

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

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

Сергій БЛАЖЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« » _____ 2024р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Валентин ПЕТРЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« » _____ 2024р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 142 Енергетичне машинобудування

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Холодильні техніка та технології

на тему: Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм
в м. Миронівка

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ХМ-4-8ск

Рожко Назар Вячеславович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник Рябчук Олександр Миколайович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри ТЕХТ

проф. Валентин Петренко

“ 05 ” квітня 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Рожко Назар Вячеславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект виробничого холодильника маслозаводу
потужністю 190 т/зм в м. Миронівка

керівник роботи доцент Рябчук Олександр Миколайович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 05 ” 04 2024 року №256-к

2. Строк подання здобувачем роботи 07.06.2024р.

3. Вихідні дані до роботи холодильний агент – аміак; продукція морожених
вантажів: масло – 250 т/доб; сир кисломолочний – 40 т/доб; охолоджених
вантажів: спред солодковершковий – 90 т/доб; схема холодильної установки:
насосно-циркуляційна; конденсатори – випарні;

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 будівлі холодильника

2. Схема холодильної установки

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 05.04. 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	05.04-21.04	виконано
2	Виконання холодильної частини ДП	21.04-15.05	виконано
3	Вибір обладнання холодильної(их) установок	15.05-22.05	виконано
4	Оформлення креслень та ПЗ	22.05-31.05	виконано
5	Здача готової роботи	05.06.2020р.	виконано

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Назар РОЖКО
(прізвище та ініціали)

Олександр РЯБЧУК.
(прізвище та ініціали)

Анотація

В данному дипломному проєкті розраховано та спроектовано «Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка».

Проект передбачав підбір холодильного обладнання, необхідного для досягнення максимальної ефективності споживання електроенергії під час роботи установок, а також для забезпечення ефективності виробництва штучного холоду з мінімальними капітальними та експлуатаційними витратами.

Розрахунки такі: визначено конструкцію та ізоляційні конструкції. Стінки та обшивка холодильника виготовлені з сендвіч-панелей.

У розрахунок холодильної камери входять такі камери: камера термічної обробки вершкового масла і кисломолочного сиру ($t=-30^{\circ}\text{C}$), камера зберігання замороженого масла і кисломолочного сиру ($t=-20^{\circ}\text{C}$), Експедиція ($t=12^{\circ}\text{C}$), машинне, службове та допоміжні приміщення ($t=20^{\circ}\text{C}$). При визначенні холоду тепловтрат в охолодженні приміщення враховувалися наступні фактори:

Q1 — надходження тепла через огорожувальні конструкції,

Q2 — З навантаження під часову обробку,

Q3 — вентиляція,

Q4 — експлуатаційна теплова потужність, і витрати холоду на технологічні потреби.

Розрахунок відбувався для підбору основного та допоміжного обладнання холодильної установки. Як результат пібірано наступне обладнення: 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 м³ с .

					КР 000.142.008.818.2024			
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	Рожко Н.В.				Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка	<i>Літер</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Перевірив</i>	Рябчук О.М.						4	
<i>Н. Контр.</i>						НУХТ		
<i>Затверд.</i>	Петренко.В.П.					ХМ-4-8ск		

Для ($t_0 = -30^\circ\text{C}$) підібрана схема двоступеневого стискання холодильної установки на базі двох компресорів York TCMO 28, об'ємною продуктивністю 0,0146 м³ с . Для ($t_0 = -40^\circ\text{C}$) підібрана схема двоступеневого стискання холодильної установки на базі двох компресорів TSMC 108 E, об'ємною продуктивністю 0,0558 м³ с .

Для випуску повітря з холодильної системи обрано автоматичний сепаратор повітря від PurgerGrasso. Для відділення масла від слабого холодоагенту після циркуляційних ресиверів перед охолоджуючими пристроями встановлені три гідроциклони ЕНС-50. Проте були проведені розрахунки гідравлічних втрат у трубопроводах.

Схема буде працювати на три температури кипіння: $-40\text{ }^\circ\text{C}$; $-30\text{ }^\circ\text{C}$; $-10\text{ }^\circ\text{C}$. 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 ($\phi=48\%$), 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;

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Розрахунок показників економічної ефективності проекту

Усі розрахунки результатів заносяться в загальну таблицю техніко-економічних показників роботи компресорного цеху. «Охорона праці» в даному дипломному проекті описано з урахуванням: вимог нормативної документації стадії проектування; Шкідливі та небезпечні виробничі фактори; Вимоги до розміщення санітарно-гігієнічного обладнання; Мікроклімат робочої зони; Рівні шуму та вібрації як джерела освіти; Вимоги до безпеки матеріалів, інструментів, вимірювальних приладів; Електробезпека, а також заходи і засоби, що застосовуються на підприємствах, пожежонебезпечне надання першої медичної допомоги при нещасних випадках медичний бокс, його склад і призначення. Дипломний проект не залишив без уваги останнє досягнення холодильного обладнання. Обладнання було обрано на основі цих розрахунків, щоб воно було не тільки ефективним, але й малим споживанням електроенергії та з мінімальними витратами на 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.

Ключові слова: R717, аміак, виробничий холодильник, молококонсервний комбінат, розрахунок будівельних конструкцій, підбір основного обладнання, холодопродуктивність.

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

Abstract

In this diploma project, the “Design of a production refrigerator for a butter plant with a capacity of 190 tons/month in Mironivka” was calculated and designed. The project involved the selection of refrigeration equipment necessary to achieve maximum energy efficiency during the operation of the units, as well as to ensure the efficiency of artificial cold production with minimal capital and operating costs.

The calculations are as follows: the construction and insulation structures were determined. The walls and cladding of the refrigerator are made of sandwich panels. The refrigeration chamber calculation includes the following chambers: a chamber for thermal treatment of cream butter and sour milk cheese ($t=-30^{\circ}\text{C}$), a storage chamber for frozen butter and sour milk cheese ($t=-20^{\circ}\text{C}$), Dispatch area ($t=12^{\circ}\text{C}$), machine, service, and auxiliary rooms ($t=20^{\circ}\text{C}$). The following factors were considered in determining the cooling heat losses in the cooling of the premises:

Q1 — heat ingress through enclosing structures,

Q2 — Load during time processing,

Q3 — ventilation,

Q4 — operational thermal power, and cold consumption for technological needs.

- The calculation was carried out for the selection of the main and auxiliary equipment of the refrigeration installation. As a result, the following equipment was selected: For ($t_0 = -10^{\circ}\text{C}$) a single-stage compression scheme of the refrigeration installation was chosen based on two York SAB 87 compressors, with a volumetric productivity of $0.7233\text{ m}^3/\text{s}$. For ($t_0 = -30^{\circ}\text{C}$) a two-stage compression scheme of the refrigeration installation was chosen based on two York TCMO 28 compressors, with a volumetric productivity of $0.0146\text{ m}^3/\text{s}$. For ($t_0 = -40^{\circ}\text{C}$) a two-stage compression scheme of the refrigeration installation was chosen based on two TSMC 108 E compressors, with a volumetric productivity of $0.0558\text{ m}^3/\text{s}$. An

КР 000.142.008.818.2024				
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розробив</i>		Рожко Н.В.		Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка
<i>Перевірив</i>		Рябчук О.М.		
<i>Н. Контр.</i>				
<i>Затверд.</i>		Петренко.В.П.		
		<i>Літер</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуш</i>
		7		
НУХТ ХМ-4-8ск				

automatic air purger from PurgerGrasso was chosen for air release from the refrigeration system.

Three EHC-50 hydrocyclones were installed to separate oil from the weak refrigerant after the circulation receivers before the cooling devices. However, calculations of hydraulic losses in pipelines were conducted.

The scheme will operate at three boiling temperatures: -40°C ; -30°C ; -10°C . As cooling devices, we choose air coolers. For storage chambers of cooled and frozen goods, we choose air coolers that provide moderate circulation, for thermal treatment chambers we choose air coolers that provide accelerated air circulation. For the dispatch area, we choose a battery method. We select the type of condenser depending on the purpose of the installation, water supply conditions, and water quality, taking into account climatic conditions ($\phi=48\%$), namely shell-and-tube condensers. "Technical and economic indicators of the project" this section describes:

- Planned cold production for the year, annual cold production or production programs of the compressor shop;
- Calculation of capital expenditures for the compressor shop; • Calculation of the number of workers and the wage fund;
- Calculation of the cost of a unit of cold, expenses for lubricating materials, expenses for power electricity, and for production water;
- Calculation of shop expenses; • Calculation of the economic efficiency indicators of the project.

All calculation results are entered into the general table of technical and economic indicators of the compressor shop's operation. "Occupational safety" in this diploma project is described taking into account: requirements of regulatory documentation at the design stage; Harmful and dangerous production factors; Requirements for the placement of sanitary and hygienic equipment; Microclimate of the working area; Noise and vibration levels as sources of education; Safety requirements for materials, tools, measuring instruments; Electrical safety, as well

					<i>KP 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

as measures and means used in enterprises, fire-hazardous provision of first aid in case of accidents medical box, its composition, and purpose.

The diploma project did not overlook the latest achievements in refrigeration equipment. The equipment was chosen based on these calculations so that it would be not only effective but also have low power consumption and minimal maintenance and repair costs when operating the developed refrigeration machine and achieving improved performance indicators of refrigeration machines, introducing necessary modern design solutions.

The project was executed on a PC, and the following application programs were used for calculations: CoolPack, drawings and diagrams were made using Autodesk package programs, namely Autodesk Inventor and Autodesk Autocad, and KOMPAS-3D; the diploma project was formatted using Microsoft Office package programs, namely Microsoft Word and Microsoft Excel.

Key words: R717, ammonia, production refrigerator, milk cannery plant, calculation of building structures, selection of main equipment, refrigerating capacity.

					<i>KP 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Зміст

Вступ _____	11
1. Технологічна схема холодильного оброблення продукції _____	13
2. Визначення будівельних площ камер холодильника та складання плану холодильника _____	18
3. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника _____	22
4. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень _____	28
5. Вибір та обґрунтування системи та способу охолодження _____	37
6. Розрахунок та підбір основного обладнання _____	39
7. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки. _	54
8. Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах _____	59
9. Техніко-економічні показники проекту _____	61
10. Охорона праці _____	85
11. Опис схеми холодильної установки _____	96
Список використаної літератури _____	98

					КР 000.142.008.818.2024							
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка			<i>Літер</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуш</i>		
<i>Розробив</i>		Рожко Н.В.									10	
<i>Перевірив</i>		Рябчук О.М.										
<i>Н. Контр.</i>												
<i>Затверд.</i>		Петренко.В.П.										
					НУХТ ХМ-4-8ск							

Вступ

Холодильники стали невід'ємною частиною сучасного суспільства з широким спектром застосування. Практично неможливо уявити функціонування великих міст, розвиток харчової промисловості (включаючи молочну, м'ясну та рибну) і навіть моргів без наявності холодильних установок різної потужності. Холодне повітря необхідне як для промислових, так і для житлових приміщень для забезпечення кондиціонування повітря. Крім того, розвиток спорту значною мірою залежить від використання холоду для створення синтетичних ковзанок. По мірі того, як ми просуваємось у 21 століття, значення штучного холоду в різних аспектах людського життя, таких як промислове та сільськогосподарське виробництво, медицина та повсякденне життя, продовжує зростати з кожним роком.

Для підтримки якості харчових продуктів важливо встановити безперервний ланцюг охолодження, який забезпечує оптимальні умови при низьких температурах протягом усього процесу від виробництва або приготування до споживання.

Холодильники спеціально розроблені для охолодження, заморожування або підтримки свіжості швидкопсувних продуктів. Камери всередині холодильника ретельно відрегульовані для підтримки постійно низьких температур від +12 до -40 °С, що супроводжується високою відносною вологістю 85-95%. У межах холодильника дотримуються суворі санітарні норми. Умови зберігання товарів на складі визначаються режимом зберігання і способом їх розміщення. Впровадження холодильного зберігання дозволяє зберегти вихідну якість харчових продуктів, збільшити термін їх зберігання, створити відповідні умови в оптово-роздрібних складських приміщеннях. Миронівка, розташована в Київській області України, є центральним центром Миронівської громади Обухівського району. Колись він був районним

					КР 000.142.008.818.2024		
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>	Рожко Н.В.				Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка		
<i>Перевірив</i>	Рябчук О.М.						
<i>Н. Контр.</i>						11	
<i>Затверд.</i>	Петренко.В.П.				НУХТ ХМ-4-8ск		

центром Київської області і розташований у мальовничій долині річки Рось.
На відстані 106 км від Києва в місті проживає 11 964 особи.

У 1997-1998 роках введено в експлуатацію сучасний елеватор, розроблений українсько-американсько-німецьким агробізнес-центром АТ «Колб-Атлантик-Україна». Це підприємство спеціалізується на переробці білкових та олійних культур, таких як соя та ріпак, з першочерговою метою виробництва протеїну для України.

Створення підприємства «Миронівський хлібопродукт» стало можливим завдяки використанню Миронівського заводу, який спеціалізується на виробництві круп та комбікормів.

Виробничий холодильник спеціально розроблений для розміщення при масло заводі з потужністю 190 тонн за зміну.

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1. Технологічна схема холодильного оброблення продукції

Виробництво вершкового масла

Вершкове масло, влвсне, є молочним жиром. Як правило його готують із солодких вершків і солі. Втім його можна приготувати зі сметани або зволжених вершків, а також можна використовувати несолоне (солодковершкове) масло. Вершки можуть бути забезпечені молочними фермами або відокремлені від незбираного молока виробниками масла. Вершки мають бути солодкі ($pH > 6,6$, $TA = 0,10 - 0,12\%$), не окислені і не згіркілі.

У випадку коли вершки сепаруються виробником масла, незбиране молоко перед проходженням через сепаратор попередньо підігрівають до потрібної температури в пастеризаторі молока. Вершки охолоджують і для зберігання відправляють в резервуари, де потім аналізують жирність і при необхідності коригують.

Обезжирене молоко із сепаратора перед закачуванням у сховище пастеризують і охолоджують. Як правило воно використовується для концентрації та сушіння. З резервуарів проміжного зберігання вершки направляють на пастеризацію при $95^{\circ}C$ і вище. Високі температури потрібні щоб знищити ферменти і мікроорганізми, що можуть зіпсувати зберігання масла.

У резервуарах для старіння вершки проходять контрольований процес остидження, призначений для того, щоб надати жиру необхідної кристалічної структури. Програма обирається на основі факторів таких, як склад олії, виражений, наприклад, у формі йодного числа, яке є показником вмісту ненасичених жирів. Навіть метод обробки можна змінити, щоб отримати масло хорошої консистенції, не беручи до уваги нижче йодне число, себто коли ненасичена частина жиру нижча.

					КР 000.142.008.818.2024			
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	Рожко Н.В.				Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка	<i>Літер</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Перевірив</i>	Рябчук О.М.						3	
<i>Н. Контр.</i>						НУХТ		
<i>Затверд.</i>	Петренко.В.П.					ХМ-4-8ск		

Як заведено, процес витримки займає близько 12-15 годин. Для початку вершки переміщують із традиційного резервуару або до маслосбійника, або до маслоробки безперервної дії. Цій передачі сприяє пластинчастий теплообмінник, який забезпечує досягнення вершків потрібної температури. Після початку збивання вершки енергійно збивають, щоб розбити жирові кульки. Це призводить до затвердіння жиру в масляні зерна, одночасно зменшуючи вміст жиру в залишковій рідині, відомій як пахта. Після сепарації масло піддається подальшій обробці для створення суцільної жирової фази з тонкодисперсною водною фазою. Для покращення смаку та терміну зберігання сіль додається як консервант. При серійному виробництві сіль (1-3%) рівномірно розсипають по поверхні олії. При безперервному виробництві вершкового масла в масло вводять сольову суспензію. Оскільки сіль повністю розчинна у водній фазі, ефективна концентрація солі у воді приблизно являється 10%.

Процеси виробництва кисломолочного сиру

Для створення різноманітних форм і смаків молоко, пастеризоване чи сире, проходить процес нагрівання при температурах 25-30 °С. На цьому етапі вводяться ферменти. Коагуляція досягається шляхом додавання сироватки, яка взаємодіє з казеїном, основним білком молока, що призводить до ферментативної коагуляції. Крім того, кислотна коагуляція може бути використана для підвищення кислотності молока та створення виразного вигляду «розрізаного молока», який зазвичай спостерігається в м'яких сирах.

У процесі ферментативної коагуляції казеїн розщеплюється сироваткою, в результаті чого утворюється білкова решітка гелеподібної консистенції. З іншого боку, кислотна коагуляція включає виробництво молочної кислоти мікроорганізмами, яка змінює структуру молока, створюючи пористу та ніжну мережу. Тип використовуваного бродіння, будь то бродіння, кислотне

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

або поєднання обох, залежить від конкретних характеристик, бажаних для сиру, який виготовляється.

У процесі приготування сиру необхідно враховувати кілька додаткових етапів. До них відносяться формування та пресування, перевертання сиру для забезпечення належного розвитку, можливість провітрювання та охолодження в спеціалізованих сиросушарках. Однак кінцевим і вирішальним етапом у процесі виготовлення сиру є дозрівання, яке також називають старінням, сушінням або витримкою. На цьому етапі сир набуває своїх остаточних характеристик і набуває унікальних властивостей, які надає кожен виробник. Саме тут вдосконалюються аромати, смаки, текстури і навіть кольори. На цьому етапі відточуються всі аспекти, які сприяють виразній ідентичності сиру. Тривалість цієї стадії може сильно варіюватися, коливаючись від кількох годин до кількох років, як це видно з відомим італійським сиром *Parmiggiano Reggiano*.

У процесі дозрівання сир зазнає безліч змін у своїх фізико-хімічних властивостях, що призводить до розвитку чітких органолептичних якостей, таких як текстура, смак і аромат. Ці зміни виникають внаслідок ряду реакцій, які відбуваються під час перетворення молока, які в кінцевому підсумку формують нюхові, смакові та текстурні властивості сиру.

Процес гліколізу включає перетворення лактози в молочну кислоту, тоді як протеоліз відноситься до перетворення білків молока. Крім того, ліполіз - це процес перетворення жирних кислот, присутніх у молоці. Розрізнення між цими процесами досягається зміною умов у сиросушарках, включаючи температуру, вологість, характеристики повітря та тривалість часу, протягом якого сири залишаються в камері. Як правило, вища температура камери призводить до меншої тривалості сирів, але також збільшує ризик деформації сиру. З іншого боку, нижча температура використовується для сирів, які

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						15
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

потребують більш тривалого періоду дозрівання, особливо тих, що виготовляються із сирого молока.

Розрізняючи процес дозрівання, важливо враховувати тип залученого бродіння, будь то бродіння бродіння або кислотне бродіння.

Процеси виробництва спреду солодковершового

Щоб гарантувати найвищу якість кінцевого продукту, виробництво солодковершкового спреду включає низку важливих етапів. Починаючи зі збору та підготовки сировини. Кожен етап відіграє важливу роль у процесі.

На початковому етапі завод отримує молоко та вершки, які потім проходять ретельний контроль якості. За допомогою лабораторного аналізу визначається жир, білок та інші важливі компоненти, а також гарантується відсутність будь-яких домішок. Молоко ефективно очищається від будь-яких механічних забруднень за допомогою спеціальних фільтрів.

Після попереднього етапу наступний етап включає пастеризацію молока. На цій стадії молоко піддають температурі 72-75°C протягом 15-20 секунд. Цей важливий крок ефективно знищує будь-які шкідливі мікроорганізми, які потенційно можуть існувати в молоці, зберігаючи при цьому його основні поживні властивості.

Після процесу пастеризації молоко проходить процедуру сепарації, спеціально спрямовану на відділення вершків. За допомогою сепаратора відбувається віджим вершків, в результаті чого виходять вершки високої жирності (приблизно 35-40%). Цей важливий крок необхідний для полегшення подальшого виробництва спреду.

Після охолодження готових вершків до температури 4-6°C в суміш вводять додаткові інгредієнти: цукор, стабілізатори, ароматизатори. Ці добавки сприяють досягненню бажаної текстури та смаку кінцевого продукту.

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Наступною фазою процесу є гомогенізація, під час якої вершки піддаються сильному тиску (15-20 МПа) при температурі 65-70°C. Ця дія ефективно руйнує жирові кульки у вершках, запобігаючи їх відокремленню та гарантуючи однорідність кінцевого продукту.

Після процесу гомогенізації вершки проходять другий цикл пастеризації, де вони нагріваються до температурного діапазону 85-90°C протягом 15-20 секунд. Цей важливий крок служить для подальшого усунення будь-яких потенційних мікроорганізмів, які можуть залишитися у вершках на попередніх етапах обробки.

Вирішальний етап швидкого охолодження пастеризованих вершків до температурного діапазону 4-6°C є важливим для збереження їх властивостей перед наступною стадією, ферментацією. Під час бродіння у вершки вводиться закваска, яка полегшує процес бродіння. Цей трансформаційний процес відбувається при температурі 20-25°C протягом 12-16 годин, що призводить до виразного смаку та аромату, характерного для спреду.

Після закінчення процесу бродіння вершки збиваються для створення однорідної суміші. Цей етап збивання має вирішальне значення для досягнення бажаної консистенції пасти. Після цього спред формують у відповідні форми або упаковують для зручного використання та зберігання.

Після того, як спред пройшов усі необхідні етапи, його ретельно упаковують у герметичні контейнери, щоб захистити його від будь-яких зовнішніх факторів і гарантувати його довговічність. Потім упакований спред наноситься належне маркування, після чого він зберігається в контрольованому середовищі з температурою в діапазоні від 2-6°C. Звідти його транспортують до різних роздрібних точок або безпосередньо доставляють кінцевому споживачеві.

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2. ВИЗНАЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПЛОЩ КАМЕР ХОЛОДИЛЬНИКА ТА СКЛАДАННЯ ПЛАНУ ХОЛОДИЛЬНИКА

2.1 Місткість камери зберігання визначається за формулою:

$$V_k = M_{\text{доб}} \cdot \tau, \text{ м}^3$$

2.2 Будівельна площа камери зберігання без підвісних шляхів визначається за формулою:

$$F = V_k / (q_v \cdot h_v \cdot \beta_F),$$

де q_v - норма навантаження на 1 м^3 вантажного об'єму камери, $\text{т}/\text{м}^3$;
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);

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

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

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

Де $M_{\text{доб}}$ - добове надходження вантажу в камеру термообробки $\text{т}/\text{доб}$;

τ - тривалість циклу холодильної обробки, год;

q_F - норма навантаження на 1 м^2 будівельної площі камери, $\text{т}/\text{м}^2$;

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

24 – перевідний коефіцієнт з годин в добу

2.4 Приймається сітка колон: 6м x 12м.

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

2.6 Розрахункова кількість будівельних прямокутників визначається за формулою ([2] с. 40) $n_p = F_{\text{буд.}} / f$, шт

2.7 Приймається дійсна кількість будівельних прямокутників: n_d .

КР 000.142.008.818.2024				
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розробив</i>	Рожко Н.В.			
<i>Перевірив</i>	Рябчук О.М.			
<i>Н. Контр.</i>				
<i>Затверд.</i>	Петренко.В.П.			
Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка			<i>Літер</i>	<i>Арк.</i>
				18
			НУХТ ХМ-4-8ск	

2.8 Дійсна будівельна площа камери визначається за формулою

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

2.9 Дійсна місткість камери визначається за формулою

$$V_{\text{к. д.}} = V_{\text{к}} \cdot n_{\text{д}} / n_{\text{р}}, \text{ т}$$

2.10 Дійсна будівельна площа камер холодильника визначається за формулою

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$F_{\text{буд.доп.}} = (0,05 \cdot 0,1) \cdot F_{\text{буд.д.хол.}}, \text{ м}^2$$

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

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

2.15 Загальна дійсна будівельна площа холодильника визначається за формулою

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

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Продукт	Сировина на виробництво продукції ; т/доб	Норма витрат на 1 т продукції ; т	Кількість виробленої продукції $M_{доб}$; т/доб	Термін зберігання τ ; діб	Місткість камери V_k ; т
Масло	250	22,4	11,2	40	448
Сир кисло-молочний	40	6,6	6,1	20	122
Спред солодко-вершковий	90	9,8	9,2	40	368

Всі розрахунки заносяться в таблиці 1.1

Таблиця 1.2 – Таблиця розрахунку місткості камер холодильника

Таблиця 1.2 – Таблиця розрахунку місткості камер холодильника

Назва камери	V_k т	$M_{доб}$ т/доб	τ діб	τ год	q_v т/м ²	h_{δ} м	b_f	q_f	$F_{ауд}$ м ²	f_i м ²	η_p шт	η_{δ} шт	$F_{ауд}$ м ²	$V_{к.в.}$ т
КТО масла		11,2		24				0,3	37,3	72	0,5	1	72	
КТО сиру кисло-молочного		4,5		24				0,3	15,0	72	0,2	1	72	
КЗМ масла	448	11,2	40		0,80	3,6	0,75		207	72	2,9	3	216	467
КЗМ сиру кисло-молочного	122	6,1	20		0,55	4,2	0,75		70	72	1,0	1	72	125
КЗО спреду солодко-вершкового	368	9,2	40		0,47	3,4	0,75		307	72	4,3	4,5	324	388
Будівельна площа камер	938									72		10,5	756	
Експедиція		27						0,35	38	72	0,5	1	72	
Допоміжні приміщення									227	72	3,2	3,5	252	
Службові приміщення									76	72	1,1	2	144	
Машинне відділення									227	72	3,2	4	288	
Площа всього холодильника										72		21	1512	

КР 000.142.008.818.2024

Арк.

20

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

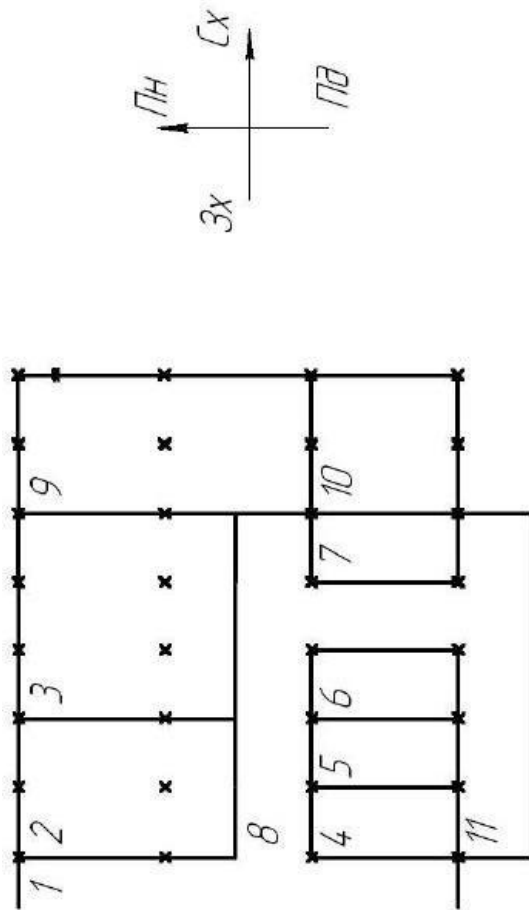


Рис. 1.1 План холодильника

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1 – Виробничий цех | 7 – Експедиція |
| 2 – Камера зберігання мороженого масла | 8 – Коридор |
| 3 – Камера зберігання охолодженого спреду | 9 – Машинне відділення |
| 4 – Камера заморозування масла | 10 – Службове приміщення |
| 5 – Камера заморозування сиру кисломолочного | 11 – Автомобільна платформа |
| 6 – Камера зберігання мороженого сиру кисломолочного | |

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КР 000.142.008.818.2024

3. РОЗРАХУНОК ІЗОЛЯЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ ХОЛОДИЛЬНИКА

Одноярусна конструкція холодильника виконана за каркасною схемою, стіни самонесучі. Навантаження від покриття і підвісного обладнання передається на збірні елементи каркаса, такі як колони, балки, ферми. Фундаментні балки підтримують самонесучі стіни каркасних будівель, а колони спираються на фундаменти.

До виробничого цеху із західної сторони приєднаний холодильник, а з трьох східних сторін розташовані прибудови до машинного відділення та сервісного приміщення.

Нижня сторона автомобіля обладнана платформою, яка знаходиться на висоті 1200 мм від підлоги вантажно-розвантажувальної платформи, що забезпечує зручне транспортування по дорозі.

У холодильнику використовуються колони розміром 400 x 400 мм. Для цього придатною вважається сітка стовпів розміром 6 x 12 м.

Зовнішні стіни холодильника конструктивно незалежні, мають товщину 380 мм і мають внутрішню теплоізоляцію. Для захисту утеплювача від вологи використовується пароізоляція.

Товщина цегляної кладки внутрішніх стін, що відокремлюють охолоджувані приміщення від не охолоджуваних приміщень, таких як коридори та тамбури, становить 250 мм. Для перегородок товщина цегляної кладки становить 120 мм. Щоб забезпечити оптимальну теплоізоляцію між камерами з різною температурою, ізоляція накладається з більш холодної сторони.

Холодильник оснащений захисним покриттям, що складається з несучих пластин, які спираються на балки. Бажаний ухил покриття 15-2%. На покриття наноситься світла фарба.

Щоб забезпечити довговічність і безпеку підлоги холодильної камери, вона повинна мати достатню міцність, щоб витримувати великі

КР 000.142.008.818.2024

Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Рожко Н.В.			Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка	Літер	Арк.	Аркуш
Перевірив		Рябчук О.М.					22	
Н. Контр.						НУХТ ХМ-4-8ск		
Затверд.		Петренко.В.П.						

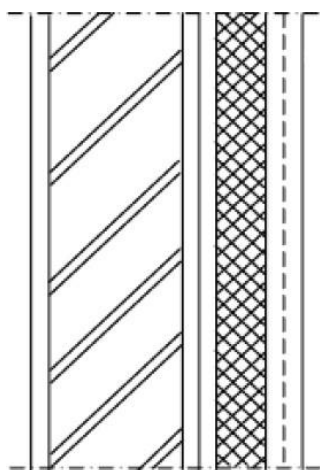
навантаження і пересування транспортних засобів і людей. Крім того, вона повинна бути гігієнічною. Щоб відповідати цим вимогам, підлогу будують із суцільного шару бетону товщиною 40-50 мм. Верхній шар бетону зміцнюється сухими зміцнюючими сумішами, відомими в народі як топінги. Нарешті, для додаткового захисту підлогу наносять протипилове просочення.

Теплоізоляція здійснюється за допомогою плит «Styrodur C», які виробляються авторитетною німецькою компанією BASF.

Для запобігання промерзання ґрунту під підлогою використовується бетонна суміш разом з електронагрівачами фірми «DEVI» Данія. Для зручності завантаження та розвантаження холодильних камер, а також безперебійного руху транспорту всередині камер встановлюються рулонні двері різної товщини. Морозильна камера оснащена дверима товщиною 150 мм, камера зберігання заморожених продуктів має двері товщиною 120 мм, а камери зберігання охолоджених продуктів і експедиції мають двері товщиною 80 мм. Щоб захистити двері від пошкоджень і служити пароізоляцією, їх покривають металевою обшивкою. Крім того, дверні блоки оснащені оглядовими вікнами, запірними пристроями та електрообігрівом (ТЕН) по периметру в низькотемпературних камерах для запобігання замерзання та підтримки рівноваги тиску.

Будівельні конструкції, що використовувалися в будівлі холодильника. Зовнішні і внутрішні стіни, перегородки.

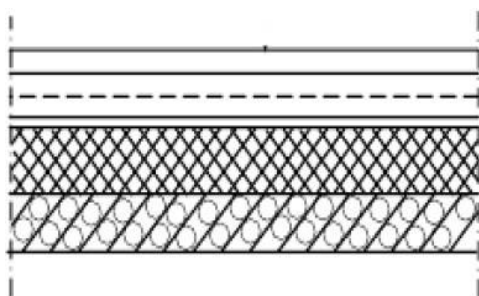
					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1. Штукатурка складним розчином по металевій сітці
2. Теплоізоляція плитна Styrodur C
3. Пароізоляція
4. Штукатурка цементно піщана
5. Кладка цегляна на центральному розчині
6. Штукатурка складним розчином

Рисунок 2.1

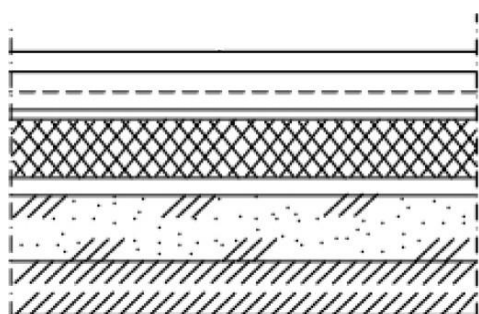
Покриття



1. 5 шарів гідролізу на бітумній мастіці
2. Стяжка з бетону по металевій сітці
3. Пароізоляція
4. Теплоізоляція плитна Styrodur C
5. Залізобетонна плита покриття

Рисунок 2.2

Підлога



1. Монолітне бетонне покриття з важкого бетону
2. Армобетонна стяжка
3. Пароізоляція
4. Теплоізоляція плитна Styrodur C
5. Цементно-піщаний розчин
6. Ущільнюючий пісок
7. Бетонна підготовка з електронагрівачами

Рисунок 2.3

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР 000.142.008.818.2024

Арк.

24

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

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

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

K_0 - потрібний коефіцієнт теплопередачі огороження, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ приймається

по таблицях 8.2, 8.3 і 8.4 ([2] с. 48-49);

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

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

δ_i - товщина окремих шарів конструкції огороження, м.

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

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

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

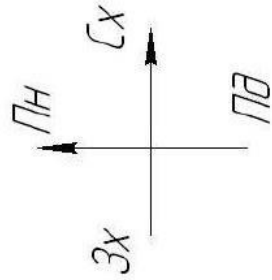
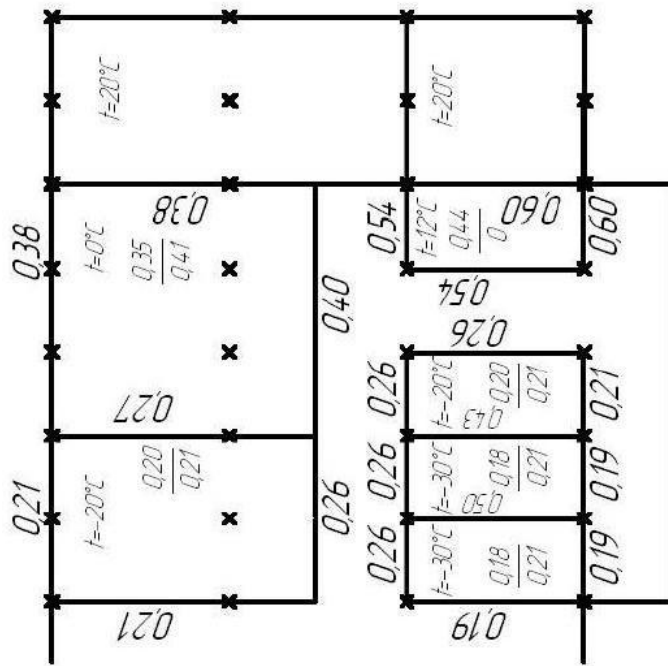
Всі розрахунки заносяться в таблицю 3.1, значення дійсних коефіцієнтів теплопередачі огорожень камер холодильника вказується на малюнку 3.1

					КР 000.142.008.818.2024	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найменування огороження	$t_{\text{ком}}, \text{ } ^\circ\text{C}$	$K_0, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$\alpha_{\text{вн}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$\alpha_{\text{вн}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$\frac{\delta_1}{\lambda_1},$	$\frac{\delta_2}{\lambda_2},$	$\frac{\delta_3}{\lambda_3},$	$\frac{\delta_4}{\lambda_4},$	$\frac{\delta_5}{\lambda_5},$	$\lambda_{\text{га}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	$\delta_{\text{га}}, \text{ м}$	$\delta_{\text{а.а}}, \text{ м}$	$K_0^a, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$
					$\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Зовнішня стіна холодного контуру	-30	0,20	23	11	0,02	0,004	0,02	0,38	0,02	0,03	0,131	0,140	0,19
					0,98	0,3	0,93	0,81	0,93				
Зовнішня стіна холодного контуру	-20	0,23	23	9	0,02	0,004	0,02	0,38	0,02	0,03	0,111	0,120	0,21
					0,98	0,3	0,93	0,81	0,93				
Зовнішня стіна теплового контуру	0	0,40	23	9	0,02	0,004	0,02	0,38	0,02	0,03	0,055	0,060	0,38
					0,98	0,3	0,93	0,81	0,93				
Зовнішня стіна теплового контуру	12	0,64	23	8	0,02	0,004	0,02	0,38	0,02	0,03	0,027	0,030	0,60
					0,98	0,3	0,93	0,81	0,93				
Внутрішня стіна холодного контуру	-30	0,27	8	11	0,02	0,004	0,02	0,25	0,02	0,03	0,097	0,100	0,26
					0,98	0,3	0,93	0,81	0,93				
Внутрішня стіна холодного контуру	-20	0,28	8	9	0,02	0,004	0,02	0,25	0,02	0,03	0,092	0,100	0,26
					0,98	0,3	0,93	0,81	0,93				
Внутрішня стіна теплового контуру	0	0,46	8	9	0,02	0,004	0,02	0,25	0,02	0,03	0,050	0,060	0,40
					0,98	0,3	0,93	0,81	0,93				
Внутрішня стіна теплового контуру	12	0,64	8	8	0,02	0,004	0,02	0,25	0,02	0,03	0,032	0,040	0,54
					0,03	1,86	0,15	2,04					

Покриття холодного контуру	-30	0,19	23	11	0,012	0,04	0,001	0,035		0,03	0,142	0,150	0,18
					0,03	1,86	0,15	2,04					
Покриття холодного контуру	-20	0,22	23	9	0,012	0,04	0,001	0,035		0,03	0,120	0,130	0,20
					0,03	1,86	0,15	2,04					
Покриття теплового контуру	0	0,37	23	9	0,012	0,04	0,001	0,035		0,03	0,064	0,070	0,35
					0,03	1,86	0,15	2,04					
Покриття теплового контуру	12	0,52	23	7	0,012	0,04	0,001	0,035		0,03	0,040	0,050	0,44
					0,03	1,86	0,15	2,04					
Підлога холодного контуру	-30; -20	0,21		11	0,04	0,08	0,001	0,025	1,35	0,03	0,067	0,070	0,21
					1,86	1,86	0,15	0,98	0,58				
Підлога теплового контуру	0	0,41		9	0,04	0,08	0,001	0,025	1,35	0,03	-0,003		0,41
					1,86	1,86	0,15	0,98	0,58				
Підлога теплового контуру	12	0		7	0,04	0,08	0,001	0,025	1,35	0,03			0
					1,86	1,86	0,15	0,98	0,58				
Перегородка -30/-20	-20	0,50	9	11	0,02	0,004	0,02	0,12	0,02	0,03	0,051	0,060	0,43
					0,98	0,3	0,93	0,81	0,93				
Перегородка -20/0	-20	0,30	9	9	0,02	0,004	0,02	0,12	0,02	0,03	0,090	0,100	0,27
					0,98	0,3	0,93	0,81	0,93				

Перегородка з однаковими t -30/-30, 0/0	-30	0,58	11	11	0,02	0,004	0,02	0,12	0,02	0,03	0,042	0,050	0,50
					0,98	0,3	0,93	0,81	0,93				
Перегородка 0/12	0	0,46	8	9	0,02	0,004	0,02	0,12	0,02	0,03	0,055	0,060	0,43
					0,98	0,3	0,93	0,81	0,93				



$t_{\text{розрахункова літня}} = 31^{\circ}\text{C}$
 $t_{\text{середньорічна}} = 6,5^{\circ}\text{C}$
 $\varphi = 52\%$

Рис. 3.1 Значення температур в приміщеннях холодильника, дійсних коефіцієнтів теплопередачі огорожень камер холодильника та розрахункових параметрів зовнішнього повітря

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КР 000.142.008.818.2024

Арк.

27

4. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОАДХОДЖЕНЬ ДО ОХОЛОДЖУВАНИХ ПРИМІЩЕНЬ

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

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = Q_{\text{обл.}}, \text{Вт}$$

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

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C}, \text{Вт}$$

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

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

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

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

де $K_0^{\text{д}}$ - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$;

приймається по таблиці 3.1 розділу 3;

F - розрахункова площа поверхні огороження, м^2 ;

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

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

$$Q_{1c} = K_0^{\text{д}} \cdot F \cdot \Delta t_c, \text{Вт}$$

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

Всі розрахунки заносяться в таблицю 4.1

Таблиця 4.1 – Зведена таблиця теплонадходжень Q_1

КР 000.142.008.818.2024				
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розробив</i>		Рожко Н.В.		Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка
<i>Перевірив</i>		Рябчук О.М.		
<i>Н. Контр.</i>				
<i>Затверд.</i>		Петренко.В.П.		
		<i>Літер</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуш</i>
			28	
НУХТ ХМ-4-8ск				

Назва камери	Найменування огороження	K ₀ ^Д ; Вт м ³ · К	Розміри			F; м ²	t _{зн} ; °С	t _{вн} ; °С	Δt; °С	Δt _с ; °С	Q _{1Г} ; Вт	Q _{1С} ; Вт	Q ₁ ; Вт
			L	B	H								
КТО масла	ВС-Пн	0,26	6		6	36		-30	37		346		346
	П-Сх	0,4	12		6	72	-30		0		0		0
	ЗС-Пд	0,25	6		6	36	31		61	4,9	417	34	451
	ВС-Зх	0,26	12		6	72	20		50		684		684
	Покриття	0,22	12	6		72	31		61	14,9	791	193	984
	Підлога	0,19	12	6		72	1		31		469		469
												2933	
КТО сиру кисломолочного	ВС-Пн	0,26	6		6	36		-30	37		346		346
	П-Сх	0,43	12		6	72	-20		10		310		310
	ЗС-Пд	0,19	6		6	36	31		61	4,9	417	34	451
	ВС-Зх	0,50	12		6	72	-30		0		0		0
	Покриття	0,18	12	6		72	31		61	14,9	791	193	984
	Підлога	0,21	12	6		72	1		31		469		469
												2559	
КЗМ масла	Зс-Пн	0,21	12		6	72	31	-20	51	0	771	0	771
	П-Сх	0,27	18		6	108	0		20		583		583
	ВС-Пд	0,26	12		6	72			31		580		580
	ЗС-Зх	0,21	18		6	108	20		40		907		907
	Покриття	0,20	18	12		216	31		51	14,9	2203	644	2847
	Підлога	0,21	18	12		216	1		21		953		953

КР 000.142.008.818.2024

Арк.

29

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

												6641	
КЗМ сиру кисломолочного	ВН-Пн	0,26	6		6	36		-20	31		290		290
	П-Зх	0,26	12		6	72			36		674		674
	ЗС-Сх	0,21	6		6	36	31		51	4,9	386	37	423
	П-Пд	0,43	12		6	72	-30		-		-		0
	Покриття	0,20	12	6		72	31		10		310		
	Підлога	0,21	12	6		72	1		51	14,9	734	215	949
									21		318		
												2653	

Продовження таблиці 4.1 - Зведена таблиця теплонадходжень Q₁

КЗО спреду солодковершкового	ВН-Зх	0,3 8	18		6	108	31	0	51	0	209 3	0	2093
	ВН-Пд	0,3 8	18		6	108	20		20		821		821
	ЗС-Сх	0,4 0	18		6	108			19		821		821
	П-Пн	0,2 7	18		6	108	- 20		-20		- 583		0
	Покрит тя	0,3 5	18	18		324	31		31	14,9	351 5	169 0	5205
	Підлога	0,4 1	18	18		324	1		1		133		133
												9073	
Експедиція	ВН-Пн	0,5 4	6		6	32		12	11		214		214
	ЗС-Зх	0,6 0	12		6	72	20		8		346		346
	ЗС-Сх	0,6 0	6		6	36	31		19	4,9	410	106	516
	ВН-Пд	0,5 4	12		6	72			13		505		505
	Покрит тя	0,4 4	12	6		72	31		19	14,9	602	472	1074
	Підлога	0	12	6		72	1		-11		0		0
													2655

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

$$Q_2 = Q_{2\text{пр}} + Q_{2\text{м}}, \text{Вт} \quad (4.5)$$

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

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Q_{2m} - теплонадходження від тари, Вт.

4.3.1 Теплонадходження від продуктів при холодильній обробці

визначається за формулою 9.8 ([2] с. 58):

$$Q_{2пр} = M_{пр} \cdot \Delta i \cdot (1000 \cdot 1000) / (24 \cdot 3600), \text{ Вт} \quad (4.6)$$

де $M_{пр}$ - добове надходження продукту в камеру, т / доб; приймається по таблиці 1,1 розділу 1;

Δi - різниця питомих ентальпій продукту, які відповідають початковій і кінцевій температурам продукту, кДж / кг; приймаються по додатку 10 ([2] с. 217-218).

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

$$Q_{2m} = M_m \cdot C_m \cdot (t_1 - t_2) \cdot (1000 \cdot 1000 / 24 \cdot 3600), \text{ Вт} \quad (4.7)$$

де M_m - добове надходження тари, т / доб; приймається по ([2] с. 59);

C_m - питома теплоємність тари, кДж / кг · К; приймається по ([2] с. 59);

t_1 і t_2 - початкова і кінцева температури тари, °С; приймаються рівними початковій і кінцевій температурам продукту.

Всі розрахунки заносяться в таблицю 4.2

Таблиця 4.2 - Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень Q_2

Назва камери	$\frac{M_{доб}}{т}$ доб	$\frac{M_{пр}}{т}$ доб	$t_{1;}$ °С	$t_{2;}$ °С	Δt_i °С	i_1 кДж кг	i_2 кДж кг	Δi_i кДж кг	$C_{пр}$ кДж кг	$Q_{2пр}$ Вт	Q_{2m} Вт	Q_{2i} Вт
КТО масла	11,2	1,12	14	-8	22	14,9	29,3	119,7	2,3	15511	656	16167
КТО сиру кисломолочного	6,1	0,61	15	-8	23	352	63,7	288,3	2,3	20347	373	20721
КЗМ масла	11,2	1,12	-8	-20	12	29,3	0	29,3	2,3	3797	358	4154
КЗМ сиру кисломолочного	6,1	0,61	-8	-20	12	63,7	0	63,7	2,3	4496	195	4691
КЗО спреда солодавершкавого	9,2	0,92	10	0	10	47,7	19,0	28,7	2,3	3055	245	3300

КР 000.142.008.818.2024

Арк.

32

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

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

$$Q_3 = V_k \cdot a \cdot \rho_p \cdot (i_{zn} - i_{vn}) / 86,4, \text{ Вт} \quad (4.8)$$

де V_k – об'єм камери, м^3 ;

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

ρ_p - щільність повітря при температурі і відносній вологості в камері, $\text{кг} / \text{м}^3$; приймається по додатку 8 ([4] с. 602);

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

Всі розрахунки заносяться в таблицю 4.3

Таблиця 4.3 Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень Q_3

Назва камери	V_k м^3	a	ρ_p $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	t_{zn} , $^{\circ}\text{C}$	t_{vn} , $^{\circ}\text{C}$	φ_{zn} , %	φ_{vn} , %	i_{zn} , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	i_{vn} , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	Δi ; $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	Q_3 ; Вт
Експедиція	432	3	1,23	31	12	52	70	62	28	40	738

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

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4, \text{ Вт}$$

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.

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

$$q_1 = A \cdot F, \text{ Вт} \quad (4.9)$$

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

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

F - площа камери, м^2 ; приймається по таблиці 1,1 розділу 1.

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

$$q_2 = 350 \cdot n, \text{ Вт} \quad (4.10)$$

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).

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

$$q_3 = N_{\text{дв.}} \cdot 1000, \text{ Вт} \quad (4.11)$$

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

1000 - перевідний коефіцієнт з кВт у Вт .

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

$$q_4 = K \cdot F, \text{ Вт} \quad (4.12)$$

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

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4 - Зведена таблиця розрахунку теплонадходжень Q₄.

Назва камери	F; м ²	A; $\frac{Вт}{м^2}$	q ₁ ; Вт	n	q ₂ ; Вт	N _{дв} ; кВт	q ₃ ; Вт	K; $\frac{Вт}{м^2}$	q ₄ ; Вт	Q ₄ ; Вт
КТО масла	72	4,7	338	2	700	8	8000	15	1080	10118
КТО сиру кисломолочного	72	4,7	338	2	700	8	8000	15	1080	10118
КЗМ масла	216	2,3	497	4	1400	3	3000	8	1728	6625
КЗМ сиру кисломолочного	72	2,3	166	2	700	2	2000	12	864	3730
КЗО спреду солодковершкового	324	2,3	745	4	1400	3	3000	12	3888	9033
Експедиція	72	4,7	338	3	1050			38	2736	4124

4.6 Теплонадходження від овочів та фруктів при «диханні» визначається за формулою 9.10 ([2] с. 59)

$$Q_5 = V_k \cdot (0,1 \cdot q_{н} + 0,9 \cdot q_{зб}) \quad (4.13)$$

де V_к - місткість камери, т; приймається по таблиці 1.1 розділу 1;

q_н, q_{зб} - тепловиділення плодів при температурах надходження і зберігання, $\frac{Вт}{т}$; приймається по додатку 8 ([2] с. 216).

Всі розрахунки заносяться в таблицю 4.5

Продукт	Мдоб.; т/доб	Норми витрати холоду на 1 т; кВт	$Q_{т.п.};$ кВт	Кількість годин роботи за добу	Витрата холоду на кожний продукт ; кВт
Масло	11,2	580	6496	8	812,0
Сир кисломолочний	6,1	220,4	1344	16	84,0
Спред солодковершковий	9,2	156	1435	16	89,7

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

$$Q = Q_{тп} / t, \text{ кВт}$$

Таблиця 4.6 – Витрати холоду на технологічні потреби

Т-молоко Час доби, год	Спред солодко- вершковий	Сир кисло- молочний	Масло	Всього по годинах
7-8	89,7	84,0		173,7
8-9	89,7	84,0		173,7
9-10	89,7	84,0		173,7
10-11	89,7	84,0	797	970,7
11-12	89,7	84,0	809	982,7
12-13	89,7	84,0	817	990,7
13-14	89,7	84,0	825	998,7
14-15	89,7	84,0	825	998,7
15-16	89,7	84,0	817	990,7
16-17	89,7	84,0	809	982,7
17-18	89,7	84,0	797	970,7
18-19	89,7	84,0		173,7
19-20	89,7	84,0		173,7
20-21	89,7	84,0		173,7
21-22	89,7	84,0		173,7
22-23	89,7	84,0		173,7

5. ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ТА СПОСОБУ ОХОЛОДЖЕННЯ

Після оцінки теплового навантаження на компресорне і камерне обладнання вибирається оптимальна система охолодження для даного конкретного об'єкта. У випадку з холодильником, який проектується в Миронівці, використовується централізована система охолодження. Для розміщення цієї системи охолодження будується спільне машинне приміщення для розміщення всіх компресорів, компресорних агрегатів та іншого необхідного обладнання, яке обслуговуватиме кількох споживачів холоду.

Забезпечення холодильних пристроїв аміаком здійснюватиметься через насосно-циркуляційну систему охолодження. Ця система працюватиме при трьох різних температурах кипіння: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ і $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Одноступенева схема вибирається для камер з $t_0 -10^{\circ}\text{C}$, тоді як двоступенева схема використовується для камер зі значеннями $t_0 -30^{\circ}\text{C}$ і -40°C .

Для камер холодильника ми вибираємо повітроохолоджувачі як охолоджувальні пристрої. На відміну від акумуляторів, повітроохолоджувачі не містять важких металів і мають чудові можливості розморожування.

Для камер зберігання охолоджених і заморожених вантажів вибираємо повітроохолоджувачі, які забезпечують помірну циркуляцію.

Коли справа доходить до енергоефективних камер охолодження та морозильних камер, ми віддаємо перевагу використанню подвійних охолоджувачів, які сприяють збалансованому повітряному потоку. Однак, коли мова йде про експедиції, ми обираємо метод охолодження акумулятора. Ми забезпечуємо рівномірний розподіл настінних і стельових батарей по

					КР 000.142.008.818.2024			
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	Рожко Н.В.				Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка	<i>Літер</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Перевірив</i>	Рябчук О.М.						37	
<i>Н. Контр.</i>						НУХТ		
<i>Затверд.</i>	Петренко.В.П.					ХМ-4-8ск		

камерах. Використовуючи акумуляторне охолодження, ми усуваємо потребу в додаткових теплогенеруючих механізмах, тим самим знижуючи загальні витрати на підтримку холодного середовища. Крім того, втрати, понесені від сушіння, значно мінімізовані порівняно з використанням подвійних охолоджувачів для охолодження.

Вибір типу конденсатора визначається різними факторами, включаючи цільове використання установки, наявність і якість водопостачання, а також переважаючі кліматичні умови. Ми віддаємо перевагу відкритим конденсаторам, які розташовані поза машинним відділенням і усувають потребу в окремому холодильному приміщенні або системі подачі зворотної води.

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						38
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

6. РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ

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

$$Q_0 = \frac{K \cdot \Sigma Q_{\text{KM}}}{b}$$

де ΣQ_{KM} - сумарне теплове навантаження на компресори для даної температури кипіння, Вт; приймається по зведеній таблиці тепло надходжень;

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 в камері, °С	ΣQ_{KM} , Вт	K	b	Q_0 , Вт
0	1019918	1,05	0,9	1189904
-20	21438	1,07	0,8	28673
-30	57008	1,1	0,8	78387

6.2 Робочий режим холодильної установки

6.2.1 Температура кипіння холодильного агента визначається за формулою ([2] с. 71)

$$t_0 = t - (5 \dots 10), \text{ } ^\circ\text{C}$$

КР 000.142.008.818.2024				
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розробив</i>	Рожко Н.В.			
<i>Перевірив</i>	Рябчук О.М.			
<i>Н. Контр.</i>				
<i>Затверд.</i>	Петренко.В.П.			
Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка			<i>Літер</i>	<i>Арк.</i>
				39
			НУХТ ХМ-4-8ск	

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

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

Одноступеневе стискання – $t_{\text{вс}} = t_0 + (5 \dots 10)$, $^{\circ}\text{C}$

Двоступеневе стискання – $t_{\text{вс}} = t_0 + (10 \dots 20)$, $^{\circ}\text{C}$

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

$$t_{\text{вд1}} = t_{\text{м.т.}} + (2 \dots 4), \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

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)).

6.2.3 Температура води, яка виходить з конденсатора визначається за формулою ([1] с. 87).

$$t_{\text{вд.2}} = t_{\text{вд.1}} + (8 \dots 11), \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

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

$$t_{\text{к}} = t_{\text{вд.2}} + (3 \dots 5), \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

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

$$t_{\text{n}} = t_{\text{вд.1}} + (3 \dots 5), \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

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

$$P_{\text{пр}} = \sqrt{P_{\text{к}} \cdot P_0}, \text{ МПа}$$

де P_0 - тиск кипіння, МПа;

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

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

6.2.7 Температура рідкого холодильного агенту на виході із змієвика проміжної

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

посудини визначається за формулою ([1] с. 93)

$$t_{зм} = t_{пр} + (3 \dots 5), \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6.8)$$

Розрахунок робочого режиму холодильної установки заноситься в таблицю

6.2 Таблица розрахунку робочого режиму холодильної установки

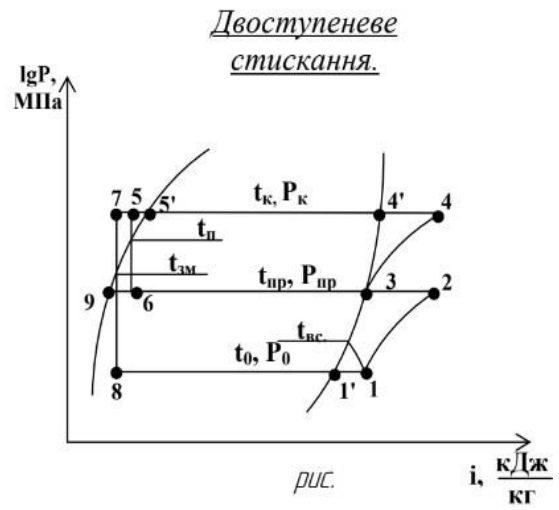
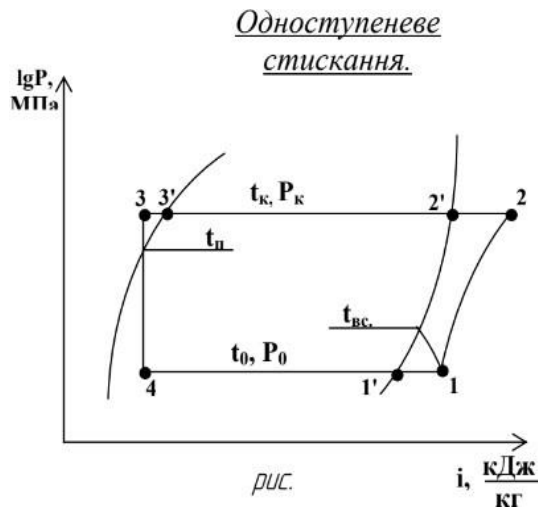
$t_{ком}$	t_0	$t_{вс}$	$t_{зм}$	φ	$t_{м.т.}$	$t_{вдт}$	t_k	$t_{г}$	P_0	P_k	$P_{пр} = \sqrt{P_k \times P_0}$	$t_{пр}$	$t_{зм}$	$\frac{P_k}{P_0}$	$\frac{P_{пр}}{P_0}$	$\frac{P_k}{P_{пр}}$
$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	%	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	МПа	МПа	МПа	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$			
0	-10	0	31	52	23	27	35	32	0,29	1,35				4,66		
-20	-30	-20	31	52	23	27	35	32	0,12	1,35	0,40	-2	2	11,25	3,35	3,35
-30	-40	-30	31	52	23	27	35	32	0,072	1,35	0,31	-9	-5	18,75	4,31	4,35

Вибір схеми холодильної установки заноситься в таблицю 6.3

Таблица 6.3 Таблица вибору схеми холодильної установки

t_0 , $^\circ\text{C}$	P_0 , МПа	P_k , МПа	$\frac{P_k}{P_0}$	Схема холодильної установки	$P_{пр} = \sqrt{P_k P_0}$ МПа
-10	0,29	1,31	4,7	Одноступенева	
-30	0,12	1,31	11,3	Двох ступенева	0,4
-40	0,072	1,31	18,8	Двох ступенева	0,31

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



Параметри умовних точок циклу одноступеневого стискання заносяться в таблицю 6.4

Режим, °C				P_0	$P_{пр}$	i_T	i_1	i_2	i_3	$i_5=i_6$	V_1	V_2	V_3
t_0	t_k	t_n	t_{oc}	МПа	МПа	кДж/кг	кДж/кг	кДж/кг	кДж/кг	кДж/кг	м³/кг	м³/кг	м³/кг
-10	35	32	0	0,29	1,35	1670	1690	1900	580	570	0,44	0,14	0,00169

Параметри умовних точок циклу двоступеневого стискання заносяться в таблицю 6.5

Режим, °C				P_0	$P_{пр}$	P_k	$t_{пр}$	$t_{нп}$	i_T	i_1	i_2	i_3	i_4	i_9	$i_5=i_6$	$i_7=i_8$	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5			
t_0	t_k	t_n	t_{oc}	МПа			°C	кДж/кг								м³/кг								
													кг											
-30	35	32	-20	0,12	0,40	1,35	-2	2	1640	1665	1831	1673	1849	410	570	427	1,01	0,39	0,3	0,12	0,00169			
-40	35	32	-30	0,07	0,31	1,35	-9	-5	1627	1647	1851	1671	1880	377	570	395	1,62	0,53	0,4	0,125	0,00169			

КР 000.142.008.818.2024

Арк.

42

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).

$$q_0 = i_1 - i_4, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

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

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

$$M = \frac{Q_0}{q_0}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

де Q_0 - навантаження на компресор з врахуванням втрат, кВт; приймається по

таблиці

6.3.2 Дійсна об'ємна подача компресора визначається за формулою 5.3 ([1] с. 95)

$$V_d = M \cdot v_1, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

де v_1 - питомий об'єм пари, $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$; приймається по таблиці розділу

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

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

де λ - коефіцієнт подачі компресора в залежності від ступені стискання $\frac{P_k}{P_0}$,

типу

компресора і холодильного агенту, на якому буде працювати компресор, приймається по графіку на малюнку 5.5 ([1] с. 97).

6.3.4 Теоретична (адіабатна) потужність компресора визначається за формулою 5.5

([1] с. 96)

					<i>KP 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_{\text{мех}}}, \text{ кВт}$$

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

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

$$Q_k = Q_0 + N_i, \text{ кВт}$$

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, °C	Q_0 , кДж/кг	Q_0 , кВт	M , кг/с	V_a , м³/с	λ	$V_{\text{в}}$, м³/с	Марка компресора	К-ть	$V_{\text{в}}$, м³/с	$N_{\text{в}}$, кВт	N_i , кВт	N_e , кВт	Q_k , кВт
-10	1100	1189,9	1,082	0,476	0,8	0,595	"YORK" SAB 87	2	0,723	227,2	284,0	315,5	1474

Таблиця 6.7 Технічна характеристика компресорного агрегата (виробництво «YORK»)

Марка	Тип	Холодо-продуктивність, кВт	V_3 , м ³ /с	Частота обертів, с ⁻¹	Габаритні розміри, мм			Маса (без двигуна), кг
					L	B	H	
"YORK" SAB 87	звинтовий	1700	0,723	49	3730	1590	2540	3690

6.4 Тепловий розрахунок та підбір компресорів двоступеневого стискання.

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

$$q_0 = i_1 - i_8$$

де i_1, i_8 - ентальпії умовних точок циклу, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; 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)

$$M_1 = \frac{Q_0}{q_0}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

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)

$$M = M_1 \cdot \frac{i_2 - i_7}{i_3 - i_6}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

де i_2, i_3, i_6, i_7 - ентальпії умовних точок циклу, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; приймаються по таблиці 6.5 розділу 6

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

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

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

					КР 000.142.008.818.2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

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

$$V_{д}^{С.Н.Т.} = M \cdot v_3, \frac{м^3}{с}$$

де v_3 - питомий об'єм пари, що всмоктується С.В.Т., $\frac{м^3}{кг}$ приймається по таблиці 6.5 розділу 6

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

$$V_{Т}^{С.Н.Т.} = \frac{V_{д}^{С.Н.Т.}}{\lambda^{С.Н.Т.}}, \frac{м^3}{с}$$

де $\lambda^{С.Н.Т.}$ - коефіцієнт подачі С.Н.Т. в залежності від ступені стискання $\frac{P_{пр}}{P_0}$,

приймається по графіку на малюнку ([1] с. 97).

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

$$V_{Т}^{С.В.Т.} = \frac{V_{д}^{С.В.Т.}}{\lambda^{С.В.Т.}}, \frac{м^3}{с}$$

де $\lambda^{С.В.Т.}$ - коефіцієнт подачі С.В.Т. в залежності від ступені стискання $\frac{P_k}{P_{пр}}$

приймається по графіку на малюнку 5.5 ([1] с. 97)

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

$$N_{Т}^{С.Н.Т.} = M \cdot (i_1 - i_2), \frac{кВт}{1}$$

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

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

$$N_{Т}^{С.В.Т.} = M \cdot (i_3 - i_4), \frac{кВт}{3}$$

де i_3, i_4 - ентальпії умовних точок циклу, $\frac{кДж}{кг}$; приймаються по таблиці 6.5 розділу 6

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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

106)

$$N_i^{С.Н.Т.} = \frac{N_{i}^{С.Н.Т.}}{\eta_i^{С.Н.Т.}}, \text{ кВт}$$

де $\eta_i^{С.Н.Т.}$ - 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)

$$N_i^{С.В.Т.} = \frac{N_{i}^{С.В.Т.}}{\eta_i^{С.В.Т.}}, \text{ кВт}$$

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

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

$$N_e^{С.Н.Т.} = \frac{N_{i}^{С.Н.Т.}}{\eta_{\text{мех}}^{С.Н.Т.}}, \text{ кВт}$$

де $\eta_{\text{мех}}^{С.Н.Т.}$ - індикаторний 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)

$$N_e^{С.В.Т.} = \frac{N_{i}^{С.В.Т.}}{\eta_{\text{мех}}^{С.В.Т.}}, \text{ кВт}$$

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

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

$$Q_K = Q_0 + N_i^{С.Н.Т.} + N_i^{С.В.Т.}, \text{ кВт}$$

Розрахунок та підбір компресорів двоступеневого стискування заносяться в таблицю 6.8 технічна характеристика - в таблицю 6.9

Таблиця 6.6 – Розрахунок та підбір компресорів двоступеневого стискування

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Режим, °C	Q_0 , кВт	Q_0 , кДж/к2	M_1 , кг	M , кг	$V_{\text{в}}^{\text{снт}}$, $V_{\text{в}}^{\text{свт}}$, м ³ /с	$\lambda^{\text{снт}}$, $\lambda^{\text{свт}}$	$V_{\text{т}}^{\text{снт}}$, $V_{\text{т}}^{\text{свт}}$, м ³ /с	Марка компресора	Кількість	$V_{\text{т}}^{\text{снт}}$, $V_{\text{т}}^{\text{свт}}$, м ³ /с	$N_{\text{т}}^{\text{снт}}$, $N_{\text{т}}^{\text{свт}}$, кВт	$N_{\text{е}}^{\text{снт}}$, $N_{\text{е}}^{\text{свт}}$, кВт	$N_{\text{е}}^{\text{снт}}$, $N_{\text{е}}^{\text{свт}}$, кВт	$Q_{\text{к}}$, кВт
-30	28,7	1213	0,024	0,030	0,024 0,009	0,83 0,82	0,029 0,011	"YORK" TSMO 28	2	0,049 0,016	3,9 5,3	4,9 6,6	5,4 7,4	40,2
-40	78,4	1232	0,064	0,084	0,103 0,034	0,79 0,78	0,130 0,043	YORK" TSMC 108 E	2	0,141 0,047	13,0 17,6	16,2 22,0	18,0 24,4	116,6

Таблиця 6.7 – Технічна характеристика компресорів двоступеневого стискування

Марка	Кількість циліндрів на стороні	Холодопродуктивність, кВт	Діаметр і хід поршня, мм	$V_{\text{т}}^{\text{снт}}$, $V_{\text{т}}^{\text{свт}}$, м ³ /с	Частота обертів, с ⁻¹	Габаритні розміри, мм			Маса, кг
						L	B	H	
"YORK" TSMO 28	6/2	20	70x70	0,049	30	1400	700	1000	500
"YORK" TSMC 108 E	6/2	100	100x100	0,141	25	1900	1050	1125	1000

6.5 Розрахунок та підбір випарювальних конденсаторів.

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

$$F_K = \frac{Q_K}{q_F}, \text{ м}^2$$

де Q_K – розрахункове навантаження на основну орошувальну секцію конденсатора, кВт,

q_F – щільність теплового потоку, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$, для випарювальних конденсаторів

приймається $q_F = 2500 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ ([2] с. 88);

6.5.2 Розрахункове навантаження на основну орошувальну секцію конденсатора визначається за формулою ([2] с. 88);

$$Q_K = (0,9 \cdot 0,92) \Sigma Q_{\text{кд}}, \text{ Вт}$$

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

					KP 000.142.008.818.2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

6.5.3 Об'ємна витрата води на охолодження конденсаторів визначається за технічною характеристикою випарювального конденсатора, враховуючи сумарну витрату води, яка циркулює та свіжої води, яка додається для компенсації втрат води на випарювання, по витраті води підбираються насоси з урахуванням резервного насосу.

Розрахунок, підбір та технічна характеристика конденсаторів заносяться в таблицю 6.10

Таблиця 6.10 – Зведена таблиця розрахунку конденсаторів

$Q_{ка},$ Вт	$Q_{к},$ Вт	$q_f,$ Вт/м ²	$F_{к2},$ м ²	Марка конденсатора	К- ть	$F_{ка},$ м ²	Розміри, мм			Маса кг
							L	B	H	
1630649	1467584	2500	587,0	ЭКА700	2	310	4000	1700	2700	5170

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

Таблиця 6.11 – Зведена таблиця розрахунку водяних насосів

Марка	К-ть конден- саторів	Витрата цирк. води, м ³ /год	Витрата свіжої води, м ³ /год	Сумарна витрата води, м ³ /год	Марка насоса	К-ть насосів	Подача м ³ /год	Повний напір, м	Частота обертання, с ⁻¹
ЭКА 700	2	55	1,2	56,2	К100- 80-160а	4	90	26	48

6.7 Розрахунок та підбір повітроохолоджувачів.

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

$$F_{н.о.} = \frac{Q_{к.обл}}{K_{н.о.} \cdot \Delta t}, \text{ м}^3 \quad (6.32)$$

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

приймається по зведеній таблиці теплонахлджень;

					КР 000.142.008.818.2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$K_{п.о.}$ - коефіцієнт теплопередачі повітроохолоджувача, $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$; приймається

в залежності від t_0 по ([2] с. 92);

Δt - різниця температур між киплячим холодильним агентом і повітрям в камері, $^{\circ}C$.

6.7.2 Розрахункова кількість повітроохолоджувачів визначається за формулою

$$n_p = \frac{F_{п.о.}}{f_{п.о.}}, \text{ шт} \quad (6.33)$$

де $f_{п.о.}$ - площа теплопередаючої поверхні прийнятого повітроохолоджувача, $м^2$ приймається по каталогу виробника.

Приймається дійсна кількість повітроохолоджувачів: n_d .

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

$$V_{пов} = \frac{Q_{к.обл}}{\rho_{пов}(i_1 - i_2)}, \frac{м^3}{с} \quad (6.34)$$

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

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

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

$$V_{пов.зач} = V_{1.пов} \cdot n_d, \frac{м^3}{с} \quad (6.35)$$

де $V_{1.пов}$ - об'ємна витрата повітря одним повітроохолоджувачем, $\frac{м^3}{с}$; приймається по каталогу виробника

n_d - дійсна кількість повітроохолоджувачів, шт.

6.7.6 Місткість повітроохолоджувачів для даної камери по аміаку визначається за формулою

$$V_{а.заг} = V_a \cdot n_d, М^3 \quad (6.36)$$

					КР 000.142.008.818.2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

де V_a - місткість по аміаку одного повітроохолоджувача, м³; приймається по каталогу виробника

Розрахунок, підбір та технічна характеристика повітроохолоджувачів

Заноситься в таблицю 6.12

Назва камери	$Q_{к.обл}$, Вт	t_o , °C	$t_{кам}$, °C	$k_{n.o}$ $\frac{Вт}{м^2 \times К}$	$t_{вх}$, °C	$t_{вих}$, °C	i_1 $\frac{кДж}{кг}$	i_2 $\frac{кДж}{кг}$	Δi $\frac{кДж}{кг}$	$\rho_{пов}$ $\frac{кг}{м^3}$	ϕ %	$F_{n.o}$ м ³	Марка повітроохо- лоджувача	V_{no} $\frac{м^3}{с}$	$V_{1.no}$ $\frac{м^3}{с}$	$V_{нов.}$ $\frac{м^3}{с}$	V_a м ³	V_a м ³
КЗО спреду солодко-вершавого	21406	-10	0	17,5	2	-2	12	5	7	1,29	90	122,3	GACV AP 045.1EN/2A- 40.A-156T.OCJM	2,37	1,56	4,68	0,014	240'0
КЗМ масла	17421	-30	-20	12,5	-18	-22	-16	-21	5	1,39	95	139,6	GACV AP 045.1DN/2A- 40.A-156S.OCJM	2,51	2,92	5,84	0,018	930'0
КЗМ сиру кисло-молочного	11073	-30	-20	12,5	-18	-22	-16	-21	5	1,39	95	88,6	GACV AP 040.1DN/2A- 40.A-14.JL.1HOM	1,59	3,86	1,94	0,026	920'0
КТО масла	29219	-40	-30	12	-27	-33	-26	-33	7	1,42	95	243,5	GACV AP 050.1FN/3A- 70.A-1KHL.35MM	1,162	2,917	2,917	0,0132	290'0
КТО сиру кисло-молочного	11324	-10	0	17,5	2	-2	12	5	7	1,29	95	90,5	GACV AP 050.1HN/3A- A0.A-1MCA.35MM	1,252	2,917	2,917	0,0132	470'0
Загальна місткість аміаку																		0,240

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР 000.142.008.818.2024

6.8 Розрахунок та підбір батарей.

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

$$F_{\text{б}} = \frac{Q_{\text{к.обл}}}{K_{\text{б}} \cdot \Delta t}, \text{ м}^2 \quad (6.37)$$

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

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

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

6.8.2 Довжина батареї визначається за формулою

$$L_{\text{б}} = 2 \cdot L_{\text{ск}} + n \cdot L_{\text{сс}}, \text{ м} \quad (6.38)$$

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

n - кількість секцій СС, шт.

6.8.3 Площа поверхні охолодження визначається за формулою

$$f_{\text{б}} = 2 \cdot f_{\text{ск}} + n \cdot f_{\text{сс}} \quad (6.39)$$

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

6.8.4 Розрахункова кількість батарей визначається за формулою

$$n_{\text{р}} = \frac{E_{\text{б}}}{f_{\text{б}}}, \text{ шт} \quad (6.40)$$

Приймається дійсна кількість батарей: пд.

6.8.5 Місткість батарей по аміаку визначається за формулою

$$V_{\text{б}} = L_{\text{б}} \cdot n_{\text{тр}} n_{\text{б}} \cdot V_{\text{тр}}, \text{ м}^3 \quad (6.41)$$

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

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

$V_{\text{тр}}$ - об'єм одного погонного метра труби, м³; приймається $V_{\text{тр}}=0,00088 \text{ м}^3$

3

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

6.8.6 Дійсна площа теплопередаючої поверхні батарей розраховується за формулою

$$F_{б.д} = f_б \cdot n_д, \text{ м}^2 \quad (6.42)$$

Розрахунок та технічна характеристика батарей заноситься в таблицю 6.15

Таблиця 6.13 Розрахунок та технічна характеристика батарей.

Назва	Q _{к.} обл Вт	t _{кам} °C	Δt °C	K Вт м ² · К	F _б м ²	Секції		t мм	П _{гр} шт	L б м	f _б м ²	П _р шт	n _д шт	V тр м ³	V _б м ³
						СК	СС								
Експидиція	7517	12	22	4.7	72. 7	2x2750	2x3000	20	4	11.5	71	1,03	1	0.00088	0.04
						2x16.9	2x18.4								

КР 000.142.008.818.2024

Арк.

53

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

7. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки

7.1 Розрахунок та підбір лінійних ресиверів.

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

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

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

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

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

7.2 Місткість випарувальної системи визначається за формулою

$$V_{вип.2} = V_{б.} + V_{п.о.} \quad (7.2)$$

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

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

Розрахунок лінійних ресиверів заноситься в таблицю 7.1

Таблиця 7.1 - Розрахунок лінійних ресиверів

$V_{б.}, \text{ м}^3$	$V_{ШМА}$	$V_{п.о.}, \text{ м}^3$	$V_{вип.}, \text{ м}^3$	Марка лінійного компресора	Кількість
0,040	0,0240	1,095	1,38	0,75РД	2

Технічна характеристика ресиверів заноситься в таблицю 7.2

Таблиця 7.2 - Технічна характеристика ресиверів (виробництво ВАТ “Сніжнянськхіммаш”, Україна)

					КР 000.142.008.818.2024			
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	Рожко Н.В.				Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка	<i>Літер</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Перевірив</i>	Рябчук О.М.						54	
<i>Н. Контр.</i>					НУХТ ХМ-4-8ск			
<i>Затверд.</i>	Петренко.В.П.							

Марка	Габаритні розміри, мм		Місткість, м ³	Маса, кг
	D x S	L		
0,75РД	600x6	3020	0,77	340

7.3 Розрахунок та підбір циркуляційних ресиверів.

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

$$V_{\text{пр}} = (V_6 \cdot K_1 + V_{\text{п.о.}} \cdot K_2) K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \text{ м}^3 \quad (7.3)$$

де K_1 - коефіцієнт заповнення труб батарей;

K_2 - коефіцієнт заповнення труб повітроохолоджувачів;

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

K_4 - коефіцієнт місткості колекторів і трубопроводів;

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

K_6 - коефіцієнт допустимого заповнення ресиверів;

K_7 - коефіцієнт запасу місткості.

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

Розрахунок та підбір циркуляційних ресиверів заносяться в таблицю 7.3

Таблиця 7.3 - Розрахунок та підбір циркуляційних ресиверів.

t_0 , °C	V_6 , м ³	$V_{\text{п.о.}}$, м ³	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	$V_{\text{пр}}$, м ³	Марка цикр. ресивера
-10	0,04	0,042	0,25	0,5	-	1,2	1,55	1,45	1,2	0,10	1,5РДВ
-30		0,062		0,5	-	1,2	1,55	1,45	1,2	0,10	1,5РДВ
-40		1,136		0,5	-	1,2	1,55	1,45	1,2	1,22	1,5РДВ

Технічна характеристика ресиверів заноситься в таблицю 7.4

Таблиця 7.4 - Технічна характеристика ресиверів.

Марка	Розміри, мм		Діаметри умовних проходів патрубків, мм				V _{ам} , м ³	Маса, кг
	D x S	H	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄		
1,5РДВ	800x10	3880	15	15	15	15	1,68	785

Розрахунок та підбір дренажного ресивера.

В насосно-циркуляційних системах дренажний ресивер підбирається по місткості

На основі цього приймається дренажний ресивер марки 1,5РД

Технічна характеристика дренажного ресивера заноситься в таблицю 7.5

Таблиця 7.5 - Технічна характеристика дренажного ресивера (виробництво...

Марка	Габаратні розміри, мм		Місткість, м ³	Маса, кг
	D x S	L		
1,5РД	800x8	3610	1,65	670

Розрахунок та підбір аміачних насосів.

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

$$V_a = M \cdot V_p \cdot a, \frac{м^3}{с} \quad (7.14)$$

де M - масова витрата холодильного агента, $\frac{кг}{с}$; приймається по таблиці 6.6 і 6.8 розділу 6;

V_p - питомий об'єм рідкого холодильного агента, $\frac{м^3}{кг}$; (V_p = 0,00169);

a - кратність циркуляції холодильного агента (верхня подача)

a=20

					КР 000.142.008.818.2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Для випуску масла з масловідокремлювача та масловідстійників, всіх апаратів і випуску його на зовні підбирається один загальний маслозбірник марки 60МЗС - таблиця 5.26 ([2] с. 34).

Технічна характеристика маслозбірника заноситься в таблицю 7.9

Таблиця 7.9 Технічна характеристика масло збірника

Марка	Розміри, мм			Місткість, м ³	Маса, кг
	D x S	B	H		
60МЗС	325x9	650	1280	0,06	85

8 Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах

Розрахунок та підбір трубопроводів.

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

$$d = 1,13 \sqrt[3]{\frac{V}{\omega}}, \text{ м} \quad (7.4)$$

де ω - розрахункове значення швидкості руху середовища в трубопроводі, $\frac{\text{м}}{\text{с}}$

приймається по таблиці ([1] с. 172);

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

1.2 Кількість речовини, яка протікає по трубопроводу визначається за формулою

Одноступеневе стискання:

$$\text{Всмокутування: } V = M \cdot v_1, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (7.5)$$

$$\text{Нагнітання: } V = M \cdot v_2, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (7.6)$$

Двоступеневе стискання:

$$\text{Всмокутування: } V = M_1 \cdot v_1, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (7.7)$$

$$\text{Нагнітання: } V = M \cdot v_4, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (7.8)$$

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

$$V = V_1 + V_2 + V_3, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (7.9)$$

$$\text{Нагнітання (} t_0 = -10 \text{ } ^\circ\text{C)} - V_1 = M \cdot v_2, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (7.10)$$

$$\text{Нагнітання (} t_0 = -30 \text{ } ^\circ\text{C)} - V_2 = M \cdot v_4, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (7.11)$$

$$\text{Нагнітання (} t_0 = -40 \text{ } ^\circ\text{C)} - V_3 = M \cdot v_4, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (7.12)$$

КР 000.142.008.818.2024				
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розробив</i>	Рожко Н.В.			
<i>Перевірив</i>	Рябчук О.М.			
<i>Н. Контр.</i>				
<i>Затверд.</i>	Петренко.В.П.			
Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка			<i>Літер</i>	<i>Арк.</i>
				59
			НУХТ ХМ-4-8ск	

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

$$V = M \cdot v_3 + M_1 \cdot v_5 + M_1 \cdot v_5, \frac{м^3}{с} \quad (7.13)$$

Розрахунок та підбір аміачних трубопроводів заноситься в таблицю 7.6

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 ₄ , $\frac{м^3}{кг}$	v ₅ , $\frac{м^3}{кг}$	V _p , $\frac{м^3}{с}$	ω, $\frac{м}{с}$	d _{ви} , м	D _y , мм
Всмоктуючий	-	0,028		0,44				0,0123	15	0,032	32
Нагнітаючий	10	0,028			0,14			0,0992	20	0,050	50
Всмоктуючий	-		0,48	0,95				0,456	15	0,195	125
Нагнітаючий	30	0,06				0,11	0,00169	0,0066	20	0,20	20
Всмоктуючий	-		0,241	1,54				0,371	15	0,177	200
Нагнітаючий	40	0,31				0,39	0,00169	0,12	20	0,087	100
Загальний нагнітаючий	-							0,01658	20	0,102	125
Рідинний	-						0,00169	0,00127	0,5	0,057	70

КР 000.142.008.818.2024

Арк.

60

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

9 Техніко-економічні показники проекту.

9.1 Розрахунок планової холодопродуктивності на рік. Річна вироблення холоду, або виробничий план компресорного цеху, є встановленим завданням холодильного виробництва, яке має велике значення для переробки товарів, теплообміну, вентиляції та виробництва різноманітної продукції в провідному холодильному цеху. Оплата холодної плати здійснюється на підставі теплорозрахункової інформації дипломного проекту. Наприклад, згрупуйте камери відповідно до кількох температур кипіння, як зазвичай, потім розрахуйте продуктивність холоду окремо для всіх груп на початку, а потім додайте річну продуктивність (після переведення за нормальних умов). Вартість виробництва холоду різна при різних температурах кипіння. Тому їм слід приписати відносну величину - енергоємність -1000 кДж. Холодопродуктивність за стандартних умов визначається наступним співвідношенням:

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

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, °C	-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

					КР 000.142.008.818.2024					
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				<i>Літер</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Розробив</i>	Рожко Н.В.				Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка				61	
<i>Перевірив</i>	Рябчук О.М.							НУХТ ХМ-4-8ск		
<i>Н. Контр.</i>										
<i>Затверд.</i>	Петренко.В.П.									

Всі розрахунки зводяться в таблицю 9.1.2.

Таблиця 9.1.2 - Річний виробіток холоду в стандартних умовах.

Т _{кип} , °С	Витрати холоду кВт в год., Q _{роб.год.}		Коефіцієнт переводу в стандартні умови, Кп	Витрата холоду в стандартних умовах в год (Q _{ст.год.}), кВт	Всього холоду в рік стандартних умовах Q _{ст} (тис. кДж)
	Без витрат	З витратами			
-10	70	90	0,76	68,4	1 333 800
-30	100	130	1,8	234	4 563 000
-40	60	80	2,9	232	4 524 000
Всього:				535	10 420 800

Виробіток холоду як свідчать дані таблиці в рік в стандартних умовах становить 10 420 800 тис. кДж.

Розрахунок капітальних витрат компресорного цеху передбачає спрямування фінансових ресурсів на відтворення та створення основних виробничих і невиробничих фондів. Це включає в себе розробку нових, реконструйованих і існуючих провідних засобів. Крім того, капітальні витрати також можуть бути спрямовані на проекти в соціальній сфері, такі як будівництво житлових будинків, закладів культури та охорони здоров'я.

Відповідно до Законодавства України, що регулює діяльність підприємств, майно підприємства формується за рахунок різних джерел, які також визначають значні витрати. До цих джерел належать особисті грошові кошти (власний капітал), отримані від реалізації продукції, послуг та іншої діяльності, амортизаційні відрахування на відновлення основних фондів, кредити, отримані від банків та юридичних осіб, безоплатні або благодійні внески організацій, підприємств, громадян, а також а також інші джерела,

					КР 000.142.008.818.2024	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Обладнання	Тип, марка	Кількість	Ціна заодиницю	Сума, грн.
Одноступеневий КМ	SAB 87	2	400 000	800 000
Двоступеневий КМ	TСМО 28	2	1 000 000	2 000 000
Двоступеневий КМ	TSMC 108 E	2	800 000	1 600 000
Конденсатор	EKA 700	2	500 000	1 000 000
Насос водяний	K100-80-160a	4	10 000	20 000
Випарник	ИП-320	1	450 000	900 000
Ресивер лінійний	0,75 РД	1	15 000	15 000
Ресивер циркуляційний	1,5 РДВ	3	20 000	60 000
Ресивер дренажний	1,5 РД	1	20 000	20 000
Масловіддільник	125 МА	1	12 000	12 000
Маслозбірник	60 МЗС	1	7 000	7 000
Гідроциклон	ЕГЦ 50	3	18 000	54 000
Насос аміачний	ЗЦГ200/50-50	2	20 000	40 000
Насос аміачний	ЦГ6,3/32-1.1-2;5	2	16 000	32 000
Насос аміачний	ЦГ25/50-3Б	2	18 000	34 000
Повітровіддільник	Purger	1	45 000	45 000
Повітроохолоджувач	GACV AP 045.1EN/2A-40.A	3	345 600	1 035 000
Повітроохолоджувач	GACV AP 045.1DN/2A-40.A	2	324 000	324 000
Повітроохолоджувач	GACV AP 040.1DN/2A-40.A	1	296 900	296 900
Повітроохолоджувач	GACV AP 050.1FN/2A-70A	1	330 000	330 000

КР 000.142.008.818.2024

Арк.

63

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Повітроохолоджу вач	GACV AP 050.1HN/3A-A0	1	370 000	370 000
Всього:				9 044 000

Загальна вартість обладнання складає 9 044 000 грн.

Вартість іншого обладнання визначається за формулою:

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

$$C_{\text{інш}} = 9\,044\,000 \cdot 0,1 = 904\,400 \text{ грн}$$

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

$$C_p = 9\,044\,000 + 904\,400 = 9\,948\,400 \text{ грн}$$

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.

$$C_{\text{обл}} = 1,07 \cdot 9\,948\,400 + 0,15 \cdot 904\,400 = 10\,780\,448 \text{ грн.}$$

Початкова вартість будівлі цеху визначається по укрупнених показниках за формулою:

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

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

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

Z_b - питома вартість 1 м^3 будівлі без обладнання, грн.;

H - висота компресорного цеху, м;

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

$$V_{\text{буд}} = 1728 \cdot 6 = 10368 \text{ м}^3$$

$$C_{\text{буд}} = 10368 \cdot 3200 = 33\,178\,032 \text{ грн}$$

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

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

$$K_B = 33\,178\,032 + 10\,780\,448 = 43\,958\,480 \text{ грн}$$

Загальна сума капіталовкладень становить 43 958 480 грн.

					КР 000.142.008.818.2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

9.3 Розрахунок чисельності робітників і фонду оплати праці

Система матеріальної винагороди включає заробітну плату, грошову винагороду, іноді як засіб матеріальної винагороди використовується складова участі працівників у доходах компанії. Найбільше місце в системі стимулювання займає матеріальна винагорода, основною формою якої є оплата праці. Виплата заробітної плати є визнанням зусиль, докладених працівником, яка зазвичай виражається в грошовій формі. Заробітну плату призначає роботодавець або уповноважена ним за трудовим договором третя особа за конкретну виконувану роботу. Розмір посадового окладу визначається складністю роботи, професійно-діловими якостями працівника, результатами його роботи та фінансовою спроможністю підприємства. Заробітну плату слід розглядати як економічний термін, так і як матеріальну винагороду. Як така, заробітна плата служить економічним показником економічних відносин між власниками компанії і трудовим колективом, власником і окремим працівником щодо розподілу новоствореної вартості.

Винагорода, яку отримує людина, залежить від різних факторів, таких як складність і обставини виконуваних завдань, професійна кмітливість і ділові здібності працівника, досягнуті результати та економічні показники організації. Необхідно розглядати заробітну плату і як економічне поняття, і як засіб мотивації. З економічної точки зору заробітна плата означає відносини між власниками підприємства та робочою силою, а також між власником і кожним окремим працівником з точки зору розподілу виробленої вартості. Як форма матеріального стимулювання заробітна плата являє собою частину національного доходу, що спрямовується на оплату праці, що забезпечує грошове задоволення, яке може використовувати працівник. Основна заробітна плата є винагородою за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці, визначених тарифними ставками (окладами) або відрядними розцінками за конкретні завдання та посадовими окладами працівників. З іншого боку, додаткова заробітна плата є винагородою за виконання встановлених норм

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

праці, демонстрацію виняткової майстерності та винахідливості, а також за роботу в унікальних і складних умовах. Інші заохочувальні і компенсаційні виплати.

До них відносяться виплати за результатами роботи за рік, додаткові винагороди за конкретні завдання та бонуси, особливі для системи та перевищують законодавчі стандарти. Основною складовою системи оплати праці є мінімальна заробітна плата.

Мінімальна заробітна плата — це грошова сума, яка законодавчо визначається як мінімальна заробітна плата за просту працю без будь-якої додаткової підготовки чи навичок, нижче якої працівник не може отримувати місячну погодинну заробітну плату. Відтворюваний метою заробітної плати є встановлення таких нормативів оплати праці такого рівня, які забезпечуватимуть типове відтворення робочої сили, а також одержання власником необхідного результату господарської діяльності. Метою функції заробітної плати є стимулювання працівників до максимально ефективних дій на робочих місцях.

Функція регулювання відповідає за диференціацію діапазону заробітної плати за професією та кваліфікацією, необхідною для посади. Соціальні функції заробітної плати покликані гарантувати, що кожен, хто працює, отримує однакову винагороду за свої зусилля, вона поєднує в собі договірне та державне регулювання заробітної плати, а також може сприяти соціальній справедливості. Сьогодні на сучасних підприємствах застосовуються різні методи і системи оплати праці, але найбільшого поширення набули три види оплати: відрядна, погодинна і тарифна. Положення про чисельність працівників компресорного цеху загальною потужністю охолодження 1700 кВт і більше включають посаду завідувача.

Кількість змінних працівників різна для конкретних умов кожного підприємства.

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						66
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Загальна потужність для охолодження речей обмежена кількістю джерел тепла, яка вказана КМ.

1700 кВт - 1 механік.

1700 - 5000 кВт - 2 механіка.

більше 5000 кВт - 4 змінних механіка.

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

Чисельність працюючих машиністів і слюсарів-наладчиків компресорного цеху N_p визначається за формулою:

$$N_p = \sum_{i=1}^{i=5} N_{pj} \quad (13.3.1)$$

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

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

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

n_j - кількість компресорів даного типу в групі;

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

Пі	1	2-4	5-9	10 і більше
К	1	0,8	0,7	0,6

Таблиця 9.3 Баланс робочого часу

Елемент часу	Кількість днів, годин
--------------	-----------------------

1. Календарний фонд на рік	365
кількість неробочих днів	115
в т. ч. вихідні	104
святкові	11
2. Номінальний фонд робочого часу	250
заплановані невиходи	29
в т. ч. відпустка чергова і додаткова	24
хвороби	2
навчання	2
виконання суспільних і державних	1
обов'язків	
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

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

де : B_n - номінальний фонд робочого часу, год.;

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

K_n - коефіцієнт перерахунку спискового складу.

$$K_{\text{сп}} = \frac{2000}{1723,8} = 1,16$$

Розрахунок чисельності машиністів холодильних установок і слюсарів зводимо в таблицю 9 3.2 і 9.3.3.

Фонд зарплати визначається по категоріях робітників цеху. Фонд заробітної плати робочих відноситься до основних витрат калькуляції, а цехового персоналу - в кошторис цехових витрат.

Марка, тип компресора, номер групи	Число компресорів в групі одиниць	Норма чисельності, чол./од	Число змін за добу	Коефіцієнт числа змін роботи	Коефіцієнт числа компресорів	Наявна чисельність на добу		Коефіцієнт спискового складу	Спискова чисельність робочих, чол.	
						розра- хункова	прийнята		розра- хункова	прийнята
SAB 87	2	1,04	3	1	0,8	1,66	2	1,16	2,32	3
TСМО 28	2	1,04	3	1	0,8	1,66	2	1,16	2,32	3
TSMC 108E	2	1,04	3	1	0,8	1,66	2	1,16	2,32	3
Всього:						4,98	6			9

Приймаємо 9 машиністів.

Таблиця 13.3.3 Розрахунок чисельності слюсарів

Марка, тип компресора, номер групи	Число компресорів в групі одиниць	Норма чисельності, чол./од	Наявна чисельність на добу		Коефіцієнт спискового складу	Спискова чисельність робочих, чол.	
			розра- хункова	прийнята		розра- хункова	прийнята
SAB 87	2	0,24	0,48	1	1,16	1,16	1
TСМО 28	2	0,24	0,48				1
TSMC 108E	2	0,24	0,96	1	1,16	1,16	1
Всього:			1,92			2,32	3

Приймаємо 3 слюсаря.

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

Чисельник чергових електриків:

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

$$Ч_{сл} = 0,8 \cdot 3 \cdot 1,16 = 2,784 \text{ чол.}$$

Приймаємо 3 електрика.

Фонд заробітної плати робітників компресорного цеху складається з оплат по тарифних ставках, доплат по преміальній системі, за роботу в нічні години, святкові дні, додаткової заробітної плати.

Розрахунок фонду оплати праці робітників зводимо в таблицю 9.3.4.

Таблиця 9.3.4 Розрахунок фонду оплати праці

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						70
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

<i>Доплати, грн.</i>	<i>Премії (25-30%)</i>	7	323062	292910	232605	232605
	<i>За роботу в нічні години і святкові дні</i>	8	138678	121070	103589	103589
	<i>І того доплат, грн.</i>	9	461740	413980	336191	336191
<i>Основні фонди ЗП, грн.</i>		10	1753990	1647640	1266611	1266611
<i>Додаткова ЗП, грн.</i>		11	125475	212789	189002	189002
<i>Загальний фонд ЗП, грн.</i>		12	1879465	1868942	1455613	1455613
<i>Тарифний фонд ЗП, грн.</i>		6	1292250	1171640	930420	930420
<i>Баланс робочого часу, год/рік</i>		5	1723,8	1723,8	1723,8	1723,8
<i>Годинна тарифна ставка, грн.</i>		4	150	170	180	180
<i>Тарифний розряд</i>		3	4	5	6	6
<i>Планова чисельність, чол.</i>		2	5	4	3	3
<i>Назва професії</i>		1	<i>Машиніст</i>	<i>Машиніст</i>	<i>Слюсар</i>	<i>Електрик</i>
						<i>Всього 15</i>

<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

КР 000.142.008.818.2024

Арк.

71

праці виробничих робітників складає 6659633грн.

Середньомісячна заробітна плата одного робітника визначається діленням загального фонду зарплати (ФЗП) на спискову чисельність $Ч_{сп}$ і на 12 міс.

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

Цеховий персонал - 1 чол. Оклад – 30000грн.

В закінчення розділу складається звітна таблиця по праці і заробітній платні (таблиця 13.3.5).

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	15	6659633	36997
2	Цеховий персонал	1	360000	30000
Всього:		16	7019633	36560

Річний фонд оплати праці складає 7019633 грн. Середньомісячна заробітна плата складає 36560 грн.

13.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду.

іхідною точкою для розрахунку прибутку є собівартість продукції, яка охоплює всі витрати. Тому вкрай важливо ретельно вивчити, як формується цей механізм. В ринкових умовах собівартість продукції є важливим показником ефективності виробничо-господарської діяльності підприємства. Це відображає здатність колективу, особливо інженерів і робітників, ефективно використовувати як людську працю, так і матеріальні ресурси. Виробництво будь-якого продукту або послуги передбачає використання праці, матеріалів, енергії та основних засобів. Процес калькуляції передбачає визначення витрат, пов'язаних із

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

виробництвом окремої одиниці, а також витрат, пов'язаних із виконанням конкретних завдань і послуг. Ці розрахунки проводяться на місячній, кварталній та річній основі як для основної, так і для вторинної продукції, включаючи інструменти, запасні частини та енергію, що використовується в процесі виробництва.

Загальна сума витрат на виробництво готової продукції включає прямі матеріальні витрати, прямі витрати на оплату праці та додаткові прямі витрати.

Прямі матеріальні витрати - це витрати сировини, матеріалів, покупних готових виробів і комплектуючих виробів, що підлягають складанню або додатковій обробці на даному місці, допоміжних матеріалів або інших матеріалів, використання яких можна безпосередньо віднести на конкретний об'єкт.

Прямі витрати на оплату праці - це витрати, пов'язані з виплатою основної заробітної плати плюс будь-які додаткові виплати, включаючи грошові або матеріальні виплати, трудове законодавство щодо грошових і матеріальних надбавок, додаткові виплати, а також витрати, пов'язані з навчанням і перепідготовкою. До інших непрямих витрат відносяться витрати, пов'язані з громадською діяльністю, орендна плата та майнові паї, вартість готової продукції, що вибраковується, витрати на усунення браку.

Усі витрати, пов'язані з виробництвом, вважаються загальновиробничими витратами. До складу загальних виробничих витрат входять:

Витрати, пов'язані з управлінням виробництвом (оплата праці керівного складу цехів, дільниць);

- Знижки на соціальні заходи (такі як медичне страхування керівного складу цехів і дільниць; у рахунок витрат на відрядження працівників цехів і дільниць і т.д.);

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мета амортизації — знизити вартість капіталу, а в довгостроковій перспективі зробити інвестицію більш прибутковою.

- Витрати на нематеріальні активи (такі як будівлі, авторські права та торгові марки) амортизуються їх власниками.

- витрати, пов'язані з експлуатацією, обслуговуванням і ремонтом підприємства, страхуванням, орендою основних засобів, інших необоротних активів, що мають виробниче призначення.

- Витрати, пов'язані з удосконаленням технології та організації виробництва.

Витрати, пов'язані з обслуговуванням виробничого процесу, включають заробітну плату загальновиробничого персоналу, відрахування на соціальні заходи, медичне страхування робітників і загальновиробничого персоналу, комунальні послуги, що надаються виробничим підрозділам, витрати на технологічний контроль виробничих процесів і якості продукції, а також як витрати на охорону праці, техніку безпеки та охорону навколишнього середовища. Ці витрати разом з іншими витратами розподіляються і включаються в загальну собівартість продукції виходячи з їх співвідношення з обсягом виробництва. Деякі витрати вважаються постійними, тобто їх величина залишається відносно незмінною незалежно від зміни обсягу виробленої продукції. З іншого боку, змінні витрати коливаються прямо пропорційно змінам обсягів виробництва. Визначення того, які витрати є змінними чи постійними, та їх склад визначається підприємством самостійно.

Віднесення змінних загальновиробничих витрат на собівартість продукції здійснюється шляхом використання бази розподілу (заробітної плати, обсягу діяльності, прямих витрат) виходячи з фактичної потужності звітного періоду.

Щоб віднести змінні загальновиробничі витрати до собівартості продукції, використовується база розподілу (така як заробітна плата, обсяг діяльності та прямі витрати) з урахуванням фактичної потужності звітного періоду. Що стосується постійних загальновиробничих витрат, то вони також

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						74
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

розподіляються за базою розподілу, але при нормальній виробничій потужності. Нормальна виробнича потужність відноситься до очікуваного середнього обсягу діяльності, який може бути досягнутий за нормальних умов роботи підприємства протягом декількох років або операційних циклів, враховуючи планове обслуговування виробництва. Визначення величини нормальної виробничої потужності залежить від самого підприємства. Застосовуючи базу розподілу при нормальній потужності, це передбачає, що постійні загальні виробничі витрати повністю включаються у собівартість продукції, лише якщо фактичний обсяг виробництва відповідає або перевищує нормальну потужність.

Витрати, що залишилися, називаються нерозподіленими витратами і визнаються витратами звітного періоду в момент їх виникнення та включаються до собівартості реалізованої продукції.

Оскільки кондиціонер використовується для внутрішніх потреб, то розрахунок вартості кондиціонера здійснюється лише на основі вартості майстерні. Розрахунок потужності охолодження 1000 кДж базується на наступній статті:

9.4.1 Холодоагент

9.4.2 Мастильні матеріали

9.4.3 Електрика

9.4.4 Технічна вода

9.4.5 Заробітна плата виробничого персоналу

9.4.6 Розрахунок заробітної плати

9.4.7 Витрати на семінар

9.4.1 Розрахунок витрат на холодоагент. Ці витрати знаходяться в прямій залежності від встановленої річної (стандартної) холодопродуктивності компресорів і розраховується за формулою:

$$P_{x/a} = C_{x/a} \cdot N_p \cdot Q_{стр} \cdot 1,7 \quad (9.4.1.1)$$

де : $C_{x/a}$ - ціна 1 кг аміаку;

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

N_b - норма витрати х /а, кг/кВт.

$$P_{x/a} = 30 \cdot 3,1 \cdot 1,7 \cdot 325,8 = 51\,804 \text{ грн.}$$

13.4.2 Розрахунок витрат на мастильні матеріали

Ці витрати розраховуються за формулою:

$$P_{мас} = C_{мас} \cdot N_p \cdot t, \text{ грн.} \quad (9.4.2.1)$$

де : $C_{мас}$ - ціна 1 кг мастильного масла;

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

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	0,30	378	70	26460
Електродвигуни	25	3000	СУ	0,001	90	50	4500
Водяні насоси	4	3000	СУ	0,003	63	50	3150
Всього:							34110

9.4.3 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок витрат на силову електроенергію для привода компресорів, насосів, вентиляторів, встановлених на основному холодильному обладнанні розраховуються за формулою:

$$P_{ел} = C_{ел.ен} \cdot П \cdot t \cdot K_c \cdot N_{ел.дв}, \text{ грн} \quad (9.4.3.1)$$

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

П - число електродвигунів;

					КР 000.142.008.818.2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

t - тривалість роботи при максимальній потужності, год;

K_c - коефіцієнт спросу електроенергії;

N_{ел.дв} - потужність електродвигунів.

Розрахунок заносимо в таблицю 9.4.2

Таблиця 9.4.2 Розрахунок витрат електроенергії

Назва обладнання	К-ть	Сумарна потужність електродвигунів, кВт	Тривалість роботи за рік	Коеф. попиту	Річна потреба	Ціна 1 кВт	Сума, грн
Компресори	6	448	5400	0,7	1693440	8	13547520
Електродвигуни	25	28	3000	0,5	42000	8	336000
Насоси аміачні	6	42,2	3000	0,7	88620	8	708960
Водяні насоси	4	28	3000	0,7	58800	8	470400
Всього							15062880

9.4.4 Розрахунок витрат на воду виробничу

Ці витрати розраховуються тільки при використанні водопровідної води. Витрати води на охолодження компресорів і конденсаторів враховуються в розмірі витрат на охолоджуючому обладнанні (при використанні оберненого водопостачання). Втрати складають в % від витрат водопровідної води:

Середня зона - 8

Південна зона - 10

Північна зона - 5

Річна потреба води в м можна розрахувати за формулою:

$$W = q_v \cdot Q_{ст}, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (13.4.4.1)$$

де : q_v - питомі витрати води

Q_{ст} - приведений виробіток холоду, тис кДж

$$W = 0,0014 \cdot 6011087 = 7043 \text{ м}^3$$

Витрати (W') води розраховуються в % від W

					КР 000.142.008.818.2024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

$$W'=W \cdot (0,05 - 0,1), \text{ м}^3/\text{год} \quad (13.4.4.2)$$

де: W - втрати води за рік, м^3 ;

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

$$W' = 8415 \cdot 0,08 = 673,24 \text{ м}^3$$

Вартість води визначається за формулою:

$$B_B = W' \cdot C_B, \text{ грн} \quad (9.4.4.3)$$

де: C_B - ціна за 1 м^3 води (залежить від місцевих умов), грн.;

$$B_B = 673,24 \cdot 47,70 = 32\,113 \text{ грн.}$$

9.4.5 Розрахунок заробітної плати виробничого персоналу:

Заробітна плата виробничого персоналу складає 2139022,8 грн.

9.4.6 Розрахунок нарахувань на заробітну плату

Нарахування на заробітну плату становлять 22%

$$ЗП = 6659633 \cdot 0,22 = 1465119 \text{ грн} \quad (9.4.6.1)$$

9.4.7 Розрахунок цехових витрат

Цехові витрати пов'язані з управлінням і обслуговуванням цеху.

Розробляється кошторис, в який включаються наступні витрати:

9.4.7.1 Фонд оплати праці цехового персоналу

9.4.7.2 Нарахування на заробітну плату

9.4.7.3 Витрати на утримання будівель і обладнання

9.4.7.4 Амортизація будівель і обладнання

9.4.7.5 Витрати на поточний ремонт будівель і обладнання

9.4.7.6 Витрати на раціоналізацію та винахідливість

9.4.7.7 Зношування малоцінного інвентарю та інструментів

9.4.7.8 Витрати по охороні праці і техніці безпеки

9.4.7.9 Інші цехові витрати

9.4.7.1 Заробітна плата цехового персоналу складає 120000 грн.

9.4.7.2 Відрахування на соціальні потреби.

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

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{ц} = 360000 \cdot 0,22 = 79200 \text{ грн.} \quad (9.4.7.2.1)$$

9.4.7.3 Утримання будівель і обладнання.

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

$$V_{буд} = K_{в} \cdot 0,03, \text{ грн.}$$

$$V_{буд} = 8399409 \cdot 0,03 = 251982 \text{ грн} \quad (9.4.7.3.1)$$

9.4.7.4 Амортизація будівель і обладнання компресорного цеху.

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

$$A_{об} = C_{об} \cdot N_{а}/100\%, \text{ грн.} \quad (9.4.7.4.1)$$

$$A_{буд} = C_{буд} \cdot N_{а}/100\%, \text{ грн.} \quad (9.4.7.4.2)$$

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

$C_{буд}$ - початкова вартість будівлі;

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

$N_{а}$ - норма амортизації,

$$A_{об} = 6234909 \cdot 0,15 = 935236 \text{ грн} \quad (9.4.7.4.3)$$

$$A_{буд} = 51840000 \cdot 0,05 = 2592000 \text{ грн.}$$

$$(13.4.7.4.3)$$

13.4.7.5 Витрати на поточний ремонт обладнання і будівель.

Сума витрат розраховується за формулою:

$$P_{пр} = (C_{об} \cdot N_{пр.обл} / 100) + (C_{буд} \cdot N_{пр.обл} / 100), \text{ грн} \quad (9.4.7.5.1)$$

де: $C_{об}$, $C_{буд}$ - початкова вартість обладнання і будівель; 475200

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

$$P_{пр} = (51840000 \cdot 0,055) + (6234909 \cdot 0,052) = 3175415 \text{ грн.}$$

9.4.7.6 Витрати по раціоналізації і винахідництву.

					КР 000.142.008.818.2024	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ці витрати визначаються орієнтовно в залежності від місткості проекту мого холодильника , приймаємо 15000 грн.

9.4.7.7 Зношення малоцінного і швидкозношуючого інвентарю.

Приймається в розмірі 1% від початкової вартості обладнання.

$$A_{\text{мжп}} = C_{\text{обл.}} \cdot 0,01 \text{ ,грн} \quad (9.4.7.7.1)$$

$$A_{\text{мжп}} = 6578303 \cdot 0,01 = 65783 \text{ грн}$$

9.4.7.8 Витрати по охороні праці і техніки безпеки.

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

$$66546459 \cdot 0,03 = 1996393 \text{ грн.} \quad (9.4.7.8.1)$$

9.4.7.9 Розрахунок інших цехових витрат.

Інші цехові витрати 8000-12000 грн. за рік.

Приймається 10000 грн.

Розрахунки по статтях 13.4.7 – 13.4.9 складають кошторис витрат цехів.

Таблиця 9.4.7.2 Кошторис цехових витрат

№ п/п	Елементи витрат	Сума, грн
1	ЗП цехового персоналу	360000
2	Відрахування на соціальні потреби	79200
3	Утримання цеху	2517949
4	Амортизація обладнання	951745
5	Амортизація будівель	3826000
6	Поточний ремонт	455893
7	Раціоналізація і винахідництво	15000
8	Зношування малоцінного інвентаря	65783
9	Охорона праці і техніки безпеки	96393
10	Інші цехові витрати	10000
Всього витрат по цеху		8673787

Дані таблиці свідчать, що цехові витрати становлять 8 673 787 грн.

Таблиця 9.4.7.3 Проектна калькуляція собівартості одиниці холоду.

					КР 000.142.008.818.2024	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№	Статті витрат	Сума витрат		Структура собівартості, %
		На річний виробіток	На 1000 кДж, коп.	
1	Холодильний агент	180963	0,03441	0,73
2	Мастильні матеріали	118908	0,02963	0,7
3	Силова електроенергія	2156841	2,3631	58,44
4	Вода виробнича	40578,25	0,0091	0,12
5	Заробітна плата виробничих робітників	66254123	0,525	12,66
6	Нарахування на заробітну плату	2876112	0,0935	2,78
7	Цехові витрати	8 673 787	0,925	24,5
І того цехова собівартість		16900318	3,35874	100

За розрахунками вартість 1000 кДж кондиціонування повітря становить 3,9776 коп.

9.5 Розрахунок показників економічної вигоди проекту.

9.5.1 Розрахунок продуктивності праці

Продуктивність праці являє собою відношення кількості вироблених матеріальних або нематеріальних благ до кількості витраченої на них праці. Тобто підвищення продуктивності праці означає збільшення кількості вироблених товарів без збільшення витрат праці.

Собівартість визначається кількістю використаних господарських засобів (собівартістю). Як відомо, економічні ресурси прийнято поділяти на три основні категорії: 1) робоча сила (трудовий потенціал, людський капітал); 2) складові природних ресурсів (земля і сировина); фізичний капітал). Тому ефективність використання праці, природних ресурсів або капіталу визначається індивідуально.

Результати охоплюють різні аспекти, такі як кількість і вартість вироблених і проданих товарів, ступінь доданої вартості, прибутку та показники, пов'язані з конкурентоспроможністю, якістю життя та екологією, серед іншого. Як правило, результати вимірюються обсягом виробництва або сумою прибутку. Коли продуктивність використовується як міра ефективності, результати визначаються на основі обсягу продукції, тоді як показники прибутковості використовуються для оцінки ефективності на основі розміру прибутку.

Продуктивність праці служить широкою мірою ефективності, з якою використовується робоча сила. Як і інші показники ефективності, він відображає баланс між випуском і витратами, зокрема результатом праці та відповідними витратами на оплату праці. Таким чином, продуктивність праці дає розуміння кореляції між ними.

Продуктивність праці означає співвідношення між кількістю вироблених товарів або послуг і працею, вкладеною в їх виробництво. Іншими словами, коли продуктивність праці підвищується, відбувається збільшення виробництва товарів без відповідного зростання витрат на оплату праці.

Постійне підвищення економічної активності шляхом підвищення продуктивності праці та виробництва більш якісної продукції при тих самих або менших витратах праці є сутністю зростання продуктивності праці. Це підвищення продуктивності призводить до зростання реального виробництва та доходу, що робить його ключовим показником економічного розвитку країни. Із зростанням суспільного виробництва на душу населення зростає і рівень життя, що робить економічне зростання головною метою ринкової економіки. Кожне підприємство має свій рівень продуктивності праці, який може коливатися внаслідок різних факторів. Однак незаперечним є той факт, що зростання продуктивності праці необхідне для прогресу та розширення виробництва.

По компресорному цеху продуктивність праці визначається натуральним методом по формулі:

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						82
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$$ПП = \frac{Q_{ст.год}}{Ч_{пвп}} \text{ тис. кДж/чол.} \quad (9.5.1.1)$$

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

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

$$ПП = \frac{90561093}{16} = 5660068 \text{ тис. кДж/чол.} \quad (9.5.1.2)$$

9.5.2 Енергоозброєність

Енергоозброєність по цеху визначається кількість спожитої енергії за рік силової електроенергії в розрахунку на одну людину.

$$E_o = \frac{E_{ел.год}}{Ч_{роб}}, \text{ кВт-год/чол} \quad (9.5.2.1)$$

де: $E_{ел.год}$ - річна потреба в електроенергії, кВт/год.

$$E_o = \frac{1689330}{15} = 112622 \text{ кВт-год/чол} \quad (9.5.2.2)$$

5.3 Зняття продукції з 1м² площі

Це показник, що характеризує ефективність використання виробничих площ, визначається по формулі:

$$З = \frac{Q_{т.год}}{F_{цеха}} \text{ тис, кДж/м}^2 \quad (9.5.3.1)$$

де : $F_{цеха}$ - площа компресорного цеху

$$З = \frac{5031093}{1728} = 2911,5 \text{ тис, кДж/м}^2 \quad (13.5.3.2)$$

Таблиця 9.5.1 Зведена таблиця техніко - економічних показників роботи компресорного цеху

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Показники	Абсолютна величина
Капітальні затрати, грн.	66898303
в тому числі обладнання, грн.	5988303
будівля, грн.	83520000
Чисельність працюючих в цеху, чол.	16
Середньомісячна заробітна плата по цеху	36560
Собівартість 1 тис.кДж холоду.	3,35874
Продуктивність праці, тис.кДж/чол.	314443,31
Енергоозброєність праці кВт - год/чол	112692
Зняття продукції з м ² площі, тис. кДж/м ²	2911,5

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

10 ОХОРОНА ПРАЦІ.

1.1 Дія інструкції поширюється на всіх працівників, що обслуговують холодильні установки.

1.2 По даній інструкції машиніст холодильних установок (далі машиніст) проходить інструктаж перед початком роботи (первинний інструктаж), а потім через кожні 3 місяці (повторний інструктаж). Результати інструктажів заносяться в " Журнал реєстрації інструктажів з питань охорон праці", після проходження інструктажу в журналі повинні бути підписи особи, що інструктує та особи яку інструктують.

1.3 Небезпечними факторами, що діють на працівника під час обслуговування холодильних установок можуть бути: • токсична дія парів холодильний агенту; • дія шуму та вібрації; • напруженість праці; • змінність; • дія електроструму.

1.4 До обслуговування холодильних установок допускаються особи віком старше 18 років, що пройшли попереднє навчання в спеціальних навчальних закладах і мають відповідне посвідчення; пройшли попередній медичний огляд, не мають медичних протипоказань. Пройшли вступний інструктаж з питань охорони праці, первинний інструктаж на робочому місці та інструктаж по пожежній безпеці. 1.5 За невиконання положень даної інструкції машиніст несе дисциплінарну, адміністративну, матеріальну та кримінальну відповідальність.

1.6 Машиніст холодильних установок повинен:

- знати будову та правила безпечної експлуатації холодильної установки, яку обслуговує;
- проходити періодичну перевірку знань не рідше одного разу на 12 місяців з відміткою у посвідченні.
- знати шкідливу дію на організм людини холодильного агенту;

					КР 000.142.008.818.2024			
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	Рожко Н.В.				Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка	<i>Літер</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Перевірив</i>	Рябчук О.М.						85	
<i>Н. Контр.</i>						НУХТ		
<i>Затверд.</i>	Петренко.В.П.					ХМ-4-8ск		

- вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння;
- виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;
- не допускати виникнення аварійних ситуацій;
- не допускати сторонніх осіб на своє робоче місце;
- працювати тільки на тій холодильній установці, будову і правила безпечної експлуатації знає та проінструктований;
- користуватися спецодягом та засобами індивідуального захисту;
- виконувати тільки поручену роботу;
- не допускати сторонніх осіб на своє робоче місце;
- не виконувати роботи, що суперечать вимогам охорони праці;
- пам'ятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці та товаришів по роботі.

1.7 Обов'язки машиніста холодильних установок:

- пуск та зупинка холодильної установки, підтримання оптимальних параметрів роботи холодильного обладнання;
- підтримання заданих температурних режимів;
- обслуговування всього обладнання розміщеного в машинному та апаратному відділеннях, а також в цехах зв'язаних зі споживанням холоду;
- своєчасне та правильне ведення змінного журналу;
- перевірка обладнання при прийомі та здачі зміни;
- економно використовувати електроенергію, воду, масло, допоміжні матеріали;
- підтримувати закріплене обладнання, виробничі та побутові приміщення, прилеглу територію в належному технічному та санітарному стані;
- вживати заходи по недопущенню виникнення аварійних ситуацій, приймати участь в ліквідації аварій, пожеж, надавати першу медичну допомогу.

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		86

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1 Перед першим пуском необхідно заправити холодильну установку холодильний агентом та виконати програмування контролера згідно з картою програмування.

2.2 Перевірити заземлення електрообладнання.

2.3 Перевірити наявність холодильного агенту. Перевірити рівень мастила в картері компресора. Рівень повинен бути не нижче половини мірного скла.

2.4 Перевірити опір ізоляції електродвигуна (при першому включенні та після тривалого простою).

2.5 Перевірити стан трубопроводів та запірної арматури, приладів автоматичного регулювання та контролю, при необхідності відрегулювати.

2.6 Перед пуском холодильної установки необхідно візуально перевірити стан запірної арматури на ділянці компресор - конденсатор - лінійний ресивер - прилади охолодження, дані вентиля завжди повинні знаходитись у відкритому стані, бути опломбованими, вентиля компресорів додатково обладнуються захисними ковпаками. Перевірити наявність в системі хладоагенту (визначається візуально по мірному склу на лінійному ресивері та по манометрах) при відсутності виявити та усунути протікання.

2.7 На шиту управління ввімкнути «Автомат управління». В подальшому холодильна установка працює в автоматичному режимі.

3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

3.1 Витікання холодильний агенту через сальники вентилів та компресорів повинно усуватись негайно.

3.2 Для виявлення пропусків холодильний агенту використовують наступні методи:

- візуально - обмерзати або замаслення сальників вентилів, фланцевих з'єднань;

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- за допомогою електронних течешукачів; • за допомогою галоїдної лампи.

3.3 Для набивання сальників вентилів використовують фторопластові кільця або кільця з маслобензостійкої резини.

3.4 Вентилі призначені для використання в складі холодильної установки мають особливу конструкцію сальникової камери - наявність зворотного запірною клапану, тому ремонт сальників вентилів потрібно проводити у положенні ВЕНТИЛЬ ВІДКРИТО, виняток складають кутові та прохідні вентилі умовним діаметром $Du = 15$ - сальники цих вентилів ремонтують в положенні ВЕНТИЛЬ ЗАКРИТО.

3.5 Ремонт сальників проводити в засобах індивідуального захисту.

3.6 Всі ремонтні роботи зв'язані із заміною сальникової набивки, підтягуванням фланцевих з'єднань необхідно виконувати після попереднього зниження тиску в посудині чи апараті, де встановлено арматуру, а на стороні високого тиску після зупинки компресора.

3.7 При підготовці до ремонту обладнання (компресор, ресивер та інше) залишки холодильний агента видаляють за допомогою гумового шлангу один кінець якого надітий на спеціальний вентиль, інший - опущено в посудину з водою.

3.8 Для запобігання потраплянню води в обладнання забороняється знижувати в них тиск нижче атмосферного.

3.9 Повітря та інші гази, що не конденсуються повинні видалятися за допомогою повітровідокремлювачів, а в разі їх відсутності через гумовий шланг у посудину з водою.

3.10 Для змащування компресорів дозволяється використовувати лише масло ХФ-22-24 22, ХФ-12-24 12, або інші рекомендовані заводом виробником холодильного обладнання.

3.11 Проведення зварювальних робіт при ремонті обладнання повинне проводитись під наглядом відповідального за безпечну експлуатацію

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

холодильної установки з виконанням всіх мір безпеки з оформленням наряду - допуску.

3.12 В зимовий час при тривалій зупинці холодильної установки необхідно зливати воду з насосів, конденсаторів, головок компресорів, або забезпечувати постійну циркуляцію води для запобігання її замерзання і виходу з ладу обладнання.

3.13 Для запобігання накопичення льоду на приладах охолодження і порушення режимів роботи холодильної установки необхідно регулярно проводити відтаювання приладів охолодження за допомогою гарячих парів холодильного агента або електротенами.

3.14 Під час ремонту на обладнанні необхідно вивішувати таблички "НЕ ВМИКАТИ ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ", відключати електричні кабелі, роз'єднувати ремінні та муфтові з'єднання.

3.15 Замір лінійного мертвого простору компресора необхідно проводити тільки при ручному повертанні вала.

3.16 На компресорах та насосах холодильної установки, що працює в автоматичному режимі необхідно на видному місці вивісити таблички "ОБЕРЕЖНО ПУСКАЄТЬСЯ АВТОМАТИЧНО".

3.17 Під час експлуатації холодильної установки та періодичному огляді автоматизованих холодильних установок машиніст повинен контролювати режим роботи холодильної установки:

- температура кипіння холодильного агента на 8-10°C нижче температури в камері, або на 2-5 °C нижче від температури проміжного холодоносія, визначається по мановакууметру та таблицях;
- температура всмоктування в компресор на 20-25 °C вище температури кипіння;
- тиск в системі змащування для поршневих компресорів на 0,17 – 0,25 МПа вище тиску всмоктування, для гвинтових на 0,3-0,5 МПа вище тиску нагнітання;

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- температура нагнітання компресора не перевищує 135°C;
- температура мастила не перевищує 70 °С;
- температура верхньої частини головок циліндрів не перевищує 125°C для компресорів з повітряним охолодженням;
- всмоктуючий патрубок компресора вкритий росою або інеєм в залежності від температури кипіння, НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ обмерзання всмоктуючих порожнин та картера компресора;
- температури всмоктування, нагнітання, мастила - контролюють за допомогою спиртових термометрів;
- тиск і температуру кипіння та конденсації визначають за допомогою мановакууметрів з подвійною шкалою (тиск/температура), або за допомогою мановакууметрів та таблиць залежності температури від тиску.

3.18 Під час експлуатації холодильної установки забороняється:

- експлуатувати обладнання з пошкодженими, непрацюючими або відсутніми засобами захисту (манометри, реле рівня, запобіжні клапани - захисні реле);
- використовувати відкрите полум'я для огляду картеру компресора, для розігріву трубопроводів та обладнання під час видалення снігової шуби та льоду, випуску масла;
- використовувати лампи розжарення розраховані на напругу більше 36В;
- вприскувати рідкий холодильний агент безпосередньо у всмоктуючий трубопровід компресора для зниження температури всмоктування, якщо це не передбачено заводом-виробником;
- експлуатувати привідні муфти та ремінні передачі без захисних кожухів;
- випускати масло з посудин та апаратів безпосередньо в посудину для збору відпрацьованого мастила;

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- перевіряти нагрів шатунів компресора та інших рухомих частіш без зупинки обладнання;
- перевіряти величину мертвого простору на працюючому компресорі;

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1 Передати зміну зміннику, перевірити стан холодильної установки і зробити відмітку в спеціальному журналі.

4.2 При відсутності змінника не залишати робочого місця без дозволу головного інженера.

4.3 Привести в порядок спецодяг, засоби індивідуального захисту і покласти у відведене для них місце.

4.4 Помити руки, лице теплою водою з милом, при можливості прийняти душ.

4.5 Про всі недоліки, які мали місце в роботі доповісти головному інженеру і зробити відповідний запис у журналі.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1 Холодильна установка повинна бути негайно зупинена кнопкою аварійного відключення у слідуючи випадках:

- поява стуку в циліндрах компресора;
- підвищення тиску в посудинах та апаратах вище дозволеного, не дивлячись на вжиті персоналом заходи;
- при виявленні несправності запобіжних пристроїв;
- при несправності манометра та неможливості визначити тиск іншими приладами;
- при несправності блокуючих пристроїв;
- при розгерметизації системи.

5.2 Дії машиністів холодильної установки при виникненні аварійних ситуацій:

5.2.1 Аварійний викид холодильний агенту:

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зупинити холодильну установку кнопкою аварійного відключення;
- подати сигнал про небезпеку;
- прийняти міри по ліквідації людей з небезпечної зони.

5.2.2 Прорив холодильного агенту на нагнітаючому трубопроводі від компресора до конденсатора:

- зупинити холодильну установку кнопкою аварійної зупинки;
- подати сигнал про небезпеку;
- прийняти міри по ліквідації людей з небезпечної зони;
- закрити запірну арматуру на компресорах, масловідокремлювачах, конденсаторах.

5.2.3 Аварійний викид холодильного агенту з конденсатора:

- зупинити холодильну установку кнопкою аварійної зупинки;
- подати сигнал про небезпеку;
- прийняти міри по ліквідації людей з небезпечної зони;
- закрити нагнітаючий трубопровід від компресора до конденсатора;
- закрити зливний трубопровід від конденсатора до лінійного ресивера;
- закрити зрівнюючі лінію між конденсатором та лінійним ресивером;
- понизити тиск, відкривши лінію відсмоктування.

5.2.4 Гідравлічний удар в компресорі:

- зупинити холодильну установку кнопкою аварійної зупинки;
- подати сигнал про небезпеку;
- прийняти міри по ліквідації людей з небезпечної зони;
- закрити вентилі на всмоктуючих та нагнітаючих трубопроводах.

5.2.5 Прорив холодильний агенту на лінійному ресивері:

- зупинити холодильну установку кнопкою аварійної зупинки;
- подати сигнал про небезпеку;
- прийняти міри по ліквідації людей з небезпечної зони;
- закрити зливний трубопровід від конденсатора до лінійного ресивера;
- закрити урівнюючу лінію між конденсатором та лінійним ресивером.

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	<i>Арк.</i>
						92
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Пожежна безпека виробничого холодильника м'ясопереробного заводу:

Загальні вимоги:

- Виробничі холодильники м'ясопереробного заводу повинні відповідати ДБН В.2.5-67:2013 "Пожежна безпека об'єктів будівництва", НАПБ Б.01.009-2004 "Правила пожежної безпеки в Україні", а також ДСТУ 4233:2004 "Холодильні установки. Загальні технічні умови".

- Приміщення холодильника категоризується за вибухопожежною небезпекою В4, тобто воно відноситься до вибухонебезпечних зон класу В-Па.

- Клас конструктивної пожежної небезпеки - С0, що означає, що будівельні конструкції холодильника не схильні до руйнування під впливом вогню протягом певного часу.

- Ступінь вогнестійкості - II, тобто будівельні конструкції холодильника повинні витримувати вогневу дію протягом 2 годин.

- Межі вогнестійкості будівельних конструкцій:

- Стіни - REI 150 (вогнестійкість 150 хвилин)

- Перекриття - REI 150 (вогнестійкість 150 хвилин)

- Підлога - REI 120 (вогнестійкість 120 хвилин)

Система протипожежного захисту:

- Автоматична система пожежної сигналізації (АПС) з виведенням сигналу на пульт пожежного спостереження. АПС повинна бути обладнана датчиками диму, тепловими датчиками та датчиками руху.

- Система автоматичного пожежогасіння (АУП) спринклерного або дренчерного типу. Спринклерна система використовується для гасіння пожежі на ранній стадії, а дренчерна - для гасіння пожежі в повному обсязі.

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Вогнегасники порошкові та вуглекислотні. Порошкові вогнегасники використовуються для гасіння пожеж твердих речовин, а вуглекислотні - для гасіння пожеж електроустановок.

- Первинні засоби пожежогасіння: пожежні лопати, ломи, сокири, багри, ящики з піском.

- Евакуаційні шляхи та вихід з холодильника повинні відповідати ДБН 360-92 "Планування та забудова міських і сільських поселень". Евакуаційні шляхи повинні бути позначені знаками безпеки, а двері на них - мати ущільнення в притворах.

- Навчання персоналу з питань пожежної безпеки. Персонал холодильника повинен знати правила пожежної безпеки, вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння та евакуюватися з приміщення у разі виникнення пожежі.

Заходи щодо попередження пожеж:

- Забороняється зберігати в холодильнику легкозаймисті та горючі речовини, а також вибухонебезпечні предмети.

- Електропроводка повинна бути виконана в негорючому виконанні та відповідати ПУЕ "Правила улаштування електроустановок".

- Необхідно регулярно проводити технічне обслуговування систем протипожежного захисту.

- Забороняється експлуатувати холодильник з несправними системами протипожежного захисту.

Дії у разі виникнення пожежі:

- Необхідно негайно повідомити про пожежу на пульт пожежного спостереження за телефоном 101.

- Евакуювати людей з приміщення холодильника за евакуаційними шляхами.

- Прийняти заходи щодо гасіння пожежі первинними засобами пожежогасіння.

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливою вимогою при проектуванні і обслуговуванні холодильної установки є заходи щодо охорони навколишнього середовища.

Обов'язковою вимогою є очищення забрудненого повітря, яке містить найрізноманітніші види виробничого пилу і токсичних речовин.

Схемою холодною установкою передбачено повітровідокремлювач марки Purger Grasso при випуску повітря з якого пароповітряна суміш проходить через воду, цим самим нейтралізується аміак. Категорично забороняється відроблене холодно масло виливати на територію, що прилягає до холодильника, оскільки відроблене масло містить велику

кількість шкідливих речовин і в тому числі масло аміачну суміш, яка своєю негативною дією порушує шар ґрунту. Так передбачені спеціальні посудини для заповнення їх відробленим маслом.

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						95
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

11. ОПИС СХЕМИ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Холодильна установка проектується з насосно-циркуляційною схемою, де холодоагент подається до приладів охолодження зверху. Система розрахована на три температури кипіння: -10°C , -30°C , -40°C .

Для безперебійної роботи холодильної установки використовується повітровіддільник марки Purger Grasso. Відтаювання приладів охолодження здійснюється за допомогою відтаювальної лінії та дренажного ресивера.

Безпечну експлуатацію забезпечують контрольно-вимірювальні прилади та сигналізація. Для кожної температури кипіння в схемі передбачено циркуляційний ресивер і гідроциклон.

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

Холодні пари аміаку всмоктуються із циркуляційного ресивера низьким ступенем стиснення компресора, стискаються і нагнітаються в проміжну посудину, де охолоджуються і перед всмоктуванням у високу ступінь стиснення компресора очищаються від краплинок масла. Далі пари аміаку відсмоктуються високою ступінню стиснення з проміжної посудини, стискаються і нагнітаються через масловідокремлювач в загальний нагнітальний трубопровід.

В масловідокремлювачі пари аміаку відділяються від мастила, яке виноситься із холодильним агентом із компресора. З загального нагнітаючого трубопроводу через загальний масловідокремлювач, де пари остаточно відділяються від мастила, аміак поступає в конденсатор.

В конденсаторі аміак конденсується і стає рідким. Рідкий аміак з конденсатора поступає в лінійний ресивер. Після лінійного ресивера рідкий аміак з температурою -10°C йде на переохолодження в змійовик проміжної посудини, потім повертається в розподільну станцію з температурою -40°C . З розподільчої станції рідкий аміак з температурою -40°C поступає в

					КР 000.142.008.818.2024			
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	Рожко Н.В.				Проект виробничого холодильника маслозаводу потужністю 190 т/зм в м. Миронівка	<i>Літер</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуш</i>
<i>Перевірив</i>	Рябчук О.М.						96	
<i>Н. Контр.</i>						НУХТ		
<i>Затверд.</i>	Петренко.В.П.					ХМ-4-8ск		

циркуляційний ресивер. Перед цим проходить процес дроселювання холодильного агента.

Далі рідкий аміак насосами подається до споживача (повітроохолоджувача). В повітроохолоджувачі рідкий аміак, забираючи тепло від продукту, кипить. Пари аміаку з повітроохолоджувача поступають в циркуляційний ресивер, і цикл повторюється.

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
						97
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Янвель Б. К. Курсове та дипломне проектування холодильних установок та систем кондиціонування повітря. - М: Агропромиздат, 1989. - 223 с.
2. Кондрашова Н. Г., Лашутіна Н. Г. Холодильно-компресорні машини та установки. – М.: Вища школа, 1984. – 335 с.
3. Морозюк Т.В. Теорія холодильних машин теплових насосів – Одеса: Студія «Негоціант», 2006. – 712с. (З додатком).
4. Холодильні установки. Проектування: Навч. Посібник/І.Г. Чумак, А.Є. Лагутін, В.П. Чепуренко, С.Ю. Лар'яновський та ін; за ред. докт. тех. н. проф. І.Г. Чумака. – Одеса: Друк, 2007. – 480с.
5. Холодильні установки: Підручник/І.Г. Чумак, В.П. Чепуренка, С.Ю. Лар'яновський та ін.; За ред. І.Г. Чумака. – Одеса: Рефпринтіфо, 2006. – 560с.
6. Масліков М.М. Холодильна технологія харчових продуктів: Навч. посіб. -К.: НУХТ, 2007. – 335с.
7. Грищук М.В. Основи охорони праці. – К.: Кондор, 2007 – 240с.
8. Правила влаштування та безпечної експлуатації аміачних холодильних установок. М., 1991.

					<i>КР 000.142.008.818.2024</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98