

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

**Інститут (факультет)** Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.  
акад. І.С.Гулого

**Кафедра** теплоенергетики та холодильної техніки

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

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування \_\_\_\_\_  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_ Енергомашинобудування \_\_\_\_\_

на тему: Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки  
молока на добу у м. Пірятин

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

\_\_\_\_\_ Кропотов Максим Олександрович \_\_\_\_\_  
(прізвище , ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ доц. Бондар Володимир Іванович \_\_\_\_\_  
(прізвище , ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

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

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

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

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2020 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь \_\_\_\_\_

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Енергомашинобудування

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач**

кафедри ТЕХТ

“ 08 ”квітня \_\_\_\_\_ 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Кропотов Максим Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон  
переробки молока на добу у м. Пирятин

керівник роботи Бондар Володимир Іванович к.т.н. доц.

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2020р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Холодоагент R717 аміак

Тип продукту: масло, сир кисломолочний, кефір, йогурт, молоко, сметана

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

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

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

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

4). Охорона праці \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу

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

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



# Анотація

В данному дипломному проекті розраховано та спроектовано «проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пирятин».

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

Наведено розрахунки: будівельно-ізоляційних конструкцій в якому було визначено що стіни та покриття холодильника виконується з сендвіч-панелей товщина яких приймається по розрахункам, при цьому все навантаження передається на каркас, та застосовують колони перерізом 100 x 100. Підлога виконується монолітним товщиною 40-50 мм із бетону.

Під час розрахунку холодильника маємо наступні камери: камера термообробки ( $t=-30^{\circ}\text{C}$ ) масла та сиру кисломолочного, камера зберігання замороженого масла та сиру кисломолочного ( $t=-20^{\circ}\text{C}$ ), камери зберігання охолодженого кефіру, йогурту, молока та сметани ( $t=0^{\circ}\text{C}$ ), Експедиція ( $t=12^{\circ}\text{C}$ ), машинне, службове та допоміжні приміщення ( $t=20^{\circ}\text{C}$ ).

Під час розрахунку теплонадходжень до охолоджуваних приміщень, відбувався розрахунок: теплонадходження через огорожуючі конструкції  $Q_1$ , від вантажів при холодильній обробці  $Q_2$ , при вентиляції  $Q_3$ , при експлуатаційних теплонадходженнях  $Q_4$ , та витрати холоду на технологічні потреби.

Розрахунок відбувався для підбору основного та допоміжного обладнання холодильної установки. Як результат пібірано наступне обладнання:

Для ( $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$ ) підібрана схема одноступеневого стискання холодильної установки на базі двох компресорів York SAB 87, об'ємною продуктивністю  $0,7233 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ .

					00.БП.142.005.009.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кропотов М.О.			Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пирятин	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.					4	119
Реценз.						НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						

Для ( $t_0 = -30^\circ \text{C}$ ) підібрана схема двоступеневого стискання холодильної установки на базі двох компресорів York TCMO 28, об'ємною продуктивністю  $\frac{0,0486 \text{ м}^3}{0,0146 \text{ с}}$ .

Для ( $t_0 = -40^\circ \text{C}$ ) підібрана схема двоступеневого стискання холодильної установки на базі двох компресорів TSMC 116 S, об'ємною продуктивністю  $\frac{0,1858 \text{ м}^3}{0,0558 \text{ с}}$ .

В результаті підбору підібрано: два горизонтальних кожухотрубних конденсаторів марки 250 КГТ, один панельний випарник ИП-320, два водяних насоса марки К45/30, та два насоси для «льодяної» води марки К 200-150-250. В результаті розрахунку підібрано шість аміачних насосів різної продуктивності, типу ЦГ.

Для камер термообробки підібрано повітроохолоджувачі типу ВОГ – трьох шт. Для камер зберігання морожених та охолоджених продуктів підібрано повітроохолоджувачі типу ВОП – вісім шт. Більш детальна інформація наведена в розділі 6.6 розрахунок та підбір повітроохолоджувачів.

Підібрано батареї 18 м. для експедиції.

Для насосно-циркуляційної системи з верхньою подачею холодильного агенту в прилади охолодження підібрано один лінійний ресивер – марки 2,5 РД.

Циркуляційні ресивера підібрано в залежності від  $t_0$  в камері:

- ( $t_0 = -10^\circ \text{C}$ ) встановлено один ресивер марки 2,5 РДВ;
- ( $t_0 = -30^\circ \text{C}$ ) встановлено один ресивер марки 1,5 РДВ
- ( $t_0 = -40^\circ \text{C}$ ) встановлено один ресивер марки 2,5 РДВ

В насосно-циркуляційних системах дренажний ресивер підбирається по місткості найбільшого ресивера 2,5 РДВ. На основі цього приймається дренажний ресивер марки 2,5 РД.

Встановлюємо один загальний аміачний інерційний масловідокремлювач марки 100 М.

Для випуску масла з масловідокремлювача та масловідстійників, всіх апаратів і випуску його на зовні підбирається один загальний маслосбірник марки 300 СМ.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для випуску повітря із системи холодильної установки підбирається один автоматичний повітровідокремлювач марки PurgerGrasso..

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

Та були виконані розрахунки по гідравлічним втратам у трубопроводах. Як результат були підібрані діаметри для всмоктуючих, нагнітаючих та рідинних трубопроводів.

В дипломі описані такі розділи як «Вибір та обґрунтування системи та способу охолодження» в якому описано, що приймаємо аміачну насосно-циркуляційну систему із верхньою подачею аміаку у прилади охолодження. Схема буде працювати на три температури кипіння:  $-40^{\circ}\text{C}$ ;  $-30^{\circ}\text{C}$ ;  $-10^{\circ}\text{C}$ .

В якості приладів охолодження вибираємо повітроохолоджувачі. Для камер зберігання охолоджених і заморожених вантажів вибираємо повітроохолоджувачі, які забезпечують помірну циркуляцію, для камер термообробки вибираємо повітроохолоджувачі, які забезпечують прискорену циркуляцію повітря.

Для експедиції, вибираємо батарейний спосіб.

Вибираємо тип конденсатора в залежності від призначення установки, умов водопостачання і якості води із врахуванням кліматичних умов ( $\varphi=48\%$ ), а саме кожухотрубні конденсатори.

«Техніко-економічні показники проекту» в даний розділ описує:

- плановий виробіток холоду за рік, річний виробіток холоду або виробничі програми компресорного цеху;
- Розрахунок капітальних витрат по компресорному цеху;
- Розрахунок чисельності робітників і фонду заробітної плати;
- Розрахунок собівартості одиниці холоду, витрат мастильних матеріалів, витрат на силову електроенергію та на виробничу воду;
- Розрахунок цехових витрат;
- Розрахунок показників економічної ефективності проекту;

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі результати розрахунків занесені до зведеної таблиці техніко - економічних показників роботи компресорного цеху.

«Охорона праці» в данному дипломному проекті описує і враховує: Вимоги нормативних документів при проектуванні; Шкідливі та небезпечні виробничі фактори; Санітарно-гігієнічні вимоги до розміщення обладнання; Мікроклімат в робочій зоні; Рівні шуму та вібрацій; Вимоги до освітлення; Вимоги техніки безпеки; Контрольно-вимірювальні прилади; Електробезпека, заходи і засоби електробезпеки на підприємстві; Пожежо та вибухонебезпека на підприємстві; Надання першої медичної допомоги при нещасних випадках; Медична аптечка, її склад та призначення;

В дипломному проекті враховані новітні досягнення в сфері холодильної техніки. За результатами розрахунку зроблено вибір обладнання таким чином, щоб досягти максимальної ефективності роботи обладнання, найменших витрат електроенергії та мінімізувати затрати на технічне обслуговування та ремонт при роботі розробленої холодильної машини та досягнення поліпшених показників роботи холодильних машин, введення необхідних сучасних конструктивних рішень.

Проект виконаний на ПК, для розрахунків використовувалися такі прикладні програми: CoolPack, креслення та схеми виконанні за допомогою програм пакету Autodesk, а саме Autodesk Inventor та Autodesk Autocad, та КОМПАС-3D; оформлення дипломного проекту було здійснено за допомогою програм пакету Microsoft Office, а саме Microsoft Word та Microsoft Excel.

В дипломному проекті використано : таблиць – 58

малюнків – 10

аркушів – 119

**Ключові слова: молокосирзавод, аміак, розрахунок будівельних конструкцій , підбір ізоляційних матеріалів, підбір основного обладнання.**

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# Зміст

Вступ	9
1. Технологічна схема холодильного оброблення продукції.	11
2. Визначення будівельних площ камер холодильника та складання плану холодильника.	23
3. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.	27
4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.	34
5. Вибір та обґрунтування системи та способу охолодження.	45
6. Розрахунок та підбір основного обладнання.	47
7. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки.	70
8. Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах.	75
9. Техніко-економічні показники проекту.	78
10. Охорона праці.	103
11. Опис схеми холодильної установки.	116
Список використаної літератури.	118
Специфікація обладнання.	119

					00.БП.142.005.009.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кропотов М.О.			Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пірятин	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.					8	119
Реценз.						НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						

## ВСТУП

Важливе значення для формування майбутньої моделі економіки України має активна та цілеспрямована структурна політика. У міру зміцнення координуючих функцій ринкових механізмів, існуючі нині диспропорції галузевої та територіальної структури, не самоликвідуються. Деякий час їх руйнівний характер може навіть посилюватися.

Для досягнення кращого положення необхідно подолати непропорційний розвиток регіонів, поступово узгоджувати правові та економічні аспекти розвитку за зразком ЄС, зробити законодавство більш прозорим, спрямувати на боротьбу з корупцією не лише слова, а й дії. Необхідно провести реформи, які допоможуть полегшити розвиток бізнесу, спростити та покращити законодавство в сферах, які стосуються бізнесу. Потрібно змінити процедуру отримання ліцензій та кредитів, врегулювати зовнішньоторгові операції та виконання контрактів, зменшити податковий тиск і спростити процедуру сплати податків, та, що дуже важливо, захистити права інвесторів.

Сьогодні досить широкий асортимент холодильного обладнання представлений безліччю як вітчизняних, так і зарубіжних виробників. Умови жорсткої конкуренції змушують їх прагнути забезпечити задоволення самого широкого кола потреб своїх клієнтів.

Жорсткість норм зберігання продовольчих товарів, що належать до різних груп, а також стрімкий розвиток харчової промисловості вимагають використання сучасних технологій при виробництві холодильної техніки. Крім того, різні виробники з метою залучення певного кола споживачів, оснащують свої моделі різними функціями, які забезпечують максимальний комфорт при певних умовах експлуатації. Саме тому аналогічне обладнання, представлене різними брендами, може істотно відрізнятися як за технічними характеристиками, так і конструктивними особливостями або дизайном.

					00.БП.142.005.009.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кропотов М.О.			Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пирятин	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.					9	119
Реценз.						НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						

У перспективі слід очікувати подальшого розвитку ринку холодильної техніки. У той час як зараз найбільшим попитом користується холодильне обладнання, що належить до економ-класу, в подальшому прогнозується підвищення популярності більш дорогих систем. Крім того, необхідно відзначити зростаючий попит на техніку, оснащену виносними системами холодопостачання, як більш економний і технічно виправданий варіант.

Створення умов зберігання, тобто режиму зберігання залежить від температури, вологості повітря, світла, упаковки та інших факторів, причому важливий не тільки кожен з цих чинників, але і всі вони, разом узяті.

Температура найбільш значимий показник режиму зберігання. Для більшості продуктів найбільш сприятливою є температура, близька до 0 °С, тому що при цьому сповільнюється розвиток мікроорганізмів і не змінюються фізичні властивості продуктів. Для кожного продукту необхідна певна температура зберігання, яка залежить від природи товару і його властивостей. Наприклад, морожені продукти рекомендується зберігати при температурі не вище -6°С, щоб уникнути розморожування.

Холодильники - це споруди, призначені для охолодження, заморожування і зберігання швидкопсувних продуктів. У приміщеннях (камерах) холодильника підтримуються постійні досить низькі температури (+12-40°С) при великій відносній вологості (85-95%). До приміщень холодильника пред'являються підвищені санітарні вимоги. Холодильники, розташовані в різних районах країни, є ланками безперервної холодильної ланцюга, а зв'язок між ними здійснюється холодильним транспортом.

У даному дипломному проєкті розробляється проєкт холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пирятин.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

# 1. Технологічна схема холодильного оброблення продукції.

Сучасною перспективою молокопероблюючої промисловості є збільшення об'єму виробітки по молоку, сметані, кефірі, йогуртах, морозові, та інших продуктів харчування які виготовляються з молока. Одночасно з цим виникає проблема по підтриманню якості виготовленої продукції, так як вони відносяться до швидкопсувних продуктів харчування. Перед підприємствами переробної галузі постає гостра потреба у збільшенні виробництва холоду для забезпечення їх ним підчас технологічного процесу та при зберіганні виробленої продукції. Також в Україні існує проблема сертифікації якості виробленої продукції.

Все це призводить до необхідності проектування та будівництва нових холодокомбінатів.

Головними задачами при проектуванні даної групи підприємств вважаються:

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

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

					00.БП.142.005.009.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кропотов М.О.			Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пирятин	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.					11	119
Реценз.						НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						

Головною задачею інженерних впроваджень є комплексне вивчення місцевих умов та отримання необхідних вихідних даних для технічного обґрунтування та економічної доцільності вирішення питань проектування та будівництва холодокомбінату.

Споживачами холоду на підприємстві є:

Технологічна лінія виробництва морозива, що включає:  
охолодження молока; процес пастеризації та гомогенізації;

**Технологічний процес пастеризованого молока:**

Технологічний процес виробництва пастеризованого молока складається із наступних операцій: приймання і підготовка сировини, очищення, нормалізація, гомогенізація, пастеризація і охолодження, розлив, пакування, маркування, зберігання й транспортування.

Нормалізацію здійснюють з метою отримання молока із заданою гарантованою масовою часткою жиру у відповідності до вимог стандарту.

Залежно від масової частки жиру у вихідній сировині та готовому продукті, для нормалізації використовують знежирене молоко або вершки.

Використання сепараторів - нормалізаторів та сепараторів-вершковіддільників із нормалізуючим пристроєм – більш прогресивний спосіб, оскільки він дозволяє поєднати відцентрове очищення від механічних домішок і нормалізацію сировини.

Перед надходженням у сепаратор - нормалізатор молоко попередньо нагрівають до температури 40...45 °С в секції рекуперації пастеризаційно - охолоджувальної установки пластинчастого типу. Масову частку жиру у вершках встановлюють на необхідному рівні та підтримують його при різній жирності молока-сировини та інтенсивності його надходження у сепаратор. Найчастіше масову частку жиру у вершках встановлюють на рівні 35 або 38 % (для виробництва масла) або 15 чи 20 % (для виробництва сметани).

Готову періодично нормалізовану суміш підігрівають до 60...70 °С та направляють на очищення до сепараторів - молокоочисників або на фільтрування.

Очищення молока можна проводити за допомогою фільтрування та сепарування.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Підігріте до температури 60...70 °С молоко гомогенізують. Тиск гомогенізації обирається залежно від масової частки жиру в молоці.

При виробництві пастеризованого молока використовують наступні режими пастеризації:

- тривала – 65(±2) °С з витримкою 30 хв.;
- короткочасна – 76(±2) °С з витримкою 15...20 с;
- миттєва – 88(±2) °С без витримки;
- високотемпературна – 90...99 °С без витримки.

Останні два режими забезпечують мінімальний рівень чисельності бактерій у молоці з підвищеним вмістом механічного та бактеріологічного забруднення.

З метою досягнення максимального ефекту при високому бактеріологічному забрудненні також застосовують подвійну пастеризацію.

Пастеризоване молоко охолоджують до температури 6(±2) °С і направляють на розлив і пакування чи у проміжну ємність для тимчасового зберігання (до 6 годин).

За умови більш тривалого зберігання молоко повторно пастеризують чи зменшують термін його допустимого зберігання на підприємстві.

Пастеризоване молоко необхідно зберігати за температури 4(±2) °С при відносній вологості повітря 85...90 % до 36 годин з моменту закінчення технологічного процесу, в тому числі на підприємстві - виробнику – не більше 12 годин. За рахунок високотемпературної пастеризації та використання сучасних пакувальних матеріалів термін зберігання продукту може бути подовжений до 5 діб.

### **Технологія вершкового масла:**

Отримання вершкового масла із стійкої жирової емульсії вершків складний фізико-хімічний процес. Основою технології вершкового масла є концентрація жирової фази вершків, що знаходиться у вигляді жирових кульок, і пластифікація триманого на проміжних стадіях продукту.

Існують два основні методи виробництва вершкового масла: збивання вершків в масловиготовниках періодичної і безперервної дії і перетворення високожирних вершків.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

При виробленні масла методом збивання вершків концентрація жиру молока до бажаного його вмісту в маслі досягається шляхом сепарування молока при отриманні масляного зерна з фізично доспілих вершків. Виробництво масла методом перетворення високожирних вершків полягає в тому, що бажаний вміст жиру у вершковому маслі досягається шляхом двократного сепарування молока.

Технологічний процес вироблення вершкового масла методом збивання вершків складається з наступних технологічних операцій, що виконуються послідовно: приймання і сортування молока на заводі; підігрівання; сепарування молока; теплове і вакуумне оброблення вершків; резервування і фізичне дозрівання вершків; біохімічне сквашування вершків при виробництві кисловершкового масла; збивання вершків, промивання і соління масляного зерна – при необхідності; механічне оброблення масляного зерна і пласта масла; фасування і пакування; зберігання на заводі.

Технологічний процес вироблення масла методом перетворення високожирних вершків включає наступні технологічні операції, що виконуються у вказаній нижче послідовності: приймання і вакуумне оброблення вершків, сепарування вершків, нормалізація складу високожирних вершків розрахунок і внесення бактеріальних заквасок і кухонної солі при виробленні кисловершкового і солоного масла, термомеханічне оброблення високожирних вершків, фасування і пакування масла, термостатування масла в тарі, зберігання масла на заводі.

У основі технології вершкового масла, незалежно від методу виробництва, лежить концентрація жиру в плазмі молока до його вмісту у вершковому маслі, часткове твердіння молочного жиру в межах, необхідних для отримання масла бажаної консистенції, формування структури і консистенції вершкового масла.

При виробництві масла збиванням вершків всі технологічні операції, за винятком пастеризації, здійснюються при температурі 5...20 °С. Отримання вершкового масла відбувається ступінчасто при різних температурах і різному агрегатному стані жиру: спочатку при рідкому стані жиру під час сепарування молока при температурі 35...40 °С, потім при частково отверділому жирі під час збивання вершків і механічного оброблення масляного зерна і пласта масла при температурі 7...17 °С.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виробництві масла методом збивання вершків твердіння жиру до бажаного ступеня здійснюється під час охолодження і фізичного дозрівання вершків одноразовою тривалою витримкою у спокої при постійній температурі в межах 4...14 °С. При виробництві масла методом перетворення високожирних вершків твердіння жиру відбувається під час короткочасного термомеханічного оброблення високожирних вершків в маслоутворювачі при одночасному формуванні первинної структури масла при температурі в межах 12...23 °С. У маслоутворювачі твердіння жиру не закінчується, воно продовжується під час термостатування масла, упакованого в тару.

Структура масла тільки починає утворюватись в маслоутворювачі, продовжує формуватись в камері (в ящиках). В залежності від умов процес зміцнення структури продовжується від декількох годин до декількох діб. Це залежить від ступеня завершеності процесу структуроутворення в маслоутворювачі та температури термостатування. Можна виділити дві стадії формування структури масла у тарі:

- 1) вторинне структуроутворення (відносно структуроутворення в апараті), тривалість його 1,5...3 год;
- 2) кінцеве формування структури, що при температурі від 5 до мінус 10 °С триває 24...30 діб.

Від умов термостатування в значній мірі залежить консистенція масла і його термостійкість.

Вершкове масло фасують у вигляді брикетів, батонів та інших форм запакованим у: пергамент, алюмінієву кашировану фольгу та інші полімерні матеріали; коробочки, стаканчики з полімерних матеріалів, металеві та скляні банки та іншу споживчу тару, дозволену Центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я для пакування масла.

Строк придатності масла: У транспортній тарі:

- не більше ніж 2 міс. за температури від 0 °С до мінус 5 °С включно;
- не більше ніж 2 міс. за температури від мінус 6 °С до мінус 11 °С включно;
- не більше ніж 3 міс. за температури від мінус 12 °С до мінус 18 °С

ВКЛЮЧНО.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зберігати масло за температури від 0 °С до 6 °С дозволено: у споживчому пакуванні – не більше ніж 3 доби; у транспортній тарі – не більше ніж 10 діб.

### **Технологія сиру кисломолочного:**

Його виробляють сквашуванням молока, маслянки чи її суміші з молоком, заквашувальними препаратами із застосуванням способів кислотної, кислоотно-сичужної або термокислотної коагуляції білку з наступним видаленням з отриманого згустку частини сироватки і відпресовуванням білкової маси.

Згідно з ДСТУ 4554:2006 сир кисломолочний поділяють на нежирний та з масовою часткою жиру від 2 до 18 %.

Залежно від молочної сировини, сир кисломолочний може вироблятися з:

- натурального молока; – нормалізованого молока;
- відновленого молока; – рекомбінованого молока; – їх сумішей.

Оскільки, сир кисломолочний є продуктом сквашування молока, то за способом осадження білків розрізняють два способи коагуляції: кислотний та кислоотно-сичужний.

За першим способом згусток утворюється в результаті молочнокислого бродіння при внесенні в підготовлене молоко закваски. Згусток має хорошу консистенцію, але погано зневоднюється при виробленні жирних видів сиру. При кислоотно-сичужному способі згусток формується під дією не лише закваски, але й сичужного ферменту. Сичужний фермент посилює в згустку процес синерезису, внаслідок чого покращується відділення сироватки зі згустку.

Вироблення сиру кисломолочного на підприємствах незалежно від методу коагуляції білків здійснюється наступними способами: традиційний або роздільний.

Увесь цикл виробництва можна розділити на 3 стадії:

- підготовка молока до сквашування. Включаються усі технологічні операції по тепловому і механічному оброблянню молока.
- сквашування. До цієї стадії відносяться основні технологічні операції для безпосереднього отримання продукту.
- завершальна стадія. Кінцеві етапи по переробці молока, пов'язані з

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

отриманням готового продукту: обробляння сирного згустку, охолодження і розфасовка сиру кисломолочного.

Нормалізоване молоко очищають від механічних домішок і направляють на пастеризацію. Режим пастеризації молока впливає на щільність згустку. Підвищення температури пастеризації призводить до збільшення міри переходу білку (казеїн+сироватковий білок) і жиру в готовий продукт, до збільшення виходу.

З урахуванням цього, температура пастеризації у виробництві сиру кисломолочного прийнята 78...80 °С з витримкою 15...20 секунд.

Після пастеризації молоко охолоджують до температури заквашування 28...30 °С влітку і 30...32 °С взимку. Дозволяється зберігання пастеризованого і охолодженого до 2...6 °С молока перед переробкою не більше 6 годин.

Температура заквашування залежить від виду закваски і від її активності. Якщо необхідно прискорити процес сквашування, т встановлюють вищу температуру заквашування.

Щоб отриманий згусток набув потрібну консистенцію, з нього необхідно видалити близько 70 % вологи, що міститься в ньому.

Для поліпшення виділення сироватки згусток пресують невеликими порціями, розливаючи самопливно з ванни в міцні лавсанові мішки по 7...9 кг.

Розкладаючи мішки рівномірно на перфороване дно візка, проводять пресування, опускаючи плиту. Тиск збільшують поступово.

Щоб уникнути наростання кислотності, цей процес проводять при низьких температурах (0...8 °С).

Сир кисломолочний негайно охолоджують до температури 8- 15 °С для запобігання наростання в ньому кислотності. Для цього застосовують закриті охолоджувачі, наприклад, марки ОТД. Для цехів невеликої потужності охолодження проводять в мішках або у візках в холодильній камері до температури продукту 2...6 °С.

Готовий продукт фасується у споживчу тару (пергамент, фольга кашірована масою нетто 250 г, скляночки з комбінованих матеріалів, полістиролу місткістю 200, 250 і 500 г) або транспортну тару (фляги, ящики картонні, полімерні масою 10, 15, 25, 30 кг).

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

## Технологія сметани:

Сметана – кисломолочний продукт, який виробляють сквашуванням вершків.

Сметана має чистий, кисломолочний смак з вираженим присмаком пастеризації, однорідну, в міру густу, без крупинок жиру і білку консистенцію, вид глянуватий, білий колір з жовтуватим відтінком.

Згідно з ДСТУ 4418:2005 сметана виробляється з масовою часткою жиру від 15 до 40 %. Кислотність сметани нормується у діапазоні від 60 до 100 °Т.

У технологічному циклі виробництва сметани різних видів зі свіжих вершків більшість операцій є загальними: приймання сировини, сепарування молока, нормалізація вершків, пастеризація, гомогенізація, охолодження, заквашування і сквашування вершків, фасування і пакування, охолодження і дозрівання сметани.

Враховуючи склад вершків, їх рекомендовано пастеризувати при температурі 84...90 °С з витримкою від 15 с до 10 хв. або при 90...95 °С з витримкою від 14...20 с до 5 хв. Достатньо високі температури пастеризації вершків застосовують для максимального винищення сторонньої мікрофлори.

Пастеризовані вершки охолоджують до 60...70 °С та гомогенізують. В залежності від масової частки жиру у вершках тиск гомогенізації складає 7...15 МПа. Гомогенізувати вершки краще після пастеризації, що дозволяє позбутися неоднорідної крупинчастої консистенції.

Як і інші кисломолочні продукти, сметану виробляють двома способами: резервуарним та термостатним.

При резервуарному способі підготовлені заквашені вершки сквашують у великих ємкостях (резервуарах або ваннах). Згусток, що утворився, перемішується і фасується в споживчу або транспортну тару, після чого спрямовується в холодильну камеру для охолодження і дозрівання.

При термостатному способі виробництва сметани вершки після заквашування в ємності негайно фасують в споживчу тару і сквашують в термостатній камері, а потім направляють в холодильну камеру. Охолодження і дозрівання тривають від 6 до 12 годин.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для отримання густої консистенції цих видів сметани необхідно відбирати молоко з масовою часткою білку не менше 3 %, СЗМЗ – не менше 8,5 %. Прийняте молоко не можна зберігати на заводі до переробки більше 6 годин. Для виробництва прийнятніше використовувати вершки, отримані шляхом сепарування молока безпосередньо на заводі. Отримані вершки необхідно відразу ж направляти на вироблення сметани.

Сметану зберігають у холодильниках або холодильних камерах при відносній вологості повітря не більш ніж 80 %. При цьому термін її зберігання при температурі від 0 °С до +6 °С для споживчого пакування становить не більше п'яти діб, для вагової сметани у флягах та бідонах – не більше трьох діб.

### **Технологія кефіру:**

Найбільш поширений кисломолочний напій, що виробляється з коров'ячого пастеризованого молока. Це продукт змішаного виду бродіння – молочнокислого і спиртового. За органолептичними, фізико-хімічними показниками кефір повинен відповідати вимогам стандарту (ДСТУ 4417:2005).

Кефір залежно від масової частки жиру виробляють:

– кефір нежирний; кефір з масовою часткою жиру від 1,0 до 5,0 %.

Кефір виробляють за загальною схемою технологічних процесів виробництва рідких дієтичних продуктів. У виробництві кефіру використовують материнську закваску, виготовлену на кефірних грибках у кількості 1-3 % або виробничу у кількості 3 % від маси заквашуваного молока. Кислотність закваски має бути в межах 95...100 °Т.

При великих об'ємах виробництва використовують виробничу закваску. Для цього, в підготовлене для закваски молоко, вносять 5 % материнської закваски.

Процес дозрівання кефіру може відбуватися в резервуарі при температурі 14(±2) °С впродовж 9...13 годин або в камері зберігання при температурі 4...6 °С, заздалегідь охолодивши згусток до 20 °С. Дозрівання кефіру вважається закінченим, якщо з моменту заквашування молока і до закінчення дозрівання пройшло не менше 2 годин. Під час дозрівання накопичуються продукти спиртового бродіння, відбувається гідратація білків, що супроводжується ущільненням згустку.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Існує чимало різновидів кефіру.

Вітамінізований кефір роблять шляхом внесення в нормалізоване молоко препарату аскорбінової кислоти у кількості 110 г на одну тонну продукту. Водний розчин вітаміну додають частіше усього в закваску за 30...40 хвилин до заквашування суміші.

Фруктовий кефір роблять з метою розширення асортименту і підвищення біологічним цінності продукту, використовуючи фруктові наповнювачі. Ними можуть бути сиропи, пюре, варення, повидло, джеми, морожені плоди і ягоди.

Наповнювачі пастеризують при температурі  $80(\pm 2)$  °С з витримкою 5...10 хвилин, перемішують і охолоджують до температури 20...25 °С.

Ретельно перемішують і залишають на 1...3 годин для додаткового дозрівання, а потім направляють на фасування.

Якщо доохолодження і дозрівання кефіру відбувається в камері зберігання, то наповнювачі вносять в частково охолоджений кефір перед його фасуванням.

При виробленні кефіру термостатним способом, підготовлені наповнювачі вносять в резервуар після заквашування перед розфасовкою. Для збільшення вмісту знежирених речовин в молоко додають сухе або згущене знежирене молоко. Сухі молоко розчиняють при температурі 38...45 °С, фільтрують і додають в нормалізовану суміш перед пастеризацією.

Після закінчення сквашування згусток перемішують і охолоджують до 16-20 °С. Визрівання продукту можна проводити в тих резервуарах, де відбувалось сквашування, або в холодильній камері. Кефір розливають у герметичну тару. Термін придатності до споживання кефіру за температури 4 °С — 14 діб.

### **Технологія йогурту:**

За існуючою класифікацією йогурти залежно від масової частки жиру підрозділяють на наступні види:

- нежирні – масова частка жиру не більше 1,0 %;
- жирні – масова частка жиру від 1,5 до 6,0 %;
- вершкові – з масовою часткою жиру понад 6,0 %.

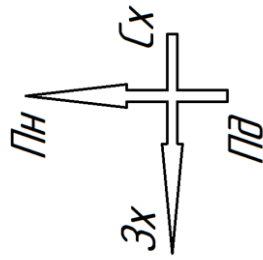
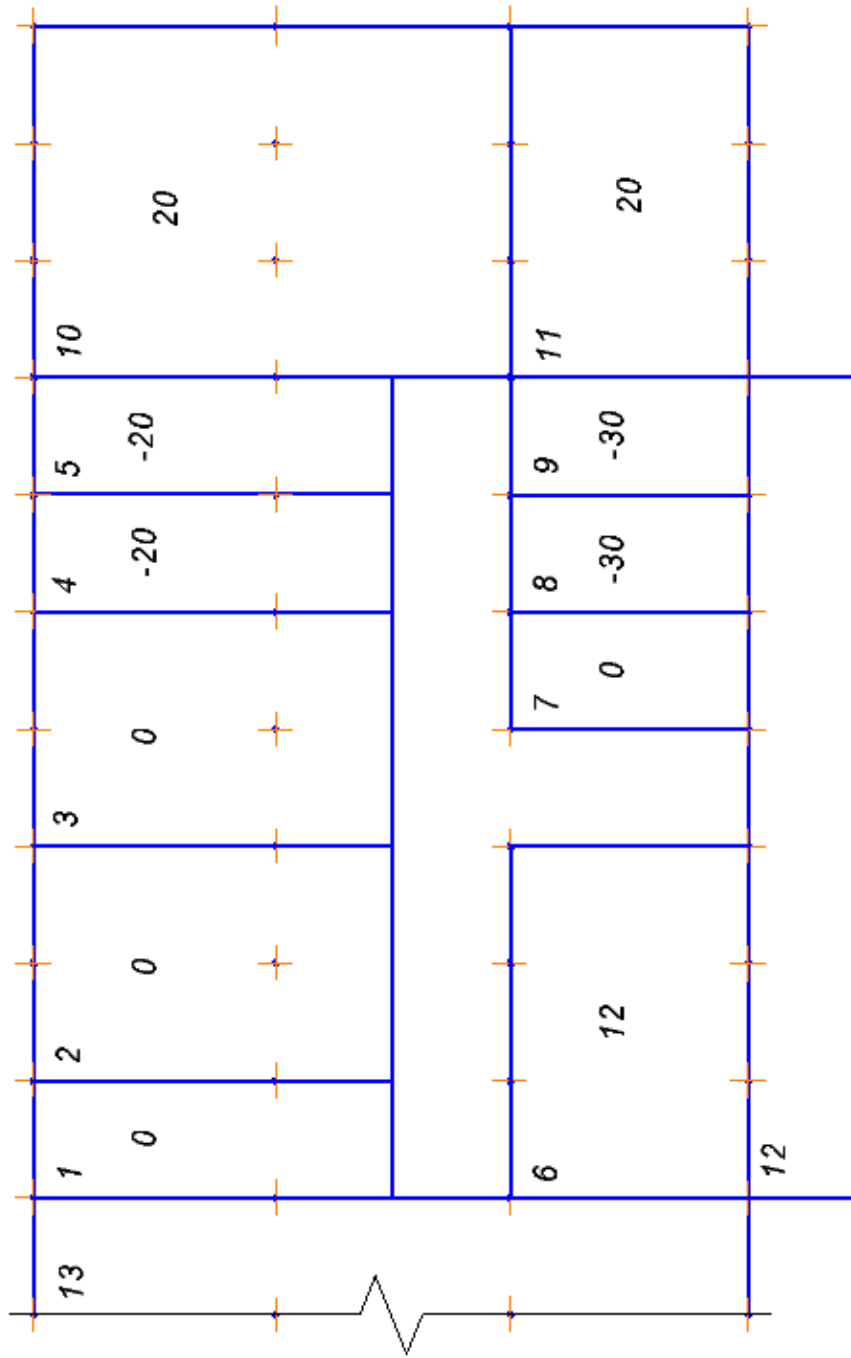
Виробляють йогурт як резервуарним, так і термостатним способами.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нормалізовану суміш очищають, гомогенізують, пастеризують так, як передбачено загальною схемою виробництва кисломолочних напоїв. Суміш охолоджують до температури 40...45°C і направляють у резервуар для кисломолочних напоїв, куди вносять 3...5 % закваски, приготовленої на болгарській паличці і термофільних стрептококах. Сквашування суміші відбувається при температурі 40...45 °С протягом 3-4 години до утворення згустку кислотністю 80 °Т. Готовий згусток поступово охолоджують при постійному перемішуванні до 20°C. Якщо виробляється йогурт з наповнювачами, їх вносять в охолоджений згусток та перемішують. Готовий продукт фасують.

При термостатному способі виробництва заквашену суміш фасують у дрібну тару. При виробництві плодово-ягідного йогурту наповнювач вносять у молочну суміш при заквашуванні відразу після внесення закваски, ретельно перемішують і направляють на фасування (щоб уникнути утворення пластівців згустку, тривалість фасування не повинна перевищувати 30-40 хвилин). Сквашування проводять у термостатній камері при температурі 40...45 °С протягом 3...4 годин. Готовий згусток охолоджують до температури 4...6 °С. Термін зберігання йогурту, що виготовлений за традиційною технологією, складає 36 годин при температурі 4...6 °С, у тому числі не більше 18 годин на підприємстві-виробнику.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



м. Пирятин  
 Географічна широта - 49;  
 Середньорічна  $t$  - 7 С;  
 Розрахункова літня  $t$  - 31 С;  
 Розрахункова літня  
 відносна вологість - 48%

Рисунок 1.1 – План холодильника.

- 1 КЗО кефіру
- 2 КЗО йогурту
- 3 КЗО молока
- 4 КЗМ масла
- 5 КЗМ сиру
- 6 Експедиція

- 7 КЗО сметана
- 8 КТО масла
- 9 КТО сиру
- 10 Машинне відділення
- 11 Службове приміщення
- 12 Автомобільна платформа
- 13 Виробничий цех

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

## 2. Визначення будівельних площ камер

### ХОЛОДИЛЬНИКА ТА СКЛАДАННЯ ПЛАНУ ХОЛОДИЛЬНИКА.

В даному розділі наведено приклад розрахунків для камери масла.

1.1 Кількість виробленої продукції  $M_{\text{доб}}$  визначається у відповідності до кількості сировини та норм витрат сировини на одну тону готової продукції ([15]) за формулою:

$$M_{\text{доб}} = \frac{\text{Кількість сировини, т/доб.}}{\text{Норма витрати сировини на 1т готової продукції т/т,т/доб}} \quad (1.1)$$

$$M_{\text{доб}} = \frac{80}{23,06} = 3,47 \text{ т/доб}$$

1.2 Місткість камери зберігання виробленої продукції визначається за формулою:

$$V_k = M_{\text{доб}} \cdot \tau, \text{ т.} \quad (1.2)$$

$$V_k = 3,47 \cdot 25 = 86,75, \text{ м}^3$$

де  $M_{\text{доб}}$  – добове надходження продукту в камеру зберігання, т/доб., приймається із завдання на проектування.

$\tau$  – тривалість зберігання продукції в камері, дів, приймається за ([8] с. 235-284).

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

$$F_{\text{буд,к,зб}} = \frac{V_k}{q_v \cdot h_v \cdot \beta_F}, \text{ м}^2 \quad (1.3)$$

$$F_{\text{буд,к,зб}} = \frac{86,8}{0,5 \cdot 5 \cdot 0,55} = 63,1, \text{ м}^2$$

Де  $q_v$  - норма навантаження на 1 м<sup>3</sup>вантажного об'єму камери, т/м<sup>3</sup> приймається по додатку 11 ([2] с. 218) та по таблиці 8 ([6] с.19);

$h_v$  - вантажна висота штабеля, м; приймається по додатку 11 ([2] с. 39);

$\beta_F$  - коефіцієнт використання будівельної площі камери, приймається по додатку 11 ([2] с. 39).

					00.БП.142.005.009.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кропотов М.О.			Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Піратин	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.					23	119
Реценз.						НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						

Таблиця 1.1 – Розрахунок кількості виробленої продукції.

Продукт	Сировина на виробництво продукції; Т/доб	Норма витрат на 1 Т продукції; Т	Кількість виробленої продукції М <sub>доб</sub> ; Т/доб	Термін зберігання τ; діб	Місткість камери В <sub>к</sub> ; Т
Масло	80	23	3,47	25	86,75
Сир кисломол	70	11	7,70	25	192,5
Кефір	30	1,013	29,6	1	29,6
Йогурт	30	1,015	29,5	4	118
Молоко	30	1,013	29,6	4	118,4
Сметана	40	5,989	6,67	7	46,69

1.4 Будівельна площа камери термообробки визначається за формулою: 7.5 ([2] с.39);

$$F_{\text{буд.к.т.о}} = (M_{\text{доб}} \cdot \tau) / (q_F \cdot 24), \text{ м}^2 \quad (1.4)$$

$$F_{\text{буд.к.т.о.}} = (4,338 \cdot 25) / (0,2 \cdot 24) = 33, \text{ м}^2$$

де  $M_{\text{доб}}$  - добове надходження вантажу в камеру термообробки, Т/доб; приймається як 20-30%  $M_{\text{доб}}$  в камери зберігання морожених вантажів.

$\tau$  - тривалість циклу холодильної обробки, год;

$q_F$ - норма навантаження на 1 м<sup>2</sup> будівельної площі камери, Т/м<sup>2</sup>;

приймається в залежності від способу розміщення вантажу при холодильній обробці по ([2] с. 39);

1.4 Приймається сітка колон: 6м × 12м.

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

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

$$n_p = \frac{F_{\text{буд.}}}{f}, \text{ шт} \quad (1.5)$$

$$n_p = \frac{63,1}{72} = 0,9, \text{ шт}$$

1.7 Приймається дійсна кількість будівельних прямокутників:  $n_d=1,5$ .

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						24

1.8 Дійсна будівельна площа камери визначається за формулою:

$$F_{\text{буд,д.}} = f \cdot n_{\text{д}}, \text{ м}^2 \quad (1.6)$$
$$F_{\text{буд,д.}} = 72 \cdot 1,5 = 108, \text{ м}^2$$

1.9 Дійсна місткість камери визначається за формулою:

$$V_{\text{к,д.}} = V_{\text{к}} \cdot \frac{n_{\text{д}}}{n_{\text{р}}}, \text{ т} \quad (1.7)$$
$$V_{\text{к,д.}} = 86,8 \cdot \frac{1,5}{0,9} = 149, \text{ т}$$

1.10 Дійсна будівельна площа камер холодильника визначається за формулою:

$$F_{\text{буд,д.хол.}} = \sum F_{\text{буд,д.к.зб.}} + \sum F_{\text{буд,д.к.т.о.}}, \text{ м}^2 \quad (1.8)$$
$$F_{\text{буд,д.хол.}} = 1188 + 144 = 1188, \text{ м}^2$$

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

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

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

$$F_{\text{буд.екс.}} = (0,1 \div 0,4) F_{\text{буд,д.хол.}}, \text{ м}^2 \quad (1.9)$$
$$F_{\text{буд.екс.}} = 0,2 \cdot 1188 = 238, \text{ м}^2$$

1.12 Будівельна площа допоміжних приміщень визначається за формулою ([3])

$$F_{\text{буд.доп}} = (0,2 \div 0,4) \cdot F_{\text{буд,д.хол.}} \quad (1.10)$$
$$F_{\text{буд.доп}} = 0,26 \cdot 1188 = 309, \text{ м}^2$$

1.13 Будівельна площа службових приміщень визначається за формулою ([3])

$$F_{\text{буд.сл.пр.}} = (0,05 \div 0,2) F_{\text{буд,д.хол.}}, \text{ м}^2 \quad (1.11)$$
$$F_{\text{буд.сл.пр.}} = 0,18 \cdot 1188 = 214, \text{ м}^2$$

1.14 Будівельна площа машинного відділення визначається за формулою ([3])

$$F_{\text{буд.м.в.}} = (0,1 \div 0,3) F_{\text{буд,д.хол.}}, \text{ м}^2 \quad (1.12)$$
$$F_{\text{буд.м.в.}} = 0,3 \cdot 1188 = 360, \text{ м}^2$$

1.15 Загальна дійсна будівельна площа холодильника визначається за формулою:

$$F_{\text{заг.хол.}} = F_{\text{буд,д.хол.}} + F_{\text{буд.експ.}} + F_{\text{буд.доп.}} + F_{\text{буд.сл.пр.}} + F_{\text{буд.м.в.}}, \text{ м}^2 \quad (1.13)$$
$$F_{\text{заг.хол.}} = 1188 + 216 + 432 + 216 + 324 = 2376, \text{ м}^2$$

Всі розрахунки заносяться в таблиці 1.1 і по розрахунковим даним складається план холодильника (рис. 1.1).

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### 3. Розрахунок ізоляційних конструкцій

#### ХОЛОДИЛЬНИКА.

Холодильник проектується одноповерховим і виконується по каркасній схемі з, при цьому навантаження від покриття і підвісного обладнання передається накаркас із збірних елементів.З східної сторони прибудовані машинне відділення та службове приміщення.

З південної сторони передбачена автомобільна платформа. Висота платформи для автомобільного транспорту дорівнює 1200 мм від поверхні навантажувально-розвантажувального майданчика.

На холодильнику застосовуються колони перерізом 100 × 100 мм. Сітка колон приймається 6 × 12 м.

Зовнішні стіни, перегородки, внутрішні стіни і покриття виконуються із збірних сендвіч-панелей, різної товщини. Необхідний нахил покриття 1,5-2%. Покриття пофарбоване і світлий колір. Машинне і службове приміщення прибудоване з цегли, товщиною 380 мм.

Підлога холодильника повинна мати достатню міцність, витримувати навантаження від вантажів і транспортних засобів, бути гігієнічною і безпечною для руху людей і транспортних засобів. Тому покриття підлоги виконується монолітним товщиною 40-50 мм із бетону. Верхній шар плити зміцнюється за допомогою сухих зміцнюючих сумішей. На завершення підлога покривається знепилюючим просоченням.

Для захисту ґрунту від промерзання під підлогою передбачена бетонна підготовка з електронагрівачами.

Для безперешкодного завантаження та розвантаження камер холодильника, вільного переміщення транспортних засобів в камерах встановлені відкочувальні двері товщиною 150 мм для камери зберігання морожених вантажів.

					00.БП.142.005.009.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кропотов М.О.			Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пирятин	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.					27	119
Реценз.						НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						

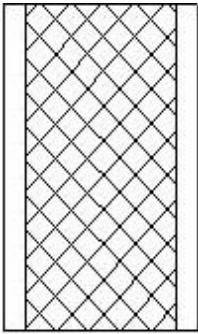
Захистом дверей від механічних ушкоджень служить металева обшивка, яка водночас є пароізоляцією.

Дверні блоки обладнані оглядовими вікнами та запірними пристроями, а дверні блоки низькотемпературних камер додатково обладнані електрообігрівом (ТЕНами) по периметру для запобігання примерзання та клапанами вирівнювання тиску (в низькотемпературних камерах).

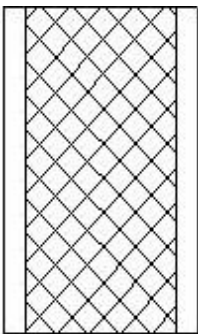
Будівельні конструкції, що використовуються в будівлі холодильника

Будівельні конструкції та ізоляційні матеріали.

Таблиця 3.1 – Зовнішня стіна.

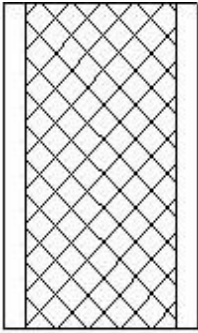
 <p>Рисунок 3.1</p>	Назва і матеріал шару	$\delta_i, \text{м}$	$\lambda_i, \text{Вт}/(\text{м}^*\text{К})$	$\delta_i \lambda_i, (\text{м}^2*\text{К})/\text{Вт}$
	Шар металу	0,00055	48	0,00000106
	Пінополіуретан	?	0,021	?
	Шар металу	0,00055	48	0,00000106
$\sum(\delta_i/\lambda_i) = 0,00002$				

Таблиця 3.2 – Внутрішня стіна.

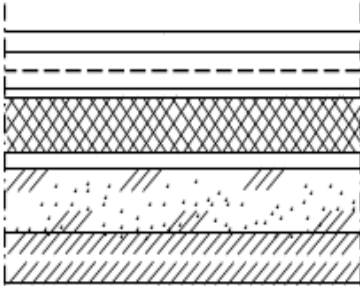
 <p>Рисунок 3.2</p>	Назва і матеріал шару	$\delta_i, \text{м}$	$\lambda_i, \text{Вт}/(\text{м}^*\text{К})$	$\delta_i \lambda_i, (\text{м}^2*\text{К})/\text{Вт}$
	Шар металу	0,00055	48	0,00000106
	Пінополіуретан	?	0,021	?
	Шар металу	0,00055	48	0,00000106
$\sum(\delta_i/\lambda_i) = 0,00002$				

Будівельні конструкції та ізоляційні матеріали.

Таблиця 3.3 – Перегородка.

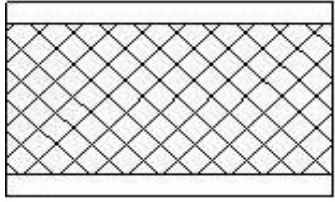
 <p>Рисунок 3.3</p>	Назва і матеріал шару	$\delta_{i,м}$	$\lambda_i$ , Вт/(м*К)	$\delta_i/\lambda_i$ , (м <sup>2</sup> *К)/Вт
	Шар металу	0,00055	48	0,00000106
	Пінополіуретан	?	0,021	?
	Шар металу	0,00055	48	0,00000106
$\sum(\delta_i/\lambda_i) = 0,00002$				

Таблиця 3.4 – Підлога.

 <p>Рисунок 3.4</p>	Назва і матеріал шару	$\delta_{i,м}$	$\lambda_i$ , Вт/(м*К)	$\delta_i/\lambda_i$ , (м <sup>2</sup> *К)/Вт
	Монолітне бетонне покриття із важкого бетону	0,040	1,86	0,022
	Армована бетонна стяжка	0,080	1,86	0,043
	Пароізоляція і шар пергаліна	0,001	0,15	-
	Теплоізоляція із пінополістиролу Стиродур С	?	0,031	?
	Цементно-пісковий розчин	0,025	0,98	0,026
	Ущільнений пісок	1,35	0,58	2,328
	Бетонна підготовка з електронагрівачами	-	2,04	0,017
$\sum(\delta_i/\lambda_i) = 2,396$				

Будівельні конструкції та ізоляційні матеріали.

Таблиця 3.5 – Покриття.

 Рисунок 3.5	Назва і матеріал шару	$\delta_i, \text{м}$	$\lambda_i, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	$\delta_i/\lambda_i, (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$
	Шар металу	0,00055	48	0,00000106
	Пінополіуретан	?	0,021	?
	Шар металу	0,00055	48	0,00000106
$\sum(\delta_i/\lambda_i) = 0,00002$				

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

$$\delta_{\text{із.р.}} = \lambda_{\text{із.}} \cdot \left[ \frac{1}{K_0} \left( \frac{1}{\alpha_{\text{зн}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} \right) \right], \text{м}^2 \quad (3.1)$$

$$\delta_{\text{із.р.}} = 0,21 \cdot \left[ \frac{1}{0,23} \left( \frac{1}{23} + 0,0002 + \frac{1}{-} \right) \right] = 0,1, \text{м}^2$$

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

$K_0$  - потрібний коефіцієнт теплопередачі огороження,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ; 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,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ; приймається по таблиці 8.1 ([2]с. 47);

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

$\delta_i$  - товщина окремих шарів конструкції огороження, м.

1.2 Приймається дійсна товщина ізоляційного шару:  $\delta_{\text{із.д.}}=0,12 \text{ м}^2$ .

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

$$K_D = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \frac{\delta_{\text{із.д.}}}{\lambda_{\text{із}}}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad (3.2)$$

$$K_D = \frac{1}{\frac{1}{23} + 0,0002 + \frac{1}{9} + \frac{0,1}{0,21}} = 0,20, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Перевіряємо на виділення вологи на стіні, так як різниця температур більше 10°C.

Параметри повітря навколишнього середовища:

$t_{\text{в}} = 31^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 48\%$ ,

З h-d – діаграми вологого повітря :  $t_{\text{г.р.}} = -22^\circ\text{C}$ .

Температура поверхні стінки:

$$\tau_{\text{в}} = t_{\text{в}} - \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{R_o \cdot \alpha_{\text{в}}}, ^\circ\text{C} \quad (3.3)$$

$$\tau_{\text{в}} = -20 - \frac{-20 - (-31)}{\frac{1}{0,20} \cdot 9} = -19, ^\circ\text{C}$$

$\tau_{\text{в}} > t_{\text{г.р.}}$  – умова виконана конденсації не буде, товщина ізоляції правильна.

Всі розрахунки заносяться в таблицю 3.6, значення дійсних коефіцієнтів теплопередачі огорожень камер холодильника вказується на рисунку 3.1

Дані розрахунки наведені для камер КЗМ з  $T = -20^\circ\text{C}$ , для зовнішньої стінки холодного контуру.

Далі обумовлені такі позначення:

ЗС – зовнішня стіна;

ХК- холодний контур;

ВС – внутрішня стіна;

ТК- теплий контур;

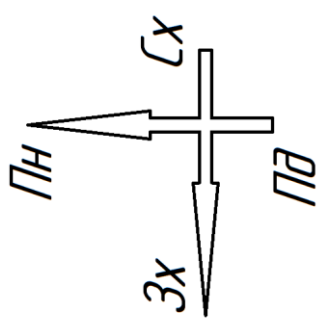
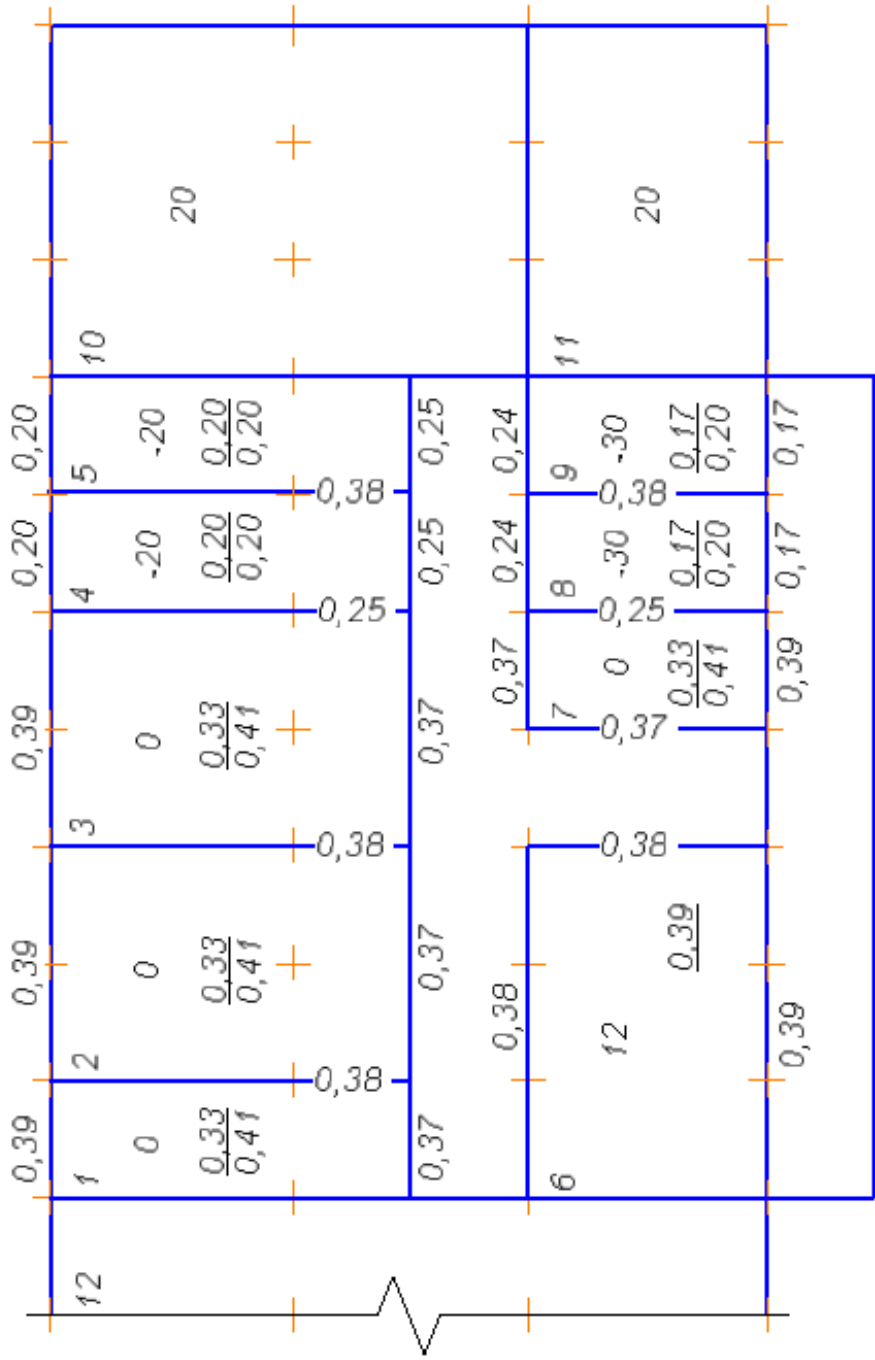
П – перегородка;

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 - Зведена таблиця розрахунку ізоляції.

Назва огородження	$t_{\text{кам}};$ °C	$K_o;$ Вт(м2•К);	$\alpha_{\text{зн}};$ Вт(м2•К);	$\alpha_{\text{вн}};$ Вт(м2•К);	$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i};$ (м•К)/Вт;	$\lambda_{\text{із}};$ Вт(м2•К);	$\delta_{\text{із. р}};$ м	$\delta_{\text{із. д}};$ м	$K_d$ Вт(м2•К);	$t_{\text{в}};$ °C
1	2	3	4	5	11	12	13	14	15	2
ЗС ХК	-30	0,2	23	11	0,0002	0,21	0,102	0,12	0,17	-29
ЗС ХК	-20	0,23	23	9	0,0002	0,21	0,088	0,1	0,20	-19
ЗС ТК	0	0,4	23	9	0,0002	0,21	0,049	0,05	0,39	-1,4
ЗС ТК	12	0,64	23	8	0,0002	0,21	0,029	0,05	0,39	13
ВС ХК	-30	0,27	6	11	0,0002	0,21	0,072	0,08	0,24	-29
ВС ХК	-20	0,28	6	9	0,0002	0,21	0,071	0,08	0,25	-18,8
ВС ТК	0	0,47	6	9	0,0002	0,21	0,038	0,05	0,37	-0,82
ВС ТК	12	0,64	6	8	0,0002	0,21	0,026	0,05	0,38	12,4
Покриття ХК	-30	0,19	23	11	0,0002	0,21	0,107	0,12	0,17	-
Покриття ХК	-20	0,22	23	9	0,0002	0,21	0,09	0,1	0,20	-
Покриття ТК	0	0,37	23	9	0,0002	0,21	0,053	0,06	0,33	-
Покриття ТК	12	0,52	23	8	0,0002	0,21	0,036	0,05	0,39	-
Підлога ХК	-30	0,21	-	11	2,396	0,21	0,047	0,05	0,20	-
Підлога ХК	-20	0,21	-	9	2,396	0,21	0,0473	0,05	0,20	-
Підлога ТК	0	0,41	-	9	2,396	0,21	-	-	0,41	-
Перегородки	-30/0	0,26	11	9	0,0002	0,21	0,076	0,08	0,25	-29,3
Перегородки	-20/0	0,3	9	9	0,0002	0,21	0,065	0,08	0,25	-19,4
Перегородки	0/12	0,47	9	8	0,0002	0,21	0,039	0,05	0,38	0,5
Перегородки	однакові t	0,58	9	9	0,0002	0,21	0,031	0,05	0,38	-

00.БП.142.005.009.ПЗ



м. Пирятин  
 Географічна широта - 49;  
 Середньорічна t - 7 С;  
 Розрахункова літня t - 31 С;  
 Розрахункова літня  
 відносна вологість - 48%

Рисунок 3.6 - Значення температур в приміщеннях холодильника, дійсних коефіцієнтів теплопередачі огорожень камер холодильника та розрахункових параметрів зовнішнього повітря.

## 4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень.

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

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = Q_{\text{обл}}, \text{Вт} \quad (4.1)$$

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

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C}, \text{Вт} \quad (4.2)$$

$$Q_1 = 373 + 43 = 417, \text{Вт}$$

де  $Q_{1T}$  - теплонадходження через стіни, перегородки, покриття і підлогу, Вт;

$Q_{1C}$  - теплонадходження від сонячної радіації, Вт.

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

$$Q_{1T} = K_d \cdot F \cdot (t_{\text{зн}} - t_{\text{вн}}), \text{Вт} \quad (4.3)$$

$$Q_{1T} = 0,17 \cdot 36 \cdot (31 - (-30)) = 373, \text{Вт}$$

де  $K_d$  - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження,  $\text{т}(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ; приймається по таблиці 2.1 розділу 2;

$F$  - розрахункова площа поверхні огороження,  $\text{м}^2$ ;

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

При розрахунку теплонадходжень через внутрішні огороження, які виходять в неохолоджувані приміщення (коридори, вестибулі, 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.

					00.БП.142.005.009.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кропотов М.О.			Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пирятин	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.					34	119
Реценз.						НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						

4.4 Теплонадходження від сонячної радіації визначається за формулою 9.7 ([2])

$$Q_{1c} = K_d \cdot F \cdot \Delta t_c, \text{ Вт}$$

$$Q_{1c} = 0,17 \cdot 36 \cdot 7,1 = 43, \text{ Вт} \quad (4.4)$$

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

Даний розрахунок неведений для КТО масла для зовнішньої стінки південної сторони.

Всі розрахунки заносяться в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок теплонадходжень  $Q_1$ .

Назва камери	Назва огорож.	$K_0$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	Розміри, м			$F$ , $\text{м}^2$	$t_{\text{зн.}}$ , $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{вн.}}$ , $^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{зн.}} - t_{\text{вн.}}$ , $^{\circ}\text{C}$	$\Delta t$ , $^{\circ}\text{C}$	$Q_{1т}$ , Вт	$Q_{1с}$ , Вт	$Q_1$ , Вт
			L	B	H								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
КТО масла	ВС-Пн	0,24	6	-	6	36	7	-30	37	-	432	-	432
	ЗС-Пд	0,17	6	-	6	36	31		61	7,1	373	43	417
	П-Сх	0,38	12	-	6	72	-30		0	-	0	-	0
	П-Зх	0,25	12	-	6	72	0		30	-	540	-	540
	Покрит.	0,17	6	12	-	72	31		61	14,9	747	182	929
	Підлога	0,12	6	12	-	72	1		31	-	446	-	446
	Всього												2778
КТО сиру кисломолочного	ВС-Пн	0,24	6	-	6	36	7	-30	37	-	432	-	432
	ЗС-Пд	0,17	6	-	6	36	31		61	7,1	373	43	417
	ВС-Сх	0,24	12	-	6	72	20		50	-	864	-	864
	П-Зх	0,38	12	-	6	72	-30		0	-	0	-	0
	Покрит.	0,17	6	12	-	72	31		61	-	747	182	929
	Підлога	0,20	6	12	-	72	1		31	14,9	446	-	446
	Всього												3088
КЗМ масла	ЗС-Пн	0,20	6	-	6	36	31	-20	51	0	367	0	367
	ВС-Пд	0,25	6	-	6	36	7		27	-	360	-	360
	П-Сх	0,38	18	-	6	108	-20		0	-	0	-	0
	П-Зх	0,25	18	-	6	108	0		20	-	540	-	540
	Покрит.	0,20	6	18	-	108	31		51	14,9	1102	322	1423
	Підлога	0,20	6	18	-	108	1		21	-	454	-	454
	Всього												2777

Продовження таблиці 4.1 – Розрахунок теплонадходжень Q<sub>1</sub>.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
КЗМ сиру кисломолочного	ЗС-Пн	0,20	6	-	6	36	31	-20	51	0	367	-	367
	ВС-Пд	0,25	6	-	6	36	7		27	-	450	-	450
	П-Зх	0,38	18	-	6	108	-20		0	-	0	-	0
	Покрит.	0,20	6	18	-	108	31		51	15	1102	322	1423
	Підлога	0,20	6	18	-	108	1		21	-	454	-	454
	Всього												2694
КЗО кефіру	ЗС-Пн	0,39	6	-	6	36	31	0	31	0	435	0	435
	ВС-Пд	0,37	6	-	6	36	7		7	-	266	-	266
	П-Сх	0,38	18	-	6	108	0		0	-	0	-	0
	ВС-Зх	0,39	18	-	6	108	20		20	-	842	-	842
	Покрит.	0,33	6	18	-	108	31		31	15	1105	531	1636
	Підлога	0,41	6	18	-	108	1		1	-	44	-	44
Всього												3224	
КЗО йогурту	ЗС-Пн	0,39	12	-	6	72	31	0	31	0	870	0	870
	ВС-Пд	0,37	12	-	6	72	7		7	-	533	-	533
	П-Сх	0,38	18	-	6	108	0		0	-	0	-	0
	П-Зх	0,38	18	-	6	108	0		0	-	0	-	0
	Покрит.	0,33	12	18	-	216	31		31	15	2210	1062	3272
	Підлога	0,41	12	18	-	216	1		1	-	89	-	89
Всього												4764	
КЗО молока	ЗС-Пн	0,39	12	-	6	72	31	0	31	0	870	0	870
	ВС-Пд	0,37	12	-	6	72	7		7	-	533	-	533
	П-Сх	0,25	18	-	6	108	-20		-20	-	-540	-	-540
	П-Зх	0,38	18	-	6	108	0		0	-	0	-	0
	Покрит.	0,33	12	18	-	216	31		31	15	2210	1062	3272
	Підлога	0,41	12	18	-	216	1		1	-	89	-	89
Всього												4238	
КЗО сметани	ЗС-Пд	0,39	6	-	6	36	31	0	31	7,1	435	100	535
	ВС-Пн	0,37	6	-	6	36	7		7	-	266	-	266
	П-Сх	0,25	12	-	6	72	-30		-30	-	-540	-	-540
	П-Зх	0,38	12	-	6	72	12		12	-	1168	-	1168
	Покрит.	0,33	6	12	-	72	31		31	15	737	354	1091
	Підлога	0,41	6	12	-	72	1		1	-	30	-	30
Всього												2550	



Таблиця 4.2 - Розрахунок теплонадходжень  $Q_2$ .

Назва камери	$M_{пр},$ т/доб	$M_{т},$ т/доб	$t_1,$ °C	$t_2,$ °C	$i_1,$ кДж/кг	$i_2,$ кДж/кг	$\Delta i,$ кДж/кг	$C_{т},$ кДж/кг·К	$1000 \cdot 1000$ $24 \cdot 3600$	$Q_{2пр},$ Вт	$Q_{2т},$ Вт	$Q_2,$ Вт
КТО масла	3,47	0,34	12	-8	139	29	110	2,3	11,6	4418	181	4599
КТО сиру кисломолочного	7,7	0,7	12	-8	344	64	280	2,3	11,6	24954	373	25326
КЗМ масла	3,47	0,34	-8	20	29	0	29	2,3	11,6	1165	109	1273
КЗМ сиру кисломолочного	7,7	0,7	-8	20	64	0	64	2,3	11,6	5704	224	5927
КЗО кефіру	29,6	29,6	8	0	31	0	31	2,3	11,6	10620	6304	16924
КЗО йогурту	29,5	29,5	8	0	31	0	31	2,3	11,6	10584	6282	16867
КЗО молока	29,6	29,6	8	0	351	318	33	2,3	11,6	11306	6304	17609
КЗО сметани	6,67	6,67	15	0	55	0	55	2,3	11,6	4246	2663	6909

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

$$Q_3 = \frac{V_k \cdot a \cdot \rho_n \cdot (i_{zn} - i_{вн})}{86,4}, \text{Вт} \quad (4.8)$$

$$Q_3 = \frac{648 \cdot 3 \cdot 1,3 \cdot (66 - 7)}{86,4} = 1726, \text{Вт}$$

де  $V_k$  - об'єм камери, м<sup>3</sup>;

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

$\rho_n$  - щільність повітря при температурі і відносній вологості камері, кг/м<sup>3</sup>; приймається по додатку 8([4] с. 602);

$i_{zn}$ ,  $i_{вн}$  - питомі ентальпії зовнішнього повітря і повітря в камері, кДж/кг; знаходяться по  $i-d$  - діаграмі для вологого повітря.

Всі розрахунки заносяться в таблицю 4.3

В даному розділі наведено приклад розрахунку КЗО кефіру.

Таблиця 4.3 - Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень  $Q_3$ .

Назва камери	$V_k$ , м <sup>3</sup>	$a$	$\rho_n$ , $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$t_{zn}$ , °С	$t_{вн}$ , °С	$\varphi_{zn}$ , %	$\varphi_{вн}$ , %	$i_{zn}$ , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$i_{вн}$ , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$\Delta i$ , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$Q_3$ , Вт
КЗО кефіру	648	3	1,3	31	0	48	85	66	7	59	1726
КЗО йогурта	1296	3	1,3	31	0	48	85	66	7	59	3452
КЗО молока	1296	3	1,3	31	0	48	85	66	7	59	33452
КЗО сметани	432	3	1,3	31	0	48	85	66	7	59	1151
Експедиція	1296	3	1,22	31	12	48	70	66	28	38	2086

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

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 ,Вт \quad (4.9)$$

$$Q_4 = 338 + 700 + 10000 + 1080 = 12118 ,Вт$$

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.

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

$$q_1 = A \cdot F ,Вт$$

$$q_1 = 4 \cdot 72 = 338 ,Вт \quad (4.10)$$

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

$F$  - площа камери,  $\text{м}^2$ ; приймається по таблиці 1.1 розділу 1 Теплонадходженням від освітлення можна знехтувати, так як використовуються світлодіодні світильники, які майже не виділяють теплоти.

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

$$q_2 = 350 \cdot n ,Вт$$

$$q_2 = 350 \cdot 2 = 700 ,Вт \quad (4.11)$$

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

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

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

$$q_3 = N_{\text{дв.}} \cdot 1000 ,Вт$$

$$q_3 = 10 \cdot 1000 = 10000 ,Вт \quad (4.12)$$

де  $N_{\text{дв.}}$  - сумарна потужність електродвигунів, кВт;

приймається по ([2] с. 60); 1000 - перевідний коефіцієнт у Вт.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$q_4 = K \cdot F, \text{ Вт}$$

$$q_4 = 15 \cdot 72 = 1080, \text{ Вт} \quad (4.13)$$

де  $K$  - питомий прилив теплоти при відкриванні дверей,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ; приймається по таблиці 9.2 ([2] с. 61). Всі розрахунки заносяться в таблицю 4.4

В даному розділі наведено приклад розрахунку КТО масла.

Таблиця 4.4 - Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень  $Q_4$ .

Назва камери	F, м <sup>2</sup>	A, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$	q <sub>1</sub> , Вт	n, шт	q <sub>2</sub> , Вт	N <sub>дв.</sub> , кВт	q <sub>3</sub> , Вт	K, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$	q <sub>4</sub> , Вт	Q <sub>4</sub> , Вт
КТО масла	72	4,7	338	2	700	10	10000	15	1080	12118
КТО сиру кисломолочного	72	4,7	338	2	700	10	10000	15	1080	12118
КЗМ масла	108	2,3	248	2	700	3	3000	12	1296	5244
КЗМ сиру кисломолочного	108	2,3	248	2	700	3	3000	12	1296	5244
КЗО кефіру	108	2,3	248	2	700	3	3000	15	1620	5568
КЗО йогурта	216	2,3	497	3	1050	3	3000	12	2592	7139
КЗО молока	216	2,3	497	3	1050	3	3000	12	2592	7139
КЗО сметани	72	2,3	166	2	700	3	3000	15	1080	4546
Експедиція	216	4,7	1015	3	1050	-	-	20	4320	6385

4.14 Визначається витрата холоду на технологічні потреби за формулою:

$$Q_{т.п} = q \cdot M_{доб}, \text{ кВт}; \quad (4.14)$$

$$Q_{т.п} = 820 \cdot 3,47 = 2845, \text{ кВт}$$

де  $M_{доб}$  – добове вироблення продукту, т;

$q$  – норма витрат холоду, кВт.

Таблиця 4.5 - Витрата холоду на технологічні потреби.

Продукт	М доб.; т/доб	q, кВт	$Q_{m.n.};$ кВт	Кількість годин роботи за добу	Q ; кВт/год
Масло	3,47	820	2845	8	356
Сир кисломолочний	7,70	176	1355	16	122
Кефір	29,6	50	1480	16	92
Йогурт	29,5	70	2065	16	129
Молоко	29,6	53	1569	8	196
Сметана	6,67	158	1052	16	65

4.15. Визначається витрата холоду на кожний продукт по часу доби на 1 годину за формулою:

$$Q = \frac{Q_{mn}}{\tau}, \text{ кВт} \quad (4.15)$$

$$Q = \frac{2845}{8} = 356, \text{ кВт}$$

де  $\tau$  – кількість годин в зміні; приймаємо для виробництва масла - 1 зміна (8 годин), робота інших цехів – 2 зміни (16 годин);

Всі розрахунки заносяться до таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 - Витрати холоду на технологічні потреби.

Час доби, год	Вид продукту кВт	Масло	Сир кисл.	Кефір	Йогурт	Молоко	Всього по годинах
7-8		310	100	92	100	150	887
8-9		310	100	92	100	150	887
9-10		315	100	92	100	150	887
10-11		320	100	92	110	150	907
11-12		330	115	92	120	170	962
12-13		356	122	92	129	196	1030
13-14		356	122	92	129	196	1030
14-15		356	122	92	129	196	1030
15-16		330	115	92	120	170	962
16-17		330	115	92	120	170	562
17-18		330	115	92	110	160	542
18-19		-	100	92	110	160	427
19-20		-	100	92	100	150	507
20-21		-	100	92	100	150	507
21-22		-	100	92	100	150	507
22-23		-	100	92	100	150	507

4.16 Розрахунки всіх теплонадходжень заносяться в зведену таблицю 4.6 і визначається навантаження на камерне обладнання і компресори.

Навантаження на компресори:

$Q_{1км}$  - 100% від  $Q_1$  камерн. обл.

$Q_{2км}$  - камери зберігання охолоджених вантажів - 50% від  $Q_2$  камерн. обл.

$Q_{2км}$  - камери зберігання морожених вантажів - 60% від  $Q_2$  камерн. обл.

$Q_{3км}$  - 100% від  $Q_3$  камерн. обл.

$Q_{4к}$  - 50-75% від  $Q_4$  камерн. обл.

Зм.  
Арк.  
№ докум.  
Підпис  
Дата

Таблиця 4.5 - Зведена таблиця теплонадходжень.

Назва камери	t <sub>0</sub> , °C	Q <sub>1</sub> , Вт		Q <sub>2</sub> , Вт		Q <sub>3</sub> , Вт		Q <sub>4</sub> , Вт		ΣQ, Вт	
		кам. обл.	кМ	кам. обл.	кМ	кам. обл.	кМ	кам. обл.	кМ	кам. обл.	кМ
КТО масла	-40	2778	2500	4599	4599	-	-	12118	9089	19495	16187,7
КТО сиру кисломолочного	-40	3088	2779	25326	25326	-	-	12118	9089	40532	37193,7
Всього											53381,4
КЗМ масла	-30	2777	2499	1273	764	-	-	5244	3146	9294	6410
КЗМ сиру кисломолочного	-30	2694	2425	5927	3556	-	-	5244	3146	13865	9127
Всього											15537
КЗО кефіра	-10	3224	2902	16924	8462	1726	1726	5568	2784	27442	15873,6
КЗО йогурта	-10	4764	4288	16867	8434	3452	3452	7139	3570	32222	19742,6
КЗО молока	-10	4238	3814	17609	8805	3452	3452	7139	3570	32438	19640,2
КЗО сметани	-10	2550	2295	6909	3455	1151	1151	4946	2473	15556	9373
Експедиція	-10	4111	3700	-	-	2086	2086	6373	3187	12570	8972,6
Технологічні потреби											1038000
Всього											1111602

00.ВП.142.005.009.ПЗ

## 5. Вибір та обґрунтування системи та способу охолодження.

Після визначення теплового навантаження на компресор та камерне обладнання вибирають систему охолодження .

Для холодильника, який ми проектуємо в місті Пирятин, застосовуємо централізовану систему охолодження. Завдяки такому охолодженню, зменшується перепад температур повітря в камеру і температури кипіння, і завдяки зниженню перепад температур на  $5^{\circ}\text{C}$ , зменшиться витрата електроенергії. Порахувавши теплопритоки, вирішуємо прийняти аміачну систему, яка має багато переваг над фреоновою: кращі термодинамічні властивості, він є екологічно безпечнішим ніж фреон.

Приймаємо насосно-циркуляційну систему охолодження із верхньою подачею аміаку у прилади охолодження. Схема буде працювати на три температури кипіння:  $-40^{\circ}\text{C}$ ;  $-30^{\circ}\text{C}$ ;  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Для камер з  $t_0=-10^{\circ}\text{C}$  вибираємо одноступеневу схему.

Для камер з  $t_0=-30^{\circ}\text{C}$  і  $t_0=-40^{\circ}\text{C}$  застосовуємо двоступеневу схему.

Для камер холодильника, що проектується вибираємо прилади охолодження.

В якості приладів охолодження вибираємо повітроохолоджувачі, так як на відміну від батарей вони не металомісткі і в них добре проводити відтаювання.

Для камер зберігання охолоджених і заморожених вантажів вибираємо повітроохолоджувачі, які забезпечують помірну циркуляцію, для камер термообробки вибираємо повітроохолоджувачі, які забезпечують прискорену циркуляцію повітря.

Для експедиції, і накопичувально-розвантажувальної вибираємо батарейний спосіб охолодження і використовуємо пристінні і стельові батареї.

					00.БП.142.005.009.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кропотов М.О.			Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пирятин	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.					45	119
Реценз.						НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						

стельові батареї відповідно. При батарейному охолодженні відсутні працюючі механізми, які являються додатковим джерелом тепла і збільшують витрати холоду. Втрати від усушки значно менші ніж при охолодженні повітроохолоджувачами.

Вибираємо тип конденсатора в залежності від призначення установки, умов водопостачання і якості води із врахуванням кліматичних умов ( $\phi=48\%$ ), а саме кожухотрубні конденсатори, які потребують системи зворотного водопостачання (градирню).

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

## 6. Розрахунок та підбір основного обладнання.

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

$$Q_0 = \frac{K \cdot \sum Q_{\text{км}}}{b}, \text{Вт} \quad (6.1)$$

$$Q_0 = \frac{1.1 \cdot 53381.4}{0.8} = 73399, \text{Вт}$$

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 в таблицю 6.1

Таблиця 6.1 – Зведена таблиця розрахунку холодопродуктивності компресорів.

Температура кипіння, °C	$\sum Q_{\text{км}}, \text{Вт}$	K	b	$Q_0, \text{Вт}$
-40	53381,4	1,1	0,8	73399
-30	15537	1,07	0,8	20781
-10	1111602	1,05	0,9	1296869

### 6.2 Робочий режим холодильної установки.

6.2.1 Температура кипіння холодильного агенту визначається за формулою ([2])

$$t_0 = t_{\text{кам}} - (5 \div 10), \text{°C} \quad (6.2)$$

$$t_0 = -30 - 10 = -40, \text{°C}$$

де  $t_{\text{кам}}$  - температура повітря в камері, °C.

					00.БП.142.005.009.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кропотов М.О.			Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.				47	119
Реценз.					НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.							
Затверд.		Василенко С.М.					
					Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пирятин		

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

$$\begin{aligned} \text{Одноступеневе стискання -} \quad t_{\text{вс}} &= t_0 + (5 \div 10), \text{ } ^\circ\text{C} & (6.3) \\ t_{\text{вс}} &= -10 + 5 = -5, \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Двоступеневе стискання -} \quad t_{\text{вс}} &= t_0 + (10 \div 20), \text{ } ^\circ\text{C} & (6.4) \\ t_{\text{вс}} &= -40 + 10 = -30, \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} t_{\text{вд.}} &= t_{\text{м. т.}} + (2 \div 4), \text{ } ^\circ\text{C} & (6.5) \\ t_{\text{вд.}} &= 23 + 2 = 25, \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

де  $t_{\text{м. т.}}$  - 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)).

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

$$\begin{aligned} t_{\text{к}} &= t_{\text{вд.}} + (8 \div 11), \text{ } ^\circ\text{C} & (6.6) \\ t_{\text{к}} &= 25 + 10 = 35, \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} t_{\text{п}} &= t_{\text{вд.}} + (3 \div 5), \text{ } ^\circ\text{C} & (6.7) \\ t_{\text{п}} &= 25 + 4 = 29, \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} P_{\text{пр}} &= \sqrt{P_{\text{к}} \cdot P_0}, \text{ МПа} \\ P_{\text{пр}} &= \sqrt{1,5 \cdot 0,075} = 0,34, \text{ МПа} & (6.8) \end{aligned}$$

де  $P_0$ - тиск кипіння, МПа;

$P_{\text{к}}$ - тиск конденсації, МПа.

6.2.7 На діаграмі  $i$ - $\lg P$  по проміжному тиску  $P_{\text{пр}}$  знаходиться температура в проміжній посудині  $t_{\text{пр}}$ .

										Арк.
										48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.БП.142.005.009.ПЗ					

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

$$t_{зм} = t_{пр} + (3 \div 5), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6.9)$$

$$t_{зм} = -8 + 5 = -3, \text{ } ^\circ\text{C}$$

Дані розрахунки неведені для камер з  $t_0 = -40, \text{ } ^\circ\text{C}$

Розрахунок робочого режиму холодильної установки заноситься в таблицю 6.2

Вибір схеми холодильної установки заноситься в таблицю 6.3

6.2.9 По даним температурного режиму будуються цикли одно- і двоступеневого стискання в діаграмі  $i\text{-lg}P$  та визначаються параметри умовних точок циклів (рис. 6.1).

6.2.10 Параметри умовних точок циклу одноступеневого стискання заноситься в таблицю 6.4.

6.2.11 Параметри умовних точок циклу двоступеневого стискання заносяться в таблицю 6.5.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Таблиця 6.2 - Таблиця розрахунку робочого режиму холодильної установки.

$t_{\text{кам}}$ , °C	$t_0$ , °C	$t_{\text{вс}}$ , °C	$t_{\text{зн}}$ , °C	$\varphi$ ; %	$t_{\text{м.т.}}$ , °C	$t_{\text{вд1}}$ , °C	$t_{\text{вд2}}$ , °C	$t_{\text{к}}$ , °C	$t_{\text{п}}$ , °C	$P_0$ , МПа	$P_{\text{к}}$ , МПа	$P_{\text{ип}} = \sqrt{P_{\text{к}} \cdot P_0}$ , МПа	$t_{\text{ип}}$ , °C	$t_{\text{зм}}$ , °C	$\frac{P_{\text{к}}}{P_0}$	$\frac{P_{\text{ип}}}{P_0}$	$\frac{P_{\text{к}}}{P_{\text{ип}}}$
-30	-40	-30	30	56	23	25	30	35	29	0,075	1,5	0,34	-8	-4	20,00	4,5	4,5
-20	-30	-20	30	56	23	25	30	35	29	0,13	1,5	0,44	0	4	11,54	3,4	3,4
0	-10	-5	30	56	23	25	30	35	29	0,29	1,5	-	-	-	5,17	-	-

Таблиця 6.3 – Таблиця вибору схеми холодильної установки.

$t_0$ , °C	$P_0$ , МПа	$P_{\text{к}}$ , МПа	$\frac{P_{\text{к}}}{P_0}$	Схема холодильної установки	$P_{\text{ип}} = \sqrt{P_{\text{к}} \cdot P_0}$ , МПа
-10	1,5	0,29	5,17	одноступенева	-
-30	1,5	0,13	11,54	двоступенева	0,44
-40	1,5	0,075	20	двоступенева	0,33

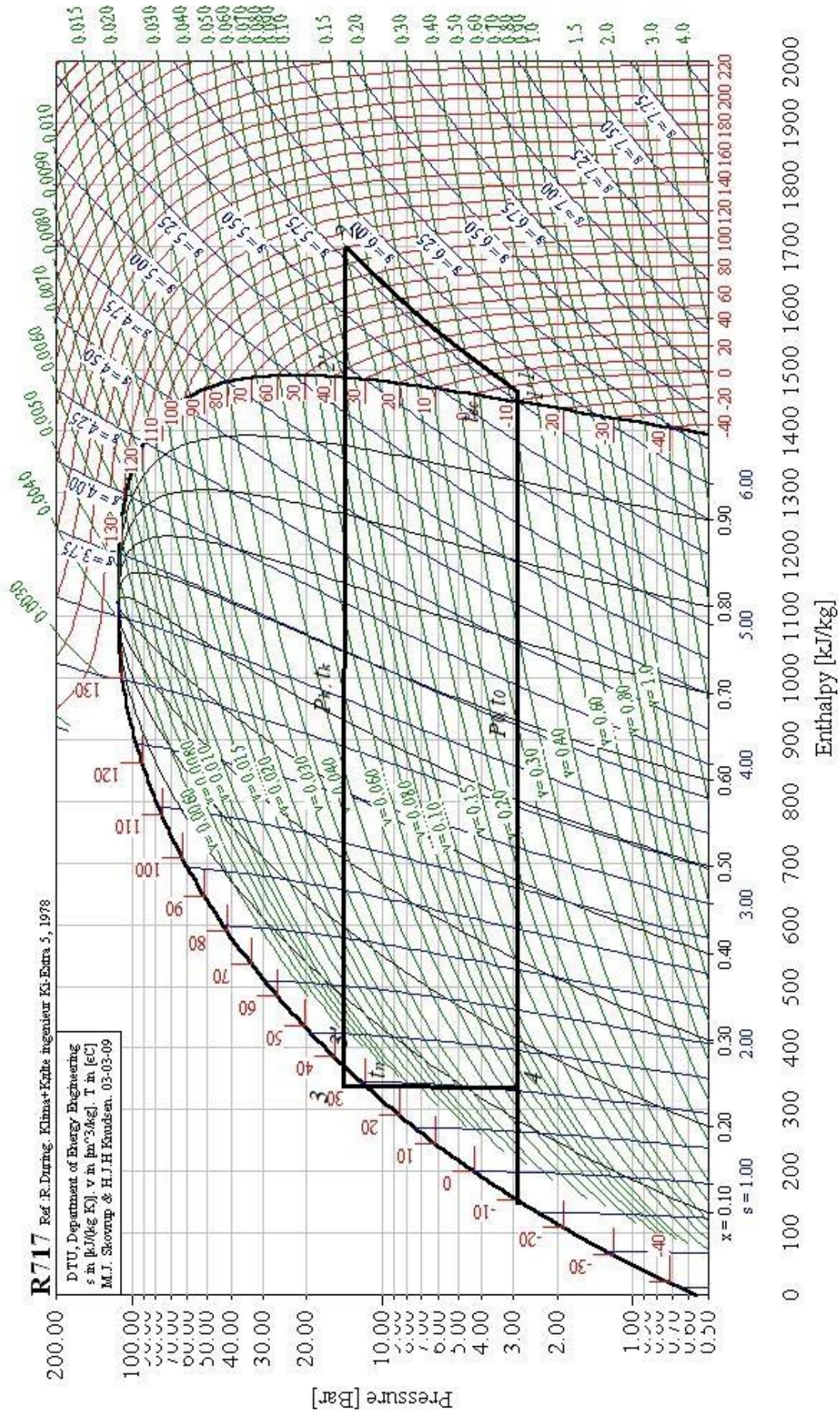


Рисунок 6.1 Цикл одноступенчатого сжатия ( $t_0 = -10^\circ\text{C}$ ).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.БП.142.005.009.ПЗ

Арк.

51

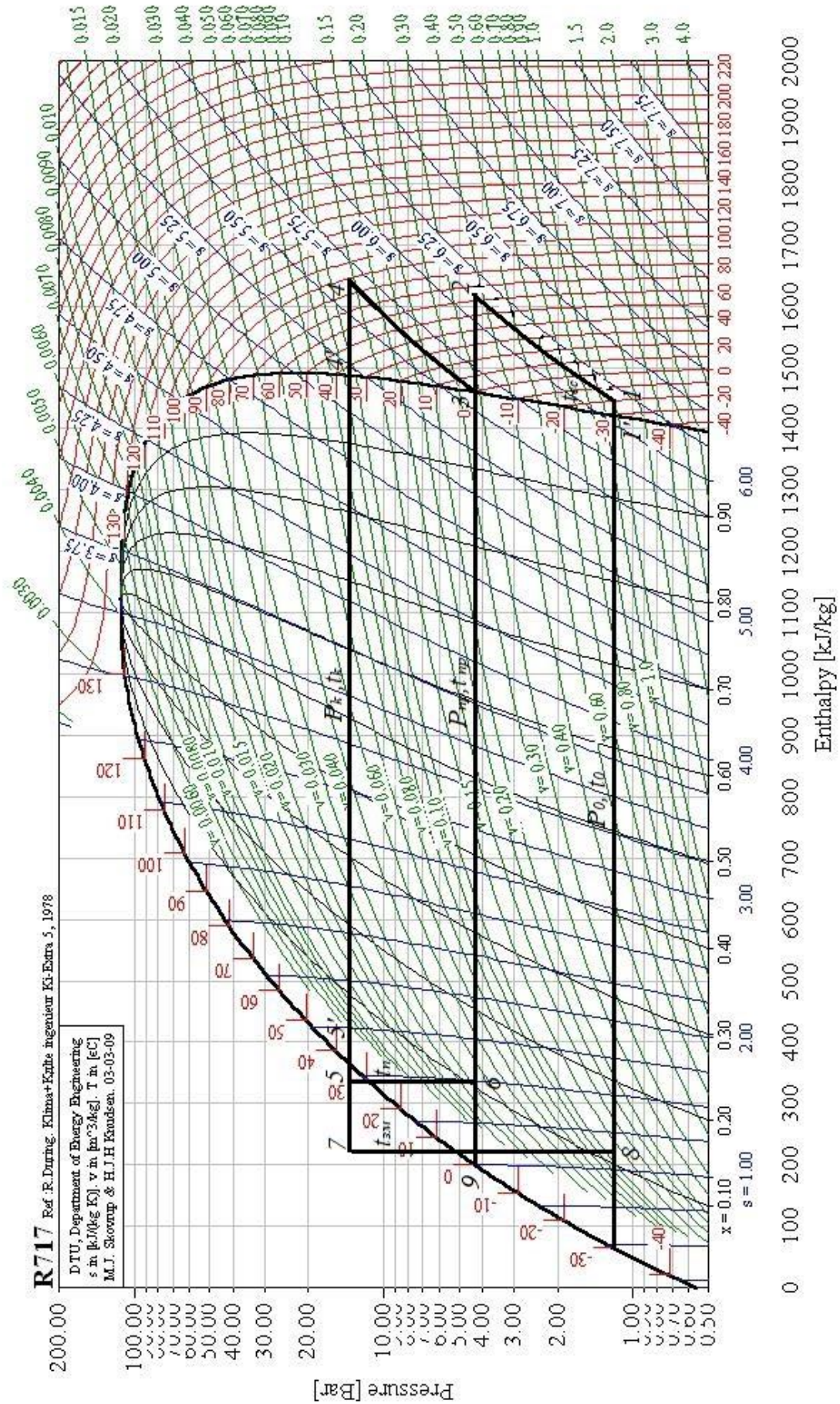


Рисунок 6.2 Цикл двоступеневого стискання ( $t_0 = -30^\circ\text{C}$ ).



Таблиця 6.4 - Зведена таблиця параметрів умовних точок циклу одноступеневого стискання.

Режим; °С				$P_o$	$P_k$	$i_{1'}$	$i_1$	$i_2$	$i_{3'}$	$i_3=i_4$	$v_1$	$v_2$	$v_3$
$t_o$	$t_k$	$t_{п}$	$t_{вс}$	МПа		кДж/кг					м <sup>3</sup> /кг		
-10	35	29	-5	0,29	1,5	1430	1450	1680	360	330	0,42	0,14	0,00169

Таблиця 6.5 - Зведена таблиця параметрів умовних точок циклу двоступеневого стискання.

Режим; °С				$P_o$	$P_{пр}$	$P_k$	$t_{пр}$	$t_{зм}$	$i_{1'}$	$i_1$	$i_2$	$i_3$	$i_4$	$i_5=i_6$	$i_7=i_8$	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$
$t_o$	$t_{вс}$	$t_{п}$	$t_k$	МПа		°С		кДж/кг								м <sup>3</sup> /кг				
-30	-20	29	35	0,13	0,44	1,5	0	5	1420	1440	1600	1425	1630	200	330	0,97	0,35	0,3	0,15	0,002
-40	-30	29	35	0,075	0,34	1,5	-8	-3	1400	1420	1610	1430	1660	340	180	1,6	0,52	0,38	0,17	0,002

00.В.П.142.005.009.ПЗ

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

54

Арк.

6.3 Тепловий розрахунок та підбір компресорів одноступеневого стискання.

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

$$q_0 = i_1' - i_4, \text{ кДж/кг} \quad (6.10)$$

$$q_0 = 1430 - 330 = 1100, \text{ кДж/кг}$$

де  $i_1'$ ,  $i_4$ -ентальпії умовних точок циклу, кДж/кг; приймаються по таблиці 6.4 розділу 6.

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

$$M = \frac{Q_0}{q_0}, \text{ кг/с} \quad (6.11)$$

$$M = \frac{1297}{1100} = 1.18, \text{ кг/с}$$

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

6.3.3 Дійсна об'ємна подача компресора визначається за формулою 5.3 ([1])

$$V_d = M \cdot v_1, \text{ м}^3/\text{кг} \quad (6.12)$$

$$V_d = 1.18 \cdot 0.42 = 0.495, \text{ м}^3/\text{кг}$$

де  $v_1$ -питомий об'єм пари, м<sup>3</sup>/кг; приймається по таблиці 6.4 розділу 6.

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

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

$$V_T = \frac{0.495}{0.75} = 0.66, \text{ м}^3/\text{с} \quad (6.13)$$

де  $\lambda$  - коефіцієнт подачі компресора в залежності від ступені стискання  $P_k/P_0$ , типу компресора і холодильного агенту, на якому буде працювати компресор, приймається по графіку на рисунку 5.5 ([1] с. 97)

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

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

$$N_T = 1.18 \cdot (1680 - 1450) = 271.4, \text{ кВт} \quad (6.14)$$

де  $i_1$ ,  $i_2$  - ентальпії умовних точок циклу, кДж/кг ; приймаються по таблиці 6.4 розділу 6.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

6.3.6 Дійсна (індикаторна) потужність компресора визначається за формулою 5.6

$$N_i = \frac{N_T}{\eta_i}, \text{ кВт}$$

$$N_i = \frac{271.4}{0.80} = 339.0, \text{ кВт} \quad (6.15)$$

де  $\eta_i$  - індикаторний ККД, приймається по ([1] с. 96).

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

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_{\text{мех.}}}, \text{ кВт} \quad (6.16)$$

$$N_e = \frac{339}{0.9} = 376.6, \text{ кВт}$$

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

6.3.8 Теплове навантаження на конденсатор визначається за формулою 5.8 ([1]

$$Q_k = Q_0 + N_i, \text{ кВт} \quad (6.17)$$

$$Q_k = 1297 + 339.0 = 1636, \text{ кВт}$$

Розрахунок та підбір компресорів одноступеневого стискання заносяться в таблицю 6.6, технічна характеристика - в таблицю 6.7.

Таблиця 6.6 - Таблиця розрахунку та підбору компресорів одноступеневого стискання.

Режим; °С	$Q_0;$ $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$Q_0;$ кВт	$M;$ $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	$V_d;$ $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	$\lambda$	$V_T;$ $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	Марка	К-ть	$V_T;$ $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	$N_T;$ кВт	$N_i;$ кВт	$N_e;$ кВт	$Q_k;$ кВт
-10	1110	1297	1,18	0,495	0,75	0,66	SAB 87	2	0,7233	271,2	339,0	376,6	1636

Таблиця 6.7 - Технічна характеристика компресорного агрегата.

Марка компресора	Холодопродуктивність кВт	Рівень шуму дБ	V <sub>T</sub> , м <sup>3</sup> /с	Частота обертання с-1	Габарити, мм			Маса, кг
					L	B	H	
SAB 87	1720	85,7	0,7233	2960	3730	1590	2540	3690

6.4 Тепловий розрахунок та підбір компресорів двоступеневого стискання.

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

$$q_0 = i_{1'} - i_8, \text{ кДж/кг} \quad (6.18)$$

$$q_0 = 1400 - 180 = 1220, \text{ кДж/кг}$$

де  $i_{1'}$ ,  $i_8$  - ентальпії умовних точок циклу, кДж/кг; приймаються по таблиці 6.5 розділу 6.

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

$$M_1 = \frac{Q_0}{q_0}, \text{ кг/с} \quad (6.19)$$

$$M_1 = \frac{73,4}{1220} = 0,060, \text{ кг/с}$$

де  $Q_0$  - навантаження на компресор з врахуванням втрат, кВт; приймається по таблиці 6.1 розділу 6.

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

$$M = M_1 \frac{i_2 - i_7}{i_3 - i_6}, \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (6.20)$$

$$M = 0,060 \frac{1610 - 180}{1430 - 340} = 0,079, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

де  $i_2$ ,  $i_3$ ,  $i_6$ ,  $i_7$ ,  $i_9$  - ентальпії умовних точок циклу, кДж/кг; приймаються по таблиці 7.5 розділу 7.

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

$$V_{\text{д}}^{\text{С.Н.Т.}} = M_1 \cdot v_1, \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$V_{\text{д}}^{\text{С.Н.Т.}} = 0,060 \cdot 1,6 = 0,096, \text{ м}^3 / \text{с} \quad (6.21)$$

де  $v_1$  - питомий об'єм пари, що всмоктується С.Н.Т.,  $\text{м}^3/\text{кг}$ ; приймається по таблиці 6.5 розділу 6.

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

$$V_{\text{д}}^{\text{С.В.Т.}} = M \cdot v_3, \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$V_{\text{д}}^{\text{С.В.Т.}} = 0,079 \cdot 0,38 = 0,030, \text{ м}^3 / \text{с} \quad (6.22)$$

де  $v_3$  - питомий об'єм пари, що всмоктується С.В.Т.,  $\text{м}^3/\text{кг}$ ; приймається по таблиці 7.5 розділу 7.

6.4.6 Теоретична об'ємна подача С.Н.Т. визначається за формулою:

$$V_{\text{т}}^{\text{С.Н.Т.}} = \frac{V_{\text{д}}^{\text{С.Н.Т.}}}{\lambda^{\text{С.Н.Т.}}}, \text{ м}^3 / \text{с} \quad (6.23)$$

$$V_{\text{т}}^{\text{С.Н.Т.}} = \frac{0,096}{0,84} = 0,115, \text{ м}^3 / \text{с}$$

де  $\lambda^{\text{С.Н.Т.}}$  - коефіцієнт подачі С.Н.Т. в залежності від ступені стискання  $P_{\text{пр}}/P_0$  приймається по графіку на рисунку 6.5 ([1] с. 97).

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

$$V_{\text{т}}^{\text{С.В.Т.}} = \frac{V_{\text{д}}^{\text{С.В.Т.}}}{\lambda^{\text{С.В.Т.}}}, \text{ м}^3 / \text{с} \quad (6.24)$$

$$V_{\text{т}}^{\text{С.В.Т.}} = \frac{0,030}{0,84} = 0,036, \text{ м}^3 / \text{с}$$

де  $\lambda^{\text{С.В.Т.}}$  - коефіцієнт подачі С.В.Т. в залежності від ступені стискання  $P_{\text{к}}/P_{\text{пр}}$ , приймається по графіку на рисунку (5.5[1] с. 97).

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

$$N_{\text{т}}^{\text{С.Н.Т.}} = M_1 \cdot (i_2 - i_1), \text{ кВт} \quad (6.25)$$

$$N_{\text{т}}^{\text{С.Н.Т.}} = 0,060 \cdot (1610 - 1420) = 11,4, \text{ кВт}$$

де  $i_1, i_2$  - ентальпії умовних точок циклу,  $\text{кДж}/\text{кг}$ ; приймаються по таблиці 6.5 розділу 6.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$N_T^{C.B.T.} = M \cdot (i_4 - i_3), \text{ кВт} \quad (6.26)$$
$$N_T^{C.B.T.} = 0,079 \cdot (1860 - 1430) = 33,94, \text{ кВт}$$

де  $i_3, i_4$ -ентальпії умовних точок циклу, кДж/кг; приймаються по таблиці 6.5 розділу 6.

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

$$N_i^{C.H.T.} = \frac{N_T^{C.H.T.}}{\eta_i^{C.H.T.}}, \text{ кВт} \quad (6.27)$$
$$N_i^{C.H.T.} = \frac{11,4}{0,8} = 14,3, \text{ кВт}$$

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

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

$$N_i^{C.B.T.} = \frac{N_T^{C.B.T.}}{\eta_i^{C.B.T.}}, \text{ кВт} \quad (6.28)$$
$$N_i^{C.B.T.} = \frac{33,97}{0,8} = 42,425, \text{ кВт}$$

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

6.4.12 Ефективна потужність С.Н.Т. визначається за формулою 5.25

$$N_e^{C.H.T.} = \frac{N_i^{C.H.T.}}{\eta_{\text{мех}}^{C.H.T.}}, \text{ кВт} \quad (6.29)$$
$$N_e^{C.H.T.} = \frac{14,3}{0,9} = 15,9, \text{ кВт}$$

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

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

$$N_e^{C.B.T.} = \frac{N_i^{C.B.T.}}{\eta_{\text{мех}}^{C.B.T.}}, \text{ кВт} \quad (6.30)$$
$$N_e^{C.B.T.} = \frac{42,425}{0,9} = 47,1, \text{ кВт}$$

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

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

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

$$Q_k = Q_0 + N_i^{C.H.T.} + N_i^{C.B.T.}, \text{ кВт} \quad (6.31)$$
$$Q_k = 73,4 + 14,3 + 42,425 = 130,1, \text{ кВт}$$

Розрахунок та підбір компресорів двоступеневого стискання заносяться в таблицю 6.8, технічна характеристика - в таблицю 6.9.

Дані розрахунки неведені для камер з  $t_0 = -40, ^\circ\text{C}$ , для камер з  $t_0 = -30$ , розрахунки аналогічні.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.8 - Розрахунок та підбір компресорів двоступеневого стискання.

Режим; °С	$Q_0;$ $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$Q_0;$ кВт	$M_1;$ $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	$M;$ $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$	$V_{\text{д}}^{\text{С.Н.Т.}}$ $V_{\text{д}}^{\text{С.В.Т.}}$ $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	$\lambda^{\text{С.Н.Т.}}$ $\lambda^{\text{С.В.Т.}}$	$V_{\text{т}}^{\text{С.Н.Т.}}$ $V_{\text{т}}^{\text{С.В.Т.}}$ $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	Марка КМ	К-сть	$V_{\text{т}}^{\text{С.Н.Т.}}$ $V_{\text{т}}^{\text{С.В.Т.}}$ $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	$N_{\text{т}}^{\text{С.Н.Т.}}$ $N_{\text{т}}^{\text{С.В.Т.}}$ кВт	$N_i^{\text{С.Н.Т.}}$ $N_i^{\text{С.В.Т.}}$ кВт	$N_e^{\text{С.Н.Т.}}$ $N_e^{\text{С.В.Т.}}$ кВт	$Q_{\text{к}},$ кВт
-40	1220	73,4	0,060	0,079	0,096	0,84	0,115	TSMC 116S	2	0,185	11,4	14,3	15,9	130,1
					0,030	0,84	0,036			0,55	33,94	42,425	47,1	
-30	1090	20,78	0,19	0,020	0,018	0,8	0,023	ТСМО 28	2	0,048	3,1	3,8	4,2	33,9
					0,006	0,78	0,0076			0,014	7,4	9,3	10,3	

Таблиця 6.9 - Технічна характеристика компресорів двоступеневого стискання (виробництво «YORKSABRO»).

Марка	Холодопродуктивність, кВт	$V_{\text{т}}; \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	Частота обертання $\text{с}^{-1}$	Габаритні розміри, мм			Маса без електродвигуна, кг	Діаметр х хід поршня,мм
				L	B	H		
TSMC 116 S	100	0,185	1500	3200	1150	1335	1800	100x80
		0,055						
ТСМО 28	20	0,048	1800	1750	700	1000	500	70x70
		0,014						

## 6.5 Розрахунок та підбір кожухотрубних конденсаторів.

6.5.1. Площа теплопередаючої поверхні визначається за формулою 11.26 ([2])

$$F_K = \frac{\sum Q_K}{k \cdot \theta_{\text{ЛОГ}}}, \text{ м}^2$$

$$F_K = \frac{1799795,2}{700 \cdot 7,2} = 356, \text{ м}^2 \quad (6.32)$$

де  $Q_{\text{кд}} = Q_K^{-10} + Q_K^{-30} + Q_K^{-40}$  - сумарний тепловий потік в конденсатор від всіх груп компресорів, Вт; визначається при тепловому розрахунку компресорів.

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

$\theta_{\text{ЛОГ}}$  - середній логарифмічний температурний напір.

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

$$\theta_{\text{ЛОГ}} = \frac{t_{\text{вд.2}} - t_{\text{вд.1}}}{2,31 \lg \frac{t_K - t_{\text{вд.1}}}{t_K - t_{\text{вд.2}}}}, \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{\text{ЛОГ}} = \frac{30 - 25}{2,31 \lg \frac{35 - 25}{35 - 30}} = 7,2, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6.33)$$

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

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

$$V_B = \frac{1799,8}{4,19 \cdot 1000 \cdot 5} = 0,085, \frac{\text{ м}^3}{\text{ с}}$$

Де-  $\sum Q_K$  - сумарний тепловий потік в конденсатор від усіх груп компресорів, кВт;

$C_B$  - питома теплоємність води ( $C_B = 4,19$  кДж/кг);

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

Розрахунок, підбір та технічна характеристика конденсаторів заносяться в таблицю 6.10.

										00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							62

Таблиця 6.10 - Розрахунок, підбір та технічна характеристика конденсаторів.

Q <sub>к.</sub> ; Вт	К;	F <sub>к.</sub> ; м <sup>2</sup>	θ <sub>ЛОε</sub> т °С	Марка конденсатора	К-ть	F <sub>к.д.</sub> ; м <sup>2</sup>	Розміри, мм			Маса; кг
							L	D	H	
1799795	700	356	7,2	250 КГТ	2	250	5845	1200	1940	9360

Розрахунок, підбір та технічна характеристика водяних насосів заносяться в таблицю 6.11.

Таблиця 6.11 - Зведена таблиця розрахунку водяних насосів.

ΣQ <sub>к.</sub> , кВт	C <sub>в.</sub> , кДж/кг	P <sub>в.</sub> кг/м <sup>3</sup>	Δt <sub>в.</sub> °С	V <sub>в.</sub> , м <sup>3</sup> /с	Марка насоса	К-ть насос.	Подача; м <sup>3</sup> /год	Повний напір; м	Част. обер.; об/хв
1799,8	4.19	1000	5	0,086	К45/30	2 роб	45	30	3000

Всі розрахунки та технічна характеристика випаровувача заносяться до таблиці 6.12.

Таблиця 6.12 – Розрахунок, підбір та технічна характеристика випарника.

ΣQ <sub>вип.</sub> кВт	Q <sub>ф.</sub> Вт/м <sup>2</sup>	F <sub>вип.</sub> ; м <sup>2</sup>	Марка вип.	К-ть	F <sub>вип.</sub> ; м <sup>2</sup>	Розміри мм			Маса, кг
						L	B	H	
103800	600	286	ИП-320	1	320	6830	3173	1300	7195

6.7.2 Об'ємна витрата «льодяної» води на технологічні потреби визначається за формулою 11.36 ([2] с. 87);

$$V_p = \frac{\sum Q_{m.n}}{c_p \rho_p \Delta t_p} \quad (6.35)$$

$$V_p = \frac{1030}{3.72 \cdot 1045 \cdot 5} = 0.053, \frac{M^3}{c}$$

де  $-\sum Q_k$  - сумарний тепловий потік в випаровувачі;

$C_p$  - питома теплоємність розсолу при середній робочій температурі, ( $C_p = 3,72 \frac{кДж}{кг \cdot К}$ );

$\rho_p$  - густина розсолу ( $\rho_p = 1045 \text{ кг/м}^3$ );

$\Delta t_p$  - охолодження води «льодяної» води в випаровувачі,  $^{\circ}C$ ;

приймається по ([2] с. 87);

Розрахунок, підбір та технічна характеристика насосів «льодяної» води заноситься до таблиці 6.13

Таблиця 6.13 – Розрахунок, підбір та технічна характеристика насосів «льодяної води».

$\sum Q_{m.n}$ кВт	$C_p$ ; $\frac{кДж}{кг \cdot К}$	$\rho_p$ ; $\frac{кг}{м^3}$	$\Delta t_p$ ; $^{\circ}C$	$V_p$ ; $\frac{M^3}{c}$	Марка насоса	К- сть	Подача; м/год	Повний напір; м	Частота обертання $X_{в}^{-1}$
1030	3,72	1045	5	0,053	К 200-150- 250	2	315	20	1500

6.6 Розрахунок та підбір повітроохолоджувачів.

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

$$F_{п.о.} = \frac{Q_{к.обл}}{K_{п.о.} \cdot \Delta t}, \text{ м}^3 \quad (6.34)$$

$$F_{п.о.} = \frac{9294}{12,5 \cdot 10} = 74, \text{ м}^3$$

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

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

$K_{п.о.}$ -коефіцієнт теплопередачі повітроохолоджувача, Вт/(м<sup>2</sup>•К);  
приймається в залежності від  $t_0$  по ([2] с. 92);

$\Delta t$  - різниця температур між киплячим холодильним агентом і повітрям в камері, °С.

6.6.2 Розрахункова кількість повітроохолоджувачів визначається за формулою :

$$n_p = \frac{F_{п.о.}}{f_{п.о.}}, \text{ шт}$$
$$n_p = \frac{74}{99} = 0,8, \text{ шт} \quad (6.35)$$

де  $f_{п.о.}$  - площа теплопередаючої поверхні прийнятого повітроохолоджувача, м<sup>2</sup>; приймається по таблиці 14.7 ([2] с. 128).

6.6.3 Приймається дійсна кількість повітроохолоджувачів:  $n_d = 1$  шт.

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

$$V_{пов} = \frac{Q_{к.обл}}{\rho_{пов} (i_1 - i_2)}, \frac{м^3}{с}$$
$$V_{пов} = \frac{9294}{1,29(-16 - -21)} = 1440,93, \frac{м^3}{с} \quad (6.36)$$

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

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

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

$$V_{пов.зач} = V_{1.пов} \cdot n_d, \text{ м}^3/\text{с}$$
$$V_{пов.зач} = 2,91 \cdot 1 = 2,91, \text{ м}^3/\text{с} \quad (6.37)$$

де  $V_{1.пов}$  - об'ємна витрата повітря одним повітроохолоджувачем, м<sup>3</sup>/с; приймається по таблиці 14.7 ([2] с. 128);

$n_d$  - дійсна кількість повітроохолоджувачів, шт.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

6.6.6 Місткість повітроохолоджувачів для даної камери по аміаку визначається за формулою:

$$V_{a.заг} = V_a \cdot n_d, \text{ м}^3$$

$$V_{a.заг} = 0,132 \cdot 1 = 0,132, \text{ м}^3 \quad (6.38)$$

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

Даний розрахунок проведено для КЗМ масла.

Розрахунок, підбір та технічна характеристика повітроохолоджувачів заноситься в таблицю 6.12.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.12 - Розрахунок, підбір та технічна характеристика повітроохолоджувачів.

Назва камери	$Q_{к,обл.}, Вт$	$t_o, °C$	$t_{кам}, °C$	$\frac{K_{п.о.}, Вт}{м^2 \cdot К}$	$F_{п.о.}, м^2$	Марка повітроохол.	$f, м^2$	$\eta_p$	$\eta_d$	$V_a, м^3$	$V_a \text{ заг.}, м^3$
КЗМ масла	9294	-30	-20	12,5	74	ВОП 100 063/15	99	0,8	1	0,132	0,132
КЗМ сиру кисломолочного	13865	-30	-20	12,5	111	ВОП 150 080/15	153	0,7	1	0,184	0,184
КЗО кефіра	27442	-10	0	15,2	181	ВОП 200 080/15	205	0,9	1	0,239	0,239
КЗО йогурта	32222	-10	0	15,2	212	ВОП 200 080/15	205	1,0	2	0,239	0,478
КЗО молока	32438	-10	0	15,2	213	ВОП 200 080/15	205	1,0	2	0,239	0,478
КЗО сметани	15556	-10	0	15,2	102	ВОП 150 080/15	153	0,7	1	0,184	0,184
КТО масла	19495	-40	-30	12	162	ВОГ 200 080/15	205	0,8	1	0,247	0,247
КТО сиру кисломолочного	37194	-40	-30	12	310	ВОГ 200 050/45	206	1,5	2	0,239	0,478

00.БП.142.005.009.ПЗ

Зм.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	

Таблиця 6.13 - Розрахунок, підбір та технічна характеристика повітроохолоджувачів.

Назва камери	$Q_{к,обл.},$ Вт	Марка повітроохол.	$F_{п.о.},$ $м^2$	$n_d$	$t_{зн}$ $^{\circ}C$	$t_{вн}$ $^{\circ}C$	$i_1,$ кДж/ кг	$i_2,$ кДж/кг	$\Delta i,$ кДж/ кг	$\varphi ;$ %	$P_{пов.},$ кг/м <sup>3</sup>	$V_{пов.},$ м <sup>3</sup> /с	$V_{Iпов.},$ м <sup>3</sup> /с	$V_{пов заг.},$ м <sup>3</sup>
КЗМ масла	9294	ВОП 100 063/15	99	1	-18	-22	-16	-21	5	85	1,29	1440,9	2,91	2,9
КЗМ сиру кисломолочного	13865	ВОП 150 080/15	153	1	-18	-22	-16	-21	5	85	1,29	2149,6	3,8	3,8
КЗО кефіра	27442	ВОП 200 080/15	205	1	-2	2	12	5	7	90	1,39	2820,3	5,8	5,8
КЗО йогурта	32222	ВОП 200 080/16	205	2	-2	2	12	5	7	90	1,39	3311,6	5,8	11,6
КЗО молока	32438	ВОП 200 080/17	205	2	-2	2	12	5	7	90	1,39	3333,8	5,8	11,6
КЗО сметани	15556	ВОП 150 080/15	153	1	-2	2	12	5	7	90	1,39	1598,7	3,8	3,8
КТО масла	19495	ВОГ 200 080/15	205	1	-28	-32	-28	-31	3	90	1,41	4608,7	5,8	5,8
КТО сиру кисломолочного	37194	ВОГ 200 050/45	206	2	-28	-32	-28	-31	3	90	1,41	8792,8	5,8	11,6

00.БП.142.005.009.ПЗ

## 6.7 Розрахунок та підбір батарей.

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

$$F_6 = \frac{Q_{к.обл}}{K_6 \cdot \Delta t}, \text{ м}^2 \quad (6.39)$$
$$F_6 = \frac{12570}{4,4 \cdot 10} = 292, \text{ м}^2$$

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

$\Delta t$  - різниця температур між киплячим холодильним агентом і повітрям в камері,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$K_6$  - коефіцієнт теплопередачі батареї,  $\text{Вт}/(\text{м}^2/\text{K})$ ; приймається в залежності від температури повітря в камері по таблиці 11.9 ([2] с. 92).

6.7.2 Довжина батареї визначається за формулою:

$$L_6 = 2 \cdot L_{ск} + n \cdot L_{сс}, \text{ м} \quad (6.40)$$
$$L_6 = 2 \cdot 2750 + 2 \cdot 6000 = 17,5, \text{ м}$$

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

$n$  - кількість секцій СС, шт.

6.7.3 Площа поверхні охолодження визначається за формулою:

$$f_6 = 2 \cdot f_{ск} + n \cdot f_{сс}, \text{ м}^2 \quad (6.41)$$
$$f_6 = 2 \cdot 31 + 2 \cdot 69,5 = 201, \text{ м}^2$$

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

6.7.4 Розрахункова кількість батарей визначається за формулою:

$$n_p = \frac{F_6}{f_6}, \text{ шт} \quad (6.42)$$
$$n_p = \frac{292}{201} = 0,71, \text{ шт}$$

6.7.5 Приймається дійсна кількість батарей:  $n_d = 1$  шт.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.7.6 Місткість батарей по аміаку визначається за формулою:

$$V_{\text{б}} = L_{\text{б}} \cdot n_{\text{д}} \cdot n_{\text{тр}} \cdot V_{\text{м.п}}, \text{ м}^3$$

$$V_{\text{б}} = 17,5 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 0,00088 = 0,0924, \text{ м}^3 \quad (6.43)$$

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

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

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

6.7.7 Дійсна площа теплопередаючої поверхні батарей розраховується за формулою:

$$F_{\text{б.д.}} = f_{\text{б.д.}} \cdot n_{\text{д}}, \text{ м}^2$$

$$F_{\text{б.д.}} = 292 \cdot 1 = 292, \text{ м}^2 \quad (6.44)$$

Розрахунок та технічна характеристика батарей заноситься в таблицю 6.13.

Таблиця 6.13 - розрахунок та технічна характеристика батарей.

Назва камери	$Q_{\text{кам.обл}}$ Вт	$t_{\text{кам}}$ , $^{\circ}\text{C}$	$\Delta t$ , $^{\circ}\text{C}$	$K_{\text{б}}$ , Вт $\text{м}^2 \cdot \text{K}$	$F_{\text{б}}$ , $\text{м}^2$	Секції $L_{\text{б}}/f_{\text{б}}$ , $\text{мм}/\text{м}^2$		$n_{\text{тр}}$ , шт	$L_{\text{б}}$ , м	$f_{\text{б}}$ , $\text{м}^2$	$n_{\text{р}}$ , шт	$n_{\text{д}}$ , шт	$V_{\text{б}}$ , $\text{м}^3$
						СК	СС						
Експед.	12570	12	10	4,3	292	2•2750 2•31,0	2•6000 2•69,5	6	17,5	201	1,45	1	0,0924

					00.БП.142.005.009.ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					69

## 7. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки.

### 7.1 Розрахунок та підбір лінійних ресиверів

7.1.1 Місткість лінійних ресиверів для насосно-циркуляційної системи з верхньою подачею холодильного агента в прилади охолодження визначається за формулою 5.41 ([1] с. 128)

$$V_{л.р.} = \frac{0,3 \cdot V_{вип}}{0,5} \cdot 1,2, \text{ м}^3 \quad (7.1)$$

$$V_{л.р.} = \frac{0,3 \cdot 2,51}{0,5} \cdot 1,2 = 1,81, \text{ м}^3$$

де  $V_{вип}$  - місткість по аміаку випарювальної системи,  $\text{м}^3$ ;

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

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

7.1.2 Місткість випарювальної системи визначається за формулою

$$V_{вип.} = V_{б.} + V_{п.о.}, \text{ м}^3$$

$$V_{вип.} = 2,42 + 0,09 = 2,51, \text{ м}^3 \quad (7.2)$$

де  $V_{б.}$  - місткість по аміаку всіх батарей,  $\text{м}^3$ ;

$V_{п.о.}$  - місткість по аміаку всіх повітроохолоджувачів,  $\text{м}^3$ .

Розрахунок лінійних ресиверів заноситься в таблицю 7.1

Таблиця 7.1 - Розрахунок лінійних ресиверів.

$V_{б.}$ $\text{м}^3$	$V_{п.о.}$ $\text{м}^3$	$V_{вип.}$ $\text{м}^3$	$V_{л.р.}$ $\text{м}^3$	Марка ресивера	Кількість
0,0924	2,42	2,51	1,81	2,5 РД	1

					00.БП.142.005.009.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кропотов М.О.			Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.				70	119
Реценз.					НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.							
Затверд.		Василенко С.М.					
					Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пирятин		

Технічна характеристика ресиверів заноситься в таблицю 7.2

Таблиця 7.2 - Технічна характеристика лінійного ресивера.

Марка	Габаритні розміри		V <sub>ам</sub> , м <sup>3</sup>	Маса, кг
	D×S	L		
2,5 РД	800x8	5610	2,5	990

7.2 Розрахунок та підбір циркуляційних ресиверів.

7.2.1 Місткість циркуляційних ресиверів визначається за формулою 5.42 ([1] с. 18) (7.3)

$$V_{ц.р.} = (V_{б.} \cdot K_1 + V_{п.о.} \cdot K_2) \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \text{ м}^3$$

$$V_{ц.р.} = (0,0924 \cdot 0,25 + 1,38 \cdot 0,5) \cdot 1,2 \cdot 1,55 \cdot 1,45 \cdot 1,2 = 2,31, \text{ м}^3$$

де K<sub>1</sub> - коефіцієнт заповнення труб батарей;

K<sub>2</sub> - коефіцієнт заповнення труб повітроохолоджувачів;

K<sub>3</sub> - коефіцієнт кількості аміаку, який викидається з приладів охолодження;

K<sub>4</sub> - коефіцієнт місткості колекторів і трубопроводів;

K<sub>5</sub> - коефіцієнт робочого заповнення ресиверів для забезпечення стійкої роботи насосів;

K<sub>6</sub> - коефіцієнт допустимого заповнення ресиверів;

K<sub>7</sub> - коефіцієнт запасу місткості.

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

Даний розрахунок наведено для камер з t<sub>0</sub> = -10°С.

Розрахунок та підбір циркуляційних ресиверів заносяться в таблицю 7.3

Таблиця 7.3 - Технічна характеристика циркуляційних ресиверів.

t <sub>0</sub> , °С	V <sub>б</sub> , м <sup>3</sup>	V <sub>п.о.</sub> , м <sup>3</sup>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>	V <sub>цр.</sub> , м <sup>3</sup>	Марка цирк. ресивера
-10	0,092	1,38	0,25	0,5	-	1,2	1,55	1,45	1,2	2,31	2,5РДВ
-30	-	0,316	-	0,5	-	1,2	1,55	1,45	1,2	1,32	1,5РДВ
-40	-	0,725	-	0,5	-	1,2	1,55	1,45	1,2	1,98	2,5РДВ

Технічна характеристика ресиверів заноситься в таблицю 7.4

Таблиця 7.4 - Технічна характеристика циркуляційних ресиверів.

Марка	Габаритні розміри		Діаметри умовних проходів патрубків				V <sub>ам</sub> , м <sup>3</sup>	Маса, кг
	D×S	H	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>		
1,5 РДВ	800×8	3380	150	80	40	15	1,4	710
2,5 РДВ	1000×8	3380	150	80	40	25	2.64	1065

### 7.3 Розрахунок та підбір дренажного ресивера.

В насосно-циркуляційних системах дренажний ресивер підбирається по місткості найбільшого ресивера 2,5 РДВ. На основі цього приймається дренажний ресивер марки 2,5 РД.

Технічна характеристика дренажного ресивера заноситься в таблицю 7.5

Таблиця 7.5 - Технічна характеристика дренажного ресивера.

Марка	Габаритні розміри, мм		Місткість, м <sup>3</sup>	Маса, кг
	D×S	L		
2,5 РД	800×8	5610	2,5	990

### 7.4 Розрахунок та підбір аміачних насосів.

7.4.1 Об'ємна подача аміачного насосу визначається за формулою ([3] с. 166)

$$V_a = M \cdot V_p \cdot a, \frac{m^3}{c}$$

$$V_a = 1.179 \cdot 0.00169 \cdot 25 = 0.0498, \frac{m^3}{c} \quad (7.16)$$

де M - масова витрата холодильного агента, кг/с; приймається по розділу 7;

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$V_p$  - питомий об'єм рідкого холодильного агенту, м<sup>3</sup>/кг; ( $V_p=0,00169$ );

$a$  - кратність циркуляції холодильного агенту (верхня подача  $a=25$ ).

Розрахунок, підбір та технічна характеристика аміачних насосів заносяться в таблицю 7.6

Таблиця 7.6 - Зведена таблиця розрахунку аміачних насосів виробництва.

Режим, °C	$M_p,$ $\frac{кг}{с}$	$V_p,$ $\frac{м^3}{кг}$	$a$	$V_{ам},$ $\frac{м^3}{ГОД}$	Марка насосу	К- сть	Подача, $\frac{м^3}{ГОД}$	Напір, м
-10	1,179	0,00169	25	0,0498	ЗЦГ200/50-575	2	200	50
-20	0,022	0,00169	25	0,0008	ЦГ6,3/20-1.1-2;5	2	6.3	20
-30	0,079	0,00169	25	0,0033	ЦГ25/12,5-3Б-1	2	25	12,5

#### 7.5 Підбір масловідокремлювача.

По діаметру загального нагнітального трубопроводу підбирається один загальний аміачний інерційний масловідокремлювач марки 100 М – таблиця 14.14 ([2] с. 135).

Технічна характеристика масловідокремлювача заноситься в таблицю 7.7.

Таблиця 7.7 - Технічна характеристика масловідокремлювача.

Марка	Розміри, мм		Місткість, м <sup>3</sup>	Маса, кг
	DxS	H		
100 М	408x9	1800	0,17	224

#### 7.6 Підбір маслозбірника.

Для випуску масла з масловідокремлювача та масловідстійників, всіх апаратів і випуску його на зовні підбирається один загальний маслозбірник марки 300 CM.

Технічна характеристика маслозбірника заноситься в таблицю 7.10

Таблиця 7.8 - Технічна характеристика маслозбірника.

Марка	Розміри, мм			Місткість, м <sup>3</sup>	Маса, кг
	DxS	B	H		
300 CM	320x8	650	1270	0.060	92

7.7 Підбір проміжних посудин не проводиться, так як вони входять в комплект до компресорів двоступеневого стискання.

#### 7.8 Підбір повітровідокремлювача.

Для випуску повітря із системи холодильної установки підбирається один автоматичний повітровідокремлювач марки PurgerGrasso.

#### 7.9 Підбір гідроциклонів.

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

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8. Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах.

8.1 Розрахунок та підбір трубопроводів.

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

$$d_{\text{вн.}} = 1,13 \sqrt{\frac{V}{\omega}}, \text{ м}$$

$$d_{\text{вн.}} = 1,13 \sqrt{\frac{0,495}{15}} = 0,164 \text{ , м} \quad (8.1)$$

де  $\omega$  - розрахункове значення швидкості руху середовища в трубопроводі, м/г; приймається по таблиці 7.4 ([1] с. 172);

$V$ - кількість речовини, яка протікає по трубопроводу, м<sup>3</sup>/с.

8.1.2 Приймається дійсний діаметр трубопроводу:  $D_y = 200$  мм.

8.1.3 Кількість речовини, яка протікає по трубопроводу визначається за формулою:

Одноступеневе стискання:

Всмоктування:  $V = M \cdot v_1, \text{ м}^3/\text{с}; \quad V = 1,179 \cdot 0,42 = 0,495, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.2)$

Нагнітання:  $V = M \cdot v_2, \text{ м}^3/\text{с}; \quad V = 1,179 \cdot 0,14 = 0,165, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.3)$

Двоступеневе стискання:

Всмоктування:  $V = M_1 \cdot v_1, \text{ м}^3/\text{с}; \quad V = 0,019 \cdot 0,97 = 0,018, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.4)$

Нагнітання:  $V = M \cdot v_4, \text{ м}^3/\text{с}; \quad V = 0,020 \cdot 0,15 = 0,003, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.5)$

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

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

$$V = 0,165 + 0,003 + 0,0022 = 0,170 \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.6)$$

Нагнітання ( $t_0 = -10$  °С) -  $V_1 = M \cdot v_2, \text{ м}^3/\text{с};$

$$V = 1,179 \cdot 0,14 = 0,165, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.7)$$

00.БП.142.005.009.ПЗ (8.8)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Кропотов М.О.			Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пірятин	Літ.	Лист	Листів	
Перевір.		Бондар В. І.						75	119
Реценз.						НУХТ ХМ-4-12Ск			
Н. Контр.									
Затверд.		Василенко С.М.							

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

$$V = 0,020 \cdot 0,15 = 0,003, \text{ м}^3/\text{с}$$

Нагнітання ( $t_0 = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) -  $V_3 = M \cdot v_3, \text{ м}^3/\text{с};$

$$V_3 = 1,278 \cdot 0,00169 = 0,0022, \text{ м}^3/\text{с} \quad (8.9)$$

8.1.5 Кількість речовини, яка протікає по рідинному (зливному)

трубопроводу від конденсатора до лінійного ресивера визначається за формулою

$$V = M \cdot v_3 + M_1 \cdot v_5 + M_1 \cdot v_5, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (8.10)$$

$$V = 1,278 \cdot 0,00169 + 0,060 \cdot 0,00169 + 0,019 \cdot 0,00169 = 0,0023, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Розрахунок та підбір аміачних трубопроводів заноситься в таблицю 8.1

					00.ДП.6.05060403.008.005.ПЗ	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.1 - Таблиця розрахунку та підбору аміачних трубопроводів.

Трубопровід	$t_0,$ °C	$M, \frac{кг}{с}$	$M_1, \frac{кг}{с}$	$V_1,$ $\frac{м^3}{кг}$	$V_2,$ $\frac{м^3}{кг}$	$V_3,$ $\frac{м^3}{кг}$	$V_4,$ $\frac{м^3}{кг}$	$V_5,$ $\frac{м^3}{кг}$	$V_{p.},$ $\frac{м^3}{с}$	$\omega,$ $\frac{м}{с}$	$d_{вн.}, м$	$D_y,$ мм
Всмоктуючий	-10	1,179		0,42					0,495	15	0,164	200
Нагнітаючий		1,179			0,14				0,165	20	0,082	100
Всмоктуючий	-30		0,019	0,97					0,018	15	0,032	40
Нагнітаючий		0,020					0,15		0,003	20	0,011	16
Всмоктуючий	-40		0,060	1,6					0,096	15	0,072	80
Нагнітаючий		0,079					0,17		0,013	20	0,023	25
Загальний нагнітаючий	-								0,181	20	0,086	100
Рідинний	-	1,278				0,00169		0,00169	0,0022	0,6	0,054	70

00.ДП.6.05060403.008.005.ПЗ

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

77

Арк.

## 9. Техніко-економічні показники проекту.

### 9.1 Розрахунок планового виробітку холоду за рік.

Річне вироблення холоду або ж виробничі програми компресорного цеху - це встановлене доручення на вироблення холоду, важливого для обробки товарів, теплопередачі, вентиляції та виготовлення різної продукції провідними цехами холодильної обробки.

Розплата холоду ведеться за відомостями термічного розрахунку дипломного проекту. Наприклад як зазвичай, камери групуються за кількома температурами кипіння, то розплата вироблення холоду проводиться на початку по всім групам порізно, а слідом за тим, річне вироблення підсумовується (після переведення в нормальних умовах).

Витрати на створення холоду при всіляких температурах кипіння нерівноцінні. В наслідок цього їх треба віднести до відносної величини - енергопотужності -1000 кДж. Виріток холоду в стандартних умовах визначається з наступної залежності:

$$Q_{ст} = \sum Q_{роб} \cdot K_{п} \cdot 19440000, \text{ тис кДж} \quad (13.1.1)$$

де  $Q_{роб}$  - розрахунковий виробіток в робочих умовах холоду;

$K_{п}$  - коефіцієнт переходу з робочих умов в стандартні;

19440000 - робота компресора за рік, сек.; величина перевідного коефіцієнта (K) може бути прийнята по даним Діпрохолоду в стандартних умовах в залежності від температури кипіння.

Таблиця 9.1.1 Перевідний коефіцієнт в стандартні умови.

Температура кипіння, °С	-45	-40	-35	-33	-30	-28	-14	-12	-10
Коефіцієнт переводу, $K_{п}$	3,5	2,9	2,24	2,0	1,8	1,5	1,4	0,85	0,76

					00.БП.142.005.009.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кропотов М.О.			Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Піратин	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.					78	119
Реценз.						НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						

Всі розрахунки зводяться в таблицю 9.1.2.

Таблиця 9.1.2 - Річний виробіток холоду в стандартних умовах.

Т <sub>ки</sub> п, °С	Витрати холоду кВт в год., Q <sub>роб.год.</sub>		Коефіцієнт переводу в стандартні умови, Кп	Витрата холоду в стандартних умовах в год (Q <sub>ст.год.</sub> ), кВт	Всього холоду в рік стандартних умовах Q <sub>ст</sub> (тис. кДж)
	Без витрат	З витратами			
-10	111	130	0,76	98,8	1920672
-30	16	21	1,8	37,8	734832
-40	54	73	2,9	211,7	4115448
Всього:				348,3	6770952

Виробіток холоду як свідчать дані таблиці в рік в стандартних умовах становить 6188529,6 тис. кДж.

## 9.2 Розрахунок капітальних витрат по компресорному цеху.

Капітальні витрати — це впровадження фінансових ресурсів на відтворення (просте і розширене) провідних засобів виробничого і невиробничого призначення, на створення свіжих, реконструйованих та становлених наявних провідних засобів. Охоплюючи об'єкти соціальної сфери (будівництво квартир, установи культури, охорони здоров'я і т. д.).

У погодженням з Законодавством України «Про підприємства в Україні» джерелами формування майна фірми і отже, джерелами серйозних витрат можуть:

- особисті грошові ресурси (власний капітал), в що кількості вигода, набутий від реалізації продукції справ, послуг, а ще від інших видів власної діяльності;
- амортизаційні відрахування на абсолютне відновлення основних засобів;
- кредити платних банків і інших юридичних осіб;
- безоплатні або ж благодійні внески, пожертвування організацій, компаній і громадян;
- інші інформатори, що проходить дозволенними актами.

Для визначення вартості обладнання потрібно скласти специфікацію оснащення. Вартості на оснащення приймаються за прейскурантом.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

При розрахунку вартості обладнання беремо на себе 10-15% від сумарної ціни - інше оснащення, транспортні витрати - 7% і ціна монтажних робіт 15-20% від вартості обладнання.

Розрахунок вартості обладнання зводяться в таблицю 9.2.1.

Таблиця 9.2.1 - Розрахунок вартості обладнання.

Найменування Обладнання	Тип, марка	Кількість	Ціна заодиницю	Сума, грн.
Одноступеневий КМ	SAB 87	2	300000	600000
Двоступеневий КМ	ТСМО 28	2	500000	1000000
Двоступеневий КМ	TSMC 116S	2	700000	1400000
Конденсатор	250 КГТ	2	400000	800000
Насос водяний	К45/30	2	8000	16000
Насос водяний	К 200-150-250	2	13000	26000
Випарник	ИП-320	1	400000	400000
Ресивер лінійний	2,5 РД	1	16000	16000
Ресивер циркуляційний	2,5 РДВ	2	16000	32000
Ресивер циркуляційний	1,5 РДВ	1	13000	13000
Ресивер дренажний	2,5 РД	1	16000	16000
Масловіддільник	100 М	1	14000	14000
Маслозбірник	300 СМ	1	8000	8000
Гідроциклон	ЕГЦ 50	3	14000	42000
Насос аміачний	ЗЦГ200/50-575	2	13000	26000
Насос аміачний	ЦГ6,3/20-1.1-2;5	2	8000	16000
Насос аміачний	ЦГ25/12,5-3Б-1	2	12000	24000

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Продовження таблиці 9.2.1 - Розрахунок вартості обладнання.

Повітровіддільник	Purger	1	30000	30000
Повітроохолоджувач	ВОП 100 063/15	1	17000	17000
Повітроохолоджувач	ВОП 150 080/15	2	40000	80000
Повітроохолоджувач	ВОП 200 080/15	5	60000	300000
Повітроохолоджувач	ВОГ 200 080/15	1	50000	50000
Повітроохолоджувач	ВОГ 200 050/45	2	45000	90000
Батарей	18 м	2	2000	4000
Всього:				5020000

Вартість обладнання складає 5020000 грн.

Вартість іншого обладнання визначається за формулою:

$$C_{\text{інш}} = C \cdot 0,1, \text{ грн} \quad (9.2.1)$$

$$C_{\text{інш}} = 5020000 \cdot 0,1 = 502000 \text{ грн}$$

$$C_p = C + C_{\text{інш}}, \text{ грн} \quad (9.2.2)$$

$$C_p = 5020000 + 502000 = 5522000 \text{ грн}$$

Початкова вартість обладнання визначається за формулою:

$$C_{\text{обл}} = 1,07 \cdot C_p + (0,15 \dots 0,2) \cdot C_p, \text{ грн} \quad (9.2.3)$$

де : 1,07 - коефіцієнт, який враховує транспортні витрати;

$C_p$  - розрахункова вартість обладнання;

0,15 - 0,2 - коефіцієнт, який враховує витрати на монтаж обладнання.

$$C_{\text{обл}} = 1,07 \cdot 5522000 + 0,20 \cdot 5522000 = 7012940 \text{ грн.}$$

Початкова вартість будівлі цеху визначається по укрупнених показниках за формулою:

$$V_{\text{буд}} = H \cdot S, \text{ м}^3 \quad (9.2.4)$$

$$C_{\text{буд}} = V_{\text{буд}} \cdot Z_6, \text{ грн.} \quad (9.2.5)$$

де:  $V_{\text{буд}}$  - об'єм компресорного цеху,  $\text{м}^3$ ;

$Z_6$  - питома вартість 1  $\text{м}^3$  будівлі без обладнання, грн.;

H - висота компресорного цеху, м;

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

$F_{\text{цеху}}$  - будівельна площа, включаючи всі допоміжні приміщення,  $\text{м}^2$ .

$$V_{\text{буд}} = 432 = 2592 \text{ м}^3$$

$$C_{\text{буд}} = 2592 \cdot 2500 = 6480000 \text{ грн}$$

Капітальні витрати по компресорному цеху дорівнюють сумі витрат на будівництво споруди і початкової вартості обладнання.

$$K_{\text{в}} = C_{\text{обл.}} + C_{\text{буд}}, \text{ грн.} \quad (9.2.6)$$

$$K_{\text{в}} = 6480000 + 7012940 = 13492940 \text{ грн.}$$

Загальна сума капіталовкладень становить 13492940 грн.

### 9.3 Розрахунок чисельності робітників і фонду заробітної плати.

Планування кількості співробітників пов'язано з показником застосування робочого часу в напрямок року, який вимірюється в людино-годинах або ж людино-днях.

Середня кількість годин і днів роботи 1-го робітника в рік орієнтується на базі балансу робочого часу.

Ключові частині балансу робочого часу, календарний, номінальний і потрібний (ефективний) фонд робочого часу.

Календарний фонд - це кількість календарних днів в плановому періоді.

Номінальний фонд - це чисельність працівників днів, яких максимально можливо застосувати в напрямок планового періоду. Він орієнтується як різниця між календарним фондом і кількістю святкових і вихідних днів.

Потрібний (ефективний) фонд робочого часу - це середня чисельність трудових днів, яка застосовується в напрямок планового періоду, і орієнтується як різниця між номінальним фондом і чисельністю неявок на роботу за різними підставами.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.3.1 - Баланс робочого часу.

Елемент часу	Кількість днів, годин
1. Календарний фонд на рік	365
кількість неробочих днів	116
в т. ч. вихідні	105
святкові	11
2. Номінальний фонд робочого часу	249
заплановані невиходи в т. ч.:	28
чергова та додаткова відпустка	24
відпустка з дозволу адміністрації	2
лікарняні	1
навчання	1
3. Ефективний фонд робочого часу, днів	221
Втрати робочого часу за зміну, год.	0,02
Середня тривалість робочого дня	7,8
Ефект, фонд роб. часу в год	1723,8

$$K_{\text{сп}} = \frac{B_{\text{н}}}{B_{\text{еф}}} \quad (9.3.3)$$

де :  $B_{\text{н}}$  - фонд робочого часу номінальний, год.;

$B_{\text{еф}}$  - фонд робочого часу ефективний, год.;

$K_{\text{н}}$  - коефіцієнт перерахунку спискового складу.

$$K_{\text{сп}} = \frac{1992}{1723,8} = 1,16$$

Персонал підприємства (кадри, трудовий колектив) - це сукупність працівників, що входять у обліковий склад.

Нормативи чисельності персоналу компресорного цеху при сумарній холодопродуктивності 1700 кВт і більше передбачають посаду начальника цеху. Так як в даному проекті сумарна холодопродуктивність компресорної установки менше, то посади начальника цеху не передбачено.

Число змінних механіків залежить від конкретних умов кожного підприємства.

При сумарною холодопродуктивності :до 1700 кВт - 1 механік;

- 1700 - 5000 кВт - 2 механіка;

- більше 5000 кВт - 4 змінних механіка.

Розраховуємо кількість механіків.

Приймаємо одного механіка, так як сумарна холодопродуктивність компресорних машин менше 1700 кВт.

Чисельність машиністів і слюсарів залежить від ступеня автоматизації холодильних установок, кількості одночасно працюючих компресорів і їх часовий сумарної холодопродуктивності.

Персонал фірми (кадри, колектив) - це сукупність працівників, що входять у його обліковий склад.

Нормативи кількості персоналу компресорного цеху при сумарній холодопродуктивності 1700 кВт і більше передбачають місце начальника цеху. Наприклад як в наданому плані сумарна холодопродуктивність компресорної установки менше, то посади начальника цеху не враховано. Кількість змінних механіків залежить від конкретних умов всякого фірми.

При сумарній холодопродуктивності:

При сумарною холодопродуктивності: Кількість працюючих машиністів і слюсарів-наладчиків компресорного цеху  $N_p$  орієнтується по формулі:

$$N_p = \sum_{i=1}^{i=5} N_{pj} \quad (9.3.1)$$

де  $N_{pj}$ - розрахунковий норматив чисельності робочих по кожній холодильних компресорів.

$$N_{pj} = N_{pi} \cdot n_j \cdot K \quad (9.3.2)$$

де:  $N_{pi}$ - норматив чисельності даної групи на один компресор;

$n_j$  - кількість компресорів даного типу в групі;

$K$  - поправковий коефіцієнт в залежності від кількості компресорів в групі зниження норм чисельності:

Кількість компресорів в групі	1	2-4	5-9	10 і більше
$K$	1	0,8	0,7	0,6

Розрахунок чисельності машиністів холодильних установок і слюсарів зводимо в таблицю 9.3.2 і 9.3.3.

Таблиця 9.3.2 - Розрахунок чисельності машиністів.

Марка, тип компресора, номер групи	Число компресорів в групі одиниць	Норма чисельності, чол./од	Коефіцієнт числа змін роботи	Коефіцієнт числа компресорів	Наявна чисельність на добу		Коефіцієнт спускового складу	Спискова чисельність робочих, чол.	
					розрахункова	прийнята		розрахункова	прийнята
SAB 87	2	1,02	3	3	1,63		1,19	2,4	2
TСМО 28	2	0,8	3	3	1,28		1,19	1,2	2
TSMC 116S	2	1,04	3	3	1,66		1,19	2,4	2
Всього:					4,58			6,96	7

Приймаємо 7 машиністів.

Таблиця 9.3.3 - Розрахунок чисельності слюсарів.

Марка, тип компресора, номер групи	Число компресорів в групі одиниць	Норма чисельності, чол./од	Наявна чисельність на добу		Коефіцієнт спускового складу	Спискова чисельність робочих, чол.	
			розрахункова	прийнята		розрахункова	прийнята
SAB 87	2	0,217	0,43	1	1,19	1,19	1
TСМО 28	2	0,24	0,48	1	1,19	1,19	1
TSMC 116S	2	0,24	0,48	1	1,19	1,19	2
Всього:			1,39	3		3,6	4

Приймаємо 4 слюсаря.

Норматив чисельності чергових електриків 0,8 чол. на зміну.

Чисельник чергових електриків:

$$Ч_{сл} = 0,8 \cdot (1 - 3) \cdot K_{сп}, \text{ чол.} \quad (9.3.4)$$

$$Ч_{ел} = 0,8 \cdot 3 \cdot 1,19 = 2,86 \text{ чол.}$$

Приймаємо 3 електрика.

Згідно із Законом про оплату праці заробітна плата - це винагорода, обчислена, як правило, в грошовому вираженні, яку за трудовою угодою власник або його уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану роботу.

Згідно із законодавством організації оплати праці вважається тарифна система. Використання тарифної системи оплати праці гарантує диференціацію і регулювання значення заробітної плати в залежності від кваліфікації працюючих, труднощі справ і функцій, що застосовуються ними, інтенсивності, характером та умов праці, галузі виробництва, форм оплати праці, що використовуються.

Провідними ознаками тарифної системи вважаються: тарифні сітки тарифні ставки; схеми посадових окладів; тарифно-кваліфікаційні характеристики (довідники).

В Україні Єдині тарифно-кваліфікаційні довідники та інші нормативні документи по задачам нормування праці (норми часу, виробітку, кількості, обслуговування) розробляє Міністерства праці та суспільної політики України.

Тарифна сітка - це шкала коефіцієнтів, що визначають відповідність тарифних ставок співробітників всіляких видів розрядів. Тарифну сітку створюють на базі тарифної ставки робітника першого розряду, величина якої повинна перевищувати законодавчо встановлений розмір мінімальної заробітної плати.

Тарифні сітки, тарифні ставки, схеми посадових окладів, форми і системи оплати праці і т.д. уточнюються саме на підприємстві і оформляються як обов'язкова складова частка корпоративного контракту або ж у формі додатків до нього (положення про оплату праці, положення про преміювання і т.п.).

Корпоративний контракт затверджується власником або ж уповноваженим ним органом та узгоджується з профспілковим комітетом (або іншим органом, уповноваженим представляти трудящий колектив).

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						86
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На будь-якому підприємстві необхідно розробити штатний розклад, в якому зазначають посадовий і кількісний склад фірми із зазначенням фонду заробітної плати.

Обліки заробітної плати:

- основна;
- додаткова;
- і інші заохочувальні та компенсаційні витрати.

Головна заробітна плата - це винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених нормами праці (норм часу, виробітку, обслуговування). Вона уточнюється в образі тарифних ставок, окладів, розцінок для співробітників і посадових окладів для службовців.

Додаткова заробітна плата - являє собою винагороду за відпрацьований понад поставлених норми, за трудові успіхи та винахідливість і особливі обставини праці. Вона вироблена з доплат, надбавок, гарантійних і компенсаційних виплат, передбачених законодавством, премій, пов'язаних з виконанням виробничих завдань і функцій.

Інші заохочувальні та компенсаційні виплати - це виплати в формі гонорарів за результатами роботи за рік; премії за спеціальними системами і положеннями; компенсаційні виплати та інші валютні та речові виплати; які не передбачені актами діяльного законодавства або ж ведуться понад поставлених, зазначеними актами норми.

В Україні зазвичай використовують 2 форми оплати праці: погодинну і відрядну. При застосуванні першого з них оплачують відпрацьований час відповідно до тарифної ставки або ж посадового окладу, друга - вироблений обсяг роботи.

Будь-яка з позначених форм містить власні системи.  
Системи погодинної форми оплати праці:

Проста погодинна (місячних посадових окладів відповідно до погодинних тарифних ставок, за фактично відпрацьований час).

Почасово-преміальна (премія крім провідної заробітної плати).

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						87
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Системи відрядної форми оплати праці:

1. Рівна відрядна (оплата за виконану продукцію за постійною відрядної розцінки (виконані роботи, надані послуги)).
2. Відрядно-преміальна (оплата за виконану продукцію за постійною розцінки та премія).
3. Відрядно-прогресивна (згідно прогресивно зростаючих розцінок).
4. Непряма відрядна (використовується для оплати праці запасних співробітників в процентах від заробітку провідних, яких вони обслуговують стимулюючи продуктивність праці додаткового персоналу).
5. Акордна (передбачає нарахування заробітної плати по завчасно конкретну роботу, вироблену в обговорений час).
6. Колективно-відрядна (полягає в розподілі спільної суми заробітку членами бригади).

Для оцінки обсягу заробітної плати найманих працівників використовується показник фонду оплати праці, складається з нарахувань найманим працівникам у валютній формі за відпрацьований і невідпрацьований час або ж за виконану роботу.

Фонд заробітної плати персоналу компресорного цеху вироблено з оплат за тарифними ставками, доплат за преміальною системою, за роботу в нічний час, святкові дні, додаткової заробітної плати. Фонд заробітної плати орієнтується за категоріями співробітників цеху. Фонд заробітної плати персоналу відноситься до головних витрат калькуляції, а цехового персоналу - до кошторису цехових витрат.

Розплата фонду оплати праці персоналу звідимо в таблицю 9.3.4.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						88
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.3.4 - Розрахунок фонду оплати праці.

Назва професії	Планова чисельність, чол.	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Баланс робочого часу, год/рік	Тарифний фонд ЗП, грн.	Доплати, грн.			Основний фонд ЗП, грн.	Додаткова ЗП, грн., 10%	Загальний фонд ЗП, грн.
						Премії 30%	За роботу в нічні години і святкові дні 20%	I того доплат, грн.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
М	3	5	32,45	1724	167811,93	50343,58	29087,40	23664,33	239971,06	20824,61	19197,68
М	3	6	32,45	1724	167811,93	50343,58	96212,17	78274,31	21815,55	281132,2	259168,74
С	4	5	32,45	1724	167811,93	50343,58	21815,55	72159,13	72159,13	20824,61	19197,68
Е	3	6	32,45	1724	167811,93	50343,58	23664,33	78274,31	260307,59	281132,2	259168,74
Всього:13											1166991,47

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

00.БП.142.005.009.ПЗ

Арк.

89

Загально фонд оплати праці робітників виробничих цехів складає 1048475,01 грн.

Середньомісячна заробітна плата 1-го робочого орієнтується поділом спільного фонду заробітної плати (ФЗП) на спискову кількість Чсп і на 12 міс.

$$ЗП_{\text{ср.міс}} = \frac{\text{ФЗП}}{\text{Чсп} \cdot 12}, \text{ грн.} \quad (9.3.5)$$

$$ЗП_{\text{ср.міс}} = \frac{1166991,47}{13 \cdot 12} = 7480,71 \text{ грн}$$

Оклад механіка - 7500 грн., даний працівник відноситься до цехового персоналу.

Складаємо зведену таблицю по праці і заробітній платі (таблиця 9.3.5).

Таблиця 9.3.5 - Зведена таблиця заробітної плати.

п/п	Склад персоналу	Чисельність по плану	Річний фонд оплати праці, грн.	Середньомісячна заробітна плата
1	Промислові робітники	13	1166991,47	7480,7
2	Цеховий персонал	3	73344	7000
Всього:		16	1240335,47	6460,08

Річний фонд на оплату праці складає 1240335,47 грн, середньомісячна ЗП складає 7382,95 грн.

#### 9.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду.

Собівартість продукції як сумарний розмір витрат вважається відправним пунктом визначення величини вигоди, в наслідок цього пристрій її формування вимагає детального вивчення. В ринкових умовах особливим вважається те, власне що в одному ряду з вартістю даний комплексний показник відображає ефективність виробничо-господарської роботи колективу фірми (особливо інженерів і робітників), його вміння правильно поєднувати і застосувати актуальний і матеріалізовану роботу. Створення будь-якого вигляду продукції (і послуг) пов'язане з витратами трудових, матеріальних і енергетичних ресурсів, а ще використанням провідних засобів.

Калькуляція - це розплата собівартості одиниці продукції, виробленої продукції і пропозицій. Калькуляцію оформляють на продукцію головного і додаткового (інструмент, запасні частини, енергія) виготовлення кожного місяця, за квартал, за рік.

Виробнича собівартість готової продукції включає:

- прямі матеріальні витрати;
- прямі витрати на ЗП праці;
- інші прямі витрати;
- розподілені загальновиробничі витрати.

Прямі матеріальні витрати - це вартість сировини, матеріалів, покупних напівфабрикатів і комплектуючих виробів, які належать до монтажу або ж додаткової обробки на даному підприємстві, запасних або ж інших матеріалів, впровадження яких можна віднести на певний об'єкт. До прямих витрат на плату праці відносяться виплати провідною і додаткової заробітної плати, охоплюючи всілякі види валютних і матеріальних доплат, виплати, передбачені законодавством про працю, інші виплати, витрати, пов'язані з підготовкою та перепідготовкою співробітників. Інші прямі витрати включають відрахування на суспільні події, оплата за оренду земельних і майнових паїв, амортизацію необоротних активів, ціна безповоротно забракованої продукції.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						91
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До загальновиробничих витрат відносять витрати, пов'язані з організацією виготовлення в цехах і ділянках. До складу загальновиробничих витрат відносять:

- витрати на управління виробництвом (оплата праці апарату управління цехами, дільницями)

- відрахування на суспільні події (медичне страхування управління цехами, ділянками, витрати на плату відряджень персоналу і дільниць тощо);

- відплата провідних засобів загальновиробничого (цехового, дільничного, лінійного) призначення;

- відплата нематеріальних активів (цехового, дільничного, лінійного) призначення;

- витрати на зміст, використання і налагодження, страхування, оренду провідних засобів, інших активів загальновиробничого призначення;

Витрати на вдосконалення технології та організації виробництва.

Витрати на обслуговування виробничого процесу (оплата праці загальновиробничого персоналу; відрахування на суспільні події з даної оплати; лікарське страхування працівників і загальновиробничого персоналу, ціна комунальних пропозицій, наданих виробничим цехам, витрати на втілення технологічного контролю за якістю продукції та виробничими процесами, справами, послугами); витрати на службу охорони праці, техніку захищеності і охорону навколишнього середовища; та інших витрат.

Порядок розподілу і підключення в собівартості загальновиробничих витрат залежить від їх зв'язку з обсягом виробництва. Незмінними залишаються витрати, розмір яких значуще не змінюється при зміні розміру виробленої продукції. Змінними значаться витрати, величина яких змінюється прямо пропорційно зміні обсягів виробництва. Список і склад змінних і постійних загальновиробничих витрат уточнюється підприємством автономно. Віднесення змінних загальновиробничих витрат на собівартість продукції здійснюється шляхом застосування бази розподілу (заробітної плати, розміру роботи, прямих витрат) виходячи з фактичної потужності звітного періоду.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

Незмінні загальнови­робничі витрати розподіляються ще з впровадженням бази розподілу, але при звичайній виробничій потужності.

Звичайна виробни­ча потужність - це очікуваний середній обсяг роботи, який має можливість бути досягнутий в умовах звичайної роботи фірми в напряму декількох років або ж операційних циклів з урахуванням запланованого сервісу виготовлення. Розмір звичайної виробничої потужності орієнтується підприємством автономно. Використання бази розподілу при звичайній потужності означає, власне що незмінні витрати підключаються до складу виробничої собівартості продукції в повному розмірі лише тільки в разі, коли фактичний обсяг виробництва дорівнює або ж вище звичайної потужності. Інші витрати, які іменуються нерозподіленими, погоджуються витратами звітного періоду, в якому вони з'явилися і підключаються до собівартості реалізованої продукції.

Калькуляція собівартості холоду ведеться лише тільки в цеховій вартості, наприклад як холод застосовується на внутрішні потреби. Калькуляція 1000 кДж холоду складається наступним чином:

13.4.1 Агент холодний

13.4.2 Мастило

13.4.3 Силова електроенергія

14.4.4 Виробни­ча вода

13.4.5 ЗП персоналу виробничого

13.4.6 ЗП Нарахування

13.4.7 Витрати цехові

13.4.1 Агент холодний.

Ці витрати знаходяться в прямій залежності від встановленої річної (стандартної) холодопродуктивності компресорів і розраховується за формулою:

$$P_{x/a} = C_{x/a} \cdot N_B \cdot Q_{ст.р} \cdot 1,7, \text{ грн} \quad (9.4.1)$$

де :  $C_{x/a}$  - ціна 1 кг аміаку;

$Q_{ст.р}$  - стандартний річний виробіток холоду;

1,7 - коефіцієнт, який враховує втрати холоду при ремонтних роботах;

$N_B$  - норма витрати  $x/a$ , кг/кВт.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						93
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\frac{x}{a}} = 15 \cdot 3,1 \cdot 318,34 \cdot 1,7 = 25164,77 \text{ грн}$$

#### 9.4.2 Розрахунок мастила.

Ці витрати розраховуються за формулою:

$$P_{\text{мас}} = C_{\text{мас}} \cdot N_p \cdot t, \text{ грн.} \quad (9.4.2)$$

$$P_{\text{мас}} = 36 \cdot 0,07 \cdot 5400 = 13608, \text{ грн.}$$

де :  $C_{\text{мас}}$  - ціна 1 кг мастильного матеріалу;

$N_p$  - норма витрат змазки в кг на 1 год. роботи обладнання, машин (за технічними характеристиками);

$t$  - тривалість роботи обладнання в році.

Розрахунок заносимо в таблицю 9.4.1.

Таблиця 9.4.1 - Розрахунок витрат мастильних матеріалів.

Марка обладнання	Кількість одиниць	Тривалість роботи	Вид змазки	Норми витрат	Потреба на рік	Ціна 1 кг	Сума грн.
Компресори	6	5400	ХА-30	0,7	378	36	81648
Електродвигуни	30	3000	СУ	0,001	90	14	1260
Насоси водяні	4	3000	СУ	0,003	36	14	504
Всього:					504		83412

#### 9.4.3 Розрахунок витрат на силову електроенергія.

Розрахунок витрат на силову електрику для приводу компресорів, насосів, вентиляторів, поставлених на провідному холодильному обладнанні розраховуються за формулою:

$$P_{\text{ел}} = C_{\text{ел.ен}} \cdot П \cdot t \cdot K_c \cdot N_{\text{ел.дв}}, \text{ грн} \quad (9.4.3)$$

$$P_{\text{ел}} = 2,45 \cdot 6 \cdot 5400 \cdot 0,7 \cdot 685 = 6350823, \text{ грн}$$

де :  $C_{\text{ел.ен}}$  - ціна за 1 кВт/год електроенергії, грн;

$П$  - число електродвигунів;

$t$  - тривалість роботи при максимальній потужності, год;

$K_c$  - коефіцієнт попиту електроенергії;

$N_{\text{ел.дв}}$  - потужність електродвигунів.

Розрахунок заносимо в таблицю 9.4.3

Таблиця 9.4.3 - Розрахунок витрат електроенергії.

Назва обладнання	Кількість	Потужність електродвигунів, кВт	Тривалість роботи за рік	Коефіцієнт попиту	Річна потреба	Ціна грн.	Сума, грн
Компресори	6	685,76	5400	0,7	2592173	2,45	6350823
Електродвигуни	30	45	3000	0,5	67500	2,45	165375
Насоси аміачні	6	42,2	3000	0,7	88620	2,45	217119
Насоси водні	4	25	3000	0,7	52500	2,45	128625
Всього:					2800793		6861942

#### 9.4.4 Розрахунок витрат на воду виробничу.

Ці витрати розраховуються лише тільки при застосуванні водопровідної води.

Витрата води на охолодження компресорів і конденсаторів передбачають в обсязі втрат на охолодному обладнанні (при застосуванні оборотного водопостачання). Витрати оформляють в % від витрат водопровідної води:

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

Середня зона – 8%

Південна зона – 10%

Північна зона – 5%

Річна потреба води можна розрахувати за формулою:

$$W = q_v \cdot Q_{ст}, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (9.4.4)$$

де :  $q_v$  - питомі витрати води;

$Q_{ст}$  - приведений виробіток холоду, тис кДж.

$$W = 0,014 \cdot 6770952 = 9479,3 \text{ м}^3$$

Витрати ( $W'$ ) води розраховуються в % від  $W$

$$W' = W \cdot (0,05-0,1), \text{ м}^3/\text{год} \quad (9.4.5)$$

де:  $W$  - втрати води за рік,  $\text{м}^3$ ;

0,05-0,1 - коефіцієнт, враховуючий обернене водопостачання.

$$W' = 9479,3 \cdot 0,08 = 758,35 \text{ м}^3$$

Вартість води визначається за формулою:

$$B_v = W \cdot C_v, \text{ грн} \quad (9.4.6)$$

де:  $C_v$  - ціна за 1 м води (залежить від місцевих умов), грн.;

$$B_v = 758,35 \cdot 21,29 = 16152,79 \text{ грн.}$$

9.4.5 Розрахунок заробітної плати виробничого персоналу:

Заробітна плата виробничого персоналу складає 1166991,47 грн.

9.4.6 Розрахунок нарахувань на заробітну плату.

Нарахування на заробітну плату становлять 22 %

$$N_v = 1166991,47 \cdot 0,22 = 256738,12 \text{ грн} \quad (9.4.7)$$

9.4.7 Розрахунок цехових витрат

Цехові витрати пов'язані обслуговуванням цеху та управлінням.

Розробляється кошторис, в який включаються наступні витрати:

9.4.7.1 Фонд оплати праці персоналу цехового

9.4.7.2 Нарахування на заробітну плату

9.4.7.3 Витрати на утримання обладнання і будівель

9.4.7.4 Амортизація обладнання і будівель

9.4.7.5 Витрати на поточний ремонт обладнання і будівель

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						96
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.4.7.6 Витрати на винахідливість та раціоналізацію

9.4.7.7 Зношування малоцінного інвентарю та інструментів

9.4.7.8 Витрати по техніці безпеки та охороні праці

9.4.7.9 Інші цехові витрати

9.4.7.1 Зарплата цехового персоналу :

Заробітна плата цехового персоналу складає 73344 грн.

9.4.7.2 Відрахування на соціальні потреби.

Нарахування на заробітну плату складають 22 % від фонду заробітної плати цехового персоналу.

$$Нц = 73344 \cdot 0,22 = 16135,68 \text{ грн.} \quad (9.4.8)$$

9.4.7.3 Утримання обладнання і будівель.

Ці витрати орієнтовно приймають у розмірі 3% від балансової вартості основних фондів цеху.

$$В_{\text{буд}} = K_{\text{в}} \cdot 0,03, \text{ грн.} \quad (9.4.9)$$

$$В_{\text{буд}} = 13492940 \cdot 0,03 = 404788,20 \text{ грн}$$

9.4.7.4 Амортизація обладнання і будівель компресорного цеху.

Амортизаційні відрахування по обладнанню і будівлях залежить від встановлених норм амортизації:

$$A_{\text{об}} = C_{\text{об}} \cdot N_{\text{а}} / 100\%, \text{ грн.} \quad (9.4.10)$$

$$A_{\text{буд}} = C_{\text{буд}} \cdot N_{\text{а}} / 100\%, \text{ грн.} \quad (9.4.11)$$

де:  $C_{\text{об}}$  - початкова вартість обладнання;

$C_{\text{буд}}$  - початкова вартість будівлі;

$A_{\text{об}}$  і  $A_{\text{буд}}$  – сума амортизаційних відрахувань від вартості обладнання будівлі, грн.;

$N_{\text{а}}$ - норма амортизації, %.

$$A_{\text{об}} = 7012940 \cdot 0,15 = 1051941 \text{ грн}$$

$$A_{\text{буд}} = 6480000 \cdot 0,15 = 324000 \text{ грн}$$

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						97
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.4.7.5 Витрати на поточний ремонт обладнання і будівель.

Сума витрат розраховується за формулою:

$$P_{\text{пр}} = (C_{\text{об}} \cdot N_{\text{пр.обл}} \cdot 100) + (C_{\text{буд}} \cdot N_{\text{пр.обл}} \cdot 100), \text{ грн} \quad (9.4.12)$$

де:  $C_{\text{об}}$ ,  $C_{\text{буд}}$  - початкова вартість обладнання і будівель;

$N_{\text{пр.обл}}$  - і  $N_{\text{пр.обл}}$  - % витрат від вартості обладнання.

$$P_{\text{пр}} = (7012940 \cdot 0,0052) + (6480000 \cdot 0,0055) = 721073 \text{ грн}$$

9.4.7.6 Витрати по винахідництво і раціоналізації.

Ці витрати визначаються орієнтовно в залежності від місткості проекту холодильника. Приймаємо 3300 грн.

9.4.7.7 Зношення малоцінного і швидкозношуючого інвентарю.

Приймається в розмірі 1% від початкової вартості обладнання.

$$7012940 \cdot 0,01 = 70129,4 \text{ грн.} \quad (9.4.13)$$

9.4.7.8 Витрати по охороні праці.

Суму витрат на охорону праці можна обчислити, в розмірі 3% від річного фонду ЗП.

$$1240335,47 \cdot 0,03 = 37210,10 \text{ грн.}$$

9.4.7.9 Розрахунок інших цехових витрат.

Інші цехові витрати 2000-5000 грн. за рік.

Приймаємо 4500 грн.

Таблиця 9.4.4 - Кошторис цехових витрат.

№ п/п	Елементи витрат	Сума, грн
1	ЗП цех. персоналу	73344
2	Соціальні потреби відрахування	16135,68
3	Утримання цеху	404788,20
4	Амортизація обладнання	1051941
5	Амортизація будівель	324000
6	Поточний ремонт	701072,88
7	Винахідництво і раціоналізація	3300
8	Зношення малоцінного інвентаря	70129,40
9	Охорона праці	37210,06
10	Інші цехові витрати	4500
Всього витрат по цеху		2706421,22

Дані свідчать, що цехові витрати становлять 2706421,22 грн.

Таблиця 9.4.5 - Проектна калькуляція цехової собівартості 1000 кДж холоду.

№	Статті витрат	Сума витрат		Структура собівартості, %
		На річний виробіток	На 1000 кДж, грн.	
1	Холодильний агент	27533,12	0,004	0,25
2	Масильні матеріали	83412	0,013	0,75
3	Силова електроенергія	6861942,36	0,120	61,71
4	Вода виробнича	16152,78	0,002	0,15
5	Заробітна плата виробничих робітників	1166991,47	0,170	10,50
6	Нарахування на заробітну плату	256738,12	0,038	2,31
7	Цехові витрати	2706421,22	0,36	24,34
І того цехова собівартість		11119191,07	0,383	100

На базі виконаних розрахунків собівартість 1000 кДж холоду складає 1,09 грн.

#### 9.5 Розрахунок показників фінансової продуктивності праці.

##### 9.5.1 Розрахунок продуктивності праці

Продуктивність праці демонструє відповідність обсягу виробництва продукції або ж нематеріальних благ і числа витраченого часу на цю працю. Тобто підйом продуктивності праці означає нарощування обсягу виконуваних благ без нарощування трудовитрат.

Витрати орієнтуються розміром (вартістю) використаних фінансових ресурсів. Як відомо, фінансові ресурси прийнято ділити на 3 групи:

- 1) робоча сила (трудоий потенціал, людино-капітал)
- 2) складові природних ресурсів (землю і сировину)
- 3) складові засоби підприємства (фізичний капітал). Згідно порізно визначається ефективність застосування робочої сили, природних ресурсів або ж грошових коштів.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		99

Підсумки характеризуються розмірами і ціною виробленої і реалізованої продукції, обсягами доданої вартості, вигоди, а ще показниками конкурентоспроможності, якості життя, екології та ін. Найчастіше підсумки виражаються розмірами продукції або ж обсягом вигоди. У разі якщо в розрахунку продуктивності підсумки орієнтуються розміром продукції, то ми отримуємо характеристики, які іменуються продуктивністю, а в разі якщо обсягом вигоди, то ці наведені цифри іменуються рентабельністю (прибутковістю).

Узагальнюючим показником продуктивності застосування робочої сили вважається продуктивність праці, що, як і всі наведені цифри, характеризують відповідність підсумків і витрат, в представленому випадку - підсумків праці і витрат праці. Тобто, продуктивність праці демонструє відповідність розміру вироблення грошових або ж нематеріальних благ і числа потраченої на це праці.

Тобто підйом продуктивності праці означає нарощування обсягу виконуваних благ без нарощування трудовитрат. У широкому значенні підйом продуктивності праці означає систематичне поліпшення людьми фінансового стану, систематичне перебування, здатності працювати більше ніж у будь-якого іншого, надання більш якісніших благ при тих же або і менших витратах праці.

Підйом продуктивності праці гарантує нарощування реального продукту і доходу, а внаслідок чого воно вважається необхідним показником фінансового підйому країни. Тому що нарощування соціального продукту в розрахунку на душу населення означає збільшення вживання, а значить, і рівнем життя, то економічне зростання стає однією з ключових цілей країн з ринковою системою господарювання. Будь-яке підприємство характеризується конкретним рівнем продуктивності праці, яке має можливість вирости або ж знижуватися під впливом різноманітних моментів. Збільшення продуктивності праці вважається безперечною умовою прогресу і розвитку будь-якого виробництва.

По компресорному цеху продуктивність праці визначається по формулі:

$$ПП = \frac{Q_{ст.год}}{Ч_{пп}} \text{ тис. кДж/чол.} \quad (9.5.1)$$

де:  $Q_{ст.год}$  - річний виробіток холоду в стандартних умовах за год, тис.кДж;

$Ч_{пп}$  - списочна чисельність промислово - виробничого персоналу.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						100
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$ПП = \frac{6770952}{16} = 423184,50 \text{ тис. кДж/чол.}$$

### 9.5.2 Енергоозброєність

Енергоозброєність по цеху орієнтується чисельність спожитої енергії за рік силовий електрики в розрахунку на 1-ї людини.

$$E_0 = \frac{E_{\text{ел.год}}}{\chi_{\text{роб}}}, \text{ кВт-год/чол} \quad (9.5.2)$$

де:  $E_{\text{ел.год}}$  - річна потреба в електроенергії, кВт/год.

$$E_0 = \frac{2800792,8}{13} = 215445,60 \text{ кВт-год/чол}$$

### 9.5.3 Зняття продукції з 1м<sup>2</sup> площі

Це показник, що характеризує ефективність використання виробничих площ, визначається по формулі:

$$З = \frac{Q_{\text{т.год}}}{F_{\text{цеха}}} \text{ тис,кДж/м}^2 \quad (9.5.3)$$

де :  $F_{\text{цеха}}$  - площа компресорного цеху

$$З = \frac{6770952}{432} = 15673,50 \text{ тис,кДж/м}^2$$

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						101
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.5.1 - Зведена таблиця техніко - економічних показників роботи компресорного цеху.

Показники	Абсолютна величина
Потужність, т/доб.	280
Капітальні затрати, грн.	13492940,0
в тому числі обладнання, грн.	7012940,00
будівля, грн.	6480000,00
Чисельність працюючих в цеху, чол.	16
в тому числі робітників, чол.	13
Середньомісячна заробітна плата по цеху, грн	7480,71
Собівартість 1 тис.кДж холоду, грн	1,09
Продуктивність праці, тис.кДж/чол.	423184,50
Енергоозброєність праці кВт - год/чол	215445,60
Зняття продукції з м <sup>2</sup> площі, тис. кДж/м <sup>2</sup>	15673,50

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

## 10. Охорона праці.

10.1 Навчання працівників і види інструктажів з охорони праці.

До самостійної роботи в якості машиніста аміачно - холодильних установок можуть бути допущені особи, які не мають медичних протипоказань, які досягли 18-річного віку та пройшли:

- вхідний інструктаж;
- інструктаж з пожежної безпеки;
- первинний інструктаж на робочому місці;
- інструктаж з електробезпеки на робочому місці і випробування засвоєння його змісту;
- навчання нешкідливим способом і способам праці по 20 годинною програмою;
- інструктаж з електробезпеки на робочому місці і випробування засвоєння його змісту.

Вивчення охорони праці проводять на всіх підприємствах і в організаціях, незалежно від характеру і ступеня загрози.

Вивчення охорони праці при підготовці працюючих за професіями, до яких пред'являються допоміжні (підвищені) запити по охороні праці, закінчується особливим іспитом. Інструкція та організація вивчення в цілому по підприємству покладається на начальника фірми, а в цехах - на начальника цеху.

Контроль за своєчасністю і якістю вивчення працюючих охорони праці на підприємстві контролює відділ (бюро, інженер) з охорони праці або інженерно-технічний працівник, на якого ці обов'язки покладені наказом начальника підприємства.

До проведення інструктаж працюючих поділяють на: вхідний; первинний на робочому місці; повторний; позаплановий; цільовий.

					00.БП.142.005.009.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кропотов М.О.			Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пирятин	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.					103	119
Реценз.						НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						

Вхідний інструктаж з охорони праці проводять з усіма, особи яких беруть на роботу незалежно від їх освіти, стажу роботи за даною професією або ж посади, з тимчасовими працівниками, відрядженням на виробниче вивчення або ж практику, також з учнями в навчальних закладах перед початком лабораторних і практичних робіт в навчальних лабораторіях, майстернях, на ділянках, полігонах.

Первинний інструктаж на робочому місці проводять до початку виробничої роботи з усіма прийнятими на підприємстві, а саме на робочому місці.

Позаплановий інструктаж проводять при:

- зміні правил з охорони праці; зміні технологічного процесу;
- заміні та модернізації оснащення, пристосувань і інструменту;
- вихідної сировини, матеріалів та інших моментів, що впливають на захищеність праці;

-недотриманні співробітниками домагань захищеності праці, які мають всі шанси привести або ж привели до травми, трагедії, вибуху або ж пожежі і що аналогічне.

Цільовий інструктаж проводять при виконанні разових справ, не пов'язаних з прямими обов'язками за фахом; ліквідації наслідків пошкоджень, стихійних лих і катастроф; провадженні справ, на які оформляється наряд-допуск, організації глобальних подій з учнями (екскурсії, походи та ін.)

В Даному дипломному проєкті Холодильник проєктується з використанням передового холодильного обладнання, що має піднесений ступінь автоматизації. Як будівельно-ізоляційних систем підприємства застосовано теплоізоляційні плити. Диспетчерська компресорного цеху розміщена в окремому приміщенні, прибудованому до машинного відділення.

## 10.2 Шкідливі і критичні виробничі моменти.

Шкідливі виробничі моменти:

- піднесений ступінь шуму і вібрацій на робочому місці;
- загазованість повітря;
- недостатній ступінь освітленості робочої зони.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						104
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критичні виробничі моменти:

- недотримання домагань захищеності до розміщення обладнання, оснащення і технологічних майданчиків;
- присутність обладнання, що працюють під тиском;
- критичний ступінь напруги в електронних ланцюгах;
- статичну електроенергію.

### 10.3 Вимоги до робочого простору і охорони праці службовців.

На всіх підприємствах, в залежності від виду роботи розробляються вимоги до робочого простору з охорони праці службовців. Для працюючих в холодильно-компресорному цеху є належні вимоги до робочого простору і вимоги з охорони праці працівників:

Розміщення оснащення повинно відповідати вимогам нормативного документа.

- навколо виробничого морозильника врахована санітарно-захисна зона, протяжність якої 50 метрів.

- приміщення машинного і апаратного відділень холодильно-компресорного цеху можуть бути в окремій будівлі або ж вбудовані в будівлю холодильника і розбиті стіною без віконних і дверних прорізів;

- машинне відділення розташовується на першому поверсі;

Будівля машинного відділення прибудовано до морозильника. Огороджувальні системи машинної філії (площа 432 м<sup>2</sup>) мають просто скідні складові (вікна, двері та ін.) 0,167 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>3</sup> розміру будови. Вікна - однорядні з простого скла.

- над і під машинним відділенням не допускається розташовувати будівлі з постійними робочими місцями і сімейні будови.

- необхідність двох взаємовіддалених виходів, з яких в обов'язковому порядку вихід повинен бути назовні. З будівлі апаратного відділення, не рахуючи виходу в машинне відділення, треба в обов'язковому порядку мати вихід назовні;

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

- на входних дверях вивішується табличка «Компресорний цех. Стороннім вхід заборонений». Двері цеху повинні відкриватися назовні. Для виклику машиніста встановлюється дзвінок;

- за межами будівлі біля виходів з компресорного цеху на стіні монтують кнопки аварійного вимикання всього обладнання машинного відділення. В один і той же час з зупинкою компресорів, насосів і вентиляторів включається аварійна вентиляція від окремого джерела струму;

У машинному відділенні встановлено 6 поршневих компресорів, які знаходяться в ряд. Відстань між виступаючими частинами компресорів і стінкою - 1 м, прохід між виступаючою частиною компресорів - 1 м.

- стіни і стеля машинного філії, морозильне обладнання, трубопроводи пофарбовані відповідно до чинних нормативів по виробничих приміщень і технологічного оснащення промислових підприємств.

- підлога компресорного цеху не повинна бути нижче прилеглої землі. Підлога роблять рівною, неслизькою, з матеріалу, що не згорає; Непролазні простори і люки в підлозі покриті знімними металевими рифленими листами.

- центральний пульт управління розміщують при наявності централізованого управління, регулювання та сигналізації. Знаходиться в окремому приміщенні поряд з компресорним цехом або ж зсередини нього;

- управління машиніста розміщується в центральному пульті управління або ж в приміщенні компресорного цеху на ділянці, для спостереження за показаннями контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматики і сигналізації, роботою обладнання;

Для сервісу конденсаторної групи, встановлено майданчик з огорожею і сходами з обох сторін. Майданчик і сходи мають поручні висотою 1,1 м. Відстань між стійками поручнів 0,7 м.

В машинному відділенні на видному місці повинні бути вивішені:

- схеми трубопроводів холодоагенту з запірною арматурою і приладами автоматики;

- місця по налаштування і безпечною експлуатації холодильних установок;

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						106
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- місця по обслуговуванню машин і апаратів;
- місця по обслуговуванню контрольно-вимірювальних приладів та автоматики;
- місця по діям персоналу при виникненні аварійної ситуації;
- інструкція з пожежної безпеки;
- інструкція з охорони праці;

На робочому місці знаходяться: денний і ремонтний журнали; телефон; пристрої для безпечною експлуатації; номери телефонів і адреси організації, що обслуговують установку; місця по експлуатації обладнання.

Денний журнал є ключовим обліковим документом, в якому обслуговуючий персонал записує режим роботи установки з періодичністю 2-4 години і властивості навколишнього середовища, час ввімкнення і відключення устаткування із зазначенням причин, витрата електроенергії, води, масла і багато чого іншого. На підставі записів, дані закріплюються в денному журналі.

Особливе значення приділяється технічному стану апаратів як об'єктів підвищеної загрози. Так, наказом адміністрації, між інженерно-технічних працівників призначають відповідальних за справний стан і безпечну роботу апаратів, а ще по нагляду за експлуатацією апаратів.

Відповідальний за справний стан і безпечну роботу апаратів зобов'язаний дотримуватися паспорта (формуляри) на апарати, вести облік вироблення апаратів, інспектувати стан і режим роботи апаратів, розробляти інструкції для обслуговуючого персоналу, вивчати персонал і час від часу перевіряти їх знання.

#### 10.4 Мікроклімат.

Основне завдання вентиляції - замінити з будівлі брудне, вологе або ж підігріте повітря і подати чисте і нове.

Вентиляція позначається:

- за методикою руху повітря - натурального, штучного походження (механічне) і поєднане (природнього і штучного походження одночасно);
- за спрямованістю струменя повітря - припливна, витяжна, припливно-витяжна;

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						107
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- за призначенням - робоча, аварійна.

Припливна вентиляція працює для подачі чистого повітря з зовні в будівлю. При витяжної вентиляції повітря вилучається з будівлі, а зовнішнє надходить крізь вікона, двері, нещільності приміщення.

Припливно-витяжна вентиляція з'єднає першу і другу.

Загально обмінна вентиляція підтримує звичайну циркуляцію в робочій зоні виробничої будівлі (цехи).

З підтримкою місцевої вентиляції шкідливі виділення вилучаються або ж розчиняються методом надходження чистого повітря.

Аварійну вентиляцію організують в тих виробничих приміщеннях, в яких можуть трапитися аварії з виділенням великої кількості шкідливих речовин, а ще коли при виході з ладу робочої вентиляції в повітрі можуть створюватися критичні для життя співробітників або ж вибухонебезпечні зосередженні.

Аварійна вентиляція, як правило, називається витяжною. Для електромашинних приміщень зобов'язані бути враховані заходи з видалення зайвої теплоти, яка виділяється електронними машинами й апаратурою.

У вентиляційних камерах і каналах санітарно-технічної вентиляції прокладка кабелів і проводів не допускається. Допускається лише тільки схрещення камер і каналів проводами і кабелями, прокладеними в металевих трубах.

У каналах вентиляції електро машин допускається прокладка кабелів і проводів з оболонками з негорючих матеріалів.

Ставити в вентиляційних каналах кабельні муфти та інше електричне обладнання не допускається.

В електромашинних приміщеннях рекомендовано передбачати роздільні системи вентиляції для першого поверху, підвалу та інших відокремлених приміщень.

Допускається прилад спільної системи вентиляції при наявності керованих заслінок, що дозволяють відключати подачу повітря в окремі приміщення на випадок пожежі.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						108
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10.5 Шум і вібрація.

Рівні шуму та вібрацій регламентуються ДСН 3.3.6.037-99. «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» СН 3223-85 "Санітарні норми допустимих рівнів шуму на робочих місцях", СН №3044-84 «Вібрація. Загальні вимоги безпеки».

Дозволений ступінь шуму на робочих зонах не вище норми, наведених в нормативних документах. В компресорному цеху не повинен перевищувати дозволених норм, при роботі довгострокового часу не виникає зниження гостроти слуху.

Ступінь шуму в цеху не повинно перевищувати 82 дБ.

Для зменшення шуму приміщення захищається шумоізоляцією і використовують звукозахисні кожухи оснащення. Як особисті способи захисту машиністів використовується вушні тампони, навушники і каски. «Державні санітарні норми виробничої спільної та локальної вібрації» ДСН 3.3.6.039-99.

Вібрація робочого устаткування не повинна збігатися частотою з частотою власних коливань тіла людини і його внутрішніх органів (4 – 400 Гц). Для скорочення вібрації: - насоси і вентилятори ставлять на пружні опори і віброізолюючі фундаменти;

- патрубки приєднують до трубопроводів і невагомих каналів з підтримкою гнучких вставок;

- швидкість вентиляторів повинна бути обмежена;

- вчасно проводять налагодження підшипників і контролюють биття валів оснащення.

## 10.6 Освітлення.

Запити до світла: ступінь освітленості в приміщенні машинного приміщення відповідає ДБН В.2.5-28-2006. «Натурального і штучного походження освітлення» .

Освітлення машинних відділення використовують як натурального, так і штучного походження.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						109
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для живлення освітлювальних приладів освітлення слід використовуватися напругу не вище 380/220 В змінного струму при заземленої нейтралі і не вище 220 В змінного струму при ізольованій нейтралі незмінного струму.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки для всіх стаціонарних освітлювальних приладів допускається використовувати напругу не вище 220 В, а в приміщеннях з підвищеною небезпекою - не підвищуючи 42 В.

Також необхідно забезпечити аварійне і евакуаційне освітлення, які повинні мати живлення від різних незалежних джерел.

#### 10.7 Техніка безпеки.

З метою збільшення захищеності експлуатації холодильних установок, посудини що працюють під високим тиском. (КД, ЛР, МВ, МОЗ) розміщені ззовні, на відстані 6 м від машинного відділення. Лінійний ресивер містить обгородження з металевої сітки висотою 2 м і сонцезахисний навіс.

У приміщенні машинного відділення встановлено сигналізатор зосередженні аміаку в повітрі ДОЗОР-6-АММИАК-Т. Він містить 6 показчиків зосередженні аміаку в машинному відділенні (новколо компресора, ресиверів, регулюючої станції). Сигналізатор вмикає аварійноу вентиляції при досягненні зосередженні 1500 мг / м<sup>3</sup> (0,21%), світозвукову сигналізацію і сирену на подібі ПВ-СС, що попереджає про загазованість будівлі.

Для аварійного відключення електроживлення всього оснащення установок і робочого освітлення ззовні на стінці машинного відділення змонтовано кнопки аварійного відключення, з яких 1 – ша у робочого входу, а 2-а - у дверей запасного виходу.

В той же час з відключенням електроживлення ці кнопки включають в роботу аварійноу вентиляцію, сирену і аварійне освітлення.

#### 10.7 Електробезпека.

Для запобігання ураження електричним струмом в звичайному режимі необхідно використовувати належні заходи захисту: ізоляція струмоведучих частин; огороження і оболонки; бар'єри; розміщення за межами зони досяжності.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						110
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Струмопровідні частини електроустановки повинні бути закриті для випадкового прямого дотику до них, що представляє загрозу удару струмом як у звичайному режимі роботи установки, так і в разі пошкодження ізоляції.

Для запобігання ураження електричним струмом в разі пошкодження ізоляції слід використовувати належні заходи: захисне заземлення; автоматичне відключення живлення; вирівнювання потенціалів і ін.

Заходи захисту від ураження електричним струмом повинні бути необхідними і реалізованими при встановленні оснащення або ж в процесі монтажу електроустановки.

Для заземлення електроустановок можуть бути застосовані штучні та природні заземлювачі.

Виконання заземлення та захисних заходів безпеки від ураження електричним струмом в компресорному цеху повинні відповідати правилам електроустановок.

Щоб уникнути ураженню електричним струмом потрібно дотримуватися належних умов:

- не наближатися на відстань ближче 10 м до обірваних проводів, що лежать на землі;
- не торкатися до розкритих струмопровідних частин електричного обладнання та оголених проводів;
- не створювати самовільних поправок або ж включень електроприладів і оснащення.

Для захисту струмопровідних частин і конденсаторно-ресиверної групи від прямих ударів блискавки застосовуються стрижневі громовідводи, поставлені на даху машинного відділення чи на майданчику з конденсаторами, згідно ДСТУ EN 62305-1: 2012

#### 10.8 Пожежонебезпека і вибухо-небезпека.

Пожежо- і вибухонебезпечність на підприємстві гарантується відповідно до ДБН В.1.1.7-2016 «Пожежна Безпека об'єктів будівництва». Відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36: 2016 машинне відділення по вибухо

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						111
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пожежонебезпеки відносяться до категорії Б, або ж до вибухонебезпечних приміщень категорії В-1б.

Речовина, що формує вибухонебезпечну суміш з повітрям - аміак, відноситься до категорії вибухонебезпечної консистенції - II А, група вибухонебезпечної консистенції - Т1.

#### 10.9 Пожежна безпека.

При будівельно-монтажних роботах і в процесі експлуатації аміачних холодильних установок зобов'язані дотримуватися "Типовим критеріям пожежної захищеності для промислових підприємств", та "Критерії пожежної безпеки при проведенні зварювальних і інших вогневих робіт".

Розміщення і збереження в машинному і конденсаторних відділеннях сторонніх предметів, не пов'язаних з експлуатацією, не допускається. Машинне і конденсаторне відділення установки повинно бути забезпечено первинними засобами пожежогасіння, до них відносяться: ручні і пересувні вогнегасники, гідропульти, відра, бочки з водою, пожежні крани, лопати, ящики з піском, азбестові полотна, ломи, пили, багри, вила.

Впровадження до протипожежного обладнання інструменту для домашніх, виробничих та інших справ, не пов'язаних з пожежогасінням забороняється.

Всі способи пожежогасіння, протипожежне оснащення та інвентар потрібно тримати в справному стані, на помітних місцях з вільним доступом. Директор підприємства призначає наказом особу, відповідального за справний стан засобів пожежогасіння.

При появі пожежі персонал зобов'язаний негайно викликати пожежників і той же час приступити до гасіння пожежі наявними первинними засобами пожежогасіння та вжити заходів щодо посилення охорони землі і не підпускати до простору пожежі сторонніх осіб. Крім цього потрібно повідомити згідно інструкції компресорного цеху та організації про пожежу вище керівництво.

При гасінні пожежі на електричному обладнанні компресорного цеху, зобов'язані негайно вимкнути обладнання від мережі.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						112
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для аварійного відключення електроживлення всього обладнання аміачно-холодильної установки і робочого освітлення повинні бути змонтовані ззовні кнопки аварійного відключення.

Ще потрібно ввести автоматичну пожежну сигналізацію, яка зумовлена для виявлення симптомів пожежі на ранній (початковій) стадії її появи і подачі сигналу про пожежу на пульті пожежної сигналізації, який розміщується в приміщенні з цілодобовою присутністю чергового персоналу.

Системи автоматичної пожежної сигналізації обладнуються пожежними сповіщувачами, які спрацьовують при виникненні диму (димові сповіщувачі) або ж на збільшення температури вище 70°C (теплові сповіщувачі)

#### 10.10 Надання першої медичної допомоги при нещасних випадках.

При отруєнні аміаком потерпілого потрібно вивести на свіже повітря або ж в чисте тепле приміщення. При потребі використовувати апарати штучного дихання.

- Потерпілого необхідно звільнити від одягу, яке утруднює дихання, змінити брудну одягу і дати абсолютний спокій.

- Влаштувати інгаляцію теплою парою з чайника крізь паперову трубочку з речовиною 1-2% лимонної кислоти в гарячій воді. Надати випити смачний чай, кава, лимонад або ж 3% розчин молочної кислоти.

- Незалежно від стану, потерпілий повинен бути направлений до лікаря.

- Робота в загазованому приміщенні по знищенню результатів трагедії допускається при наявності наряду-допуску. При цьому в загазованій зоні зобов'язаний перебувати спостерігач з протигазом.

Результат залежать від того, як швидко і кваліфіковано надано потерпілому першу лікарську допомогу. Затримка долікарської допомоги або ж невірне її надання може призвести до ускладнень в лікуванні, до інвалідності і в тому числі і смерті потерпілого.

Практично щоразу викликає у людини відчуття слабкості, розгубленості. Не всі розуміють, власне як треба себе вести та як швидко кваліфікувати характер

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						113
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і тягар травми. У цих випадках потрібен спокій, рішучість, уміння швидко і правильно надати першу медичну допомогу.

Порядок дій при першій медичній допомозі:

- вивести потерпілого з простору, де трапився нещасний випадок;
- надати потерпілому стан, що забезпечує спокій;
- кваліфікувати вид травми;
- розпочати проведення важливих заходів
- зупинити кровотечу;
- в разі необхідності використовувати прилад штучного дихання;
- заявити керівництву про те, власне що трапилося;

Мед аптечка, її склад і призначення.

Аптечки зобов'язані розміщуватися в місцях більшого скупчення людей і на травмонебезпечних ділянках. Положення і оснащеність аптечки потрібно в обов'язковому порядку перевіряти, звертаючи на термін придатності медичних препаратів. В аптечці повинні бути для препарати долікарської підтримки при ударах, маленьких пораненнях: розчин йоду, марганцевий калій, перев'язувальна тканина. Склад аптечки заноситься до таблиці 10.1

Таблиця 10.1 - Склад аптечки першої медичної допомоги для виробничих підприємств, організацій.

Найменування	Кількість
Протишокові, протизапальні й знеболюючі, засоби	
Анальгін 0,5	3
Гіпотермічний охолоджуючий портативний пакет	3
Ацетилсаліцилова кислота 0,5	3
Сульфацилу натрію розчину	3
Засоби для обробки й перев'язки ран, та зупинки кровотечі	
Серветки для обробки рук гігієнічні	30
Обробка опіків і ран спреї «Олазол»	1
Нестерильна вата, 50 г	2
Стерильний бинт	6
Кислота 1-2% лимонного розчину	4
Трубчастий бинт	3
Марлеві серветки	20
Нестерильні рукавички	8
Лейкопластир	4

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		114

Продовження таблиці 10.1 - Склад аптечки першої медичної допомоги для виробничих підприємств, організацій.

Кровоспинні салфетки	5
Травматична пов'язка із хлоргексидином	25
Бактерицидний лейкопластир	25
Брильянтової зелені розчин 1% 10 мл	3
Перекис водню 3% 40 мл	3
При болях у серці	
Капсули нітрогліцерину	2
Табл. Валідолу	3
Засоби при клінічній смерті для серцево-легеневої реанімації	
Пристрій для проведення штучного дихання	1
Засоби при непритомності й колапсі	
Розчин Аміаку 10% 10 мл	3
Засоби при харчових отруєннях	
Активоване вугілля таб.	3
Засоби при стресових реакціях	
Корвалол 15 мл	4
Предмети медичні	
Тупокінцеві ножиці	1
Кровоспинний джгут	1
Стаканчик для прийому ліків	1
Медичний термометр	1

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		115

# 11. Опис схеми холодильної установки.

По проекту холодильника передбачається насосно-циркуляційна схема з нижньою подачею холодильного агента в прилади охолодження і розрахована на три температури кипіння:  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $-30^{\circ}\text{C}$ ,  $-40^{\circ}\text{C}$ .

Для нормальної роботи холодильної установки передбачено повітровідокремлювач марки Purger Grasso. Для відтаювання приладів охолодження передбачено за проектом відтаювальну лінію і дренажний ресивер. Для забезпечення безпечного режиму роботи холодильної установки є прилади автоматичного захисту від небезпечних режимів, прилади контролю за параметрами і прилади сигналізації. В схемі передбачено на кожну температуру кипіння циркуляційний ресивер і гідроциклон.

Принцип роботи холодильної установки можна прослідкувати на прикладі  $t_0 = -30^{\circ}\text{C}$ .

Холодні пари аміаку висмоктуються із циркуляційного ресивера низькою ступінню стиснення компресора, стискаються і нагнітаються в проміжну посудину де охолоджуються і перед всмоктуванням у високу ступінь стиснення компресора очищаються від краплинок масла. Далі пара аміаку відсмоктується високою ступінню стиснення з проміжної посудини, стискується і нагнітається через масловідділювач в загальний нагнітальний трубопровід.

В масловідокремлювачі пари аміаку відділяються від масла, яке виноситься із холодильним агентом із компресора. Із загального нагнітаючого трубопроводу через загальний масловідокремлювач, де пари остаточно відділюються від масла, пари аміаку поступають в конденсатор.

					00.БП.142.005.009.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кропотов М.О.			Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пирятин	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.					116	119
Реценз.						НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						

В конденсаторі пари аміаку конденсуються, віддаючи тепло. Потім вже зріджений аміак самотоком поступає в лінійний ресивер. Після лінійного ресивера рідкий аміак поступає на розподільну станцію з температурою  $-10^{\circ}\text{C}$  іде на переохолодження в змішувач проміжної посудини, потім повертається в розподільну станцію на  $t = -30^{\circ}\text{C}$ . З розподільчої станції рідкий аміак поступає в циркуляційний ресивер на  $t = -30^{\circ}\text{C}$ . Перед цим проходить процес дроселювання холодильного агента. Після дроселювання рідкий холодильний агент поступає із циркуляційного ресивера через насоси до споживача, тобто до повітроохолоджувача з інтенсивною циркуляцією повітря в камері.

В повітроохолоджувачі рідкий аміак забираючи тепло від охолоджуючого продукту кипить. Пари холодильного агента поступають в циркуляційний ресивер і цикл повторюється.

					00.БП.142.005.009.ПЗ	Арк.
						117
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Список використаної літератури.

1. Свердлов Г. З., Явнель Б. К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. - М.: Пищевая промышленность, 1978. - 263 с.
2. Явнель Б. К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. - М.: Агропромиздат, 1989. - 223 с.
3. Кондрашова Н. Г., Лашутина Н. Г. Холодильно-компрессорные машины и установки. - М.: Высшая школа, 1984. - 335 с.
4. Ильясов В. С. и др. Холодильная технология продуктов в мясной и молочной промышленности. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 216 с.
5. Холодоснабжение предприятий мясной и молочной промышленности. Справочное пособие. Под редакцией проф. Чумака И. Г. - Киев.: Высшая школа, 1979. - 192с.
6. Руководство по расчету Москва, ЗАО «Остров» ,2002, с.55

					00.БП.142.005.009.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Кропотов М.О.			Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.				118	119
Реценз.					НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.							
Затверд.		Василенко С.М.					
					Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пирятин		

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				Специфікація обладнання		
		1	Агрегат одноступеневий	YORK SAB 87	2	
		2	Агрегат двоступеневий	YORK TCMO 28	2	
		3	Агрегат двоступеневий	YORK TSMC 116 S	2	
		4	Конденсатор	250 КТГ	2	
		5	Охолодник повітря	ВОГ 200 080/15	1	
			Охолодник повітря	ВОГ 200 050/45	2	
		6	Охолодник повітря	ВОП 100 063/15	1	
			Охолодник повітря	ВОП 150 080/15	2	
			Охолодник повітря	ВОП 200 080/15	5	
		7	Батарея аміачна		1	
		8	Ресивер циркуляційний	2,5 РДВ	2	
		9	Ресивер циркуляційний	1,5 РДВ	1	
		10	Насос аміачний	ЗЦГ 200/50	2	
		11	Насос аміачний	ЦГ 6,3/20	2	
		12	Насос аміачний	ЦГ 25/12,5	2	
		13	Випарник	ИП-320	1	
		14	Ресивер лінійний	2,5 РД	2	
		15	Ресивер дренажний	3,5 РД	1	
		16	Віддільник мастила	100 М	1	
		17	Збірник мастила	300 СМ	1	
		18	Гідроциклон	ЕГЦ-50	3	
		19	Віддільник повітря	Purger Grasso	1	
		20	Регулююча станція		1	

00.БП.142.005.009.ПЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кропотов М.О.			Проект холодильника молокозаводу продуктивністю 280 тон переробки молока на добу у м. Пирятин	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Бондар В. І.					119	119
Реценз.						НУХТ ХМ-4-12Ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Василенко С.М.						