтями, що змінюються)

Таблиця 3.5

№ п/п	Статті витрат	Значення показників, тис. грн
1	Електроенергія	352,065
2	Оплата праці	4448
3	Інші витрати	105,05
4	Амортизація	353,85
	Всього: тис.грн.	5258,96

Прибуток розрахований нормативним доходом при рентабельності послуг 67%:

$$\Delta П = 5258,96 \cdot 0,67 = 3523,5 \text{ тис. грн.}$$

Оцінка ефективності проекту

$$ЧП = 3523,5 \cdot 0,77 + 353,8 = 3066,19 \text{ тис. грн.}$$

Оцінка ефективності виконується із застосуванням дискретних методів шляхом розрахунку і порівняння оціночних показників ефективності.

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

Чистий приведений дохід:

$$ЧПД = \sum_{t=1}^n \frac{ЧГП}{(1+p)^t} - I_{в\text{ЗАГ}},$$

Де ЧГП- чистий грошовий потік, що приймається незмінним за весь період життєвого циклу (t)

t - обґрунтовується як період експлуатації обладнання до його повного зношення у відповідності до встановлених законодавством норм амортизація

Тоді $t = 5$ років

n - кількість періодів в загальному розрахунку періодів t

$p = (0.25)$ – ставка дисконту. Обґрунтовується як середня ставка позикового відсотку, що декларують комерційні банки України на момент розрахунку.

$I_{в\text{ЗАГ}}$ - загальна сума інвестиційних витрат включаючи ПДВ

Індекс доходності (I_D) представляє собою відношення порівняння затрат і результатів, нормативне значення >1 .

$$I_D = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{ЧГП}{(1+p)^t}}{I_{в\text{ЗАГ(ПДВ)}}},$$

Тобто реальна віддача в 1,44 рази перевищує інвестиційні кошти.

Індекс рентабельності характеризує прибутковість проекту і розраховується як відношення середнього значення чистого прибутку (ЧП) до інвестиційних витрат. Нормативне значення >0 .

$$I_{Re} = \frac{\Delta\Pi_{ЗАГ} \cdot 0,77}{I_{в\text{ЗАГ(ПДВ)}}},$$

тобто прибутковість проекту складає 41,2%.

Дисконтований (реальний) період повернення інвестицій (T_D)

$$\dot{O}_A = \frac{I_{в\text{ЗАГ(ПДВ)}}}{\left[\sum_{t=1}^n \frac{ЧГП}{(1+p)^t} \right] \div n} = \frac{2826,4}{\frac{4085,5}{5}} = 3,5 \leq t$$

Таким чином, віддача, що очікується, за межами життєвого циклу проекту і складає 3,5 роки.

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

Показники ефективності проекту

Таблиця 3.6

Показник	Одиниця виміру	Значення
Загальна сума інвестицій	тис.грн.	2826,4
ЧГП	тис.грн.	1519,19
Чистий приведений дохід	тис.грн.	1259,1
Індекс доходності	-	1,44
Індекс рентабельності	-	0,412
Дисконтований період повернення інвестицій	роки	3,5

Висновки

Проведені розрахунки свідчать про доцільність та ефективність даного проекту. ЧПД складає 1259,1 тис. грн. при нормативному значенні > 0 , тобто реалізована віддача проекту на цю величину перевищує інвестиційні вкладення. Індекс доходності показує, що ця віддача в 1,44 рази перевищує інвестиції. Рентабельність проекту складає 41,2 %, а реальний період повернення інвестицій в межах життєвого циклу проекту і складає 3,5 року.

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

4. Охорона праці

Вступ

Згідно даного завдання проектується холодильник забійного цеху продуктивністю 20 т/добу. Застосування сучасного холодильного обладнання, що має високий рівень автоматизації дає змогу зменшити вплив шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що діють на обслуговуючий персонал. Електрощитова, пункт управління та контролю компресорного цеху розташовані в приміщенні машинного відділення.

При розробці проекту враховані основні вимоги охорони праці в галузі [10].

5.1 Умови праці

Як приклад, розглянемо умови праці оператора (машиніста) компресорного цеху.

Шкідливі виробничі фактори:

- параметри мікроклімату;
- можлива загазованість повітря;
- шум та вібрація на робочому місці;
- рівень освітленості робочої зони.

Небезпечні виробничі фактори:

- порушення вимог безпеки до розміщення робочих місць, обладнання і технологічних майданчиків;
- незахищені рухомі елементи обладнання;
- наявність посудин, що працюють під тиском;
- небезпечний рівень напруги в електричному колі;
- пожежонебезпека;

					00.БКР.142.004.012.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Махортов Д.А.			Проект холодильника забійного цеху продуктивністю 20 т/добу у м. Харків	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		Іващенко Н.В.						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Василенко С.М.						
						НУХТ, ТЕХТ		

5.2 Санітарно-гігієнічні вимоги до розміщення обладнання

Розміщення устаткування відповідає вимогам нормативного документа галузі [10]. Приміщення машинного відділення розташоване в будівлі прибудованій до холодильника та має розміри 12х6х6 м. Вікна — однорядні із звичайного скла. Над та під машинним відділенням не має приміщень з постійними робочими місцями, а також побутових та допоміжних приміщень.

З машинного відділення є два виходи назовню. Двері відчиняються у бік виходу, і не виходять безпосередньо у виробничі приміщення чи в зв'язані з ними коридори та сходові майданчики.

В машинному відділенні встановлено 7 компресорних агрегати і 3 лінійних ресивери на кожну температуру кипіння, мастиловіддільник (Рис.5.1.). Головний прохід між компресорами, а також відстань від електричних щитів та щитів з контрольно-вимірними пристроями не менше ніж 1,5 м, прохід між виступаючими частинами машин — ≥ 1 м, між стіною і машиною — $\geq 0,8$ м, між стіною і апаратом — $\geq 0,5$ м. Якщо апарат не обслуговується з якоїсь сторони, то між стіною й цією стороною апарата прохід можна не робити.

Підлога даного відділення є рівною, неслизькою. Непрохідні канали та люки зачиняються під рівень з підлогою з'ємними металевими рифленими листами. Стіни та стеля машинного відділення, холодильне обладнання, трубопроводи пофарбовані у відповідності з діючими нормативами щодо раціонального фарбування поверхонь виробничих приміщень та технологічного обладнання промислових підприємств.

Для обслуговування конденсатора (розташований над машинним відділенням), встановлено майданчик з огорожею та драбинами з обох сторін. Майданчик та драбини мають поручні, висотою 1,1 м. Відстань між стійками поручнів складає 0,7 м.

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

5.3 Мікроклімат

Параметри та чистота повітря в робочій зоні закритих виробничих приміщень регламентується ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ "Общие санитарно-гигиенические нормы к воздуху рабочей зоны". В ПУ повинні забезпечувати оптимальні параметри повітря для категорій робіт легка–Іа, що приведені в табл.5.1, а в машинному відділенні — допустимі параметри для категорій робіт середньої тяжкості – Іаа — табл.5.2.

Досягнення цих параметрів забезпечується загальною обмінною механічною припливно–витяжною вентиляцією в теплий період року, з підігрівом повітря в холодний період року. В машинному відділенні передбачено системи повітряного опалення, суміщені з припливною вентиляцією, без рециркуляції повітря, кратність повітрообміну за годину: приток – 2 обсяги, витяжка – із перевищенням притоку на 1 обсяг. Повітря видаляється в атмосферу без очищення. Побутові приміщення при машинному відділенні мають окрему від машинного відділення систему вентиляції.

Таблиця 5.1. Санітарні норми мікроклімату ПУ

<i>Період року</i>	<i>Температура повітря, °С</i>	<i>Відносна вологість, %</i>	<i>Швидкість руху повітря, м/с</i>
<i>Холодний</i> <i>($t_3 < 10^0\text{C}$)</i>	22–24	40–60	$\leq 0,1$
<i>Теплий</i> <i>($t_3 \geq 10^0\text{C}$)</i>	23–25	40–60	$\leq 0,1$

Таблиця 5.2. Санітарні норми мікроклімату машинного відділення

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

Період року	Температура повітря, °С		Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
	Верхня межа	Нижня межа		
Холодний ($t_3 < 10^0\text{C}$)	24	21	≤75	≤0,3
Теплий ($t_3 \geq 10^0\text{C}$)	29	25	65 (при 26 С)	0,2–0,4

Шум і вібрація

Основними джерелами шуму в холодильних установках є компресори та їх двигуни, а також рух холодильного агенту по трубопроводах з великою швидкістю.

Допустимий рівень шуму в машинному відділенні, що не перевищує норм, які приведені у ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку, складає 78...82дБ, в ПУ — 50...55 дБ.

Для зниження шуму в ПУ застосовують додаткову звукоізоляцію стін.

Загальна технологічна вібрація не перевищує гранично допустимого значення — 92 дБ (ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. “Вибрационная безопасность. Общие требования” ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації).

Компресори встановлені на спеціальних фундаментних плитах, відокремлених від несучих конструкцій будівлі машинного відділення. Для зменшення впливу вібрації, що викликається роботою компресорів, дотримуються таких умов: трубопроводи, що приєднуються до машини, не жорстко кріпляться до конструкцій будинку; при необхідності застосування жорстких кріплень передбачено відповідні компенсаційні пристрої; трубопроводи, що з'єднують компресори з устаткуванням, мають достатню гнучкість, що компенсує деформації.

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

Розрахунок гумових амортизаторів

Необхідно розрахувати гумові прокладки під компресор з $n_в=2900$ хв⁻¹. Вага всієї установки $P=3665$ Н. Компресор встановлений на важкому залізобетонному перекритті.

Розв'язок: Визначаємо площу поперечного перетину S та робочу висоту H_p при $\sigma=5 \cdot 10^5$ Н/м² і твердості гуми $74 \cdot 10^5$ Н/м²:

$$S = \frac{P}{\sigma} = \frac{3665}{5 \cdot 10^5} = 7,33 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

де P — загальна вага віброізолюваної установки, Н; σ — розрахункове статичне напруження в гумі, Н/м².

Динамічний модуль пружності гуми:

$$E_g = 38 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$$

Визначаємо $K_{z.H.}$:

$$K_{z.H.} = 4 \cdot \pi^2 \cdot f_0^2 \cdot \frac{P}{g}$$

Власну частоту коливань визначаємо залежно від $\Delta L = 26 \text{ дБ}$:

$$K_{z.H.} = 4 \cdot 3,14^2 \cdot 15^2 \cdot \frac{3665}{9,8} = 33 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$$

$$H_p = \frac{E \cdot S}{K_{z.H.}} = \frac{38 \cdot 10^5 \cdot 7,33 \cdot 10^{-3}}{33 \cdot 10^5} = 8,44 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Приймаємо кількість віброізоляторів $n = 8$.

Площа кожного віброізолятора:

$$S = \frac{7,33 \cdot 10^{-3}}{8} = 9,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Визначаємо поперечний перетин одного віброізолятора для циліндричного стовпчика — діаметр d

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,2 \cdot 10^{-4}}{3,14}} = 0,034 \text{ м}$$

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

Визначаємо умови стійкості віброізолятора:

$$1,5 \cdot H_p \leq d \leq 8 \cdot H_p$$

$$1,5 \cdot 8,44 \cdot 10^{-3} \leq 34 \cdot 10^{-3} \leq 8 \cdot 8,44 \cdot 10^{-3}$$

$$12,66 \cdot 10^{-2} \leq 34 \cdot 10^{-2} \leq 67,52 \cdot 10^{-2}$$

Умова стійкості виконується.

Визначаємо повну висоту віброізоляторів:

$$H = H_p + \frac{1}{8} \cdot d = 8,44 \cdot 10^{-3} + \frac{1}{8} \cdot 34 \cdot 10^{-3} = 16,7 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Перевіряємо ефективність віброізоляторів:

$$K_z = \frac{E \cdot S}{H_p} = \frac{38 \cdot 10^5 \cdot 7,33 \cdot 10^{-3}}{8,44 \cdot 10^{-3}} = 33 \cdot 10^5 \text{ Н/м}$$

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{K_z \cdot g}{P}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{\frac{33 \cdot 10^5 \cdot 9,8}{3665}} = 13 \text{ Гц}$$

де K_z — загальна жорсткість всіх віброізоляторів, Н/м; S — загальна площа поперечного перетину всіх віброізоляторів, м²; E — динамічний модуль пружності гуми, Н/м²; H_p — робоча висота віброізоляторів, м; P — вага віброізолюваної установки, Н.

$$\Delta L = 20 \cdot \lg\left(\frac{f^2}{f_0^2} - 1\right),$$

де f — частота змушувальної сили, Гц; f_0 — частота власних вертикальних коливань, Гц.

$$\Delta L = 20 \cdot \lg\left(\frac{48,3^2}{13^2} - 1\right) = 31 \text{ дБ}$$

Отримане значення ΔL не менше, ніж вибране раніше.

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

5.5 Освітлення

Нормовані значення природного та штучного освітлення (ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення).

На підприємстві у компресорному цеху прийнято бічне природне одностороннє освітлення, при якому нормується мінімальне значення (КПО=0,1%) та загальне штучне освітлення — світильники з люмінесцентними лампами напругою 220В пілозахисні. Для компресорного цеху при загальному спостереженні за ходом роботи, при постійному перебуванні людей та розряді зорової роботи VIII₆ освітленість становить 50 лк.

Для пульта керування і електрощитової прийнято загальне штучне освітлення — 100 лк.

Для живлення світильників місцевого освітлення з лампами розжарювання застосовується напруга 12 В.

Аварійне і ремонтне освітлення машинного відділення мають аварійне освітлення від незалежного джерела (акумуляторні батареї). Воно автоматично включається при відключенні робочого освітлення.

Розрахунок системи загального освітлення

Розрахунок системи загального освітлення у машинному відділенні, в якому виконуються періодичне загальне спостереження за ходом виробничого процесу при постійному перебуванні людей в приміщенні (розряд VIII₆)

Розміри приміщення: довжина $a = 12$ м, ширина $b = 6$ м, висота $H = 6$ м.

Приміщення має світлове фарбування: коефіцієнт відбиття $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$, $\rho_{\text{стін}} = 50\%$.

Висота робочих поверхонь $h_p = 0,8$ м. Для освітлення прийнято світильники типу ЛДЦ 40 НОДЛ 1x40, які підвішуються до стелі; відстань від світильника до стелі $h_c = 2$ м.

Мінімальна освітленість за нормами $E = 50$ лк.

Визначаємо висоту підвісу світильників над підлогою:

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

$$h_o = H - h_c = 6 - 2 = 4 \text{ м.}$$

Для світильників загального освітлення з люмінесцентними лампами мінімальна висота підвісу над підлогою відповідно до СНиП II-4-79 повинна бути 2,6...4 м, коли у світильнику менше 4-х ламп, 3,2...4,5 — при 4-х і більше ламп.

Висота підвісу світильника над робочою поверхнею дорівнює:

$$h = h_o - h_p = 4 - 0,8 = 3,2 \text{ м.}$$

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками L і висоти їх підвісу h . Визначаємо рекомендовану відстань між світильниками:

$$L = 0,7 \cdot h = 0,7 \cdot 3,2 = 2,24 \text{ м.}$$

Показник приміщення i становить:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{12 \cdot 6}{3,2 \cdot (12 + 6)} = 1,25 \text{ м}$$

При $i = 1,4$, $\rho_{\text{стєли}} = 70\%$, $\rho_{\text{стєни}} = 50\%$ для світильників ЛПО01 коефіцієнт використання дорівнює $\eta = 0,55$.

Визначаємо необхідну кількість світильників, для забезпечення необхідної нормативної освітленості робочих поверхонь, якщо в кожному світильнику встановлено по дві лампи ЛДЦ 40 НОДЛ 1x40, а світловий потік однієї лами становить $\Phi_{\text{л}} = 1520$ лм, E — нормована освітленість, лк; S — площа приміщення, що освітлюється, м²; K_3 — коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп; Z — коефіцієнт нерівномірності освітлення ($Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп).

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

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_3 Z}{2 \Phi_d \eta} = \frac{50 \cdot 72 \cdot 1,7 \cdot 1,1}{1520 \cdot 0,55} = 8,053$$

Приймаємо 10 світильників, які для забезпечення рівномірності освітлення розташовуємо в 2 ряди по 5 штук в кожному.

5.6 Техніка безпеки

Вимоги техніки безпеки регламентує нормативний документ галузі [10], та ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

До обслуговування холодильних установок допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд і мають свідоцтво про закінчення спеціального учбового закладу або курсів:

- по експлуатації холодильних установок — для машиністів;
- по автоматизації холодильних установок — для слюсарів по КВП і автоматиці.

До самостійного обслуговування холодильних установок машиністи допускаються тільки після проходження стажування строком не менше 1 місяця і відповідної перевірки знань.

Холодильна установка обслуговується двома машиністом в зміну.

Періодичну перевірку знань персоналом інструкцій обслуговування холодильної установки, техніці безпеки, експлуатації обладнання і практичним діям надання долікарської допомоги проводять не рідше одного разу в 12 місяців комісією, яка складається із спеціалістів по холодильній техніці, електротехніці, приладах автоматики і техніці безпеки.

Перевірку знань з техніки безпеки у керуючих і інженерно-технічних робітників здійснюють у відповідності з «Положенням про порядок перевірки знань правил і норм по охороні праці керуючих, інженерно-технічних робітників і спеціалістів».

Інструкції доведені до персоналу, що обслуговує холодильну установку (під розписку), і вивішені на видному місці:

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

- експлуатації холодильної системи (охолодного обладнання);
- обслуговування контрольно-вимірювальних приладів і автоматики;
- пожежної безпеки;
- охороні праці (надання долікарської допомоги при виникненні аварійної ситуації і т. д.);
- річні і місячні графіки проведення планово-попереджувальних ремонтів;
- схеми хладонових, рідинних, масляних і водяних трубопроводів із пронумерованою (у них і відповідно в натурі) запірною арматурою і приладами автоматики (затверджені головним інженером);
- покажчики перебування засобів індивідуального захисту;
- номери телефонів швидкої допомоги, пожежної команди, диспетчера електромережі, штабу цивільної оборони, міліції, найближчої військової частини, начальника компресорного цеху (домашній телефон);
- номери телефонів і адреса організації, що обслуговують автоматизовану холодильну установку.

Для надання до лікарської допомоги у машинному відділенні є в наявності аптечка, в якій міститься: 1% р-н новокаїну; кодеїн; марлеві салфетки; етиловий спирт; бинти; вата; мазь Вишневського; йод.

Контрольно-вимірювальні прилади

Для візуальних показників рівня рідини в апаратах, посудинах, ресиверах застосовуються плоске оглядове скло. Для автоматичного контролю за рівнем використовують напівпровідникові реле рівня типу РП-67.

Для спостереження за робочими тисками всмоктування на всмоктувальній магістралі кожного компресора встановлено 5-ть манометрів МП-4, тисків нагнітання — 5-ть манометрів МВТП-100/2-ВУ на нагнітальних трубопроводах компресорів, підвідна трубка до яких приєднується за зворотнім клапаном (по ходу парів).

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

На всіх посудинах встановлено манометри: на конденсаторах, лінійних ресиверах по 2 манометри МВТП-100/2-ВУ.

На нагнітальному і всмоктувальному трубопроводах кожного компресора встановлено 28-м гільз для термометрів (на відстані від 250 мм від запірних вентилів) з кожухами для захисту термометрів від механічних пошкоджень. Спрацювання приладів захисту дублюється звуковим сигналом в машинному відділенні.

5.7 Електробезпека

Електрообладнання машинного відділення та ПУ відповідає вимогам ПВЕ «Правила влаштування електроустановок», ДНАОП 1.1.10 – 1.01-97 “Правила безпечної експлуатації електроустановок”, а також діючих стандартів безпеки праці та інших нормативних документів.

Заходи і засоби забезпечення електробезпеки на підприємстві:

1. Недоступність струмопровідних частин від випадкового дотикання, блокування (захисні огороження, безпечне розміщення струмопровідних частин, наявність знаків безпеки).
2. Надійна ізоляція (опір ізоляції у силових і освітлювальних електричних установках становить 1,2 МОм).
3. Заземлення електричного обладнання $R_3 \leq 4 \text{ Ом}$.
4. Організаційні методи (регулярний медичний огляд, інструктаж, перевірка інструментів, контроль при виконанні робіт, наряд допуску перед роботами).
5. Застосування низьких напруг (згідно ПВЕ передбачене використання напруги 12 В).
6. Застосування захисних засобів, запобіжних пристроїв та приладів.
7. Планово-попереджувальні роботи.
8. Захист від струмів короткого замикання.

Для захисту струмопровідних частин від прямих ударів блискавки використовуються стрижневі блискавковідводи, які встановлено на даху

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

машинного відділення, згідно РД 34.21.122.-87 “Инструкция по защите от молнии зданий и сооружений”.

5.8 Пожежо- та вибухобезпека

Пожежо- та вибухобезпека на підприємстві забезпечується відповідно до вимог ГОСТ 12.1.004-85. ССБТ. “Пожарная безопасность. Общие требования”, ДНАОП 0.01-1.01-95 “Правила пожежної безпеки в Україні”.

Машинне відділення та ПУ за вибухо-пожежонебезпечкою відноситься до категорії Д, або до пожежонебезпечної зони — класу П-І (СниП 2.11.02-87 “Холодильники”, ОНТП 24-86).

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

Система запобігання пожежі передбачає:

- дотримання правил техніки безпеки;
- надійне приєднання провідників від обладнання до контуру заземлення без іскріння;
- використання засобів захисту від атмосферної електрики;
- застосування загальнообмінної вентиляції;
- наявність протипожежних інструкцій, атестація обслуговуючого персоналу;
- роботу на електрообладнанні без перевантажень.

Система пожежного захисту включає:

- наявність двох виходів з машинного відділення, при цьому двері відчиняються у бік виходу;
- застосування в машинному відділенні та ПУ будівельних матеріалів не нижче II ступеня вогнестійкості (СНиП 2.11.02-87, СНиП 2.01.02-85. “Противопожарные нормы”);
- наявність системи оповіщення про пожежу;
- наявність плану евакуації.
- наявність аварійного відключення обладнання;

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

•забезпечення первинними засобами пожежогасіння: пожежний щит: двома лопатами, сокирами, металевим багром, повітряно-пінним вогнегасником ОВП-5 — 1 шт; порошковим вогнегасником ОП-10 — 1 шт. а також ящик з піском і азбестовим полотном;

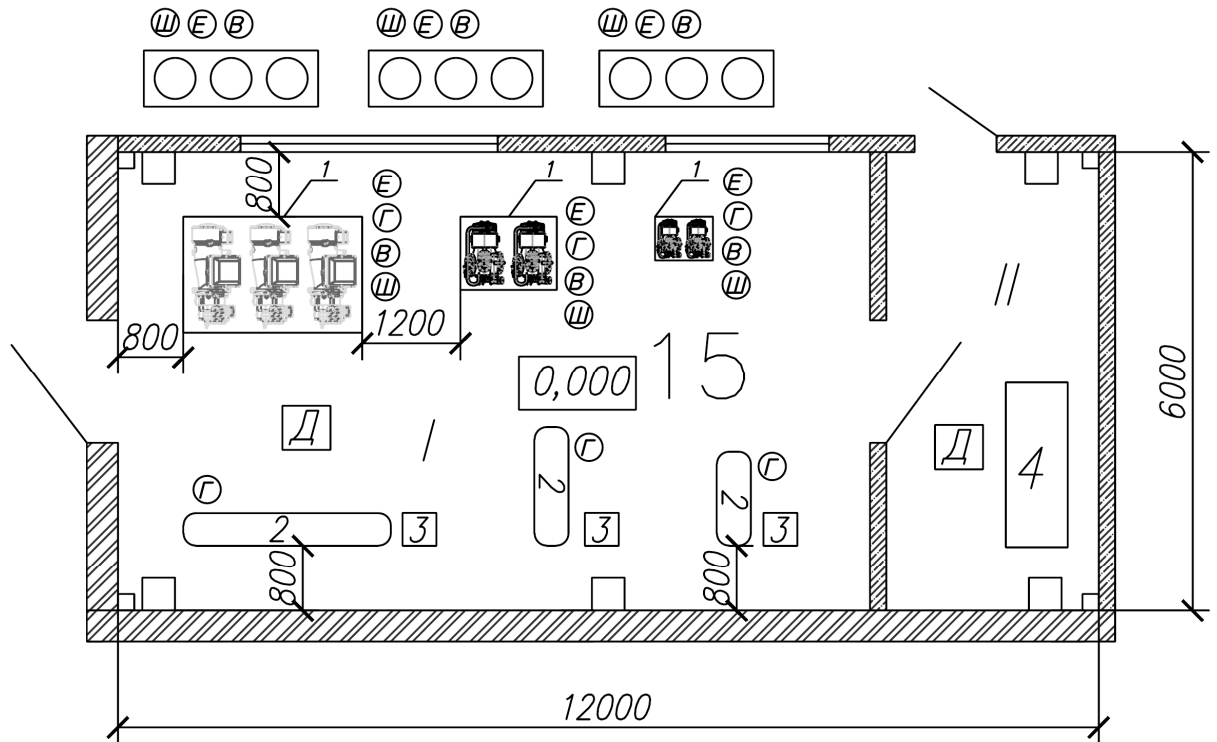


Рис.5.1. План машинного відділення фреонові холодильної установки
холодильника забійного цеху

I - компресорний цех

1 - компресори

2 - лінійні ресивери

3 - мастиловіддільник

II - пульт управління

4 - електрощитова

5 - конденсатори

Е — електронезбезпека

Г — газо-, паровиділення

В — вібрація

Ш — шум

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.БКР.142.004.012.ПЗ

Арк.

