

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

**Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки**

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

_____ Сергій Блаженко
(підпис) (ім'я та прізвище)

«___» _____ 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Валентин Петренко
(підпис) (ім'я та прізвище)

«___» _____ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми _____

Холодильні техніка та технологія

на тему: Аналіз режимів роботи холодильної установки для охолодження
варених ковбас

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ХМ-2-9М

_____ Діденко Олександр Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник _____ Масліков Максим
(прізвище, ім'я)

_____ (підпис)

Консультант _____
(прізвище, ім'я)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(прізвище, ім'я)

_____ (підпис)

Я як здобувач Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

_____ (підпис та прізвище здобувача)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь _____ магістр _____

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

_____ проф. Петренко В.П.

“07” листопада 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Діденка Олександра Вікторовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Аналіз режимів роботи холодильної установки для охолодження варених ковбас

керівник роботи _____ к.т.н. Масліков М. М.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 07.11.2022 року № 794-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 06.02.2022 року

3. Вихідні дані до роботи: Розрахунок холодильного обладнання для проекту холодильника для охолодження варених ковбас, що дасть змогу проаналізувати режими роботи установки.

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

Вступ, Розділ 1. Техніко – економічне обґрунтування прийнятих технічних рі-

шень, Розділ 2 Визначення будівельних площ камер холодильника та скла-

дання плану холодильника , Розділ 3. Вибір будівельних конструкцій та

ізоляційних матеріалів, Розділ 4 Розрахунок ізоляції, Розділ 5. Тепловий розра-

хунок, Розділ 6. Вибір та обґрунтування системи та способу охолодження, Роз-

діл 7. Розрахунок та підбір основного обладнання, Розділ 8. Розрахунок та під-

бір допоміжного обладнання, Розділ 9. Опис схеми холодильної установки,

Розділ 10. Автоматизація холодильної установки, Розділ 11. Охорона праці,

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема холодильної установки

2. План холодильника

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 07.11.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Отримання завдання на кваліфікаційну роботу	07.11-11.11.2022	
	Виконання розділів кваліфікаційної роботи	14.11.22-22.01.23	
	Оформлення ПЗ, презентація, консультація з розділів	23.01-05.02.2023	

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Діденко О.В.
(прізвище та ініціали)

Масліков М.М
(прізвище та ініціала)

АНОТАЦІЯ

У даному проекті розраховано холодильник для охолодження варених ковбас в місті Славута. Розрахунок даної роботи дасть змогу проаналізувати режими робот холодильної установки, а саме на температури в камерах: 0, -20, -30.

У проекті розраховано схему, визначено будівельну площу камер та складено план холодильника з дотриманням усіх норм розташування обладнання. Наведено розрахунки та дані споживання холоду для виробництва варених ковбас.

В роботі враховано новітні досягнення в об'ємно-планувальних та конструктивних рішеннях холодильних установок і схемах охолодження.

У процесі написання дипломної роботи було використано дані статистичних довідників та матеріали практикуючих фахівців в даній галузі, розміщені в періодичних виданнях, монографіях, підручниках та електронних джерелах.

Проект розраховувався на персональному комп'ютері з використанням сучасних програм, а саме: «Microsoft Office 2016», «Mathcad 16» та «Компас 3d 2016»

Ключові слова: проект, холодильне обладня , схема, автоматизація, холодильний агент, аміак.

ЗМІСТ

Вступ	6
1 Техніко – економічне обґрунтування прийнятих технічних рішень.	8
2 Визначення будівельних площ камер холодильника та складання плану холодильника.	12
3 Вибір будівельних конструкцій та ізоляційних матеріалів.	17
4 Розрахунок ізоляції.	22
5 Тепловий розрахунок.	25
6 Вибір та обґрунтування системи та способу охолодження.	38
7 Розрахунок та підбір основного обладнання.	40
8 Розрахунок та підбір допоміжного обладнання.	61
9 Опис схеми холодильної установки.	69
10 Автоматизація холодильної установки.	71
11 Охорона праці.	73
Список використаних джерел.	88

ВСТУП

Сучасний етап розвитку економіки України висуває нові вимоги до економічної політики держави, які полягають у необхідності зміщення акцентів із зовнішньої орієнтації економіки на активізацію та стимулювання розвитку внутрішнього ринку. Для цього грошово-кредитна політика Національного банку України як складова частина економічної політики країни, має забезпечити відповідне монетарне підґрунтя для стабільного соціально-економічного розвитку - цінову стабільність та низьку інфляцію у довгостроковому періоді.

Незважаючи на нестабільність зовнішнього попиту та складні процеси адаптації вітчизняних суб'єктів господарювання до підвищених цін на природний газ, модель розвитку економіки, яка сформувалася у посткризовий період, характеризується достатньо потужним потенціалом ендogenous зростання. Він полягає у стабільному збільшенні ємності внутрішнього ринку завдяки постійному зростанню споживчого попиту. Збільшення доходів населення при збереженні існуючих тенденцій щодо схильності домогосподарств до споживання є ключовою економічною передумовою розвитку внутрішнього ринку.

Станом на зараз холодильна промисловість перебуває у стані інтенсивного розвитку, як в Україні так і в інших країнах. Холодильна промисловість це отримання штучного холоду.

Штучний холод застосовують в багатьох галузях народного господарства, коли потрібно отримати температуру більш низьку, ніж температура навколишнього середовища.. Джерелом даного холоду служать холодильні установки і машини, які складають апарати і трубопроводи з замкненим циклом руху спеціальних речовин – робочих тіл, які змінюють свій агрегатний стан у процесах для отримання холоду. Ці тіла називаються холодоагентами.

Найершим споживачем штучного холоду звісно стала харчова промисловість. Холодильними машинами почали заморожувати і зберігати м'ясо, рибу та всі інші продукти які швидко псуються.

В теперішній час майже не залишилося галузей народного господарства, які не застосовують штучний холод.

Перелік застосування штучного холоду: довге зберігання продуктів харчування, створення штучного мікроклімату у закритих приміщеннях (кондиціювання повітря), гартування металу, хімічна промисловість та медицина.

Виробничі холодильники зазвичай будують при харчових підприємствах (м'ясокомбінатах, рибопереробних заводах, молочних заводах). Виробничі холодильники призначені для первинної холодильної обробки (охолодження, заморожування), а також для короткочасного (10 - 20 днів) зберігання сировини і готової продукції.

Особливість цих холодильників - велика продуктивність пристроїв для охолодження і заморожування готової продукції і порівняно невелика ємність для зберігання продуктів.

У даному дипломному проекті розробляється проект аналізу режимів роботи холодильної установки для охолодження варених ковбас в місті Славута.

1 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

Славута — місто обласного значення в Україні, центр Славутського району Хмельницької області. Населення 35 892 мешканців.

Місто розташоване на річці Горинь, залізнична станція Славута I, за 118 км від Хмельницького. Через місто проходить автошлях Старокостянтинів — Рівне.

Виробництво будматеріалів; деревообробна, харчова та ін. промисловість.

У місті функціонують такі промислові підприємства: склоробний завод, деревообробний комбінат, комбінат «Будфарфор», рубероїдний (толевий) завод, силікатний завод, хімічний завод «Лотос», базальтовий завод «Технобазальт-Інвест», суконна фабрика, паперова фабрика.

В місті Славута працюють підприємства харчової промисловості: хлібозавод, маслокомбінат, солодовий завод, пивоварний завод «Сангушко».

Також промисловий потенціал Славути представляють ремонтно-механічний завод і швейні мануфактури.

Активно розвиваються експортоорієнтовані підприємства міста. Внаслідок переорієнтації на ринки ЄС, зростає якість виготовленої продукції та впроваджуються міжнародні стандарти управління менеджменту якістю. В місті діє 30 підприємств, що здійснюють експортну діяльність в країни ЄС (Велика Британія, Швейцарія Німеччина, Польща, Румунія, Нідерланди, Латвія, Чехія, Італія), країн Азії (Казахстан, Грузія).

М'ясна промисловість є одним із найбільших галузей харчової промисловості, вона покликана забезпечувати її харчовими продуктами, можуть бути є основним джерелом білків.

Для збільшення випуску м'яса і м'ясопродуктів щорічно реконструюються і вводяться м'ясопереробні підприємства. Постійно відбувається технічне переозброєння і оснащення підприємств м'ясної галузі АПК країни сучасним технологічним устаткуванням, новітньої технікою, комплексно механізуються і автоматизуються виробництва. Дедалі більше використовується обчислювальної техніки. Проводиться велику роботу з підвищення якості, поліпшенню і збагаченню асортименту м'ясних продуктів.

Виробництво якісних м'ясних продуктів — це комплексна завдання. Її вирішення залежить від вдосконалення комплексної і безвідходної технологій переробки сільськогосподарської сировини, подальшої автоматизації і механізації сільського господарства і переробних галузей, зниження сировинних, енергетичних і трудових витрат, підвищення трудовий та виробничої дисципліни, професійного зростання кадрів.

М'ясо та м'ясні продукти користується попитом серед споживачів. Дана продукція належить до такої, що швидко псується, тому для її виробництва і зберігання необхідне створення відповідних умов та температурних режимів для збереження її якості та продовження терміну споживання.

Зацікавленість зі сторін підприємств виробників доказує їх потребу в тому що інвестування коштів в даний проект дасть змогу в короткий період часу окупити кошти які будуть витрачені на будівництво даного холодильника.

Рішення, прийняті у процесі проектування, мають ґрунтуватися на економічній доцільності. Це означає, що при прийнятті конкретного рішення розглядаються питання використання прогресивної технології обробки і зберігання продукції, використання індустріальних методів будівництва, стандартних будівельних конструкцій і елементів, про зручність і економічність в обслуговуванні обладнання, енергозбереження та екологічну безпеку.

Основні технічні рішення ґрунтувалися на необхідності забезпечення усіх перерахованих вище вимог.

Виходячи з вимог встановленими державними будівельними нормами та правилами техніки безпеки прийнято рішення що проектувати холодильну установку для зберігання м'ясної продукції потрібно таким чином, щоб усе основне та додаткове обладнання розташовувалося тільки в окремому приміщенні машинного відділення, а холодопостачання на виробництві здійснювалося теплоносіями. Саме приміщення машинного відділення з висотою перекриття 6 м одноповерхове.

Такі проектні рішення дозволяють забезпечувати найкоротший зв'язок між різними елементами холодильної установки, що відповідає вимозі зменшення довжини трубопроводів, дотриманню послідовності поєднання машин, апаратів та посудин холодильної машини. Це дозволить скоротити капітальні витрати на всі будівельні роботи. Приміщення машинного відділення приєднується до основних корпусів камер зберігання та звісно відгороджене від них протипожежною стіною. Для економії використання площі та об'єму приміщень прийнято рішення використання вертикальних апаратів та посудин.

Основним холодильним агентом данної холодильної установки приймаємо аміак (NH_3), як кращий з точки зору екології так і термодинамічних властивостей. Наведена схема холодильної установки насосно-циркуляційна з верхньою подачею холодильного агента в прилади охолодження, яка працює на три температури кипіння за допомогою поршневих компресорів. Застосування у роботі холодильної машини сучасних поршневих компресорних агрегатів, з сучасним рівнем автоматизації, дасть змогу забезпечувати роботу холодильної установки з високими показниками ефективності навіть за значних коливань в роботі виробничих цехів.

Кожухотрубні конденсатори застосовані для відведення теплоти конденсації в роботі, що дає можливість суттєво економити фінанси за рахунок залучення значно меншої кількості води.

Проектування холодильника ґрунтується на таких напрямках:

- інтенсифікації процесів у холодильному устаткуванні та використання нових технологій обробки;
- комплексна механізація і автоматизація навантажувально-розвантажувальних робіт;
- комплексна автоматизація виробничих процесів.

Велика увага приділяється підвищенню ефективності при виробництві штучного холоду і його застосування в різних областях промислового виробництва.

2 ВИЗНАЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПЛОЩ КАМЕР ХОЛОДИЛЬНИКА ТА СКЛАДАННЯ ПЛАНУ ХОЛОДИЛЬНИКА

2.1 Добове надходження в камери зберігання визначається за формулою:

$$M_{\text{доб}} = V_{\text{к}} \cdot 0,05, \text{ т/доб} \quad (2.1)$$

де $V_{\text{к}}$ - місткість камери, т.

2.2 Будівельна площа камери зберігання без підвісних шляхів визначається за формулою 7.2. ([2] с.38)

$$F_{\text{буд.к.зб.}} = \frac{V_{\text{к}}}{q_v \cdot h_{\text{в}} \cdot \beta_F}, \text{ м}^2 \quad (2.2)$$

де q_v – норма навантаження на 1 м³ вантажного об'єму камери, $\frac{\text{т}}{\text{м}^3}$;
приймається по додатку 11 ([2] с.218);

$h_{\text{в}}$ - вантажна висота штабеля, м; приймається по додатку 11 ([2] с.39);

β_F – коефіцієнт використання будівельної площі камери, приймається по додатку 11 ([2] с.39).

2.3 Приймається сітка колон: 6 м × 12 м.

2.4 Площа одного будівельного прямокутника становить $f=6 \times 12=72\text{м}^2$.

2.5 Розрахункова кількість будівельних прямокутників визначається за формулою 7.6 ([2] с.40)

$$n_{\text{р}} = \frac{F_{\text{буд.}}}{f}, \text{ шт} \quad (2.3)$$

2.6 Приймається дійсна кількість будівельних прямокутників: $n_{\text{д}}$.

2.7 Дійсна будівельна площа камери визначається за формулою

$$F_{\text{буд.д.}} = f \cdot n_{\text{д}}, \text{ м}^2 \quad (2.4)$$

2.8 Дійсна місткість камери визначається за формулою

$$V_{\text{к.д.}} = V_{\text{к}} \cdot \frac{n_{\text{д}}}{n_{\text{р}}}, \text{ т} \quad (2.5)$$

2.9 Дійсна будівельна площа камер холодильника визначається за формулою

$$F_{\text{буд.д.хол.}} = \sum F_{\text{буд.д.к.зб.}} + \sum F_{\text{буд.д.к.т.о.}}, \text{ м}^2 \quad (2.6)$$

де $\sum F_{\text{буд.д.к.зб.}}$ - сума дійсних будівельних площ камер зберігання вантажів, м^2 ;

$\sum F_{\text{буд.д.к.т.о.}}$ - сума дійсних будівельних площ камер термообробки вантажів, м^2 .

2.10 Будівельна площа експедиції визначається за формулою 2.10 ([1] с.28)

$$F_{\text{буд.експ.}} = \frac{0,5 \cdot \sum M_{\text{доб.}}}{0,35}, \text{ м}^2 \quad (2.7)$$

де 0,35 – норма навантаження на 1 м^2 будівельної площі камери, $\frac{\text{т}}{\text{м}^2}$;

$\sum M_{\text{доб.}}$ – добове надходження вантажів в камери зберігання, $\frac{\text{т}}{\text{доб}}$.

2.11 Будівельна площа допоміжних приміщень визначається за формулою ([3] с.188)

$$F_{\text{буд.доп.}} = (0,2 \div 0,4) \cdot F_{\text{буд.д.хол.}}, \text{ м}^2 \quad (2.8)$$

2.12 Будівельна площа службових приміщень визначається за формулою ([3] с.188)

$$F_{\text{буд.сл.пр.}} = (0,05 \div 0,1) \cdot F_{\text{буд.д.хол.}}, \text{ м}^2 \quad (2.9)$$

2.13 Будівельна площа машинного відділення визначається за формулою ([3] с. 188)

$$F_{\text{буд.м.в.}} = (0,1 \div 0,15) \cdot F_{\text{буд.д.хол.}}, \text{ м}^2 \quad (2.10)$$

2.14 Загальна дійсна будівельна площа холодильника визначається за формулою

$$F_{\text{заг.хол.}} = F_{\text{буд.д.хол.}} + F_{\text{буд.експ.}} + F_{\text{буд.доп.}} + F_{\text{буд.сл.пр.}} + F_{\text{буд.м.в.}}, \text{ м}^2 \quad (2.11)$$

2.15 Для заморожування напівфабрикатів м'ясних і фаршу застосовуються швидкоморозильні апарати (ШМА).

Розрахунок швидкоморозильних апаратів виконується за наступними умовами:

- вид та кількість продуктів, для яких потрібно провести термообробку за одиницю часу;
- продуктивність та розмір швидкоморозильних апаратів;
- урахування необхідної площі зони обслуговування апарату;
- урахування роботи швидкоморозильних апаратів (при двозмінній роботі – 16год.).

Вибирається тип швидкоморозильного апарату відповідно продукту та продуктивності з урахуванням розміру апарату та необхідної площі зони обслуговування апарату. Для заморожування напівфабрикатів м'ясних приймаються два спіральних конвеєрних швидкоморозильних апаратів RSSP-S600-19-1500, продуктивністю 1500кг/год. Для заморожування фаршу приймаються два швидкоморозильних апаратів АМПВ-7, продуктивністю 300кг/год. Швидкоморозильні апарати розташовані у виробничому цеху.

Всі дані заносяться до таблиці 2.1 і по розрахункам складається план холодильника (рис. 2.1).

Таблиця 2.1 - Розрахунок будівельних площ камер холодильника

Назва камери	$V_{кс}$ т	$M_{доб}$ т/доб	τ , год (ліб)	q_v , т/м ³	$h_{в}$, м	V_F	$F_{буд,р}$, м ²	f , м ²	n_p , шт.	$n_{д}$, шт.	$F_{буд,д}$, м ²	$V_{к,д}$, т
КЗО варених ковбас	150	25	8	0,30	5	0,75	133,3	72	1,8	2	144	167
КЗМ напівфабрикатів	1200	40	30	0,45	5	0,85	627,4	72	8,7	9	432	1241
КЗМ фаршу	300	15	20	0,60	5	0,75	133,3	72	1,8	2	144	333
Буд. площа камер х-ка								72		13	936	
Експедиція		80					114,2	72	1,5	2	144	
Допоміжна площа							375	72	5,2	6	432	
Службові приміщення							112,3	72	1,5	2	144	
Машинне відділення							234	72	3,2	4	288	
Загальна площа х-ка								72		27	1944	

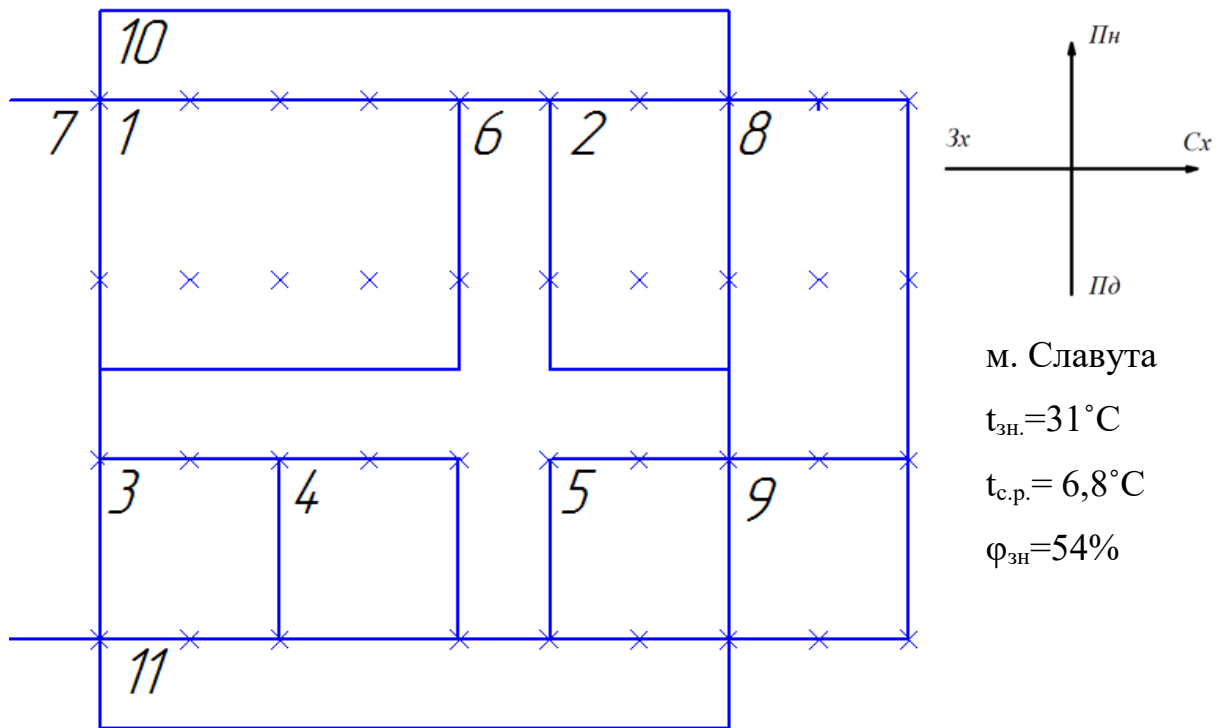


Рисунок 2.1 - План холодильника

- 1 Камера зберігання морожених напівфабрикатів м'ясних №1 $t = -20^{\circ}\text{C}$;
- 2 Камера зберігання морожених напівфабрикатів м'ясних №2 $t = -20^{\circ}\text{C}$;
- 3 Камера зберігання мороженого фаршу $t = -20^{\circ}\text{C}$;
- 4 Камера зберігання охолоджених варених ковбас $t = 0^{\circ}\text{C}$;
- 5 Експедиція $t = 12^{\circ}\text{C}$;
- 6 Коридор;
- 7 Виробничий цех $t = 20^{\circ}\text{C}$;
- 8 Машинне відділення $t = 20^{\circ}\text{C}$;
- 9 Службове приміщення $t = 20^{\circ}\text{C}$;
- 10 Залізнична платформа;
- 11 Автомобільна платформа.

3 ВИБІР БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Холодильник проектується в один поверх і будується по каркасній схемі із самонесучими стінами, при цьому навантаження від покриття і підвісного обладнання передається на каркас із збірних елементів такі як колони, балки та ферми. Самонесучі стіни всіх каркасних споруд опираються на фундаментні балки, а ті далі на фундаменти під колони.

З західної сторони даного холодильника прибудований виробничий цех.

Зі східної сторони розташовані машинне відділення та службове приміщення.

З південної сторони передбачається автомобільна платформа. Висота автомобільної платформи для автомобільного транспорту становить 1200 мм від поверхні завантажувально-розвантажувального майданчика.

З північної сторони передбачається залізнична платформа, яка розташовується на рівні чистої підлоги (нуля) в коридорі та камерах холодильника. Висота платформи (відповідно і рівень підлоги в камерах холодильника) для залізничного транспорту слід приймати, як правило рівній 1400 мм від рівня головки рейки. Для того щоб забезпечити відкриття дверей всіх видів ізотермічних вагонів вздовж залізничної колії платформа має занижену частину шириною 560 мм і висотою 1100 мм головки рейки.

В холодильнику передбачені колони перерізом 400×400 мм. Сітка колон приймається 6×12 м.

Зовнішні стіни холодильника самонесучі, побудовані з цегли. Товщина цегляної кладки яких 380 мм. Теплоізовані з внутрішньої сторони. Для захисту теплоізоляції від зволоження застосовується пароізоляція.

Внутрішні стіни, як відокремлюють охолоджувані приміщення від тих що не охолоджуються, а саме коридори, тамбури, вестибюлі мають товщину цегляної кладки 250 мм. Перегородки мають товщину цегляної кладки 120 мм.

Теплоізоляція перегородок між камерами з різними температурами виконується з більш холодного боку.

При будівництві холодильника застосовується покриття, яке будується з несучих плит, які спираються на балки. Необхідний нахил покриття 1,5-2%. Покриття фарбується у світлі кольора.

Підлога холодильника повинна бути достатню міцною, витримувати навантаження від вантажів та інших транспортних засобів, бути гігієнічною і безпечною.

Покриття підлоги роблять із бетону монолітним товщиною 40-50 мм. Верхній шар плити зміцнюють за допомогою сухих зміцнюючих сумішей такі як топинг. На завершення підлога покривається знепилюючим просоченням.

Для теплоізоляції застосовують матеріал екструдованого пінополістиролу «Піноплекс».

Для того щоб захистити ґрунт від промерзання під підлогою передбачена бетонна підготовка з електронагрівачами (виробництво «Devi», Данія).

Для того щоб забезпечити безперешкодне завантаження та розвантаження камер холодильника, також вільного пересування транспортних засобів в камерах холодильника встановлені відкочувальні двері. Для камери зберігання морожених вантажів (КЗМ) - товщина 120 мм. Для камер зберігання охолоджених вантажів (КЗО), експедиції- товщина 80 мм. Для захисту дверей від механічних пошкоджень застосовується металева обшивка, яка також в ролі пароізоляції. Дверні блоки обладнані оглядовими вікнами та запірними пристроями, а дверні блоки низькотемпературних камер додатково обладнані електро обігрівом (ТЕНами) по периметру для того щоб запобігати примерзання та клапанами вирівнювання тиску.

Таблиця 3.1 - Зовнішня стіна

Назва і матеріал шару	δ_i , м	λ_i , Вт/(м·К)	δ_i/λ_i , м ² ·К/Вт
1. Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0,020	0,98	0,020
2. Теплоізоляція із пінополістиролу Піноплекс		0,030	
3. Пароізоляція – 2 шари гідроізолау на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
4. Штукатурка цементно-піскова	0,020	0,93	0,022
5. Цегляна кладка на цементному розчині	0,380	0,81	0,469
6. Штукатурка складним розчином	0,020	0,93	0,022
$\Sigma(\delta_i/\lambda_i)=0,546$			

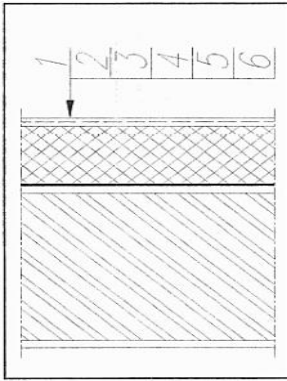


Рисунок 3.1

Таблиця 3.2 - Внутрішня стіна

Назва і матеріал шару	δ_i , м	λ_i , Вт/(м·К)	δ_i/λ_i , м ² ·К/Вт
1. Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0,020	0,98	0,020
2. Теплоізоляція із пінополістиролу Піноплекс		0,030	
3. Пароізоляція – 2 шари гідроізолау на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
4. Штукатурка цементно-піскова	0,020	0,98	0,020
5. Цегляна кладка на цементному розчині	0,250	0,81	0,309
6. Штукатурка складним розчином	0,020	0,98	0,020
$\Sigma(\delta_i/\lambda_i)=0,383$			

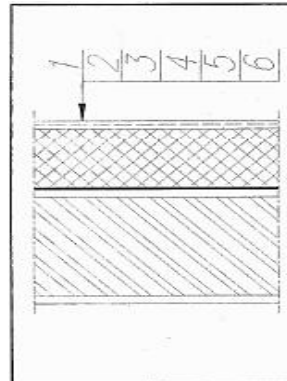
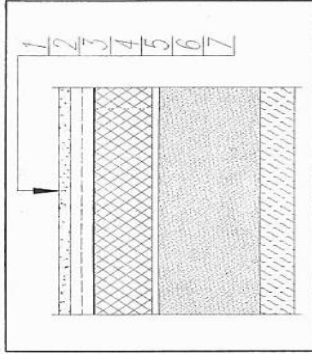


Рисунок 3.2

Таблиця 3.3 - Перегородка

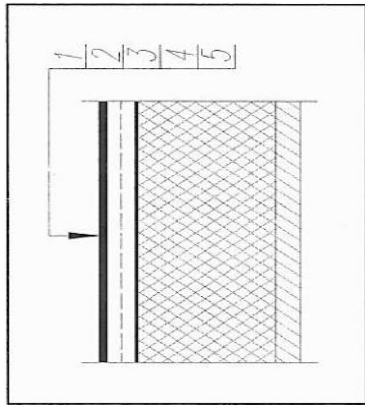
Назва і матеріал шару	δ_i , м	λ_i , Вт/(м·К)	δ_i/λ_i , м ² ·К/Вт
1. Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0,020	0,98	0,020
2. Теплоізоляція із пінополістиролу Піноплекс		0,031	
3. Пароізоляція – 2 шари гідроізолау на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
4. Штукатурка цементно-піскова	0,020	0,98	0,020
5. Цегляна кладка на цементному розчині	0,120	0,81	0,148
6. Штукатурка складним розчином	0,020	0,98	0,020
$\Sigma(\delta_i/\lambda_i)=0,223$			



Таблиця 3.4 - Підлога

Назва і матеріал шару	δ_i	λ_i	δ_i/λ_i
1. Монолітне бетонне перекриття із важкого бетону	0,040	1,86	0,022
2. Армована бетонна стяжка	0,080	1,86	0,043
3. Пароізоляція – 1 шар пергаміну	0,001	0,15	-
4. Теплоізоляція із пінополістиролу Піноплекс		0,030	
5. Цементно-пісковий розчин	0,025	0,98	0,023
6. Ущільнений пісок	1,35	0,58	2,328
7. Бетонна підготовка з електронагрівачами	-	-	-
$\Sigma(\delta_i/\lambda_i)=2,396$			

Рисунок 3.4



Таблиця 3.5 - Покриття

Назва і матеріал шару	δ_i , м	λ_i , Вт/(м·К)	δ_i/λ_i , м ² ·К/Вт
1. 5 шарів гідроізолю на бітумній мастиці	0,012	0,30	0,040
2. Цементно-піщаний розчин на металевій стінці	0,040	0,186	0,022
3. Пароізоляція – 1 шар пергаміну	0,001	0,15	-
4. Теплоізоляція із пінополістиролу Піноплекс		0,030	
5. Залізобетонна плита покриття	0,035	2,04	0,017
$\Sigma(\delta_i/\lambda_i)=0,079$			

Рисунок 3.5

4 РОЗРАХУНОК ІЗОЛЯЦІЇ

4.1 Розрахункова товщина ізоляційного шару огороження визначається за формулою 2.11 ([1] с.53)

$$\delta_{\text{із.р.}} = \lambda_{\text{із.}} \cdot \left[\frac{1}{K_0} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{зн}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} \right) \right], \text{ м} \quad (4.1)$$

де $\lambda_{\text{із.}}$, $\lambda_{\text{вн}}$ – коефіцієнти теплопровідності ізоляційного і будівельних матеріалів, які складають конструкцію огороження, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$; приймаються по таблиці 8.5 ([2] с.51-52);

K_0 – потрібний коефіцієнт теплопередачі огороження, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$; приймається по таблицях 8.2, 8.3 і 8.4 ([2] с.48-49);

$\alpha_{\text{зн}}$ – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої, або більш теплої сторони огороження, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$; приймається по таблиці 8.1 ([2] с.47);

$\alpha_{\text{вн}}$ – коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої, або більш холодної сторони огороження, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}}$; приймається по таблиці 8.1 ([2] с.47);

δ_i – товщина окремих шарів конструкції огороження, м.

4.2 Приймається дійсна товщина ізоляційного шару: $\delta_{\text{із.д.}}$.

4.3 Дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження визначається за формулою 2.12 ([1] с.54)

$$K_0^{\text{д}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_{\text{зн}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} \right) + \frac{\delta_{\text{із.д.}}}{\lambda_{\text{із.}}}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}} \quad (4.2)$$

Всі розрахунки заносяться до таблиці 4.1, на рисунку 4.1 вказані дійсні коефіцієнти теплопередачі огороження камер холодильника.

Таблиця 4.1 - Розрахунок теплоізоляції

Назва огороження	$t_{\text{кам'}}$ °C	K_0 , Вт/(м ² ·К)	$\alpha_{\text{зпн}}$ Вт/(м ² ·К)	$\alpha_{\text{внп}}$ Вт/(м ² ·К)	$\sum(\delta_i/\lambda_i)$, (м ² ·К)/Вт	$\lambda_{\text{із}}$, Вт/(м·К)	$\delta_{\text{із,р}}$, м	$\delta_{\text{із,д}}$, м	$K_{\text{дп}}$, Вт/(м ² ·К)
Зовнішня стіна ХК	-20	0,23	23	9	0,546	0,030	0,114	0,120	0,22
Зовнішня стіна ТК	0	0,40	23	9	0,546	0,030	0,056	0,060	0,38
Зовнішня стіна ТК	12	0,64	23	8	0,546	0,030	0,026	0,030	0,59
Внутрішня стіна ХК	-20	0,28	6	9	0,383	0,030	0,090	0,090	0,28
Внутрішня стіна ТК	0	0,47	6	9	0,383	0,030	0,045	0,050	0,44
Внутрішня стіна ТК	12	0,64	6	8	0,383	0,030	0,028	0,030	0,61
Покриття ХК	-20	0,22	23	9	0,079	0,030	0,134	0,140	0,21
Покриття ТК	0	0,37	23	9	0,079	0,030	0,077	0,080	0,36
Покриття ТК	12	0,52	23	8	0,079	0,030	0,052	0,060	0,46
Підлога ХК	-20	0,21	-	9	2,396	0,030	0,070	0,070	0,21
Підлога ТК	0	0,41	-	9	2,396	0,030			0,41
Перегородка	0/-20	0,30	9	9	0,223	0,030	0,090	0,090	0,30

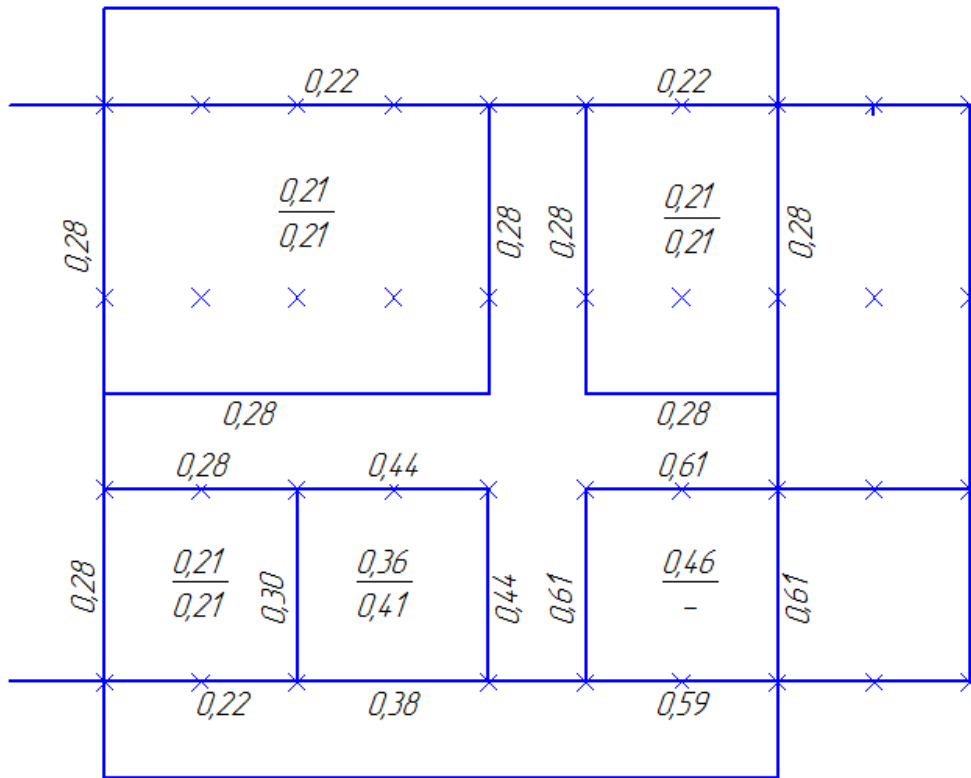


Рисунок 4.1- Значення температур в приміщеннях холодильника, дійсних коефіцієнтів теплопередачі огорожень камер холодильника та розрахункових параметрів зовнішнього повітря.

5 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК

5.1 Навантаження на камерне обладнання визначається як сума всіх теплонадходжень в дану камеру за формулою 9.1 ([2] с.55)

$$\sum Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = Q_{\text{обл}}, \text{Вт} \quad (5.1)$$

5.2 Теплонадходження через огорожуючі конструкції Q_1 визначається за формулою 9.2 ([2] с.56)

$$Q_1 = Q_{1\text{т}} + Q_{1\text{с}}, \text{Вт} \quad (5.2)$$

де $Q_{1\text{т}}$ – теплонадходження через стіни, перегородки, покриття і підлогу, Вт;

$Q_{1\text{с}}$ - теплонадходження від сонячної радіації, Вт.

5.2.1 Теплонадходження через стіни, перегородки, покриття і підлогу визначається за формулою 9.3 ([2] с.56)

$$Q_{1\text{т}} = K_0^{\text{д}} \cdot F \cdot (t_{\text{зн}} - t_{\text{вн}}), \text{Вт} \quad (5.3)$$

де $K_0^{\text{д}}$ – дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$,
приймається по таблиці 4.1 розділу 4;

F – розрахункова площа поверхні огороження, м^2 ;

$t_{\text{зн}}$ і $t_{\text{вн}}$ – розрахункові температури зовнішнього повітря і повітря в камері, $^{\circ}\text{C}$.

При розрахунку теплонадходжень через внутрішні огороження, які виходять в не охолоджувані приміщення (коридори, вестибюлі, тамбури), різниця температур приймається як частина розрахункової різниці температур для зовнішніх стін: $0,7 \times (t_{\text{зн}} - t_{\text{вн}})$, якщо ці приміщення сполучаються з зовнішнім повітрям, і $0,6 \times (t_{\text{зн}} - t_{\text{вн}})$, якщо не сполучаються.

5.2.2 Теплонадходження від сонячної радіації визначається за формулою 9.7 ([2] с.57)

$$Q_{1\text{с}} = K_0^{\text{д}} \cdot F \cdot \Delta t_{\text{с}}, \text{Вт} \quad (5.4)$$

де $\Delta t_{\text{с}}$ – надлишкова різниця температур, яка характеризує дію сонячної радіації в літній час, $^{\circ}\text{C}$; приймається по таблиці 9.1 ([2] с.58).

Всі розрахунки заносяться до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Розрахунок теплонадходжень Q_1

Назва камери	Назва огороження	$K_{дл}$, Вт/(м ² ·К)	Розміри, м			F , м ²	$t_{звн}$, °С	$t_{вн}$, °С	$t_{звн} - t_{вн}$, °С	$\Delta t_{ср}$, °С	$Q_{лт}$, Вт	$Q_{лс}$, Вт	$Q_{л1}$, Вт
			L	B	H								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
КЗМ напів-фабрикатів м'ясних №1	ЗС-Пн	0,22	24		6	144	31	-20	51	0	1615		1615
	ВС-Сх	0,28	18		6	108		-20	35,7		1079		1079
	ВС-Пд	0,28	24		6	144		-20	30,6		1233		1233
	ВС-Зх	0,28	18		6	108	20	-20	40		1209		1209
	Покриття	0,21	24	18		432	31	-20	51	14,9	4626	1351	5977
Підлога	0,21	24	18		432	1	-20	21		1905		1905	
Всього													13054
КЗМ напів-фабрикатів м'ясних №2	ЗС-Пн	0,22	12		6	72	31	-20	51	0	807		807
	ВС-Сх	0,28	18		6	108	20	-20	40		1209		1209
	ВС-Пд	0,28	12		6	72		-20	30,6		616		616
	ВС-Зх	0,28	18		6	108		-20	35,7		1079		1079
	Покриття	0,21	18	12		216	31	-20	51	14,9	2313	675	2988
Підлога	0,21	18	12		216	1	-20	21		952		952	
Всього													7651

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
КЗМ фаршу	ВС-Пн	0,28	12		6	72		-20	30,6		616		616
	П-Сх	0,30	12		6	72	0	-20	20		432		432
	ЗС-Пд	0,22	12		6	72	31	-20	51	4,9	807	77	884
	ВС-Зх	0,28	12		6	72	20	-20	40		806		806
	Покриття	0,21	12	12		144	31	-20	51	14,9	1542	450	1992
	Підлога	0,21	12	12		144	1	-20	21		635		635
	Всього												
КЗО варених ковбас	ВС-Пн	0,44	12		6	72		0	18,6		589		589
	ВС-Сх	0,44	12		6	72		0	21,7		687		687
	ЗС-Пд	0,38	12		6	72	31	0	31	4,9	848	134	982
	П-Зх	0,30	12		6	72	-20	0	-20		-432		-432
	Покриття	0,36	12	12		144	31	0	31	14,9	1607	772	2379
	Підлога	0,41	12	12		144	1	0	1		59		59
	Всього												

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Експедиція	ВС-Пн	0,61	12		6	72		12	11,4		500		500
	ВС-Сх	0,61	12		6	72	20	12	8		351		351
	ЗС-Пд	0,59	12		6	72	31	12	19	4,9	807	208	1015
	ВС-3х	0,61	12		6	72		12	13,3		584		584
	Покриття	0,46	12	6		144	31	12	19	14,9	1258	986	2244
Підлога	-	12	6		144	1	12	-11		0		0	
Всього													4694

5.3 Теплонадходження від вантажів при холодильній обробці визначається за формулою ([2] с.58)

$$Q_2 = Q_{2\text{пр}} + Q_{2\text{т}}, \text{Вт} \quad (5.5)$$

де $Q_{2\text{пр}}$ – теплонадходження від продуктів при холодильній обробці, Вт;

$Q_{2\text{т}}$ – теплонадходження від тари, Вт.

5.3.1 Теплонадходження від продуктів при холодильній обробці визначається за формулою 9.8 ([2] с.58)

$$Q_{2\text{пр}} = M_{\text{пр}} \cdot \Delta i \cdot \frac{1000 \cdot 1000}{24 \cdot 3600}, \text{Вт} \quad (5.6)$$

де $M_{\text{пр}}$ – добове надходження продукту в камеру, $\frac{\text{т}}{\text{доб}}$; приймається по таблиці 2.1 розділу 2;

Δi – різниця питомих ентальпій продукту, які відповідають початковій і кінцевій температурам продукту, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; приймаються по додатку 10 ([2] с.217-218).

5.3.2 Теплонадходження від тари визначається за формулою 9.11([2] с.59)

$$Q_{2\text{т}} = M_{\text{т}} \cdot C_{\text{т}} \cdot (t_1 - t_2) \cdot \frac{1000 \cdot 1000}{24 \cdot 3600}, \text{Вт} \quad (5.7)$$

де $M_{\text{т}}$ – добове надходження тари, $\frac{\text{т}}{\text{доб}}$; приймається по ([2] с.59);

$C_{\text{т}}$ – питома теплоємність тари, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; приймається по ([2] с.59);

t_1 і t_2 – початкова і кінцева температури тари, $^{\circ}\text{C}$; приймаються рівними початковій і кінцевій температурам продукту.

Всі розрахунки заносяться до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Розрахунок теплонадходжень Q_2

Назва камери	$M_{пр},$ т/доб	$M_{т},$ т/доб	$t_{1},$ $^{\circ}C$	$t_{2},$ $^{\circ}C$	$i_{1},$ $\frac{кДж}{кг}$	$i_{2},$ $\frac{кДж}{кг}$	$\Delta i,$ $\frac{кДж}{кг}$	$C_{т},$ $\frac{кДж}{кг \cdot K}$	$\frac{1000 \cdot 1000}{24 \cdot 3600}$	$Q_{2,пр},$ Вт	$Q_{2,т},$ Вт	$Q_{2},$ Вт
КЗМ напівфабрик. м'ясних №1	30	3	-8	-20	35	0	35	2,3	11,6	12180	960	13140
КЗМ напівфабрик. м'ясних №2	10	1	-8	-20	35	0	35	2,3	11,6	4060	320	4380
КЗМ фаршу	15	1,5	-8	-20	43	0	43	2,3	11,6	7482	480	7962
КЗО варених ковбас	25	2,5	10	0	296	261	35	2,3	11,6	10150	667	10817
ШМА напівфабр. м'ясних	40		20	-8	273	35	238		11,6	110432		110432
ШМА фаршу	15		20	-8	331	43	288		11,6	50112		50112

5.4 Теплонадходження при вентиляції визначається за формулою ([3] с. 251)

$$Q_3 = \frac{V_k \cdot a \cdot \rho_p \cdot (i_{zn} - i_{вн})}{86,4}, \text{ Вт} \quad (5.8)$$

де V_k – об'єм камери, м^3 ;

a – кратність повітрообміну; приймається по ([2] с. 60);

ρ_p – щільність повітря при температурі і відносній вологості в камері, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

приймається по додатку 8 ([2] с. 602);

$i_{zn}, i_{вн}$ – питомі ентальпії зовнішнього повітря і повітря в камері, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$;

знаходяться по i - d – діаграмі для вологого повітря.

Всі розрахунки заносяться до таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Розрахунок теплонадходжень Q₃

Назва камери	V _к , м ³	a	ρ _п , кг/м ³	t _{зн} , °C	t _{вн} , °C	φ _{зн} , %	φ _{вн} , %	i _{зн} , кДж/кг	i _{вн} , кДж/кг	Δi кДж/кг	Q ₃ , Вт
КЗО варених ковбас	864	3	1,29	31	0	54	85	68	8	60	2322
Експедиція	864	3	1,22	31	12	54	70	68	28	40	1464

5.5 Експлуатаційні теплонадходження визначаються за формулою 9.18 ([2] с.61)

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4, \text{ Вт} \quad (5.9)$$

де q_1 – теплонадходження від освітлення, Вт;

q_2 – теплонадходження від перебування людей в камері, Вт;

q_3 – теплонадходження від працюючих електродвигунів, Вт;

q_4 – теплонадходження при відкриванні дверей, Вт.

5.5.1 Теплонадходження від освітлення визначається за формулою 9.13 ([2] с.60)

$$q_1 = A \cdot F, \text{ Вт} \quad (5.10)$$

де A – теплота, що виділяється джерелом освітлення в одиницю часу на 1 м^2 площі підлоги, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$; приймається по ([2] с.60);

F – площа камери, м^2 ; приймається по таблиці 2.1 розділу 2.

5.5.2 Теплонадходження від перебування людей в камері визначається за формулою 9.14 ([2] с.60)

$$q_2 = 350 \cdot n, \text{ Вт} \quad (5.11)$$

де 350 – тепловиділення однієї людини при важкій фізичній праці, Вт;

n - кількість людей, працюючих в даному приміщенні, чел.; приймається в залежності від площі камери по ([2] с.60).

5.5.3 Теплонадходження від працюючих електродвигунів визначається за формулою 9.15([2] с.60)

$$q_3 = N_{\text{дв}} \cdot 1000, \text{ Вт} \quad (5.12)$$

де $N_{\text{дв}}$ – сумарна потужність електродвигунів, кВт; приймається по ([2] с.60);

1000 – перевідний коефіцієнт з кВт у Вт.

5.5.4 Теплонадходження при відкриванні дверей визначається за формулою 9.17 ([2] с.61)

$$q_4 = K \cdot F, \text{ Вт} \quad (5.13)$$

де K – питомий прилив теплоти при відкриванні дверей, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$; приймається по таблиці 9.2 ([2] с.61).

Всі розрахунки заносяться до таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Розрахунок теплонадходжень Q_4

Назва камери	F, м ²	A, Вт/м ²	q ₁ , Вт	n, шт	q ₂ , Вт	N _{дв} , кВт	q ₃ , Вт	K, Вт/м ²	q ₄ , Вт	Q ₄ , Вт
КЗМ напівфабрик. м'ясних №1	432	2,3	994	3	1050	3	3000	8	3456	8500
КЗМ напівфабрик. м'ясних №2	216	2,3	497	3	1050	3	3000	8	1728	6275
КЗМ фаршу	144	2,3	331	2	700	3	3000	12	1728	5759
КЗО варених ковбас	144	2,3	331	2	700	5	5000	15	2160	8191
ШМА напівфабр. м'ясних								32	1600	1600
ШМА фаршу								32	1600	1600
Експедиція	144	4,7	667	2	700			38	5472	6839

5.6 Розрахунки всіх теплонадходжень заносяться до таблиці 5.5 і визначається навантаження на камерне обладнання і компресори.

Навантаження на компресори

$Q_{1\text{км}}$ - 85..90% від $Q_{1\text{кам.обл}}$;

$Q_{2\text{км}}$ - для камер термообробки (ШМА) – 100% від $Q_{2\text{кам.обл}}$;

$Q_{2\text{км}}$ - для камер зберігання охолоджених вантажів – 100% від $Q_{2\text{кам.обл}}$;

$Q_{2\text{км}}$ - для камер зберігання морожених вантажів – 100% від $Q_{2\text{кам.обл}}$;

$Q_{3\text{км}}$ - 100% від $Q_{3\text{кам.обл}}$;

$Q_{4\text{км}}$ – 50-75% від $Q_{4\text{кам.обл}}$.

Таблиця 5.6 - Зведена таблиця теплонадходжень

Назва камери	$t_0, ^\circ\text{C}$	$Q_1, \text{Вт}$		$Q_2, \text{Вт}$		$Q_3, \text{Вт}$		$Q_4, \text{Вт}$		$\Sigma Q, \text{Вт}$	
		кам. обл.	КМ	кам. обл.	КМ	кам. обл.	КМ	кам. обл.	КМ	кам. обл.	КМ
КЗО варених ковбас	-10	4696	3991	10817	10817	2322	2322	8191	4095	26026	21225
Експедиція	-10	4694	3989			1464	1464	6839	3419	12997	8872
Всього											30097
КЗМ напівфаб. м'ясних №1	-30	13054	11095	13140	13140			8500	4250	34694	28485
КЗМ напівфабр. м'ясних №2	-30	7651	6503	4380	4380			6275	3137	18306	14020
КЗМ фаршу	-30	5365	4560	7962	7962			5759	2879	19086	15401
Всього											57906
ШМА напівфабр. м'ясних	-40			110432	110432			1600	800	112032	111232
ШМА фаршу	-40			50112	50112			1600	800	51712	50912
Всього											162144

6 ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ТА СПОСОБУ ОХОЛОДЖЕННЯ

Вибір системи охолодження, яка найбільше раціональна для даного холодильника здійснюють після розрахунку теплового навантаження на компресор.

Для холодильника спроектованого в місті Славута застосовується централізована система охолодження. Для даної системи охолодження будується загальне машинне відділення. А саме для всіх компресорів, компресорних агрегатів та іншого обладнання, яке буде обслуговувати ряд споживачів холоду.

Великого розповсюдження одержали аміачні насосно-циркуляційні схеми холодильних установок. Для того щоб підтримати даний температурний режим в камерах холодильника приймається насосно-циркуляційна схема холодильної установки з верхньою подачею холодильного агента в прилади охолодження. Дана схема розрахована на три температури кипіння.

Для камер з $t_0 = -10^\circ \text{C}$ -одноступенева схема.

Для камер з $t_0 = -30^\circ \text{C}$ і $t_0 = -40^\circ \text{C}$ - двоступенева схема.

Також для камер холодильника підбираємо прилади охолодження.

Для охолодження камер вибираємо повітроохолоджувачі, так як на відміну від батарей вони не металомісткі і в них добре проводиться процес відтаювання.

Також для заморожування продукції застосовують швидкоморозильні апарати (ШМА). Вони дозволяють за короткий час провести термообробку великої кількості продукції.

Для камер зберігання охолоджених і заморожених вантажів підбираємо повітроохолоджувачі, які будуть забезпечувати помірну та посилену циркуляцію повітря.

Для експедиції підбираємо такий спосіб охолодження як батарейний і застосуємо пристінні батареї. За батарейному охолодженні відсутні різні працюючі механізми, які можуть слугувати додатковими джерелами тепла і збільшувать витрати холоду. Втрати від усушки значно менші ніж при охолодженні повітроохолоджувачами.

Із врахуванням кліматичних умов ($\varphi=54\%$), умов водопостачання і якості води підбираємо кожухотрубні конденсатори.

7 РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ

7.1 Холодопродуктивність компресорів (на кожну температуру кипіння) визначається за формулою 3.16 ([1] с.71)

$$Q_0 = \frac{K \cdot \sum Q_{\text{км}}}{b}, \text{ Вт} \quad (7.1)$$

де $\sum Q_{\text{км}}$ – сумарне теплове навантаження на компресори для даної температури кипіння, Вт; приймається по зведеній таблиці теплонадходжень;

K – коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах і апаратах холодильної установки, приймається в залежності від температури кипіння по ([1] с.71);

b – коефіцієнт робочого часу, приймається по ([1] с.71).

Всі розрахунки заносяться до таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Розрахунок холодопродуктивності компресорів

Температура в камері, 0С	$\sum Q_{\text{км}}$, Вт	K	b	Q_0 , Вт
0	30097	1,05	0,8	39502
-20	57906	1,07	0,8	77449
-30	162144	1,1	0,9	198176

7.2 Робочий режим холодильної установки.

7.2.1 Температура кипіння холодильного агенту визначається за формулою ([2] с.71)

$$t_0 = t_{\text{кам}} - (5 \div 10), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7.2)$$

де $t_{\text{кам}}$ – температура повітря в камері, $^\circ\text{C}$.

7.2.2 Температура всмоктування парів холодильного агенту визначається за формулами ([2] с.72)

Одноступеневе стискання - $t_{\text{вс}} = t_0 + (5 \div 10), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7.3)$

Двоступеневе стискання - $t_{bc}=t_0+(10\div 20), ^\circ\text{C}$ (7.4)

7.2.3 Температура води, яка поступає на конденсатор визначається за формулою ([1] с.87)

$$t_{вд.1}=t_{м.т.}+(2\div 4), ^\circ\text{C} \quad (7.5)$$

де $t_{м.т.}$ – температура мокрого термометра, $^\circ\text{C}$; визначається по $i-d$ – діаграмі для вологого повітря в залежності від розрахункової літньої температури і розрахункової літньої відносної вологості в районі будівництва (додаток 1 ([2] с.208)).

7.2.4 Температура води, яка поступає на конденсатор визначається за формулою ([1] с.87)

$$t_{вд.2}=t_{вд.1}+(2\div 6), ^\circ\text{C} \quad (7.6)$$

7.2.5 Температура конденсації визначається за формулою ([1] с.87)

$$t_k=t_{вд.2}+(3\div 5), ^\circ\text{C} \quad (7.7)$$

7.2.6 Температура переохолодження рідкого холодильного агенту перед регулюючим вентелем визначається за формулою ([1] с.88)

$$t_{п}=t_{вд.1}+(3\div 5), ^\circ\text{C} \quad (7.8)$$

7.2.7 Тиск в проміжній посудині визначається за формулою 11.14 ([2] с.77)

$$P_{пр} = \sqrt{P_k \cdot P_0}, \text{ МПа} \quad (7.9)$$

де P_k – тиск конденсації, МПа;

P_0 – тиск кипіння, МПа.

7.2.8 На діаграмі $i-lgP$ по проміжному тиску $P_{пр}$ знаходиться температура в проміжній посудині $t_{пр}$.

7.2.9 Температура рідкого холодильного агенту на виході із змієвика проміжної посудини визначається за формулою ([1] с.93)

$$t_{зм}=t_{пр}+(3\div 5), ^\circ\text{C} \quad (7.10)$$

Розрахунок робочого режиму холодильної установки заноситься до таблиці 7.2.

Вибір схеми холодильної установки заноситься до таблиці 7.3.

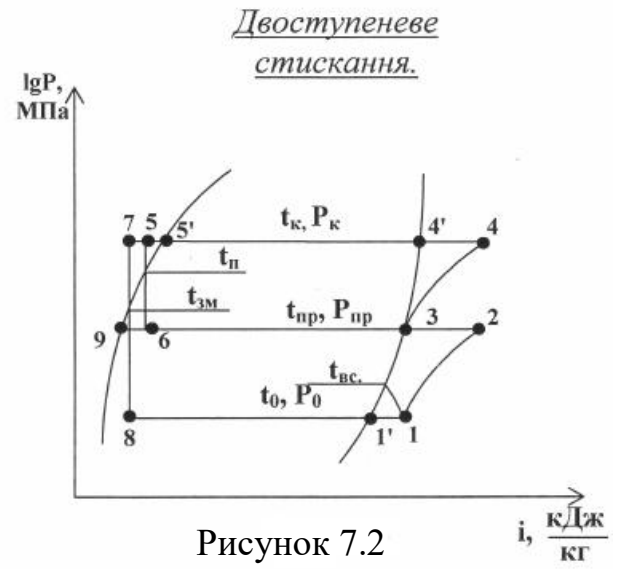
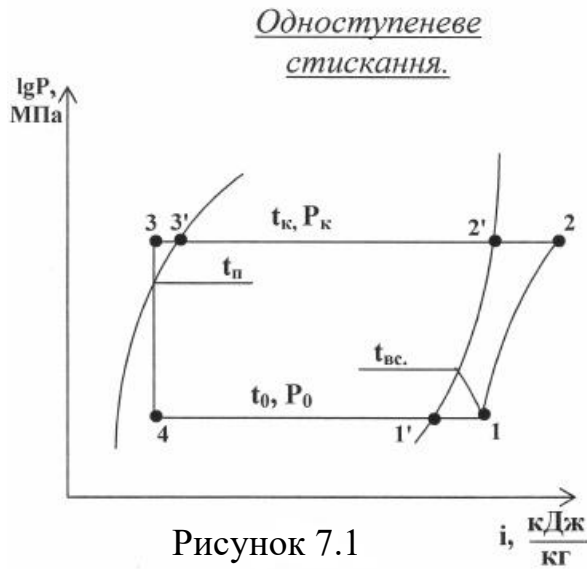
Таблиця 7.2 - Робочий режим холодильної установки

$t_{\text{кам}},$ $^{\circ}\text{C}$	$t_0,$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{вс}},$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{зн}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\varphi_{\text{зн}},$ %	$t_{\text{м.т.}},$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{вд.1}},$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{вд.2}},$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{к}},$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{п}},$ $^{\circ}\text{C}$	$P_0,$ МПа	$P_{\text{к}},$ МПа	$P_{\text{пр}} = \sqrt{P_{\text{к}} \cdot P_0},$ МПа	$t_{\text{пр}},$ $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{зм}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\frac{P_{\text{к}}}{P_0}$	$\frac{P_{\text{пр}}}{P_0}$	$\frac{P_{\text{к}}}{P_{\text{пр}}}$
0	-10	0	31	54	23	26	30	35	30	0,29	1,35	-			4,66		
-20	-30	-20	31	54	23	26	30	35	30	0,12	1,35	0,4	-2	2	11,3	3,4	3,4
-30	-40	-30	31	54	23	26	30	35	30	0,07	1,35	0,31	-8	-4	19	4,4	4,4

Таблиця 7.3 - Вибір схеми холодильної установки

$t_0,$ $^{\circ}\text{C}$	$P_{\text{к}},$ МПа	$P_0,$ МПа	$\frac{P_{\text{к}}}{P_0}$	Схема холодильної установки	$P_{\text{пр}} = \sqrt{P_{\text{к}} \cdot P_0},$ МПа
-10	1,35	0,29	4,66	одноступенева	-
-30	1,35	0,12	11,3	двоступенева	0,4
-40	1,35	0,07	19	двоступенева	0,31

7.3 По даним температурного режиму будуються цикли одно- і двоступеневого стискання в діаграмі $i\text{-lg}P$ (рисунок 7.1, 7.2) та визначаються параметри умовних точок циклів.



7.3.1 Параметри умовних точок циклу одноступеневого стискання заносяться до таблиці 7.4.

7.3.2 Параметри умовних точок циклу двоступеневого стискання заносяться до таблиці 7.5.

Таблиця 7.4 - Параметри умовних точок циклу одноступеневого стискання

Режим, °С		P_0	P_k	$i_{1'}$	i_1	i_2	i_3	$i_3=i_4$	v_1	v_2	v_3		
t_0	t_k	t_{bc}	МПа		кДж/кг						м³/кг		
-10	35	30	0	0,29	1,35	1450	1475	1700	365	340	0,45	0,135	0,00169

Таблиця 7.5 - Параметри умовних точок циклу двоступеневого стискання

Режим, °С		P_0	P_k	$P_{пр}$	$t_{пр}$	$t_{зм}$	$i_{1'}$	i_1	i_2	i_3	i_4	i_9	$i_5=i_6$	$i_7=i_8$	v_1	v_2	v_3	v_4		
t_0	t_k	t_{bc}	МПа		°С		кДж/кг										м³/кг			
-30	35	30	-20	0,12	1,35	0,40	-2	2	1425	1445	1625	1455	1645	195	340	215	1	0,40	0,32	0,13
-40	35	30	-30	0,07	1,35	0,31	-9	-4	1405	1430	1645	1450	1660	165	345	185	1,7	0,50	0,39	0,13

7.4 Тепловий розрахунок та підбір компресорів одноступеневого стискування.

7.4.1 Холодопродуктивність одного кілограму холодильного агенту визначається за формулою 5.1 ([1] с.95)

$$q_0 = i_1 - i_4, \text{кДж/кг} \quad (7.11)$$

де i_1, i_4 – ентальпії умовних точок циклу, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; приймаються по таблиці 7.4 розділу 7.

7.4.2 Масова витрата пари визначається за формулою 5.2 ([1] с.95)

$$M = \frac{Q_0}{q_0}, \text{кг/с} \quad (7.12)$$

де Q_0 – навантаження на компресор з врахуванням втрат, кВт; приймається по таблиці 7.1 розділу 7.

7.4.3 Дійсна об'ємна подача компресора визначається за формулою 5.3 ([1] с.96)

$$V_d = M \cdot v_1, \text{м}^3/\text{с} \quad (7.13)$$

де V_1 – питомий об'єм пари, $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$; приймається по таблиці 7.4 розділу 7.

7.4.4 Теоретична об'ємна подача компресора визначається за формулою 5.4 ([1] с.96)

$$V_T = \frac{V_d}{\lambda}, \text{м}^3/\text{с} \quad (7.14)$$

де λ – коефіцієнт подачі компресора в залежності від ступені стискування $\frac{P_k}{P_0}$, типу компресора і холодильного агенту, на якому буде працювати компресор, приймається по графіку на рисунку 55 ([1] с.97).

7.4.5 Теоретична (адіабатна) потужність компресора визначається за формулою 5.5 ([1] с.96)

$$N_T = M \cdot (i_2 - i_1), \text{кВт} \quad (7.15)$$

де i_1, i_2 – ентальпії умовних точок циклу, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; приймаються по таблиці 7.4 розділу 7.

7.4.6 Дійсна (індикаторна) потужність компресора визначається за формулою 5.6 ([1] с.96)

$$N_i = \frac{N_T}{\eta_i}, \text{кВт} \quad (7.16)$$

де η_i – індикаторний ККД, приймається по ([1] с.96).

7.4.7 Ефективна потужність компресора визначається за формулою 5.7 ([1] с.96)

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_{\text{мех}}}, \text{кВт} \quad (7.17)$$

де $\eta_{\text{мех}}$ – механічний ККД, приймається по ([1] с.96) або ([2] с.74).

7.4.8 Теплове навантаження на конденсатор визначається за формулою 5.8 ([1] с.96)

$$Q_k = Q_0 + N_i, \text{кВт} \quad (7.18)$$

Розрахунок та підбір компресорів одноступеневого стискування заноситься до таблиці 7.6, технічна характеристика до таблиці 7.7.

Таблиця 7.6 - Розрахунок та підбір компресорів одноступеневого стискання

Режим, $t_0 = -10$ $^{\circ}\text{C}$	$q_0,$ $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$Q_0,$ кВт	$M,$ кг/с	$V_{дв},$ $\text{м}^3/\text{с}$	λ	$V_{т},$ $\text{м}^3/\text{с}$	Марка компресора	К-ть	$V_{т},$ $\text{м}^3/\text{с}$	$N_{т},$ кВт	$N_i,$ кВт	$N_e,$ кВт	$Q_{к},$ кВт
	1100	39,5	0,035	0,015	0,79	0,018	СМО 24	2	0,0322	8	10	11	49,5

Таблиця 7.7 - Технічна характеристика

Марка компресора	Холодопро- дуктивність, кВт	$V_{т},$ $\text{м}^3/\text{с}$	Кількість циліндрів	Габаритні розміри, мм		Вага без електро- двигуна,	Рівень звукового тиску, дВ (А)
				L	B		
СМО 24	53	0,0322	4	1750	690	425	69

7.5 Тепловий розрахунок та підбір компресорів двоступеневого стискування.

7.5.1 Холодопродуктивність одного кілограму холодильного агенту визначається за формулою 5.14 ([1] с.102)

$$q_0 = i_{1'} - i_8, \text{кДж/кг} \quad (7.19)$$

де $i_{1'}$, i_8 – ентальпії умовних точок циклу, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; приймаються по таблиці 7.5 розділу 7.

7.5.2 Масова витрата пари в С.Н.Т. визначається за формулою 5.16 ([1] с. 102)

$$M_1 = \frac{Q_0}{q_0}, \text{кг/с} \quad (7.20)$$

де Q_0 – навантаження на компресор з врахуванням втрат, кВт; приймається по таблиці 7.1 розділу 7.

7.5.3 Масова витрата пари в С.В.Т. визначається за формулою 5.16 ([1] с. 102)

$$M = M_1 \cdot \frac{i_2 - i_7}{(i_3 - i_9) \cdot (1 - x_6)} = M_1 \cdot \frac{i_2 - i_7}{i_3 - i_6}, \text{кг/с} \quad (7.21)$$

де i_2 , i_3 , i_6 , i_7 , i_9 – ентальпії умовних точок циклу, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; приймається по таблиці 7.5. розділу 7.

7.5.4 Дійсна об'ємна подача С.Н.Т. визначається за формулою 5.17 ([1] с. 103)

$$V_d^{\text{С.Н.Т.}} = M_1 \cdot v_1, \text{м}^3/\text{с} \quad (7.22)$$

де V_1 – питомий об'єм пари, що всмоктується С.Н.Т., $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$; приймається по таблиці 7.5 розділу 7.

7.5.5 Дійсна об'ємна подача С.В.Т. визначається за формулою 5.18 ([1] с. 103)

$$V_d^{\text{С.В.Т.}} = M \cdot v_3, \text{м}^3/\text{с} \quad (7.23)$$

де V_3 – питомий об'єм пари, що всмоктується С.В.Т., $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$; приймається по таблиці 7.5 розділу 7.

7.5.6 Теоретична об'ємна подача С.Н.Т. визначається за формулою 5.19 ([1] с. 103)

$$V_T^{C.H.T.} = \frac{V_D^{C.H.T.}}{\lambda^{C.H.T.}}, m^3/c \quad (7.24)$$

де $\lambda^{C.H.T.}$ – коефіцієнт подачі С.Н.Т. в залежності від ступені стискання $\frac{P_{пр}}{P_0}$, приймається по графіку на рисунку 5.5 ([1] с. 97).

7.5.7. Теоретична об'ємна подача С.В.Т. визначається за формулою 5.20 ([1] с. 103)

$$V_T^{C.B.T.} = \frac{V_D^{C.B.T.}}{\lambda^{C.B.T.}}, m^3/c \quad (7.25)$$

де $\lambda^{C.B.T.}$ – коефіцієнт подачі С.В.Т. в залежності від ступені стискання $\frac{P_k}{P_{пр}}$, приймається по графіку на рисунку 5.5 ([1] с. 97).

7.5.8 Теоретична (адіабатна) потужність С.Н.Т. визначається за формулою 5.21 ([1] с.105)

$$N_T^{C.H.T.} = M_1 \cdot (i_2 - i_1), кВт \quad (7.26)$$

де i_1, i_2 – ентальпії умовних точок циклу, $\frac{кДж}{кг}$; приймається по таблиці 7.5 розділу 7.

7.5.9 Теоретична (адіабатна) потужність С.В.Т. визначається за формулою 5.22 ([1] с.105)

$$N_T^{C.B.T.} = M \cdot (i_4 - i_3), кВт \quad (7.27)$$

де i_3, i_4 – ентальпії умовних точок циклу, $\frac{кДж}{кг}$; приймається по таблиці 7.5 розділу 7.

7.5.10 Дійсна (індикаторна) потужність С.Н.Т. визначається за формулою 5.23 ([1] с. 106)

$$N_i^{C.H.T.} = \frac{N_T^{C.H.T.}}{\eta_i^{C.H.T.}}, кВт \quad (7.28)$$

де $\eta_i^{C.H.T.}$ – індикаторний ККД С.Н.Т., приймається по ([1] с. 96).

7.5.11 Дійсна (індикаторна) потужність С.В.Т. визначається за формулою 5.24 ([1] с. 106)

$$N_i^{C.B.T.} = \frac{N_r^{C.B.T.}}{\eta_i^{C.B.T.}}, \text{кВт} \quad (7.29)$$

де $\eta_i^{C.B.T.}$ – індикаторний ККД С.В.Т., приймається по ([1] с. 96).

7.5.12 Ефективна потужність С.Н.Т. визначається за формулою 5.25 ([1] с.106)

$$N_e^{C.H.T.} = \frac{N_i^{C.H.T.}}{\eta_{\text{мех}}^{C.H.T.}}, \text{кВт} \quad (7.30)$$

де $\eta_{\text{мех}}^{C.H.T.}$ – механічний ККД С.Н.Т., приймається по ([1] с.96) або ([2] с. 74).

7.5.13 Ефективна потужність С.В.Т. визначається за формулою 5.26 ([1] с.106)

$$N_e^{C.B.T.} = \frac{N_i^{C.B.T.}}{\eta_{\text{мех}}^{C.B.T.}}, \text{кВт} \quad (7.31)$$

де $\eta_{\text{мех}}^{C.B.T.}$ – механічний ККД С.В.Т., приймається по ([1] с.96) або ([2] с. 74).

7.5.14 Теплове навантаження на конденсатор визначається за формулою 5.27 ([1] с. 106)

$$Q_k = Q_0 + N_i^{C.H.T.} + N_i^{C.B.T.}, \text{кВт} \quad (7.32)$$

Розрахунок та підбір компресорів двоступеневого стискання заноситься до таблиці 7.8, технічна характеристика до таблиці 7.9.

Таблиця 7.8 - Розрахунок та підбір компресорів двоступеневого стискання

Режим, t_0 $^{\circ}\text{C}$	Q_0 , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	Q_0 , кВт	$\frac{M_1}{M}$, кг/с	$\frac{V_D^{С.Н.Т.}}{V_D^{С.В.Т.}}$, $\frac{\text{м}^3/\text{с}}{\text{м}^3/\text{с}}$	λ $\frac{\lambda^{С.Н.Т.}}{\lambda^{С.В.Т.}}$	$\frac{V_T^{С.Н.Т.}}{V_T^{С.В.Т.}}$, $\frac{\text{м}^3/\text{с}}{\text{м}^3/\text{с}}$	Марка компресора	К-ть	$\frac{V_T^{С.Н.Т.}}{V_T^{С.В.Т.}}$, $\frac{\text{м}^3/\text{с}}{\text{м}^3/\text{с}}$	$\frac{N_T^{С.Н.Т.}}{N_T^{С.В.Т.}}$, кВт	$\frac{N_I^{С.Н.Т.}}{N_I^{С.В.Т.}}$, кВт	$\frac{N_e^{С.Н.Т.}}{N_e^{С.В.Т.}}$, кВт	$Q_{кв}$, кВт
$t_0=-30$	1210	77,4	$\frac{0,063}{0,079}$	$\frac{0,063}{0,025}$	0,8	$\frac{0,078}{0,031}$	TSMC 108 S	2	$\frac{0,0942}{0,0283}$	$\frac{11,3}{15}$	$\frac{14,1}{18,7}$	$\frac{15,6}{20,7}$	110,2
$t_0=-40$	1220	198,1	$\frac{0,162}{0,214}$	$\frac{0,275}{0,083}$	0,8	$\frac{0,343}{0,103}$	TSMC 188	2	$\frac{0,3564}{0,1069}$	$\frac{34,8}{44,9}$	$\frac{43,5}{56,1}$	$\frac{48,3}{62,3}$	297,7

Таблиця 7.9 - Технічна характеристика

Марка компресора	Холодопро- дуктивність, кВт	V_T , $\frac{\text{м}^3/\text{с}}$	Кількість циліндрів СНТ/СВТ	Габаритні розміри, мм			Вага без електро- двигуна,	Рівень звукового тиску, дБ
				L	B	H		
TSMC 108 S	50	$\frac{0,0942}{0,0283}$	6/2	2500	1050	1000	500	82
TSMC 188	205	$\frac{0,3564}{0,1069}$	6/2	3400	1700	3600	1000	85

7.6 Розрахунок та підбір конденсаторів.

7.6.1 Площа тепло передаючої поверхні визначається за формулою 11.26 ([2] с. 85)

$$F_K = \frac{\sum Q_K}{k \cdot \theta_m^{\text{лог}}}, \text{ м}^2 \quad (7.33)$$

де $\sum Q_K = Q_K^{-10} + Q_K^{-30} + Q_K^{-40}$ – сумарний тепловий потік в конденсатор від всіх груп компресорів, Вт; визначається при тепловому розрахунку компресорів, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;

k – коефіцієнт теплопередачі конденсатора, приймається в залежності від типу конденсатора по таблиці 11.5 ([2] с. 87);

$\theta_m^{\text{лог}}$ – середній логарифмічний температурний напір, $^{\circ}\text{C}$.

7.6.2 Середній логарифмічний температурний напір визначається за формулою 11.34 ([2] с.87)

$$\theta_m^{\text{лог}} = \frac{t_{\text{вд.2}} - t_{\text{вд.1}}}{2,3 \lg \frac{t_K - t_{\text{вд.1}}}{t_K - t_{\text{вд.2}}}}, \text{ } ^{\circ}\text{C} \quad (7.34)$$

де t_K – температура конденсації, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{вд.1}}$ і $t_{\text{вд.2}}$ – температура води на вході в конденсатор і на виході з нього, $^{\circ}\text{C}$.

7.6.3 Об'ємна витрата води на охолодження конденсаторів визначається за формулою 11.36 ([2] с. 87)

$$V_B = \frac{\sum Q_K}{C_B \cdot \rho_B \cdot \Delta t_B}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (7.35)$$

де $\sum Q_K$ – сумарний тепловий потік в конденсатор від всіх груп компресорів, кВт;

C_B – питома теплоємність води ($C_B = 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$);

ρ_B – густина води ($\rho_B = 1000 \text{ кг/м}^3$);

Δt_B – підігрів води в конденсаторі, $^{\circ}\text{C}$; приймається по ([2] с. 87).

Розрахунок, підбір та технічна характеристика конденсаторів заноситься до таблиці 7.10.

Розрахунок, підбір та технічна характеристика водяних насосів заноситься до таблиці 7.11.

Таблиця 7.10 - Розрахунок, підбір та характеристика конденсаторів

ΣQ_k , Вт	K , $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$\theta_{m}^{\text{дог}}$, $^{\circ}\text{C}$	F_k , м^2	Марка конденсатора	К-ть	$F_{в}$, м^2	Витрата води, $\text{м}^3/\text{год}$	Габаритні розміри, мм			Маса, кг
								D	L	H	
457400	800	6,8	84	КТГА-50	2	51	55	600	3520	1450	1590

Таблиця 7.11 - Розрахунок, підбір та характеристика насосів

ΣQ_k , кВт	$C_{в}$, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$\rho_{в}$, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\Delta t_{в}$, $^{\circ}\text{C}$	$V_{в}$, $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	Марка насоса	К-ть	Подача, $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	Напір, м	Потужність двигуна, кВт	Частота обертання, $\frac{\text{об}}{\text{хв}}$	Маса, кг
457,4	4,19	1000	4	0,027	К 150-125-315а	2	0,0389	29	22	1450	400

7.7 Розрахунок та підбір батарей.

7.7.1 Площа теплопередаючої поверхні батареї визначається за формулою 11.26 ([2] с. 85)

$$F_{\text{б}} = \frac{Q_{\text{к.обл}}}{K_{\text{б}} \cdot \Delta t}, \text{ м}^2 \quad (7.36)$$

де $Q_{\text{к.обл}}$ – теплове навантаження на камерне обладнання для даної камери, Вт; приймається по зведеній таблиці теплонадходжень;

Δt – різниця температур між холодоносієм і повітрям в камері, $^{\circ}\text{C}$;

$K_{\text{б}}$ – коефіцієнт теплопередачі батареї, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$; приймається в залежності від температури повітря в камері по таблиці 11.9 ([2] с. 92).

7.7.2 Довжина батареї визначається за формулою

$$L_{\text{б}} = 2 \cdot L_{\text{СК}} + n \cdot L_{\text{СС}}, \text{ м} \quad (7.37)$$

де $L_{\text{СК}}$ і $L_{\text{СС}}$ – довжина секцій СК і СС з відповідним кроком ребер (t , мм) і кількістю труб ($n_{\text{тр}}$, шт), м; приймається по таблиці 11.8 ([2] с. 91);

n – кількість секцій СС, шт..

7.7.3 Площа поверхні охолодження визначається за формулою

$$f_{\text{б}} = 2 \cdot f_{\text{СК}} + n \cdot f_{\text{СС}}, \text{ м}^2 \quad (7.38)$$

де $f_{\text{СК}}$ і $f_{\text{СС}}$ – площа поверхні охолодження відповідно секцій СК і СС, м^2 ; приймається по таблиці 5.15 ([1] с. 120).

7.7.4 Розрахункова кількість батарей визначається за формулою

$$n_{\text{р}} = \frac{F_{\text{б}}}{f_{\text{б}}}, \text{ шт.} \quad (7.39)$$

7.7.5 Приймається дійсна кількість батарей: $n_{\text{д}}$.

7.7.6 Місткість батарей по аміаку визначається за формулою

$$V_{\text{б}} = L_{\text{б}} \times n_{\text{тр}} \times n_{\text{б}} \times V_{\text{тр}}, \text{ м}^3 \quad (7.40)$$

де $L_{\text{б}}$ - довжина батареї, м;

$n_{\text{тр}}$ - кількість труб в батареї, шт;

$V_{\text{тр}}$ - об'єм одного погонного метра труби, м^3 ; приймається $V_{\text{тр}}=0,00088 \text{ м}^3$.

7.9.7 Дійсна площа теплопередаючої поверхні батарей розраховується за формулою

$$F_{\text{б. д.}} = f \times n_{\text{д}}, \text{ м}^2 \quad (7.41)$$

Розрахунок, підбір та технічна характеристика батарей заноситься до таблиці 7.12.

Таблиця 7.12 - Розрахунок, підбір та технічна характеристика батарей

Назва камери	$Q_{\text{кам.обл.}}$ Вт	$t_{\text{кам}}$ $^{\circ}\text{C}$	Δt $^{\circ}\text{C}$	K_6 $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	F_6 м^2	Секції L_6/f_6 , мм/м ²		$n_{\text{гр}}$ шт	L_6 м	f_6 м^2	n_p шт	$n_{\text{д}}$ шт	V_a м^3
						СК	СС						
Експедиція	12997	12	22	4,3	137	2×2750	1×4500	6	10	78,7	1,7	2	0,105
						$2 \times 21,5$	$1 \times 35,7$						

7.8 Розрахунок та підбір повітроохолоджувачів.

7.8.1 Площа теплопередаючої поверхні повітроохолоджувачів визначається за формулою 11.26 ([2] с. 85)

$$F_{\text{п.о.}} = \frac{Q_{\text{к.обл.}}}{K_{\text{п.о.}} \cdot \Delta t}, \text{ м}^2 \quad (7.42)$$

де $Q_{\text{к.обл.}}$ – теплове навантаження на камерне обладнання для даної камери, Вт; приймається по зведеній таблиці теплонадходжень;

$K_{\text{п.о.}}$ – коефіцієнт теплопередачі повітроохолоджувача, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$; приймається по ([2] с. 92);

Δt – різниця температур між холодоносієм і повітрям в камері, $^{\circ}\text{C}$.

7.8.2 Розрахункова кількість повітроохолоджувачів визначається за формулою

$$n_{\text{р}} = \frac{F_{\text{п.о.}}}{f_{\text{п.о.}} \cdot \Delta t}, \text{ м}^2 \quad (7.43)$$

де $f_{\text{п.о.}}$ – площа теплопередаючої поверхні прийнятого повітроохолоджувача, м^2 .

7.8.3 Приймається дійсна кількість повітроохолоджувачів: $n_{\text{д}}$.

7.8.4 Об'ємна подача повітря встановленими вентиляторами визначається за формулою 11.39 ([2] с. 92);

$$V_{\text{пов}} = \frac{Q_{\text{к.обл.}}}{\rho_{\text{пов}} \times (i_1 - i_2)}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (7.44)$$

де $\rho_{\text{пов}}$ - щільність повітря, яке виходить з повітроохолоджувача, $\text{кг}/\text{м}^3$; знаходиться по діаграмі i - d для вологого повітря;

$i_1 - i_2 = \Delta i$ - різниця ентальпій між повітрям яке входить в повітроохолоджувач і повітрям, яке виходить з нього, $\text{кДж}/\text{кг}$; знаходиться по діаграмі i - d для вологого повітря.

7.8.5 Об'ємна витрата повітря повітроохолоджувачами для даної камери визначається за формулою

$$V_{\text{нов.заг}} = V_{\text{нов.}} \times n_{\text{д}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (7.45)$$

де $V_{\text{нов.}}$ - об'ємна витрата повітря одним повітроохолоджувачем, $\text{м}^3/\text{с}$; приймається по таблиці 14.7 ([2] с. 128);

$n_{\text{д}}$ - дійсна кількість повітроохолоджувачів, шт.

7.8.6 Місткість повітроохолоджувачів для даної камери по аміаку визначається за формулою

$$V_{нов.заг} = V_a \times n_{\partial}, \text{ м}^3 \quad (7.46)$$

де V_a - місткість по аміаку одного повітроохолоджувача, м^3 ; приймається по таблиці 14.7 ([2] с. 128).

Розрахунок та підбір повітроохолоджувачів заноситься до таблиці 7.13.

Технічна характеристика повітроохолоджувачів заноситься до таблиці 7.14.

Таблиця 7.13 - Розрахунок, підбір та технічна характеристика повітроохолоджувачів

Назва камери	$Q_{\text{кам.обл.}}$ Вт	t_0 , $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{кам}}$, $^{\circ}\text{C}$	$\frac{K_{\text{по}}}{\text{Вт}}$ $\frac{\text{М}^2 \cdot \text{К}}$	$F_{\text{по}}$, М^2	Марка ПО	$f_{\text{по}}$, М^2	$n_{\text{р}}$, шт	$n_{\text{д}}$, шт	$V_{\text{а}}$, М^3	$V_{\text{а.заг}}$, М^3
КЗО варених	26026	-10	0	15	173	ВОП100 080/110	102,7	1,6	2	0,0239	0,0478
КЗМ напівфа. №1	34694	-30	-20	12,5	277	ВОП100 080/110	102,7	2,6	4	0,0239	0,0956
КЗМ напівфа. №2	18306	-30	-20	12,5	146	ВОП100 080/110	102,7	1,4	2	0,0239	0,0478
КЗМ фаршу	19086	-30	-20	12,5	152	ВОП100 080/110	102,7	1,4	2	0,0239	0,0478

Таблиця 7.14 - Розрахунок, підбір та технічна характеристика повітроохолоджувачів

Назва камери	$Q_{\text{кам.обл.}}$ кВт	Марка ПО	$f_{\text{по}}$, М^2	$n_{\text{д}}$, шт	$t_{\text{ч}}$, $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{в}}$, $^{\circ}\text{C}$	i_1 , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	i_2 , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	Δi , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	ϕ , %	$\rho_{\text{пов}}$, $\frac{\text{кг}}{\text{М}^3}$	$V_{\text{пов}}$, $\frac{\text{М}^3}{\text{с}}$	$V_{\text{пов.заг}}$, $\frac{\text{М}^3}{\text{с}}$
КЗО варених	26,0	ВОП100 080/110	102,7	2	2	-2	12	5	7	90	1,29	2,8	7,78
КЗМ напівфа. №1	34,6	ВОП100 080/110	102,7	4	-18	-22	-16	-20	4	90	1,39	6,2	15,5
КЗМ напівфа. №2	18,3	ВОП100 080/110	102,7	2	-18	-22	-16	-20	4	90	1,39	3,2	7,78
КЗМ фаршу	19,0	ВОП100 080/110	102,7	2	-18	-22	-16	-20	4	90	1,39	3,4	7,78

7.9 Розрахунок та підбір швидкоморозильних апаратів.

Для ШМА в розділі 2 при визначені площ попереднім розрахунком підібрано два швидкоморозильних апарата марки АМПВ-7 та два швидкоморозильних апарата марки RSSP-S600-19-1500. Швидкоморозильні апарати розміщені у виробничому цеху.

Технічна характеристика швидкоморозильних апаратів заноситься до таблиці 7.15.

Таблиця 7.15 - Технічна характеристика швидкоморозильних апаратів

Марка	Продуктивність, кг/год	Температура в апараті, °С	Споживання холоду, кВт	V _а , м ³	Габаритні розміри, мм		
					L	B	H
АМПВ-7	300	-30	42	0,150	3424	1212	1695
RSSP-S600-19-1500	1500	-35	50	0,150	3900	1230	1700

8 РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

8.1 Розрахунок та підбір лінійних ресиверів.

8.1.1 Місткість лінійних ресиверів для насосно-циркуляційної системи з верхньою подачею холодильного агенту в систему визначається за формулою 5.41 ([1] с. 128)

$$V_{л.р.} = \frac{0,3 \cdot V_{вип.}}{0,5} \cdot 1,2, \text{ м}^3 \quad (8.1)$$

де $V_{вип.}$ – місткість по аміаку випарювальної системи, м^3 ;

0,5 – коефіцієнт, який враховує норму заповнення ресивера при експлуатації (50% від об'єму);

1,2 – коефіцієнт, який враховує запас місткості (20%).

8.1.2 Місткість випарювальної системи визначається за формулою

$$V_{вип.} = V_б + V_{по} + V_{шма}, \text{ м}^3 \quad (8.2)$$

де $V_б$ – місткість по аміаку всіх батарей, м^3 ;

$V_{по}$ – місткість по аміаку всіх повітроохолоджувачів, м^3 ;

$V_{шма}$ – місткість по аміаку всіх швидкоморозильних апаратів, м^3 ;

Розрахунок лінійних ресиверів заноситься до таблиці 8.1, технічна характеристика лінійних ресиверів заноситься до таблиці 8.2.

Таблиця 8.1 - Розрахунок лінійних ресиверів

$V_б, \text{ м}^3$	$V_{по}, \text{ м}^3$	$V_{шма}, \text{ м}^3$	$V_{вип.}, \text{ м}^3$	$V_{л.р.}, \text{ м}^3$	Марка	Кількість
0,105	0,239	0,600	0,944	0,679	0,4 РВ	2

Таблиця 8.2 - Технічна характеристика лінійних ресиверів

Марка	Габаритні розміри, мм			Місткість, м ³	Маса, кг
	D×S	L	H		
0,4 РВ	530×10	2520	1640	0,45	390

8.2 Розрахунок та підбір циркуляційних ресиверів.

8.2.1 Місткість циркуляційних ресиверів визначається за формулою 5.42 ([1] с. 128)

$$V_{ц.р.} = (V_6 \cdot K_1 + V_{по} \cdot K_2) \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \text{ м}^3 \quad (8.3)$$

де K_1 – коефіцієнт заповнення труб батарей;

K_2 – коефіцієнт заповнення труб повітроохолоджувачів;

K_3 – коефіцієнт кількості аміаку, який викидається з приладів охолодження;

K_4 – коефіцієнт місткості колекторів і трубопроводів;

K_5 – коефіцієнт робочого заповнення ресиверів для забезпечення стійкої роботи насосів;

K_6 – коефіцієнт допустимого заповнення ресиверів;

K_7 – коефіцієнт запасу місткості.

Всі коефіцієнти приймаються по таблиці 5.20 ([1] с. 129).

Розрахунок та підбір циркуляційних ресиверів заносяться до таблиці 8.3, технічна характеристика ресиверів заноситься до таблиці 8.4.

Таблиця 8.3 - Розрахунок та підбір циркуляційних ресиверів

t_0 , °C	V_6 , м ³	$V_{по}$, м ³	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	$V_{ц.р.}$, м ³	Марка ресивера
-10	0,105	0,0478	0,25	0,5		1,2	1,55	1,45	1,2	0,161	1,5 РДВ
-30		0,191		0,5		1,2	1,55	1,45	1,2	0,309	1,5 РДВ
-40		0,6		0,5		1,2	1,55	1,45	1,2	0,907	1,5 РДВ

Таблиця 8.4 - Технічна характеристика циркуляційних ресиверів

Марка	Габаритні розміри, мм		Діаметри патрубків, мм				Місткість, м ³	Маса, кг
	D×S	H	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄		
1,5 РДВ	800×8	3380	150	80	40	15	1,4	710

8.3 Розрахунок та підбір дренажного ресивера.

В насосно-циркуляційних системах дренажний ресивер підбирається по місткості найбільшого ресивера. На основі цього приймається дренажний ресивер марки 1,5 РД.

Технічна характеристика дренажного ресивера заноситься до таблиці 8.5.

Таблиця 8.5 - Технічна характеристика дренажного ресивера

Марка	Габаритні розміри, мм			Місткість, м ³	Маса, кг
	D×S	L	H		
1,5 РД	820×10	3678	1953	1,656	670

8.4 Розрахунок та підбір трубопроводів.

8.4.1 Внутрішній діаметр трубопроводу визначається за формулою 7.2 ([1] с.170)

$$d_{\text{вн.}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{V_p}{\omega}}, \text{ м} \quad (8.4)$$

де ω – розрахункове значення швидкості руху середовища в трубопроводі, $\frac{\text{м}}{\text{с}}$; приймається по таблиці 7.4 ([1] с.172);

V – кількість речовини, яка протікає по трубопроводу, $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$.

8.4.2 Кількість речовини, яка протікає по трубопроводу визначається за формулою

Одноступеневе стискання:

$$\text{Всмоктування: } V = M \cdot v_1, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.5)$$

$$\text{Нагнітання: } V = M \cdot v_2, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.6)$$

Двоступеневе стискання:

$$\text{Всмоктування: } V = M_1 \cdot v_1, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.7)$$

$$\text{Нагнітання: } V = M \cdot v_4, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.8)$$

8.4.3 Кількість речовини, яка протікає по загальному нагнітаючому трубопроводу визначається за формулою

$$V = V_1 + V_2 + V_3, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.9)$$

$$\text{Нагнітання (} t_0 = -10^\circ\text{C): } V_1 = M \cdot v_2, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.10)$$

$$\text{Нагнітання (} t_0 = -30^\circ\text{C): } V_2 = M \cdot v_4, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.11)$$

$$\text{Нагнітання (} t_0 = -40^\circ\text{C): } V_3 = M \cdot v_4, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.12)$$

8.4.4 Кількість речовини, яка протікає по рідинному (зливному) трубопроводу від конденсатора до лінійного ресивера визначається за формулою

$$V = M \cdot v_3 + M_1 \cdot v_4, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.13)$$

Розрахунок та підбір аміачних трубопроводів заноситься до таблиці 8.6.

Таблиця 8.6 - Розрахунок та підбір трубопроводів

Назва трубопроводу	t_0 , °C	M, кг/с	M_1 , кг/с	V_1 , м ³ /кг	V_2 , м ³ /кг	V_3 , м ³ /кг	V_4 , м ³ /кг	V_5 , м ³ /кг	V_p , м ³ /кг	ω , м/с	$d_{вв\dot{т}}$, м	D_y , мм
Всмоктуючий	-10	0,035		0,45					0,015	15	0,035	40
Нагнітальний		0,035			0,135				0,004	20	0,015	15
Всмоктуючий	-30		0,063	1					0,063	15	0,073	80
Нагнітальний		0,079					0,13		0,010	20	0,025	25
Всмоктуючий	-40		0,162	1,7					0,275	15	0,153	200
Нагнітальний		0,214					0,13		0,027	20	0,001	10
3 аг. Нагніт.									0,041	20	0,051	70
Рідинний		0,328				0,00169		0,00169	0,0005	0,6	0,032	32

8.5 Розрахунок та підбір градирень.

8.5.1 Площа поперечного перерізу визначають за формулою 15.1 ([2] с. 148)

$$F_{\text{п.п.}} = \frac{Q_{\text{гр}}}{q_F}, \text{ м}^2 \quad (8.14)$$

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

q_F – питоме теплове навантаження на 1 м² поперечного перерізу насадки в градирні, приймається по таблиці 15.2 ([2] с. 149), $\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$.

8.5.2 Теплове навантаження на градирню, визначають за формулою ([2] с. 149)

$$Q_{\text{гр}} = 1,03 \cdot \Sigma Q_{\text{к}}, \text{ кВт} \quad (8.15)$$

де $\Sigma Q_{\text{к}}$ - сумарний тепловий потік в конденсатор, кВт; визначається при тепловому розрахунку компресорів.

Розрахунок, підбір та технічна характеристика градирень заноситься до таблиці 8.7, технічна характеристика заноситься до таблиці 8.8.

Таблиця 8.7 – Розрахунок та підбір градирень

$\Sigma Q_{\text{к}}$ кВт	$Q_{\text{гр}}$ кВт	q_F кВт/м ²	$F_{\text{п.п.}}$ м ²	Марка градирні	Кількість
457,4	471,1	35	13	ГП 32	1

Таблиця 8.8 – Технічна характеристика градирень

Марка градирн і	Площа поверхні орошувача, м ²	Продуктивність по воді, м ³ /год	Габаритні розміри, мм			Потужність електродви- гуна, кВт
			L	H	B	
ГП 32	31,5	32	3250	2800	1200	0,75

8.6 Розрахунок та підбір аміачних насосів.

8.6.1 Об'ємна подача аміачного насосу визначається за формулою ([3] с.106)

$$V_a = M \cdot V_p \cdot a, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.16)$$

де M – масова витрата холодильного агента, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$; приймається по таблиці

7.6. розділу 7;

V_p – питомий об'єм рідкого холодильного агента, $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$;

a – кратність циркуляції холодильного агента.

Розрахунок та підбір аміачних насосів заноситься до таблиці 8.9, технічна характеристика заноситься до таблиці 8.10.

Таблиця 8.9 - Розрахунок та підбір аміачних насосів

Режи м, °С	M, кг/с	V_p , м ³ /кг	a	V_a , м ³ /с	Марка насоса	Кількіст ь
-10	0,035	0,00169	20	0,001	ЦГ 6,3/20-1,1-2 (5)	2
-30	0,079	0,00169	20	0,002	1ЦГ 12,5/50-4-2 (5)	2
-40	0,214	0,00169	20	0,007	ЦГ 50/12,5-5,5Б-1	2

Таблиця 8.10 – Технічна характеристика аміачних насосів

Марка насоса	Подача, м ³ /с	Напір, м	Потуж- ність двигуна, кВт	Габаритні розміри, мм			Маса, кг
				L	B	H	
ЦГ 6,3/20-1,1-2 (5)	0,0018	20	1,1	580	370	280	75
1ЦГ 12,5/50-4-2 (5)	0,0035	50	4,0	755	400	340	100
ЦГ 50/12,5-5,5Б-1	0,0139	12,5	5,5	800	460	440	175

8.6 Підбір масловіддільника.

По діаметру загального нагнітального трубопроводу підбирається один загальний аміачний інерційний масловіддільник марки 80М – таблиця 14.14 ([2] с.135).

Технічна характеристика масловіддільника заноситься до таблиці 8.11.

Таблиця 8.11 - Технічна характеристика масловіддільника

Марка	Габаритні розміри, мм			Місткість, м ³	Маса, кг
	D×S	H	d ₁		
80М	307×9	1351	80	0,08	139

8.7 Підбір маслосбірника.

Для випуску масла з масловіддільника та масловідстійників всіх апаратів і випуску його на зовні підбирається один загальний маслосбірник марки 300СМ – таблиця 5.26 ([2] с.134).

Технічна характеристика маслосбірника заноситься до таблиці 8.12.

Таблиця 8.12 - Технічна характеристика маслосбірника

Марка	Габаритні розміри, мм		Маса, кг
	D	H	
300СМ	325	1270	92

8.8 Підбір повітровіддільника.

Для випуску повітря із системи холодильної установки підбирається один автоматичний повітровіддільник марки Purger фірми Grasso.

8.9 Підбір гідроциклонів.

Для відокремлення масла від рідкого холодильного агента після циркуляційних ресиверів перед приладами охолодження встановлюються три гідроциклони марки ЕГЦ-50.

9 ОПИС СХЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

По холодильнику передбачається насосно-циркуляційна схема з верхньою подачею холодильного агента в прилади охолодження і розрахована на три температури кипіння: -10°C , -30°C , -40°C .

В холодильній установці передбачено повітровідокремлювач марки Purger фірми Grasso, який забезпечує нормальну роботу системи. В схемі передбачено для відтаювання приладів охолодження за проектом відтаювальну лінію і дренажний ресивер. Для того щоб забезпечити безпечний режим роботи даної установки передбачено прилади автоматичного захисту від небезпечних режимів, прилади контролю за параметрами та прилади сигналізації. Також в даній схемі передбачено на кожен температуру кипіння свій циркуляційний ресивер і гідроциклон.

Принцип роботи даної холодильної установки прослідкуємо на прикладі $t_0 = -40^{\circ}\text{C}$.

Холодні пари аміаку відсмоктуються з циркуляційного ресивера низьким ступенем стиснення компресора, стискаються і нагнітаються в проміжний посуд, де охолоджується під шаром рідини і перед всмоктуванням у високий ступінь стиснення компресора очищаються від крапель мастила. Далі пари аміаку відсмоктуються високим ступенем стиснення з проміжної судини, стискаються та нагнітаються через штатний масловідділювач у загальний нагнітальний трубопровід.

У масловідділювачі пара аміаку відокремлюється від мастила, яке виноситься з холодильним агентом з компресора. Із загального нагнітального трубопроводу через загальний масловідокремлювач, де пара залишково відокремлюється від мастила, а пари аміаку надходять у конденсатор.

У конденсаторі пара аміаку конденсується, віддаючи тепло. Післячого скраплений аміак самотьоком надходить у лінійний ресивер. Після лінійного ресивера рідкий аміак надходить на розподільчу станцію (температурою -100°C) і далі прямує на переохолодження в змійовик проміжної судини. Потім холодильний агент повертається на розподільчу станцію на ($t=400^{\circ}\text{C}$). З розподільчої станції рідкий аміак надходить у циркуляційний ресивер на ($t = -400^{\circ}\text{C}$). Також перед цим відбувається процес дроселювання холодильного агента. Після дроселювання рідкий холодильний агент подається з циркуляційного ресивера насосами до споживача, тобто до приладів, що охолоджують.

Далі рідкий аміак кипить в приладах охолодження, забираючи тепло від охолоджуючого продукту. Пари холодильного агента потрапляють у верхню частину циркуляційного ресивера, який в даному випадку слугує відокремлювачем рідини. Волога пара звільняється від рідини та в сухому стані відсмоктується компресором низького ступінню стиснення.

Цикл повторюється.

10 АВТОМАТИЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Для нормальної роботи холодинної установки необхідно забезпечити її засобами автоматизації. Це дозволить більш точно витримувати режим і параметри роботи, тільки саме основне забезпечувати безпечну експлуатацію холодинної установки.

Автоматичний захист компресорів при аварійних ситуаціях, які виникають під час експлуатації холодинної установки є необхідною умовою забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу.

Небезпечний режим роботи на холодинних установках частіше всього виникає при порушенні нормальних умов експлуатації і припинення подачі охолоджуючої води на конденсатор, підвищення температури навколишнього середовища, спадання напруги, різкому збільшенні теплопритоків в об'єкт. Крім цього небезпечний режим може бути викликаний виходом з ладу окремих вузлів або деталей холодинної машини.

Число параметрів, які можуть приймати небезпечні значення залежить від схеми установки, властивостей холодинного агента і конструкцій машин і апаратів.

Прилади захисту від небезпечних режимів зупиняють компресори, насоси і вмикають аварійну сигналізацію.

Автоматичний захист компресорів передбачає аварійне вимкнення електродвигуна компресора при недопустимому:

- підвищенні тиску нагнітання – захист забезпечується одноблочним реле високого тиску РД-2-ОМ5-02;
- зниження тиску всмоктування – захист здійснюється одноблочним реле низького тиску РД-1-ОМ5-02;
- підвищення або зниження тиску масла – використовують реле контролю змащування РКС-1ОМ5-02Р;

- підвищення температури нагнітання – захист здійснюється термореле ТР-ОМ5-09.

Для контролю безперебійної подачі води в охолоджуючі сорочки компресора передбачено реле потоку марки РП67.

Для підтримання рівня рідини в посудинах автоматичного захисту їх від переповнення, автоматичного захисту від низького рівня рідини в лінійному ресивері, сигналізації (звукової і світлової) передбачені реле рівня марки ПРУ-5М.

Також на холодильних установках здійснюється автоматичний захист аміачного насоса.

При пониженні рівня рідини від насоса до 300 мм реле рівня відключає насос і включає аварійну сигналізацію.

11 ОХОРОНА ПРАЦІ

Виробничий холодильник для охолодження варених ковбас проектується з застосуванням сучасного холодильного обладнання, що має високий рівень автоматизації. В якості будівельно-ізоляційних конструкцій холодильника застосовано теплоізоляцію із пінополістиролу Піноплекс. Робота аміачної холодильної установи, яка працює 14 годин на добу, що зменшує час впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів на обслуговуючий персонал. Диспетчерська компресорного цеха прибудована в окремому приміщенні біля машинного відділення.

При проектуванні враховано вимоги нормативного документа галузі.

11.1. Інструкція розроблена відповідно до:

Положення про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 29.01.1998 № 9;

Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 № 15;

Технічного регламенту обладнання, що працює під тиском, затвердженого постановою КМУ від 16.01.2019 № 27;

11.2 Правил будови і безпечної експлуатації аміачних холодильних установок, затверджених Держагропромом СРСР від 27.09.1990

11.3. За цією інструкцією машиніст холодильних установок (далі — машиніст) проходить первинний інструктаж перед початком роботи, а потім через кожні три місяці повторний інструктаж. Результати інструктажу заносять до Журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці.

11.4. Власник повинен застрахувати машиніста від нещасних випадків і професійних захворювань. У разі пошкодження здоров'я працівника з вини власника працівник має право на відшкодування заподіяної йому шкоди.

11.5. За невиконання вимог цієї інструкції машиніст несе дисциплінарну, матеріальну, адміністративну та кримінальну відповідальність.

11.6. До роботи машиністом холодильної установки допускають осіб не молодше 18 років, які пройшли:

медичне обстеження і не мають медичних протипоказань;
пройшли спеціальне навчання і мають відповідне посвідчення;
пройшли вступний інструктаж із охорони праці, інструктаж на робочому місці та інструктаж з пожежної безпеки.

11.7. Машиніст холодильної установки повинен мати не нижче ніж II групу з електробезпеки.

11.8. Машиніст холодильної установки повинен:

11.8.1. Знати будову та правила безпечної експлуатації холодильної установки, яку обслуговує.

11.8.2. Проходити періодичну перевірку знань не рідше ніж раз на 12 місяців з відміткою у посвідченні.

11.8.3. Знати токсичну дію на організм людини газу в разі його витікання.

11.8.4. Виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку.

11.8.5. Не допускати сторонніх осіб на своє робоче місце.

11.8.6. Працювати тільки на тій установці, будову й правила безпечної експлуатації якої знає та з якої пройшов інструктаж.

11.8.7. Пам'ятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці та відповідальність за оточуючих.

11.8.8. Не виконувати вказівок, які суперечать правилам охорони праці.

11.8.9. Користуватися спецодягом та засобами індивідуального захисту (ЗІЗ).

11.8.10. Вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим від нещасних випадків.

11.8.11. Вміти користуватись первинними засобами пожежогасіння.

11.9. Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які діють на машиніста:

ураження електричним струмом;

підвищений рівень шуму, загазованості робочої зони;

недостатня освітленість робочої зони;

токсична дія пари газу.

11.10. Машиністу видають спецодяг і ЗІЗ: комбінезон бавовняний, рукавиці комбіновані, протигаз.

11.11. На підприємстві власник наказом призначає особу, відповідальну за справний стан, правильну й безпечну експлуатацію холодильних машин і установок.

11.12. Працівники під час роботи мають керуватися вимогами розроблених і затверджених на підприємстві інструкцій:

з будови і безпечної експлуатації холодильних установок;

експлуатації холодильної системи (охолоджувальних пристроїв);

обслуговування контрольно-вимірювальних приладів і автоматики;

пожежної безпеки;

надання домедичної допомоги у разі отруєння аміаком,

дій персоналу з усунення прориву аміаку та за виникнення аварійної ситуації тощо.

11.13. Крім інструкцій, власник розробляє і затверджує:

річні та місячні графіки проведення планово-профілактичного ремонту;

схеми аміачних, водяних та інших трубопроводів;

поажчики розміщення ЗІЗ.

Скачайте інструкції з охорони праці та пожежної безпеки

та інші готові зразки документів

На видному місці розміщують:

номери телефонів швидкої допомоги, пожежної охорони, диспетчера електромережі, міліції, начальника компресорного цеху (домашній телефон);

номери телефонів і адресу організації, яка обслуговує автоматизовану холодильну установку.

11.14. Документи, вказані в пп. 1.12.—1.13, знаходяться у машинному відділенні, їх доводять до відома кожного машиніста під розпис.

11.15. У компресорному цеху знаходиться добовий журнал встановленої форми — пронумерований, прошнурований, стверджений печаткою підприємства, з датою і підписом начальника цеху.

11.16. Начальник компресорного цеху щоденно контролює ведення журналу, записує до нього розпорядження обслуговувальному персоналу та розписується.

11.17. Стороннім особам заборонено входити у приміщення машинного (апаратного) і конденсаторного відділень.

На видних місцях вивішують плакати: «Вхід заборонено!»

11.18. Роботи, не пов'язані з обслуговуванням холодильної установки, проводити з оформленням наряду-допуску на роботи підвищеної небезпеки.

11.19. Ремонтні роботи, а також очищення батарей при відтаюванні проводити під контролем особи, відповідальної за експлуатацію холодильної установки, або особи, яка її замінює.

11.2. Вимоги безпеки перед початком роботи

11.2.1. Отримати завдання від керівника робіт.

11.2.2. Одягти спецодяг.

11.2.3. Разом зі змінником (при змінній роботі) перевірити стан контрольно-вимірювальних приладів, захисного огороження і заземлення, відсутність витікання аміаку та зробити відповідний запис у спеціальному журналі.

11.3. Вимоги безпеки під час роботи

11.3.1. Компресори:

11.3.1.1. Пуск компресора в роботу — початковий, після тривалої зупинки, ремонту, профілактики, а також після зупинки його при

спрацюванні приладів аварійного захисту виконувати вручну із закритим впускним вентиляем.

11.3.1.2. Перед пуском компресора в роботу впевнитися, що всі запірні вентиля на нагнітальному трубопроводі від компресора до конденсатора відкриті (за винятком пуску компресора з використанням вбудованого байпаса, коли нагнітальний ventиль компресора повинен бути закритий, а ventиль байпаса відкритий, якщо це передбачено інструкцією заводу-виробника).

11.3.1.3. Всмоктування парів аміаку компресорами повз віддільник рідини (або посудини, яка його замінює) не допускається.

11.3.1.4. У разі витікання аміаку через сальники компресора його потрібно усунути.

Відкривати компресори, демонтувати апарати, трубопроводи та арматуру дозволено тільки після видалення з них аміаку.

Заборонено виконувати такі роботи без аміачного протигазу з фільтруючою коробкою марки КД і гумових рукавичок.

11.3.1.5. Залишки аміаку випускати з компресора через гумовий шланг, один кінець якого надягти на спеціальний ventиль, розташований на компресорі, а другий — вивести назовні в посудину з водою під її рівень.

11.3.1.6. Щоб уникнути потрапляння води в компресори під час видалення аміаку, необхідно контролювати в них тиск, не допускати його падіння нижче за атмосферний.

11.3.1.7. Перегрівання парів аміаку, які всмоктуються компресором, повинно бути:

не менше ніж $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ — для одноступінчатих і ступеня високого тиску двоступінчатих компресорів;

$10\text{ }^{\circ}\text{C}$ — для ступеня низького тиску двоступінчатих компресорів.

Це перегрівання визначають як різницю між температурою пари, яку вимірюють термометром перед всмоктувальним штуцером компресора, і

температурою кипіння аміаку, яку визначають по тиску всмоктування за таблицею для насиченої пари аміаку.

Мановакуумметр (чи прилад для вимірювання перегріву) для вимірювання тиску всмоктування вибирати таким чином, щоб похибка при визначенні температури кипіння була не більше ніж 5 °С.

11.3.1.8. Щоб виміряти температуру парів аміаку, що нагнітає компресор, термометр встановити в гільзі на трубопроводі на відстані від 200 до 300 мм від патрубку чи запірною вентиля компресора.

Температура нагнітання повинна бути:

не більше ніж 160 °С — для сучасних поршневих компресорів;

90 °С — для гвинтових, якщо заводська інструкція не передбачає інше значення;

135 °С — для горизонтальних тихохідних компресорів старих марок.

11.3.1.9. У разі раптової появи стуку в циліндрі компресора зупинити компресор, повідомити про це керівнику (старшому машиністу), записати в добовий журнал роботи машинного відділення причину зупинки.

11.3.1.10. У разі зменшення перегріву та швидкого падіння температури парів аміаку, обмерзання всмоктуючих трубопроводів і появи інших ознак вологого ходу відключити компресорну установку та усунути несправності, що виникли.

Ознаки вологого ходу:

у поршневому компресорі — приглушений стукіт у нагнітальних клапанах і падіння тиску змащування;

у гвинтовому — зміна шуму в роботі та падіння тиску змащування;

у ротаційному багатолопатевого — зміна шуму в роботі та збільшення масла в масловіддільнику.

11.3.1.11. У холодильній установці, не спорядженій захисними ресиверами, перед підключенням до працюючого компресора додаткового теплового навантаження (холодильної камери після її ремонту або відтаювання батарей тощо) знизити подачу рідини у випарювальну систему,

закрити всмоктуючий запірний вентиль у компресора та тільки після підключення додаткового теплового навантаження поступово відкривати останній.

11.3.1.12. Взимку при перервах у роботі холодильної установки й можливості замерзання води необхідно спускати її з охолодних оболонок циліндрів і сальників компресорів, водяних насосів, конденсаторів закритого типу, переохолоджувачів та інших апаратів, а також з водяних трубопроводів, для чого повинні бути передбачені спускні крани в самих низьких точках системи.

11.3.1.13. Усі рухомі та обертові частини устаткування огорожують суцільними або сітчастими огорожами, знімними й легкорозбірними.

Вузли й деталі огорожі повинні бути надійно закріплені та мати достатню міцність і жорсткість.

11.3.1.14. Доступ до рухомих частин дозволяється тільки після повної зупинки й після того, як вжили заходів щодо запобігання їх пуску сторонніми особами.

Замір лінійного зазору в компресорі проводити тільки при ручному повертанні вала.

11.3.1.15. На компресорах і насосах, що працюють в автоматичному режимі, на видному місці вивішують таблички: «Обережно! Пускається автоматично!»

11.3.1.16. Перевірку та обкатку аміачних компресорів після монтажу й ремонту виконувати відповідно до інструкцій заводів-виробників.

11.3.1.17. Після ремонту й профілактики холодильного устаткування, а також після вимушеної зупинки компресора чергова зміна може проводити пуск його тільки після письмового дозволу начальника цеху (або особи, яка його замінює), який повинен особисто пересвідчитися, що пуск компресора можливий і безпечний.

При цьому пуск кожного компресора здійснювати вручну після попереднього дренажу всмоктувального та нагнітального трубопроводів

компресора від можливого скупчення рідкого аміаку та мастила за допомогою дренажних вентилів і трубопроводів.

Перед пуском гвинтового компресора, який має пристрій для ручного регулювання продуктивності, вивести пристрій у положення мінімальної продуктивності.

11.3.2. Апарати (посудини):

11.3.2.1. Під час відсмоктування аміаку з апаратів (посудин) заборонено швидко (зі швидкістю зниження температури більше ніж 30 °C на годину) знижувати в них тиск для запобігання зниження механічної міцності їх стінок з причини різкого зниження температури.

11.3.2.2. Систематично усувати лід, що утворюється взимку на зрошувальних конденсаторах, градирнях, драбинах, площадках для їх обслуговування.

11.3.2.3. Механічне очищення від водяного каменя труб конденсатора виконувати під керівництвом начальника цеху й тільки після звільнення конденсатора від аміаку.

Не рідше ніж раз на місяць перевіряти воду, що відходить з конденсатора, на наявність аміаку.

11.3.2.4. Окремо розташовані апаратні й конденсаторні приміщення зачиняти на ключ, який має знаходитися у чергового зміни холодильної установки.

11.3.2.5. При охолодженні води в кожухотрубних випарниках температура кипіння аміаку повинна бути не менше ніж 2 °C.

11.3.2.6. У системах охолодження з проміжним теплоносієм не рідше ніж раз на місяць перевіряти його на наявність аміаку в ньому.

11.3.2.7. Мастило з мастиловіддільників (за відсутності автоматичного перепуску в картер компресора) і апаратів сторін високого й низького тиску необхідно періодично пропускати в мастилозбірники. Із мастилозбірників випускати його при тиску, близькому до атмосферного, — вище його на

0,01...0,02 МПа (0,1...0,2 кг/см²) після відсмоктування парів аміаку через пристрій для відділення рідини.

Випускати мастило безпосередньо із апаратів (посудин) холодильної установки заборонено.

На мастилозбірниках мають бути встановлені мановакуумметри.

Розповідаємо про безпечну експлуатацію балонів, у яких транспортують і зберігають зріджені, стиснені й розчинені гази

11.3.2.8. Повітря та інші гази, що не конденсуються, випускати із системи в посудину з водою через спеціально встановлений апарат — повітровіддільник.

При застосуванні автоматизованих безперервно діючих повітроохолодників гази, які не конденсуються, випускати в проточну воду.

11.3.2.9. Черговий обслуговувальний персонал протягом зміни записує в добовий журнал основні параметри роботи холодильної установки, зауваження до роботи холодильного устаткування і вентиляційних пристроїв, причини зупинки компресорів та інші зауваження.

Начальник компресорного цеху щоденно контролює ведення змінного журналу, записує до нього розпорядження обслуговувальному персоналу та розписується.

11.3.2.10. Заборонено застосовувати в холодильних установках лінійні ресивери (неуніфіковані) як захисні, дренажні або циркуляційні, а також кожухотрубні випарники — як конденсатори (і навпаки) через можливу невідповідність марок сталі, з якої виготовлені апарати.

11.3.2.11. Для кращого очищення від мастила та підвищення надійності роботи захисних реле рівня до апаратів (посудин) зі сторони низького тиску повинен бути приєднаний трубопровід гарячої пари аміаку.

При прогріві апаратів (посудин) і звільненні від рідкого аміаку тиск в них не повинен перевищувати тиск випробування на щільність для апаратів (посудин) у відповідності з Правилами будови і безпечної експлуатації аміачних холодильних установок.

11.3.2.12. Компресорну установку потрібно виключити у випадках:

11.3.2.12.1. Якщо тиск у посудині піднявся вище дозволеного та не знижується попри вжиті персоналом заходи.

11.3.2.12.2. У разі виявлення несправності запобіжних пристроїв, які запобігають підвищенню тиску.

11.3.2.12.3. У разі виявлення в посудині та її елементах, що працюють під тиском, нещільностей, випинань, розриву прокладок.

11.3.2.12.4. У разі несправності манометра й неможливості визначити тиск на інших приладах.

11.3.2.12.5. У разі зниження рівня рідини нижче за допустимий в посудинах із вогневим обігрівом.

11.3.2.12.6. У разі вихода з ладу всіх показчиків рівня рідини.

11.3.2.12.7. У разі несправності запобіжних блокувальних пристроїв.

11.3.2.12.8. У разі виникнення пожежі, яка безпосередньо загрожує посудині, що перебуває під тиском.

11.3.2.12.9. У разі витікання аміаку із системи.

11.3.3. Трубопроводи та обладнання холодильних камер:

11.3.3.1. Під час експлуатації підтримувати максимальну щільність аміачної системи, яка б забезпечувала відсутність витікання аміаку і неможливість попадання повітря в систему. Для виявлення місць витікання аміаку дозволяється користуватися хімічними й спеціальними іншими індикаторами.

Індикатор високої чутливості.

Взяти 0,1 г фенолроту, покласти у фарфорову чашечку чи кристалізатор і додати 100 мл спирту-ректифікату і 20 мл чистого гліцерину, перемішати скляною паличкою до повного розчину.

Фільтрувальний папір, нарізаний смугами 10 x 1,5 см, обробити приготвленим розчином фенолрота і сушити на повітрі.

Висушені смуги зберігати в парафіновому папері.

Індикатор середньої чутливості.

Приготувати 1%-вий спиртовий розчин фенолфталеїну і просочити їм смуги фільтрувального паперу.

За наявності аміаку фарбування індикатора змінюється на червоне.

11.3.3.2. Усі запірні вентиля на аміачних газових нагнітальних трубопроводах повинні бути запломбовані у відкритому положенні, за винятком основних запірних вентилів компресорів.

Запірні вентиля на зливних трубах віддільників рідини та розділових посудин повинні бути також запломбовані у відкритому положенні.

Про всі випадки пломбування вентилів і зняття пломб робити запис у змінному журналі.

11.3.3.3. Щоб уникнути заклинювання клапанів запірних вентилів, які не мають зворотного затвора сальника при виведеному маховику, заборонено тримати їх у повністю відкритому стані.

Після повного відкривання вентиля необхідно повернути його маховик назад на 1/8 оберту.

11.3.3.4. На щиті регулюючої станції біля кожного регулюючого вентиля повинен бути напис із зазначенням, який апарат або яке охолоджуване приміщення обслуговує регулюючий вентиль.

11.3.3.5. У місцях, де аміачні арматура та трубопроводи можуть бути пошкоджені транспортними засобами або вантажами, влаштувати металеві захисні огорожі.

11.3.3.6. Підтягувати болти у фланцевих з'єднаннях, повністю чи частково замінювати сальникову набивку запірної арматури (яка не має зворотного затвора сальника) апаратів (посудин) виконувати обережно, попередньо відключивши цю ділянку від решти аміачної системи та відсмоктавши аміак із пошкодженої ділянки.

3.3.7. У холодильних камерах заборонено укладати вантажі впритул до стельових і пристінних аміачних батарей, повітроохолодників, а також на труби батарей і з'єднувальні трубопроводи. Додержуватися відстаней від

батареї до вантажного штабеля відповідно до виробничих інструкцій, але не менше ніж 0,3 м.

11.3.3.8. Перед відтаюванням батареї повітроохолоджувачів звільнити їх від рідкого аміаку та скупчення мастила, які слід зливати в дренажний (циркуляційний) ресивер з наступним випуском мастила з нього через мастилозбірник.

Випускати мастила безпосередньо з батареї і повітроохолоджувачів заборонено.

Відтаювання виконувати згідно з Інструкцією з відтаювання «снігової шуби» і продувці охолоджувальних пристроїв гарячою парою аміаку й трубчастими нагрівачами.

11.3.3.9. У холодильних камерах, які обладнані батареями безпосереднього охолодження, відтаювання проводити регулярно, запобігаючи надмірному накопиченню снігу і льоду, що може викликати порушення герметичності батареї і з'єднувальних трубопроводів.

11.3.3.10. Перед відтаюванням повітроохолоджувачів за допомогою вмонтованих в них електронагрівальних елементів повітроохолоджувачі звільнити від рідкого аміаку.

Відтаювання вказаних повітроохолоджувачів виконувати згідно з інструкцією заводу-виробника та Інструкцією.

11.3.3.11. Щоб запобігти викиду рідкого аміаку з охолоджувального пристрою у всмоктувальну магістраль компресорів (вологий хід компресорів) при різкому збільшенні теплового навантаження власник підприємства встановлює порядок повідомлення керівників відповідних підрозділів, чергових машиністів компресорного цеха про час завантаження продуктів в камери холодильного оброблення і зберігання.

11.3.3.12. Біля входу в охолоджувальні приміщення (коридор) вивішують інструкцію з охорони праці під час робіт у камерах холодильника.

11.4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

11.4.1. Передати зміну зміннику (при змінній роботі), перевірити стан холодильної установки, зробити відмітку в спеціальному журналі.

11.4.2. У випадку відсутності змінника не залишати робоче місце без дозволу керівника робіт.

11.4.3. Упорядкувати спецодяг, ЗІЗ і покласти у відведене для них місце.

11.4.4. Помити руки, обличчя теплою водою з милом. Якщо змога, прийняти душ.

11.4.5. Про всі недоліки, які були виявлені під час роботи, доповісти керівнику робіт і зробити відповідний запис у журналі.

11.5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

11.5.1. Аварійна ситуація може виникнути в разі: появи стуку в циліндрах компресора, а також у випадках, викладених у п. 3.2.12 цієї інструкції.

11.5.2. У разі аварійного викиду аміаку — гідравлічний удар, розривання трубопроводу, порушення герметичності посудин та інше — подати сигнал про небезпеку, відключити установку. Вжити заходів з евакуації людей з небезпечної зони, не допускати до неї сторонніх, повідомити про те, що сталося, керівнику робіт і діяти згідно з планом ліквідації аварії.

11.5.3. Якщо є потерпілі, надавати їм першу домедичну допомогу. У разі необхідності викликати швидку медичну допомогу.

11.5.4. Надання першої домедичної допомоги.

11.5.4.1. Перша допомога при отруєнні аміаком.

У разі отруєння парами аміаку вивести потерпілого на свіже повітря або в чисте тепле приміщення. За необхідності застосовувати штучне дихання. Звільнити потерпілого від стискаючого одягу, замінити брудний одяг і надати йому повний спокій.

Провести потерпілому інгаляцію теплою парою, яка містить 1—2%-вий розчин лимонної кислоти (із чайника крізь паперову трубку). Напоїти його

міцним солодким чаєм або 3%-вим розчином молочної кислоти. У випадках отруєння дати потерпілому вдихати кисень протягом 30—45 хв., зігрівати потерпілого — обкласти грілками.

У випадку глибокого сну й можливого зниження больової чутливості бути обережним, щоб не спричинити опіків.

За наявності явищ роз'ятрювання потерпілий має полоскати ніс, горло 2%-вим розчином соди або водою.

Незалежно від стану потерпілого направити його до лікаря. У випадку появи задухи, кашлю транспортувати потерпілого в лежачому положенні.

У разі попадання аміаку в очі промити їх великою кількістю чистої води. Після цього до огляду лікаря надіти темні захисні окуляри. Заборонено забинтовувати очі та накладати на них пов'язку.

У разі попадання на шкіру аміаку, який викликав опік, направити на уражену поверхню міцний струмінь чистої води. Після цього пошкоджену кінцівку занурити в теплу воду (35—40 °С) на 5—10 хвилин або у випадку пошкодження більшої поверхні тіла зробити загальну ванну. Після ванни висушити шкіру, прикладаючи рушник, який добре вбирає воду — розтирати заборонено. Накласти на пошкоджену ділянку шкіри мазеву пов'язку або змастити її маззю Вишневського чи пеніциліновою маззю. За відсутності мазі використовувати вершкове (несолене) масло або олію.

Таблиця 11.1 - Склад аптечки першої медичної допомоги

Назва	Кількість	Застосування
Індивідуальний перев'язочний антисептик	3шт.	Для накладання пов'язок
Бинти	3шт.	Для накладання пов'язок
Джгут	1шт.	Для зупинки кровотечі
Вата	2шт.	Для накладання пов'язок
Настойка йоду	1 флакон або 10 ампул	Для обробки ран і поранень на шкірі
1-2% р-н лимонної кислоти	3 флакони	Для нейтралізації аміаку
1% р-н новокаїну	3 флакони	Для знеболювання
Мазь Вишневського	1 тубик	Для обробки ран
Етиловий спирт	1 флакон	Для обробки ран
Нашатирний спирт	1 флакон або 10 ампул	Застосовувати при знепритомлені накапати на вату 2-3 краплі і піднести до потерпілого
Розчин борної кислоти	1 флакон або 25 ампул	Для промивання очей, для полоскання рота при опіках лужними сполуками
Вазелін	1 тубик	Для обробки шкіри при опіках 1 ступення
Валідол	1 тубик	Застосовувати при серцевому болю по 1 таб. під язик до повного розсмоктування

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ

ДЖЕРЕЛ

1. Б.К. Явнель. Курсове та дипломне проектування холодильного обладнання та систем кондиціонування. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989.
2. Б.К. Явнель. Курсове та дипломне проектування холодильного обладнання та систем кондиціонування. – 1-е изд., – М.: Агропромиздат, 1972. – 348с, ил. – (Учебники и учеб. пособия для техникумов).
3. Н.Г.Кочетков. Холодильна техніка . – «Машинобудування», Москва, 1966.
4. И.Г.Чумак, Д.Г.Никульшуна. Холодильні установки. – Проектування: Посібник для вузів. – К.: Вища школа., 1988. – 280с., 97 ил. – Библиограф.: 44 назв.
5. Холодильні установки .Проектування. Учеб. посібник/ И.Г.Чумак, А.Ю.Лагутин, В.П.Чепурненко, С.Ю.Ларьяновский и др.; Под ред. докт. тех. н. проф. И.Г.Чумака. – 3-е изд., перераб.и доп. – Одесса: Друк, 2007. – 480с.
6. Холодильні установки. І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю Лар'яновський та ін.; За ред. І.Г. Чумака. – Одеса: Рефпринтінфо, 2006 – 560с.
7. Курылев Е.С., Герасимов Н.А. Холодильні установки. Посібник для вузів «Холодильні і компресорні машини». – Л.: Машиностроение, 1980. 622с.
8. Теплові і конструктивні розрахунки холодильних машин: Учебный посібник /Под ред. Кошкина Н.Н. – Л.: Машинобудування, 1976. – 464с.
9. Ужанский В.С. автоматизація холодильних машин і установок. – М.: Харчова промисловість, 1973.
10. Б.П.Якшаров, И.В.Смирнова. Посібник механіка по холодильним машинам. – Л.: Агропромиздат. Ленинградское отделение. 1989. – 312с.
11. Мнацаканов Г. К. Холодильная техника и технология (Конспект лекций). – Одесса. 2002.
12. Чумак І.Г. Холодильні установки. – Одеса.: «Репринтінфо», 2003.

13. Бойко М.М. Монтаж, ремонт та технічне обслуговування холодильних установок: Підручник.-Харків: «Компанія СМІТ», 2004. - 480 с.
14. «Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок», М.,1991.
15. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Охорона праці» «5357 / Укладач Литвиненко А.М. – К.:УДУХТ, 1999.-24 с.
16. ЗУ «Про оплату праці» зі змінами від 16.10.2012.
17. Гринчуцький В.І., Карапетян Е.Т., «Економіка підприємства» - К.: Центр учбової літератури, 2010р. – 304с.
18. Горбонос Ф.В., Черевко Г.В., Павленчик Н.Ф., Павленчик А.О. «Економіка підприємств» - К.: Знання, 2010р. – 463с.
19. Ефективна економіка. 2018. – № 2. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/>
20. Руководство по расчету Москва, ЗАО «Остров», 2002.
21. Журнали «Холод» 2005 – 2022р.в.