

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

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

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету) _____
_____ (підпис) _____ **Блаженко С.І.** _____
_____ (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021р.

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

« ____ » _____ 2021р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності _____ **142 Енергетичне машинобудування** _____
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми _____ **Холодильні техніка та технології** _____

на тему: _____ **Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю
9 т/добу у м. Гайсин** _____

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

_____ **Федоришин Владислав Русланович** _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ **Грищенко Роман Володимирович** _____
(прізвище , ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2021р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри ТЕХТ

“ 03 ” квітня 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Федоришин Владислав Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 9 т/добу у м. Гайсин

керівник роботи Грищенко Роман Володимирович

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2021р.

3. Вихідні дані до роботи _____

Холодоагент R717

Тип продукту пломбір, фруктовий лід

Ізоляційний матеріал ПСБ-С

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

1). Технолог. схема оброблення продукції. _____

2). Розрахунок холодильної частини проекту _____

3). Техніко економічні показники _____

4). Охорона праці _____

5. Перелік графічного матеріалу _____

1. План та розріз будівлі холодильника _____

2. Схема холодильної установки _____

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 03 квітня 2021р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	08.04-13.04	виконано
2	Виконання холодильної частини ДП	14.04-18.05	виконано
3	Вибір обладнання холодильної(их) установок	19.05-20.05	виконано
4	Оформлення креслень та ПЗ	21.05-31.05	виконано
5	Здача готової роботи	01.06.2021р.	виконано

Здобувач

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Федоришин В.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Грищенко Р.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Анотація

Темою диплому є проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 9 т/добу у м. Гайсин. Проаналізовано ефективність підприємства, використання підприємством електроенергії та затрат на будівництва даного проекту, розраховано собівартість одиниці холоду. Приведені технічні креслення і розрахунки щодо встановлюваного обладнання. Всі технічні рішення, які застосовуються, мають економічне обґрунтування.

Дипломний проект виконаний на ПК, для розрахунків використовувалися такі прикладні програми: “Microsoft Excel”, Microsoft Word”, креслення та схеми виконанні за допомогою програми “AutoCad 2019”.

Список літератури 10 примірників.

Ключові слова: фабрика морозива, двоступенева холодильна машина, аміак, R717.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Федоришин В.Р.			Проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 9 т/добу у м. Гайсин	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Грищенко Р.В.						
Рецензент						НУХТ, ТЕХТ		
Н. Контр.								
Затвердив		Петренко В.П.						

Зміст

Вступ.....	
1. Технологічна схема холодильного оброблення продукції.....	
2. Розрахунок режимів холодильного оброблення продукції.....	
3. Техніко-економічне обґрунтування.....	
4. Визначення основних розмірів і планування приміщень холодильника.....	
5. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника	
6. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуванних приміщень.....	
7. Визначення навантаження на теплообмінне обладнання камер та компресори	
8. Вибір структури системи охолодження та типу холодильної установки....	
9. Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної машини.....	
10. Вибір теплообмінних апаратів та теплообмінного обладнання холодильних камер.....	
11. Розрахунок охолодника оборотної води (градирня).....	
12. Вибір допоміжного обладнання.....	
13. Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах і підбір насосів.....	
14. Техніко-економічні показники проекту	
15. Охорона праці.....	
Література.....	

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Сучасною перспективою молокопереробної промисловості є збільшення об'єму виробітки по молоку, сметані, кефірі, йогуртах, морозові, та інших продуктів харчування які виготовляються з молока. Одночасно з цим виникає проблема по підтриманню якості виготовленої продукції, так як вони відносяться до швидкопсувних продуктів харчування. Перед підприємствами переробної галузі постає гостра потреба у збільшенні виробництва холоду для забезпечення їх ним підчас технологічного процесу та при зберіганні виробленої продукції. Також в Україні існує проблема сертифікації якості виробленої продукції. Зокрема гостро стоїть дана проблема при визначенні якості морозива. Все це призводить до необхідності проектування та будівництва нових холодокомбінатів. Головними задачами при проектуванні даної групи підприємств вважаються:

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

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

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

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Технологічна схема холодильного оброблення продукції

Асортимент продукції:

- 1) Морозиво «Пломбір» виготовляється у кількості 60% від усієї продукції (3т/добу). Фасується у брикетах по 100 г порція в упаковці з поліпропілену. Молочне морозиво «Крем-брюле» виготовляється у кількості 20% від усієї продукції (5 тон за добу). Вафельні стаканчики по 50г порція в поліпропіленових упаковках. Рецептūra морозива «Крем-брюле»:
- 2) Фруктовий лід «Вишневий» виготовляється у кількості 20% від усієї продукції (1 т/добу). Фасується у порціями по 50 г, конусоподібної форми на палочці, упаковка з поліпропілену. Рецептūra фруктового льоду «Вишневий»:

Сировина для морозива постачається в таких кількостях:

добове надходження молока - 18,4 т; масло вершкове – 3,696 т; молоко знежирене згущене – 2,631 т; сироп крем-брюле – 0,8т; пюре і сік із вишні – 0,62 т; цукор-пісок – 5,78 т; лимонна кислота – 0,3 т; крохмаль –0,51т; вода питна – 7,131 т.

Місткість камер зберігання замороженого морозива розраховується на 90 добових надходжень продукції: $B_k = 90 \cdot 9 = 810$ т.

Місткість камери зберігання вершкового масла: $B_k = 3,696 \cdot 30 = 115$ т.

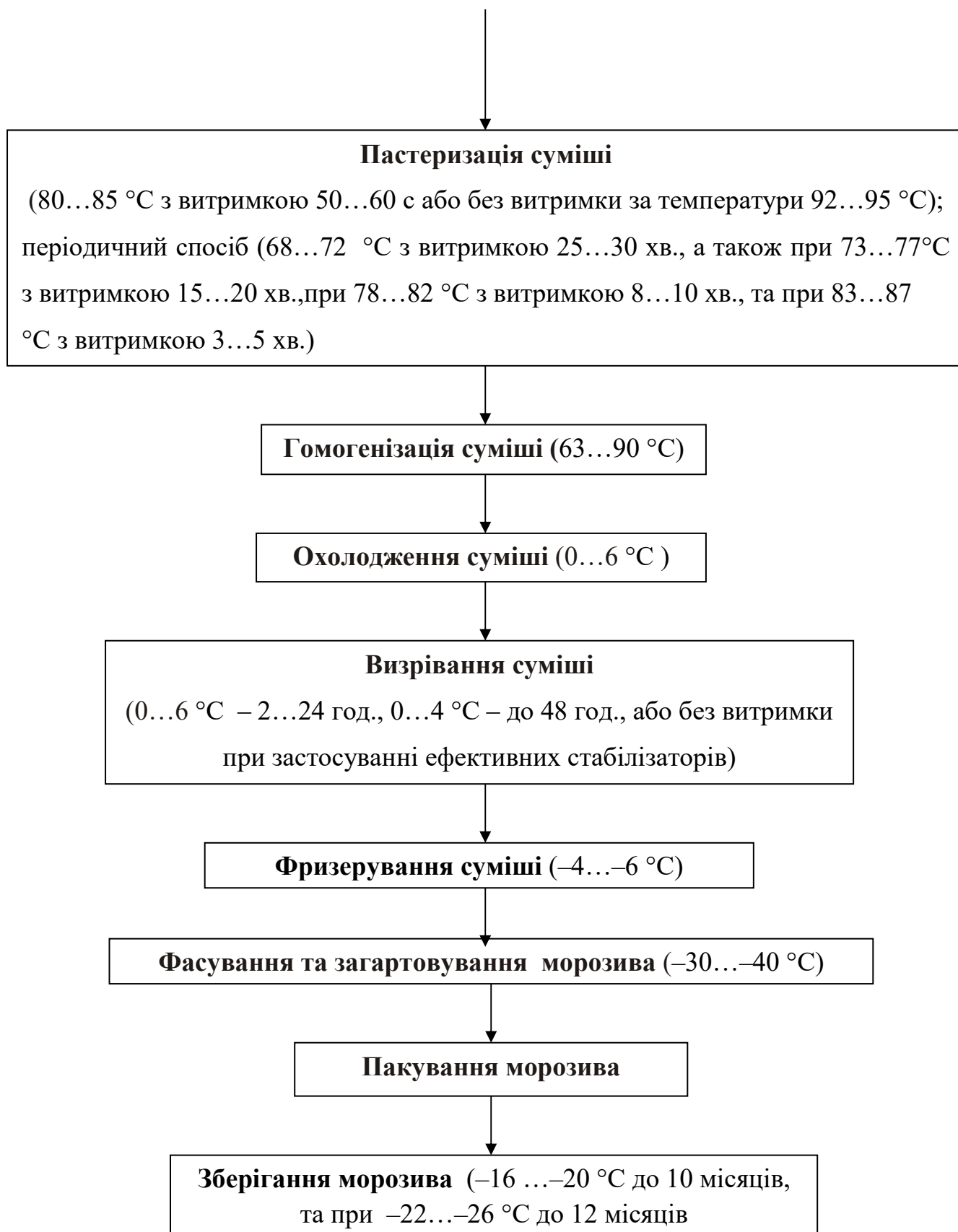
Місткість приміщення зберігання сухих продуктів: $B_k = 6,59 \cdot 30 = 195$ т.

Камера для зберігання охолоджених продуктів: $B_k = 4,051 \cdot 30 = 120$ т

Принципова технологічна схема виробництва морозива:



					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1.1. Приймання, підготовка та оцінка якості сировини

Сировину для морозива приймають за кількістю та якістю, після чого здійснюють попередню підготовку. Рідкі компоненти фільтрують, сипкі

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

просіюють, сухе молоко перемішують із цукром у співвідношенні 2:1 та розчиняють у воді. Згущене молоко вноситься до суміші без розчинення. Вершкове масло слід очистити від штафу. Фрукти, ягоди, овочі, баштанні культури сортують, видаляють кісточки, насіння, шкірку, розрізають на шматочки, після чого подрібнюють і перетирають для утворення пюре. Стабілізатори готують відповідно до технологічних інструкцій. Усі компоненти зважуються відповідно до рецепту.

Для зберігання та охолодження прийнятого молока до -4°C використовуємо три танки-термоси ємністю 7000 л марки ТУЕС (довжина – 4058 мм, діаметр – 1785 мм, висота – 2333 мм).

Масло зберігається в камері за температури -18°C

Охолоджені та сухі продукти зберігаються за температури $+4^{\circ}\text{C}$

1.2. Складання суміші

Підготовані компоненти подаються на приготування суміші. Суміш для морозива готують у ваннах з нагрівною оболонкою та мішалкою. Спочатку додають рідкі продукти, нагрівають їх до $35... 45^{\circ}\text{C}$, потім згущені, розплавлене вершкове масло, а насамкінець – сухі компоненти, яйцепродукти та стабілізатори.

Приготування суміші – тривалий процес, що ускладнюється різноманітністю рецептур і сировини. Тому для спрощення технологічного процесу часто застосовують попередньо приготовані сухі суміші для морозива. На потокових лініях, де використовують сухі суміші, процес приготування суміші механізований. Усі компоненти переводять у рідкий стан (розчиняють чи розтоплюють), дотримуючись нормативних вмістів сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ), жиру та цукру.

1.3. Пастеризація

Щоб попередити вторинне бактеріальне осіменіння, перед пастеризацією суміш бажано профільтрувати, застосовуючи дискові, пластинчасті або інші фільтри . Фільтрацією видаляються механічні домішки і нерозчинені частки компонентів. Пастеризація проводиться з метою суттєвого зниження вегетативних мікроорганізмів, винищення патогенних мікроорганізмів, руйнування

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гідролітичних ферментів, повного розчинення сухих компонентів і розплавлення жиру та емульгатору.

Приготовану суміш пастеризують за температури 80...85 °С з витримкою 50...60 с або без витримки за температури 92...95 °С в апаратах безперервної дії. Останній режим пастеризації є найбільш сприятливим. При періодичному за температури 68...72 °С з витримкою 25...30 хв., а також при 73...77 °С з витримкою 15...20 хв., при 78...82 °С з витримкою 8...10 хв. Та при 83...87 °С з витримкою 3...5 хв. Оброблення суміші бажано проводити у безперервному потоці без доступу повітря для високої ефективності пастеризації та зберігання летких ароматичних речовин. Для пастеризації використовують апарати періодичної дії (пароварочні котли, змієвикові ванни) або апарати безперервної дії (пластинчасті, виштовхувальні).

1.4. Гомогенізація

Проводиться з метою підвищення збитості морозива та покращення його консистенції, за рахунок подрібнення жирових кульок майже у 10 разів. Суміші для плодово-ягідного та ароматичного морозива гомогенізувати не потрібно. Температура гомогенізації сумішей повинна становити 63–90°С. Тиск гомогенізації залежить від: складу суміші, типу жиру, умов гомогенізації, температури. Для молочного морозива тиск складає 12,5...15 МПа; вершкового – 10...12,5 МПа; пломбіру – 9...11 МПа. Для гомогенізації використовують гомогенізатори ОГБ-М; К5-ОГА-1,2; А1-ОГМ та ін.

1.5. Охолодження і визрівання сумішей

Гомогенізовану суміш швидко охолоджують до температури 0-6°С і витримують у спеціальних теплоізованих резервуарах або ваннах не менше 2-х годин для молочного морозива, і не менше 4-х годин для морозива, що містить 10% жиру. Резервуари для зберігання сумішей повинні бути облаштовані охолоджувальними пристроями, крізь які здійснюється циркуляція холодоносія з температурою не вище 5° С. Витримування сумішей на даній фабриці відсутнє, бо є обов'язковим лише для таких, що вміщують желатин, а сучасні стабілізатори

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дають змогу підвищувати в'язкість сумішей до необхідного значення вже під час їх приготування та оброблення. Перед фрезеруванням в суміш вносять ароматичні речовини і есенції.

1.6.Фризерування суміші

Фризерування – основна операція у технологічному процесі виготовлення морозива. У фризері відбувається заморожування суміші та її збивання (насичення повітряними бульбашками). Суміш надходить у фризер за температури не вище 6 °С і охолоджується до кріоскопічної (від -2,3...-4,5°С) . Охолоджена суміш перетворюється на м'яке морозиво – кремоподібну, частково заморожену масу, насичену повітряними бульбашками, що рівномірно розподіляються у суміші, збільшуючи її об'єм у 1,5–2 рази.

Заморожена суміш після фризерування має температуру –3...–5 °С та ступінь збивання до 100 %. Від кількості вимороженої води та ступеня збивання залежать якість морозива, а також його густина, необхідна для обчислення кількості відведеної теплоти у системі охолодження фризера та камери загартовування.

Для фризерування застосовують фризери марки SATTABRIGA, SIDAM, TYTAN, Tetra Hoyer Frigus KF та інші. На даній фабриці використовується два фризери Tetra Hoyer Frigus KF 1000, та один Tetra Hoyer Frigus KF 2000.

Параметри фризерного апарату Tetra Hoyer Frigus KF 1000:

Таблиця 1.4

Модель/Параметр	KF 1000
Продуктивність, кг/год	500-1000
Максимальна температура продукту на вході, °С	+6
Температура продукту на виході, °С	-6
Холодопродуктивність, кВт	30
Використовуючий холодоагент	Аміак
Споживаюча потужність, кВт	22
Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	1500×2000×2000

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметри фризера апарату Tetra Hoyer Frigus KF 2000:

Таблиця 1.5

Модель/Параметр	KF 2000
Продуктивність, кг/год	1500-2000
Максимальна температура продукту на вході, °C	+6
Температура продукту на виході, °C	-6
Холодопродуктивність, кВт	70
Використовуючий холодоагент	Аміак
Споживаюча потужність, кВт	44
Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	1500×2100×2200

1.7. Фасування морозива

Після фризера морозиво швидко фасують і негайно направляють на загартовування, так як при затримці частина закристалізованої води може відтанути, що в подальшому призводить до утворення великих кристалів льоду. Промисловість випускає морозиво вагове та фасоване. Вагове морозиво фасується безпосередньо в транспортну тару – від 2 і до 10кг. Пакується у ящики з полімерних матеріалів або у гільзи з нержавіючої сталі.

Фасоване морозиво випускають дрібними порціями:

- брикети (50-100 г порція; з вафлями, глазуrowані; в упаковці з пергаменту, целофану або фольги)
- ескімо (40-50 г порція; глазуrowане, циліндричної або конусоподібної форми; на палочці; в упаковці з фольги, целофану, поліпропіленової плівки)
- морозиво в вафельних або паперових стаканчиках (50-200 г порція)
- морозиво у вигляді тістечок (100г порція; в картонних коробках).

За потреби морозиво глазурують. Заморожені брикети на короткий час занурюють у розплав шоколадної чи іншої глазури. При цьому відбувається швидке утворення глазурної кірки на поверхні брикету.

1.8. Загартування морозива

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З фризера морозиво надходить на загартовування (процес охолодження та витримки морозива за температур від мінус 18°C і нижче з метою надання морозиву міцності та опору танення). Фасоване морозиво загартовують в потоці повітря за температури від мінус 25 до мінус 42°C в спеціальних морозильних апаратах. Режими загартовування морозива у швидко морозильних камерах встановлюють для забезпечення температури мінус 9°C у центрі порції). Тривалість загартовування залежить від температури навколишнього середовища, способу і умов загартовування, складу морозива, упаковки.

Обираємо 2 спіральні швидко морозильні апарати CAC-1300:

Таблиця 1.6

Модель/Параметр	CAC-1300
Температура повітря в камері, °C	-35
Споживаюча потужність, кВт	22,6
Вага, кг	6200
Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	5000×3200×3200
Продуктивність, кг/год	1300
Холодоагент	Аміак

1.9. Зберігання морозива

Загартоване морозиво упаковують у картонні коробки (краще з гофрованого картону по 2,4-6 кг залежно від виду фасування) і направляють в камери схову з температурою -16...-20 ° C і відотною вологістю повітря 85-90%.

Морозиво в ящиках зберігають на піддонах або ґратках у штабелях і на стелажах. Температурні коливання в камері не повинні перевищувати $\pm 3^{\circ}\text{C}$, а при тривалому зберіганні морозива не допускаються зовсім. Фасоване морозиво в залежності від виду може зберігатися до 12 міс. При випуску з підприємства температура морозива молочних видів повинна бути не вище -10°C , фруктово-ягідного і ароматичного - не вище -12°C .

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.Розрахунок режимів холодильного оброблення продукції

2.1. Розрахунок тривалості заморожування брикету морозива в спіральному швидкоморозильному апараті САС-1300

Вихідні дані:

Товщина брикету $\delta=0,035$ м

Довжина $L=0,1$ м

Ширина $b=0,06$ м

Початкова температура брикету після фризера $t_{\text{поч}} = -4^{\circ}\text{C}$

Кінцева температура брикету після заморозки $t_{\text{кін}} = -30^{\circ}\text{C}$

Коефіцієнт теплопровідності $\lambda_0 = 0,405$ Вт/м·К

Коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря $\nu = 11,13 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$

Густина морозива $\rho = 1110$ кг/м³

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

Розраховуємо час заморожування брикету від температури -4°C до -30°C

Коефіцієнт теплопровідності замороженого продукту:

$$\lambda_{\text{мор}} = \lambda_0 + 0,9 \cdot \omega \quad (2.1)$$

$$\omega = 1 - \frac{t_{\text{кр}}}{t_{\text{кам}}} = 1 - \frac{-1}{-35} = 0,971 \quad (2.2)$$

ω - частка вимороженої вологи

$$\lambda_{\text{мор}} = 0,405 + 0,9 \cdot 0,971 = 1,27 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$$

Розрахунок коефіцієнта тепловіддачі з поверхні продукту:

$$\text{Re} = \frac{\omega_{\text{пов}} \cdot \delta}{\nu_{\text{пов}}} = \frac{5 \cdot 0,035}{11,13 \cdot 10^{-6}} = 15483 \quad (2.3)$$

$$\text{Nu} = 0,17 \cdot \text{Re}^{0,7} = 0,17 \cdot 15483^{0,7} = 145,6 \quad (2.4)$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda_{нов}}{\delta} = \frac{145,6 \cdot 0,0244}{0,035} = 101,5 \text{ Вт/(м}^2\text{К)} \quad (2.4)$$

Розрахунок часу заморожування брикету морозива :

$$\tau = \frac{\rho \cdot \delta \cdot (h_{поч} - h_{кін})}{t_{кр} - t_{кам}} \cdot \left(R \cdot \frac{\delta}{\lambda_{мор}} + P \cdot \frac{1}{\alpha} \right) \quad (2.5)$$

R= 0,0751; P= 0,2632- коефіцієнти для розрахунку тепловіддачі від паралелепіпеда (відведення теплоти з п'яти сторін) [1,с.373].

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

$h_{поч} = 105 \text{ кДж/кг}$ – початкова ентальпія брикету морозива;

$h_{кін} = 0 \text{ кДж/кг}$ – кінцева ентальпія брикету морозива;

$$\tau = \frac{1110 \cdot 0,035 \cdot (105 - 0) \cdot 10^3}{-1 + 35} \cdot \left(0,0751 \cdot \frac{0,035}{1,27} + 0,2632 \cdot \frac{1}{101,5} \right) = 559 \text{ с} = 9 \text{ хв}$$

Отже одна порція брикету морозива заморожується в в спіральному швидкоморозильному апараті САС-1300 за 9 хвилин.

Таблиця параметрів камер зберігання:

Таблиця 2.1

Камера	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Відносна вологість, %	Циркуляція повітря	Тривалість зберігання
Камери зберігання морозива [1,2,3,4,5]	-18	85-90	Примусова 5м/с	до 1 місяця
Камера зберігання вершкового масла[6]	-18	80-85	Примусова 5м/с	до 1 місяця
Камера для зберігання сухої сировини[9]	+4	60-65	Примусова 5м/с	до 1 місяця
Камера для зберігання охолодженої сировини[10]	+4	75	Примусова 5м/с	до 1 місяця
Приміщення для танків з молоком[11]	+4	-	Примусова до 5м/с	до 1 доби

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк.	

3. Техніко-економічне обґрунтування

Побудова даного підприємства в м. Гайсин дає змогу реалізовувати морозиво, яке по постійній необхідності відправляється до споживача. Наявність фабрики морозива в місті, яке межує з багатьма великими містами дозволяє уникнути зайвих логістичних витрат, що позитивно відображається на вихідній ціні пропонованої споживачу продукції.

В даному проекті для отримання холоду використовується централізована двоступенева аміачна холодильна машина з трьома температурами кипіння і фіксованим проміжним тиском. Це дозволяє використовувати на кожну температуру кипіння одноступеневий агрегат і зменшити кількість проміжних посудин. Вона є простою та надійною порівняно з подібними схемами, що працюють на аміаку. Даний холодильний агент вибраний з розрахунку його дешевизни. Схема охолодження обрана безпосередня, що дозволяє зменшити капітальні затрати в порівнянні з використанням проміжного теплоносія, а також зменшуються витрати на спожиту електроенергію. З урахування надійності та економічності використовуємо насосно-циркуляційну подачу аміаку. Як теплообмінне обладнання для камер холодильника обрані повітроохолодники, що дозволяє забезпечити примусову циркуляцію повітря, а отже процес заморожування та охолодження. Також порівняно з батарейним охолодженням повітроохолодники більш компактні, а отже менше займають вантажну площу, менш металоємні при однаковій холодопродуктивності. Конденсатор обраний кожухотрубний з водяним охолодженням, що дає змогу зменшити тиск конденсації в порівнянні з повітряним конденсатором.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Визначення основних розмірів та планування приміщень холодильника

Об'ємно-планувальні рішення будівель холодильника повинні забезпечувати застосування прогресивної технології обробки та зберігання вантажів, широке застосування засобів механізації навантажувально-розвантажувальних робіт, поточність переміщення вантажів, зручність обслуговування обладнання.

Складаємо план будівлі, в якій будуть знаходитися:

- камери зберігання замороженого морозива ($B_k = 1200$ т ; -18°C);
- камери зберігання вершкового масла ($B_k = 115$ т ; -18°C);
- камери зберігання охолодженої сировини ($B_k = 120$ т ; $+4^{\circ}\text{C}$);
- камери зберігання сухої сировини ($B_k = 195$ т ; $+4^{\circ}\text{C}$);
- приміщення для танків з молоком ($B_k = 18,4$ т ; $+4^{\circ}\text{C}$);
- приміщення для технологічних операцій (0°C);
- допоміжні приміщення (коридори, експедиція, тощо);
- машинне відділення та приміщення для обслуговуючого персоналу;
- службові приміщення ($+20^{\circ}\text{C}$);
- автомобільні платформи;

Розмір будівельних прямокутників приймаємо 6×6 м.

4.1 Будівельну площу камер зберігання визначаємо за формулою:

$$F_{\text{буд}} = \frac{B_k}{q_v \cdot h_{\text{гр}} \cdot \beta} \quad (4.1)$$

де: B_k - місткість камер зберігання, т;

q_v - норма завантаження на 1 м^3 вантажного об'єму камери;

$h_{\text{гр}}$ - вантажна висота штабеля, приймаємо $4,8$ м для камери висотою 6 м;

β — коефіцієнт використання будівельної площі камери; $\beta=0,8$ — для холодильників з площею від 400 м^2 .

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункові питомі навантаження q_v від продуктів приймаємо за додатком 11 [1, с.218]:

- інгредієнти виробництва морозива в картонних ящиках $q_v = 0,35 \text{ т/м}^3$;
- морозиво в картонних ящиках $q_v = 0,23 \text{ т/м}^3$;
- масло в картонних ящиках $q_v = 0,7 \text{ т/м}^3$;
- СОМ в паперових мішках $q_v = 0,35 \text{ т/м}^3$.

$$F_{зб.мор.} = \frac{1200}{0,23 \cdot 0,8 \cdot 5,2} = 1254 \text{ м}^2$$

Визначаємо площу одного будівельного квадрата за формулою:

$$f = b \cdot l = 6 \cdot 6 = 36 \text{ м}^2 \quad (4.2)$$

Визначаємо кількість будівельних квадратів за формулою:

$$n = \frac{F_{буд}}{f} = \frac{1254}{36} = 34,83 \quad (4.3)$$

Приймаємо дійсну кількість будівельних квадратів $n_0 = 35$, округлюючи до цілих значень (в бік зростання) розрахункове значення n .

Знаходимо дійсну площу камери за формулою:

$$F_0 = n_0 \cdot f = 35 \cdot 36 = 1260 \text{ м}^2 \quad (4.4)$$

4.2. Визначаємо будівельну площу камери зберігання вершкового масла:

$$F_{зб.м.} = \frac{115}{0,8 \cdot 5 \cdot 0,7} = 46,93 \text{ м}^2 \quad (4.5)$$

Приймаємо розміри приміщення: 2 будівельних квадрати.

4.3. Визначаємо будівельну площу камери для зберігання охолодженої сировини:

$$F_{ох.сир.} = \frac{120}{0,35 \cdot 5 \cdot 0,8} = 48,95 \text{ м}^2$$

Приймаємо розміри приміщення: 2 будівельних квадрати.

4.4. Визначаємо будівельну площу приміщення для зберігання сухої сировини:

$$F_{с.р.} = \frac{195}{0,35 \cdot 5 \cdot 0,8} = 79,6 \text{ м}^2$$

Приймаємо розміри приміщення: 3 будівельних квадрати.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5. Приміщення для танків з молоком:

Для охолодження прийнятого молока використовуємо три танки-термоси ємністю 7000 л марки ТУЕС (довжина – 4058 мм, діаметр –1785 мм, висота – 2333 мм).

Приймаємо розміри приміщення: 2 будівельних квадрати.

$$F_{\text{т.м.}} = 36 \cdot 4 = 144 \text{ м}^2$$

4.6. Приміщення для технологічних операцій:

Приймаємо розміри приміщення за розмірами апаратів: 8 будівельних квадратів.

Довжина – 24 м; Ширина – 12 м; Висота –6 м.

$$F_{\text{тех}} = 36 \cdot 8 = 288 \text{ м}^2$$

4.7. Площа машинного відділення приймається в межах $(0,05 - 0,35) \cdot F$

$$F_{\text{маш}} = 2077 \cdot 0,15 = 311,5 \text{ м}^2$$

Приймаємо 9 будівельних квадратів.

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

$$F_{\text{сл}} = 0,2 \cdot 2077 = 415,4 \text{ м}^2$$

Приймаємо 12 будівельних квадратів.

Схема холодильника зображена на рис.4.1.

Таблиця основних будівельних площ холодильника:

Таблиця 4.1

Камера	Температура, °С	Місткість камери, т	Площа камери, м ²	Кількість буд. прямокутників	Дійсна площа камери, м ²
Камери зберігання морозива [1,2,3,4,5]	-18	1200	1254	35	1260
Камера зберігання вершкового масла [6]	-18	115	46,93	2	72
Камера експедиції морожених продуктів[7]	-12	-	144	4	144
Приміщення для технологічних операцій [8]	0	-	288	8	288

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приміщення для збер. сухої сировини[9]	+4	195	79,6	3	108
Камера для зберігання охолодженої сировини[10]	+4	120	48,95	2	72
Приміщення для танків з молоком[11]	+4	18,4	72	2	72
Камера експедиції сировини[12]	+12	-	180	5	180
Приміщення для обл. персоналу	Без опалення	-	108	3	108
Машинне відділення	Без опалення	-	311,5	9	324
Службові приміщення	+20	-	415.4	12	432
Коридор	Без опалення	-	432	12	432

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



рис.4.1. План холодильника фабрики

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00 БКР 142.004.020.ПЗ

Арк.

5.Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника

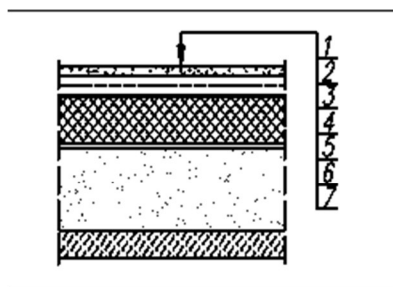
Проектуємо будівлю каркасного типу з залізобетонними колонами 400×400мм. Розмір сітки колон приймаємо 6×6 м. Будівельні балки залізобетонні довжиною 6 м і висотою 440 мм. Висота камер від чистої підлоги до низу балки 6 м. Стіни та перегородки залізобетонні. Покриття без горища. Плити перекриття – ребристі, довжиною 6 м шириною 1,5 м та товщиною полки 300 мм. Підлога – з електропідігрівом для захисту ґрунту від промерзання. В якості теплоізоляції приймаємо пінопласт полістирольний ПСБ-С.

Середня температура зовнішнього повітря у м. Гайсин дорівнює +6,5°C. Розрахункова літня + 30°C, зимня -23°C.

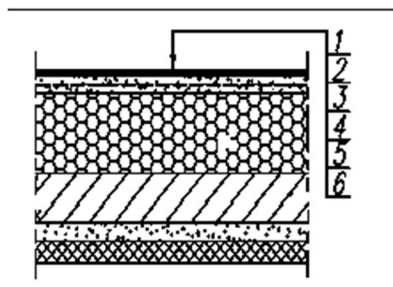
Відповідно, місто розташоване в середній кліматичній зоні.

Табл.5.1

Будівельно-ізоляційні конструкції холодильника



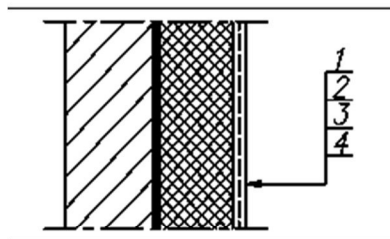
Підлога	δ м	λ Вт/мК	$\Sigma \delta_i / \lambda_i$ м²К/Вт
1. Монолітне бетонне покриття із важкого бетону	0.040	1.86	1.341
2. Армована бетонна стяжка	0.150	1.86	
3. Пароізоляція - 1 шар пергаміна	0.001	0.15	
4. Теплоізоляція із пінопласта полістирольного ПСБ-С	-	0.05	
5. Цементно-пісковий розчин	0.025	0.98	
6. Ущільнений пісок	1	0.58	
7. Бетонна підготовка з електронагрівачами	-	-	



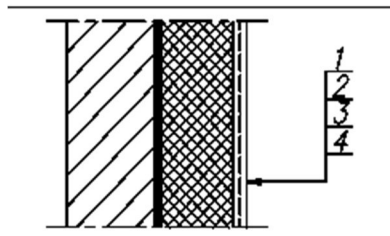
Покриття	δ м	λ Вт/мК	$\Sigma \delta_i / \lambda_i$ м²К/Вт
1. 5 шарів гідроізоляції на бітумній мастиці	0,012	0,30	0,202
2. Стяжка із бетону по металевій сітці	0,040	1,86	
3. Засипка з гравію	0,200	0,2	
4. Цементно-піщаний розчин	0,030	1	
5. З/б плита	0,220	2	
6. Теплоізоляція з ПСБ-С	-	0,025	

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

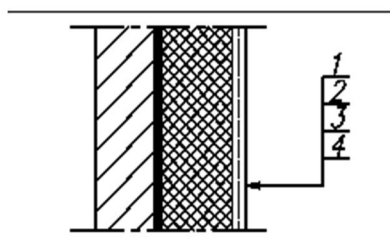
Будівельно-ізоляційні конструкції холодильника



Зовнішня стіна	δ м	λ Вт/мК	$\Sigma \delta_i / \lambda_i$ м ² К/Вт
1. Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0.020	0.98	0.1090
2. Теплоізоляція із пінопласта полістирольного ПСБ-С	-	0.05	
3. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0.004	0.30	
4. Залізобетонна плита	0.140	1.86	



Внутрішня стіна	δ м	λ Вт/мК	$\Sigma \delta_i / \lambda_i$ м ² К/Вт
1. Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0.020	0.98	0.1090
2. Теплоізоляція із пінопласта полістирольного ПСБ-С	-	0.05	
3. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0.004	0.30	
4. Залізобетонна плита	0.140	1.86	



Перегорodka	δ м	λ Вт/мК	$\Sigma \delta_i / \lambda_i$ м ² К/Вт
1. Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0.020	0.98	0.0768
2. Теплоізоляція із пінопласта полістирольного ПСБ-С	-	0.05	
3. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0.004	0.30	
4. Залізобетонна плита	0.080	1.86	

Для прикладу наведено розрахунок ізоляційних конструкцій стіни між камерами зберігання морозива[1,2,3,4,5] та зовнішнім повітрям:

Склад стіни показано в таблиці 5.1. Температура в камерах -18°C , охолодження здійснюється повітряними охолодниками, відповідно циркуляція повітря помірна. Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з $t_b = -18^{\circ}\text{C}$ холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні, $k_0^{\text{пот}} = 0,25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$ відповідно табл. 8.2 (літ. 1). $\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$, $\alpha_b = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$.

Підраховуємо загальний термічний опір всіх шарів, окрім теплоізоляційного:

$$\Sigma \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,02}{0,98} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,14}{1,86} = 0,109 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{K}}{\text{Вт}} \quad (5,1)$$

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta_{iz}^{nomp} = \lambda_{iz} \cdot \left[\frac{1}{k_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_b} \right) \right], \text{ м} \quad (5,2)$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.020.ПЗ

$$\delta_{i3}^{nотр} = 0,05 \cdot \left[\frac{1}{0,25} - \left(\frac{1}{23} + 0,109 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,187 м$$

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

$k_0^{пот}$ - оптимальний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К);

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

α_6 - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої або більш холодної сторони огородження, Вт/(м²·К);

Приймаємо товщину теплоізоляції 200 мм.

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$k_0^d = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}}}, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)} \quad (5,3)$$

$$k_0^d = \frac{1}{\left(\frac{1}{23} + 0,109 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0,2}{0,05}} = 0,235 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

де t_B - температура повітря в більш теплом приміщенні, °С;

t_3 - температура повітря в більш холодному приміщенні, °С.

Щоб не відбувалося випадіння конденсату чи утворення інею, повинна виконуватися дана умова:

$$\tau_B \geq t_{т.р}$$

$$\tau_B = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_0 \cdot \alpha} \quad (5,4)$$

де $t_{т.р}$ - температура точки роси в більш теплом приміщенні (визначається по i-d діаграмі повітря за температурою та вологістю повітря в приміщенні), °С.

Розрахунок умови випадіння конденсату для даної стіни не виконується.

Розрахунки всіх інших ізоляційних конструкцій будівлі наведено в табл. 5.2.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2

Огорожа	$t_{в}/t_{з}$ °C	$\alpha_{зн}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	$\alpha_{вн}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	$R_{зн}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$R_{вн}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	Товщина теплоізоляції, м		Коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	
							$\delta_{из}^{номр}$	$\delta_{из}^{\partial}$	$k_0^{потр}$	$k_0^д$
1.Стіни між камерами зберігання морозива [1,2,3,4,] та зовнішнім повітрям	-18 +30	23	9	0,043	0,111	0,109	0,187	0,2	0,25	0,23
2.Стіни між експедицією[7] та зовнішнім повітрям	-12 +30	23	9	0,043	0,111	0,109	0,165	0,18	0,28	0,26
3.Стіна між камерою зберігання сировини[9] та зовнішнім повітрям	+4 +30	23	9	0,043	0,111	0,109	0,11	0,12	0,44	0,38
4.Стіна між камерою зберігання сировини [9,10,11] та коридором	+4 +12	9	9	0,011	0,111	0,076	0,081	0,1	0,52	0,43
5.Стіна між камерою зберігання сировини [9,10,11] та зберігання [5,6]	-18 +4	9	9	0,111	0,111	0,076	0,17	0,2	0,27	0,23
6.Стіна між експедицією[12] та зовн.повітрям	+12 +30	23	9	0,043	0,111	0,109	0,062	0,08	0,64	0,51
7.Внутрішні стіни між камерами зберігання морозива і масла [1,2,3,4,5,6]	-18 -18	9	9	0,111	0,111	0,076	0,071	0,08	0,58	0,52
8.Стіни між камерами зберігання морозива [3] та експедицією[7]	-18 -12	9	9	0,111	0,111	0,076	0,107	0,12	0,41	0,37
9.Стіна між експедицією [7] та коридором	-12 +12	9	9	0,111	0,111	0,076	0,164	0,18	0,28	0,25
10.Стіни між камерами зберігання [1,2,3,4,5,6] та коридором	-18 +12	9	9	0,111	0,111	0,076	0,193	0,2	0,24	0,23
11.Стіни між коридором, експедицією [12] та службовим приміщенням	+12 +20	23	9	0,043	0,111	0,076	0,067	0,08	0,64	0,54

00 БКР 142.004.020.ПЗ

Арк.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

12. Стіна між приміщенням для технологічних операцій[12] та коридором;	0 +12	9	9	0,111	0,111	0,076	0,094	0,1	0,46	0,43
13.Стіна між приміщенням для технологічних операцій[8] та службовим прим;	0 +20	23	9	0,043	0,111	0,076	0,113	0,12	0,4	0,38
14.Стіна між приміщенням для технологічних операцій[8] та камерою зберігання морозива[4];	-18 0	9	9	0,111	0,111	0,076	0,168	0,18	0,29	0,25
15.Стіна між приміщенням для технологічних операцій[8] та машинним відділенням;	0 +25	23	9	0,043	0,111	0,109	0,112	0,12	0,4	0,37
16.Стіни між камерами зберігання сировини [9,10,11]	+4 +4	9	9	0,111	0,111	0,076	0,07	0,08	0,58	0,52
17.Стіна між коридором та зовнішнім повітрям	+12 +31	23	9	0,043	0,111	0,076	0,067	0,08	0,64	0,54
18.Стіна між експедицією [12] та коридором	+12 +14	9	9	0,111	0,111	0,076	0,075	0,08	0,44	0,42
19.Підлога з електро-підігрівом ґрунту для камер [1,2,3,4,5,6,7];	-18 +1	7	-	0,142	-	1,341	0,95	0,1	0,23	0,22
20.Підлога для камер без електропідігріву	0 +14	7	-	0,142	-	1,341	0,077	0,01	0,41	0,4
21.Стеля над камерами зберігання морозива і вершкового масла, та експедицією[1,2,3,4,5,6,7];	-18 +30	7	23	0,142	0,043	0,202	0,105	0,12	0,25	0,22
20.Стеля над іншими камерами.	0 +30	7	23	0,142	0,043	0,202	0,037	0,04	0,37	0,36

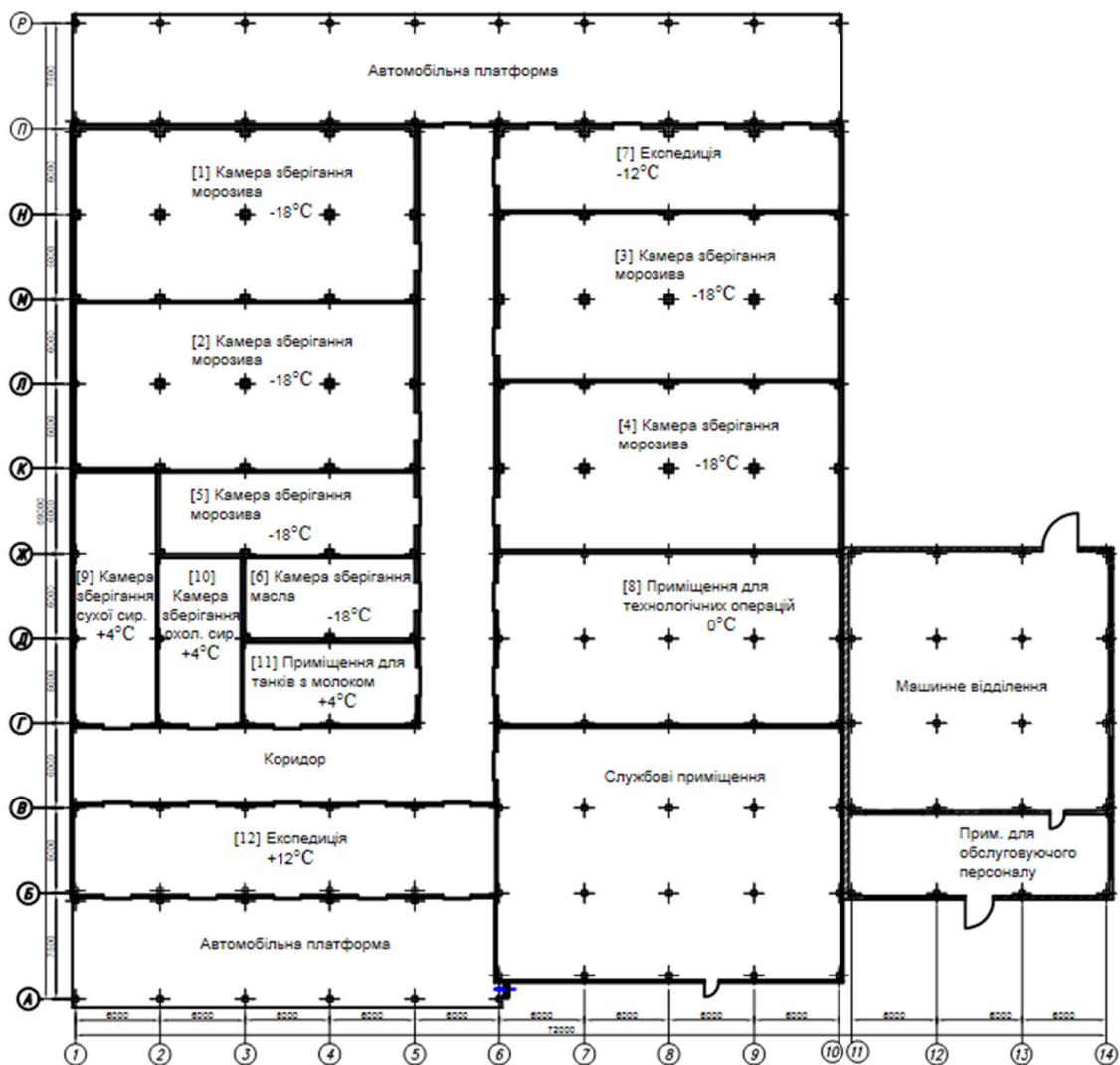
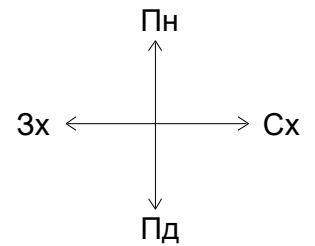
					00 БКР 142.004.020.ПЗ					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

6. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень

6.1. Теплопритоки через огорожувальні конструкції

Розміри огорожень на плані і площу камер приймаємо по осям колон. Для визначення теплопритоків від сонячної радіації приймаємо орієнтацію будівлі машинним відділенням на схід.

Враховуємо, що стеля зовні світла (тобто $\Delta t_c = 14,9^\circ\text{C}$). Розрахункова літня температура 30°C .



					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо теплопритік від зовнішнього повітря та приміщень з більшою температурою:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C} , Bm \quad (6.1)$$

де Q_{1T} - теплопритік через зовнішнє огородження, Bm ;

Q_{1C} - теплопритік від дії сонячної радіації, Bm .

$$Q_{1T} = K_{\partial} \cdot F \cdot (t_3 - t_6) , Bm \quad (6.2)$$

де F - площа огородження, m^2 ;

t_3 - температура ззовні огородження, $^{\circ}C$;

t_6 - температура в камері, $^{\circ}C$.

$$Q_{1C} = K_{\partial} \cdot F \cdot \Delta t , Bm \quad (6.3)$$

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

Для прикладу наведений розрахунок теплонадходжень через огорожувальні конструкції камери №1 Зберігання морозива (-18 $^{\circ}C$):

Північна сторона

$$Q_{1T} = 0,23 \cdot 144(30 + 18) = 1589,76 , Bm ; Q_{1C} = 0 , Bm ; Q_1 = 1589,76 + 0 = 1589,76 , Bm .$$

Південна сторона

$$Q_{1T} = 0 , Bm ; Q_{1C} = 0 , Bm ; Q_1 = 0 , Bm .$$

Західна сторона

$$Q_{1T} = 0,23 \cdot 72(30 + 18) = 794,88 , Bm ; Q_{1C} = 0,23 \cdot 72 \cdot 11,7 = 193,7 , Bm ; Q_1 = 794,88 + 193,7 = 988,5 , Bm .$$

Східна сторона

$$Q_{1T} = 0,23 \cdot 72 \cdot (12 + 18) = 496,8 , Bm ; Q_{1C} = 0 , Bm ; Q_1 = 496,8 + 0 = 496,8 , Bm .$$

Підлога

$$Q_{1T} = 0,22 \cdot 288 \cdot (1 + 18) = 1203,8 , Bm \text{ формула 9.4(літ.1)} ; Q_{1C} = 0 , Bm ; Q_1 = 1203,8 + 0 = 1203,8 Bm$$

Покриття

$$Q_{1T} = 0,22 \cdot 288 \cdot (30 + 18) = 3041,28 , Bm ; Q_{1C} = 0,22 \cdot 288 \cdot 14,9 = 944 , Bm ;$$

$$Q_1 = 3041,28 + 944 = 3985,28 , Bm .$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна кількість теплопритоків в камеру:

Враховуючи товщину стін, вводимо поправку на 5%.

$$Q_1 = (1589,76 + 988,5 + 496,8 + 1203,8 + 3985,28) \cdot 1.05 = 8264,14, \text{ Вт}.$$

Загальна таблиця всіх теплонадходжень через огорожувальні конструкції:

Таблиця 6.1

Огорожа	k_0^D , Вт/м ² ·К	F, м ²	$t_{\text{зн}}$, °С	Θ , °С	Q_{IT} , кВт	Δt_c , °С	Q_{IC} , кВт	$Q_{\text{Iзаг}}$, кВт
Камера №1 Зберігання морозива (-18°С)								
Північна стіна	0,23	144	+30	48	1,589	-	-	1,589
Південна стіна	0,52	144	-18	0	0	-	-	0
Західна стіна	0,23	72	+30	48	0,794	11,7	193,7	0,988
Східна стіна	0,23	72	+12	30	0,496	-	-	0,496
Підлога	0,22	288	+1	19	1,203	-	-	1,203
Покриття	0,22	288	+30	48	3,041	14,9	0,944	3,985
Загалом:								8,264
Камера №2 Зберігання морозива (-18°С)								
Північна стіна	0,52	144	-18	0	0	-	-	0
Південна стіна	0,23	36	+4	22	0,182	-	-	0,182
Західна стіна	0,23	72	+30	48	0,794	11,7	0,193	0,988
Східна стіна	0,23	72	+12	30	0,496	-	-	0,496
Підлога	0,22	288	+1	19	1,203	-	-	1,203
Покриття	0,22	288	+30	48	3,041	14,9	0,944	3,985
Загалом								6,854
Камера №3 Зберігання морозива (-18°С)								
Північна стіна	0,37	144	-12	6	0,319	-	-	0,319
Південна стіна	0,52	144	-18	0	0	-	-	0
Західна стіна	0,23	72	+12	30	0,496	-	-	0,496

					00 БКР 142.004.020.ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Східна стіна	0,23	72	+30	48	0,794	9,8	0,162	0,957
Підлога	0,22	288	+1	19	1,203	-	-	1,203
Покриття	0,22	288	+30	48	3,041	14,9	0,944	3,985
Загалом								6,957
Камера №4 Зберігання морозива (-18°C)								
Північна стіна	0,52	144	-18	0	0	-	-	0
Південна стіна	0,25	144	0	18	0,648	-	-	0,648
Західна стіна	0,23	72	+12	30	0,496	-	-	0,496
Східна стіна	0,23	72	+30	48	0,794	9,8	0,162	0,957
Підлога	0,22	288	+1	19	1,203	-	-	1,203
Покриття	0,22	288	+30	48	3,041	14,9	0,944	3,985
Загалом								7,289
Камера №5 Зберігання морозива (-18°C)								
Північна стіна	0,52	108	-18	0	0	-	-	0
Південна стіна	0,23	36	+4	22	0,182	-	-	0,182
Західна стіна	0,23	36	+4	22	0,182	-	-	0,182
Східна стіна	0,23	36	+12	30	0,248	-	-	0,248
Підлога	0,22	108	+1	19	0,451	-	-	0,451
Покриття	0,22	108	+30	48	1,14	14,9	0,354	1,495
Загалом								5,314
Камера №6 Зберігання масла (-18°C)								
Північна стіна	0,52	72	-18	0	0	-	-	0
Південна стіна	0,23	72	+4	22	0,364	-	-	0,364
Західна стіна	0,23	36	+4	22	0,182	-	-	0,182
Східна стіна	0,23	36	+12	30	0,248	-	-	0,248

					00 БКР 142.004.020.ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Підлога	0,22	72	+1	19	0,3	-	-	0,3
Покриття	0,22	72	+30	48	0,76	14,9	0,23	0,99
Загалом								2,08
Камера №7 Експедиція морожених продуктів (-12°C)								
Північна стіна	0,26	144	+30	42	1,572	-	-	1,572
Південна стіна	0,37	144	-18	6	-0,319	-	-	-0,319
Західна стіна	0,25	36	+12	24	0,216	-	-	0,304
Східна стіна	0,26	36	+30	42	0,28	9,8	0,102	0,383
Підлога	0,22	144	+1	19	0,601	-	-	0,601
Покриття	0,23	144	+30	48	1,59	14,9	0,164	1,754
Загалом								4,295
Камера №9 Камера зберігання сухої сировини (+4°C)								
Північна стіна	0,23	36	-18	22	-0,182	-	-	-0,182
Південна стіна	0,43	36	+12	8	0,123	-	-	0,123
Західна стіна	0,38	108	+30	26	1,06	9,8	0,12	1,164
Східна стіна	0,23	36	-18	22	-0,182	-	-	-0,182
Підлога	0,4	108	+30	26	1,123	-	-	1,123
Покриття	0,37	108	+30	26	1,039	14,9	0,595	1,634
Загалом								3,68
Камера №10 Камера зберігання охолодженої сировини (+4°C)								
Північна стіна	0,23	36	-18	22	-0,182	-	-	-0,182
Південна стіна	0,43	36	+12	8	0,123	-	-	0,123
Західна стіна	0,52	72	+4	0	0	-	-	0
Східна стіна	0,23	36	-18	22	-0,182	-	-	-0,182
Підлога	0,4	72	+30	26	0,748	-	-	0,748
Покриття	0,37	72	+30	26	0,692	14,9	0,396	1,09

					00 БКР 142.004.020.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Загалом	1,597
---------	-------

Камера №11 Приміщення для танків з молоком (+4°C)								
Північна стіна	0,23	72	-18	22	-0,324	-	-	-0,324
Південна стіна	0,43	72	+12	8	0,247	-	-	0,247
Західна стіна	0,52	36	+4	0	0	-	-	0
Східна стіна	0,43	36	+12	8	0,123	-	-	0,123
Підлога	0,4	72	+30	26	0,748	-	-	0,748
Покриття	0,37	72	+30	26	0,692	14,9	0,396	1,09
Загалом								1,88
Камера №8 Приміщення для технологічних операцій (0°C)								
Північна стіна	0,25	144	-18	18	-0,648	-	-	-0,648
Південна стіна	0,52	144	+20	20	1,123	-	-	2,99
Західна стіна	0,43	72	+12	12	371,5	-	-	0,371
Східна стіна	0,37	72	+25	25	0,666	-	-	0,666
Підлога	0,4	288	+30	30	3,456	-	-	3,456
Покриття	0,37	288	+30	30	2,398	14,9	1,588	4,785
Загалом								8,164
Камера №12 Експедиція сировини (+12°C)								
Північна стіна	0,42	180	+12	0	0	-	-	0
Південна стіна	0,51	180	+30	18	1,652	8	734,4	2,387
Західна стіна	0,51	36	+30	18	0,33	-	-	0,33
Східна стіна	0,54	36	+20	8	0,155	-	-	0,155
Підлога	0,4	180	+30	18	1,296	-	-	1,296
Покриття	0,37	180	+30	18	1,199	14,9	0,992	2,191
Загалом								6,359

					00 БКР 142.004.020.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

6.2. Теплопритоки при термічній обробці продуктів

Розрахунок здійснюємо за формулою:

$$Q_2 = Q_{2П} + Q_{2Т}, \text{ кВт (6.5)}$$

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

$Q_{2Т}$ - теплопритік від тари, кВт.

Знаходимо теплопритік від продуктів за формулою:

$$Q_{2П} = M_{\partial} \cdot (i_n - i_k) \cdot \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ кВт (6.6) - при дозаморожуванні та доохолодженні}$$

продуктів в камерах зберігання.

$$Q_{2П} = 1,3 \cdot M_{np} \cdot (i_n - i_k) \cdot \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ кВт (6.7) - при холодильній обробці в камерах}$$

охолодження і заморожування періодичної дії,

де 1,3 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність теплового навантаження

M_{∂} - добове надходження продуктів в камеру, т / добу;

i_n - ентальпія продукту при надходженні в камеру, кДж / кг ;

i_k - ентальпія продукту після холодильної обробки, кДж / кг ;

τ - час холодильної обробки, год / діб .

Знаходимо теплопритік від тари за формулою:

$$Q_{2Т} = M_{\partial т} \cdot C_T \cdot (t_n - t_k) \cdot \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ кВт (6.8)}$$

де $M_{\partial т}$ - добове надходження тари в камеру, т / добу;

t_n - температура тари при надходженні в камеру, °C;

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

i_k - температура тари після холодильної обробки, °C;

τ - час холодильної обробки, год/дів ;

C_T - теплоємність тари, кДж /(кг · К).

Теплоємність картонного ящика 2,3 кДж /(кг · К)

Масу тари приймаємо як 10% від маси продукту.

Витрата холоду на охолодження молока після пастеризації:

$$Q_{2П} = 18,4 \cdot (657,5 - 342,5) \cdot \frac{1000}{8 \cdot 3600} = 201,5 \text{ , кВт};$$

Витрата холоду на охолодження після пастеризації та гомогенізації суміші:

$$Q_{2П} = 20 \cdot (637,5 - 342,5) \cdot \frac{1000}{8 \cdot 3600} = 204,8 \text{ , кВт};$$

Теплове навантаження від технологічних процесів обробки сировини :

$$Q_2 = 201,5 + 204,8 = 405,9 \text{ , кВт .}$$

Витрата холоду у фризерному апараті:

$$Q_{2П} = 20 \cdot (246,15 - 90,9) \cdot \frac{1000}{8 \cdot 3600} = 107,8 \text{ , кВт};$$

Витрата холоду у апараті загартовування морозива:

$$Q_{2П} = 20 \cdot (90,9 - 19,7) \cdot \frac{1000}{8 \cdot 3600} = 49,5 \text{ , кВт};$$

Сумарне теплове навантаження від технологічного обладнання:

$$Q_2 = 107,8 + 49,5 = 157,3 \text{ , кВт .}$$

Камера зберігання морозива № 1, 2, 3, 4:

$$Q_{2П} = 9 \cdot (19,7 - 7,1) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 1,31 \text{ , кВт};$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{2T} = 0,9 \cdot 2,3 \cdot (0 + 18) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,43 \text{ , кВт};$$

$$Q_2 = (1,31 + 0,43) \cdot 4 = 6,96 \text{ , кВт}.$$

Камера зберігання морозива № 5:

$$Q_{2П} = 4 \cdot (19,7 - 7,1) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,58 \text{ , кВт};$$

$$Q_{2T} = 0,4 \cdot 2,3 \cdot (0 + 18) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,19 \text{ , кВт};$$

$$Q_2 = (0,58 + 0,19) \cdot 4 = 0,77 \text{ , кВт}.$$

Камера зберігання вершкового масла № 6:

$$Q_{2П} = 3,6 \cdot (17,6 - 3,8) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,575 \text{ , кВт};$$

$$Q_{2T} = 0,36 \cdot 2,3 \cdot (-12 + 18) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,057 \text{ , кВт};$$

$$Q_2 = 0,575 + 0,057 = 0,632 \text{ , кВт}.$$

Камера зберігання охолодженої та сухої сировини № 9,10:

Охолоджена сировина:

$$Q_{2П} = 4,05 \cdot (398 - 334) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 3 \text{ , кВт}; \quad Q_{2T} = 4,05 \cdot 0,8 \cdot (20 - 4) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,6 \text{ , кВт};$$

Суха сировина:

$$Q_{2П} = 6,59 \cdot (75 - 31) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 3,35 \text{ , кВт}; \quad Q_{2T} = 0,659 \cdot 2,3 \cdot (20 - 4) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,28 \text{ , кВт};$$

$$Q_2 = 3 + 0,6 + 3,35 + 0,28 = 7,23 \text{ , кВт}.$$

Загальна таблиця теплопритоків при термічній обробці продуктів занесена до Таблиці 6.2.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблица 6.2

Номер камери	t _{кам}	M _{пр}	M _т	t _п	t _к	i _п	i _к	C _т	τ,	Q _{2п}	Q _{2т}	Q ₂
	°C	т/доб	т/доб	°C	°C	кДж/кг	кДж/кг	кДж/ кг·K	год	кВт	кВт	кВт
Камера №1,2,3,4	-18	9	0,9	-35	-18	-40	-7,1	2,3	24	1,31	0,43	6,96
Камера №5	-18	4	0,4	-35	-18	-40	-7,1	2,3	24	0,58	0,19	0,77
Камера №7	-18	3,6	0,36	-12	-18	17,6	3,8	2,3	24	0,575	0,057	0,632
Камера №9	+4	4,05	4,05	20	+4	398	334	0,8	24	3	0,6	3,6
Камера №10	+4	6,59	0,659	20	+4	75	31	2,3	24	3,35	0,28	3,63

6.3. Розрахунок експлуатаційних теплопритоків

Розраховуємо експлуатаційні теплопритоки за формулою:

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \text{ , } Bm \text{ (6.9)}$$

де q_1 - теплопритік від освітлення, $Вт$;

q_2 - теплопритік від людей, Bm ;

q_3 - теплопритік від працюючих електродвигунів, Bm ;

q_4 - теплопритік від відкривання дверей, Bm .

Знаходимо теплопритік від освітлення за формулою:

$$q_1 = A \cdot F \quad , \quad Bm \quad (6.10)$$

де A - питомий теплопритік від приладів на 1 м^2 підлоги, $\text{Вт} / \text{м}^2$;

F - площадь камеры, m^2 .

Знаходимо теплопритік від перебування людей за формулою:

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_2 = 350 \cdot n, \text{ Вт} \quad (6.11)$$

де n - кількість людей, *чол* ;

350 - теплопритік від однієї працюючої людини, *Вт/чол* .

Знаходимо теплопритік від працюючих електродвигунів за формулою:

$$q_3 = N_{el} \cdot 1000, \text{ Вт} \quad (6.12)$$

де N_{el} - сумарна потужність всіх електродвигунів, *кВт* .

Знаходимо теплопритік від відкриття дверей за формулою:

$$q_4 = K \cdot F, \text{ Вт} \quad (6.13)$$

де K - питомий теплопритік на 1 м^2 підлоги, *Вт/м²* ;

F - площа камери, *м²* .

Для прикладу наводимо розрахунок експлуатаційних теплопритоків для камер зберігання морозива № 1, 2, 3, 4:

$q_1 = 2,3 \cdot 288 = 662,4, \text{ Вт} ; q_2 = 350 \cdot 2 = 700, \text{ Вт} ; q_3 = 4000, \text{ Вт} ; q_4 = 8 \cdot 288 = 2304, \text{ Вт} ;$

$$Q_4 = 662,4 + 700 + 4000 + 2304 = 7666,4, \text{ Вт}$$

Значення експлуатаційних теплопритоків всіх камер занесені до таблиці 6.3.

Таблиця 6.3

Номер камери	F_d м ²	A Вт/м ²	q_1 Вт	n чол	q_2 Вт	N_{el} кВт	q_3 Вт	K Вт/м ²	q_4 Вт	Q_4 Вт
Камера №1	288	2,3	662,4	2	700	4	4000	8	2304	7666,4
Камера №2	288	2,3	662,4	2	700	4	4000	8	2304	7666,4
Камера №3	288	2,3	662,4	2	700	4	4000	8	2304	7666,4
Камера №4	288	2,3	662,4	2	700	4	4000	8	2304	7666,4

					00 БКР 142.004.020.ПЗ					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Камера №5	108	2,3	248,4	2	700	4	4000	8	864	5812,4
Камера №6	72	2,3	165,6	2	700	4	4000	8	576	5441,6
Камера №7	144	2,3	1353,6	4	1400	4	4000	12	1728	8481,6
Камера №8	288	4.7	662,4	4	1400	4	4000	20	5760	11822
Камера №9	108	2,3	248,4	2	700	4	4000	15	1620	6568,4
Камера №10	72	2,3	165,6	2	700	4	4000	15	1080	5945,6
Камера №11	72	2,3	165,6	2	700	4	4000	15	1080	5945,6
Камера №12	180	4.7	1353,6	4	1400	4	4000	20	3600	10353,6

Загальна кількість теплоти, що надходить в охолоджуване приміщення холодительника:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, \text{ Вт (6.14)}$$

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

Значення всіх теплопритоків холодительника занесені до таблиці 6.4

Таблиця 6.4

Назва приміщення	$t_{\text{кам}}$ °C	t_0 °C	Q_1 , кВт	Q_2 , кВт	Q_4 , кВт	Q , кВт
Приміщення для технологічних операцій (№8)	0	-6	8,164	-	11,822	19,986
Приміщення зберігання охолодженої сировини (№10)	+4	-6	3,68	3,6	5,945	13,225
Приміщення зберігання сухої сировини(№9)	+4	-6	1,597	3,36	6,568	11,525
Приміщення зберігання молока в танках (№11)	+4	-6	4,32	-	7,191	11,511
Експедиція(№12)	+12	-6	4,368	-	10,353	14,721
Теплове навантаження від технологічних процесів обробки сировини		-6	-	405,9	-	405,9
(-6)Σ=			22,129	412,86	41,879	476,86
Теплове навантаження від технологічного обладнання	-35	-40	-	157,3	-	157,3

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(-40)Σ=			-	157,3	-	157,3
Камера зберігання морозива(№1)	-18	-25	8,264	1,74	7,666	17,67
Камера зберігання морозива(№2)	-18	-25	6,854	1,74	7,666	16,26
Камера зберігання морозива(№3)	-18	-25	6,957	1,74	7,666	16,363
Камера зберігання морозива(№4)	-18	-25	7,289	1,74	7,666	16,695
Камера зберігання морозива(№5)	-18	-25	5,314	0,77	5,812	11,896
Камера зберігання масла (№6)	-18	-25	2,08	0,632	5,441	8,153
Експедиція(№7)	-12	-25	4,295	-	8,481	12,776
(-25)Σ=			41,053	8,362	50,398	99,813

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.Визначення навантаження на теплообмінне обладнання камер та компресори

Навантаження на компресор розраховуємо по наближеному методу рекомендованому для холодильників з великою кількістю камер (споживачів холоду) [1,с.62].

Навантаження на компресор для всіх камер від теплопритоку через огородження приймають:

$$Q_{1KM} = 0,9 \cdot Q_1, Bm \quad (7.1)$$

Навантаження на компресор для камер термообробки від термічної обробки продуктів приймають:

$$Q_{2KM} = Q_2, Bm \quad (7.2)$$

Навантаження на компресор для камер зберігання заморожених вантажів від термічної обробки продуктів приймають:

$$Q_{2KM} = 0,5 \cdot Q_2, Bm \quad (7.3)$$

Навантаження на компресор для всіх камер від експлуатаційних теплопритоків приймають:

$$Q_{4KM} = 0,75 \cdot Q_4, Bm \quad (7.4)$$

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

$$Q = \frac{k \cdot \Sigma Q_{KM}}{b}, Bm \quad (7.5)$$

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

b – коефіцієнт робочого часу.

Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння $t_0 = - 6^{\circ}C$

$$\Sigma Q_{KM} = 0,9 \cdot \Sigma Q_1 + \Sigma Q_2 + 0,5 \Sigma Q_4 = 0,9 \cdot 22,129 + 412,86 + 0,5 \cdot 41,879 = 453,7 \text{ кВт}$$

$$Q_{-6} = 1,05 \cdot \Sigma Q_{KM} = \frac{1,05 \cdot 453,7}{0,9} = 529,3 \text{ кВт}$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння $t_0 = - 25^{\circ}\text{C}$

$$\Sigma Q_{\text{км}} = 0,9 \cdot \Sigma Q_1 + 0,7 \cdot \Sigma Q_2 + 0,5 \Sigma Q_4 = 0,9 \cdot 41,053 + 0,7 \cdot 8,362 + 0,5 \cdot 50,398 = 68 \text{ кВт};$$

$$Q_{-25} = 1,065 \cdot \Sigma Q_{\text{км}} = \frac{1,065 \cdot 68}{0,9} = 80,4 \text{ кВт}$$

Навантаження на компресор, що працює при температурі кипіння $t_0 = - 40^{\circ}\text{C}$

$$\Sigma Q_{\text{км}} = 0,9 \cdot \Sigma Q_1 + \Sigma Q_2 + 0,5 \Sigma Q_4 = 0,9 \cdot 0 + 157,3 + 0,5 \cdot 0 = 157,3 \text{ кВт};$$

$$Q_{-40} = 1,05 \cdot \Sigma Q_{\text{км}} = \frac{1,05 \cdot 157,3}{0,9} = 183,5 \text{ кВт}$$

Результати розрахунків навантаження на теплообмінне обладнання та компресор заносимо до таблиці:

Таблиця 7.1

t_0	k_1	ΣQ_1 , кВт	k_2	ΣQ_2 , кВт	k_3	ΣQ_4 , кВт	ΣQ , кВт	k	Q кВт
-6	0,9	22,129	1	412,86	0,5	41,879	453,7	1,05	529,3
-25	0,9	41,053	0,7	8,362	0,5	50,398	68	1,065	80,4
-40	0,9	0	1	157,3	0,5	0	157,3	1,05	183,5

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Вибір структури системи охолодження та типу холодильної установки

В даному дипломному проєкті джерелом холодопостачання є централізована система охолодження з холодильним агентом – аміак. На великих холодильниках місткістю 1000 т і більше з аміачними системами охолодження використовують централізоване холодопостачання з розміщенням в загальному машинному відділенні компресорів, які працюють на різні температури кипіння. Застосовуємо насосно-циркуляційну схему з 3 циркуляційними ресиверами та проміжною посудиною. Основна причина переходу на насосно-циркуляційну схему в тому, що при охолодженні 5 – 6 камер і більше потребується велика кількість регуляторів заповнення (наприклад TRV), що не тільки здорожує установку, але й знижує її надійність.

Дана холодильна установка є двоступеневою з 3 температурами кипіння і фіксованим проміжним тиском. Така схема є більш економною у порівнянні з трьома окремими системами (2 двоступеневі та 1 одноступенева) та дозволяє спростити та здешевити установку.

Охолодження камер здійснюється через повітроохолодники, що дає змогу зменшити металоємність в порівнянні з батарейним охолодженням. Також в даному проєкті використовуються кожухотрубні конденсатори з водяним охолодження через оборотне водопостачання.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної машини

Розрахунковий (робочий) режим ХУ характеризується температурами кипіння t_0 , конденсації t_k , всмоктування $t_{вс}$, і переохолодження $t_{по}$.

При проектуванні ХУ з безпосереднім охолодженням аміачними ХМ t_0 приймають на $5...10\text{ }^{\circ}\text{C}$ нижче температури повітря в камері:

температура кипіння в приміщеннях сировини, приміщенні для технологічних операцій та в експедиції:

$$t_0 = t_{\text{кам}} - (5...10)^{\circ}\text{C} = 0 - 6 = -6^{\circ}\text{C} \quad (9.1)$$

температура кипіння в камерах зберігання морозива, вершкового масла та в експедиції:

$$t_0 = t_{\text{кам}} - (5...10)^{\circ}\text{C} = -18 - 7 = -25^{\circ}\text{C}$$

температура кипіння в швидкоморозильному апараті:

$$t_0 = t_{\text{кам}} - (5...10)^{\circ}\text{C} = -35 - 5 = -40^{\circ}\text{C}$$

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

- середня температура $+5,1^{\circ}\text{C}$,
- розрахункова літня температура $+30^{\circ}\text{C}$,
- розрахункова зимня температура -23°C ,
- відносна вологість влітку 49% ,
- відносна вологість взимку 87% .

Визначаємо температуру оборотної води на виході з градирні як температуру мокрого термометра (див. діаграму вологого повітря) – $t_m = 22^{\circ}\text{C}$. Температура води, що поступає на конденсатор, приблизно на 3°C вища, ніж температура мокрого термометру, тобто $t_{\omega 1} = 25^{\circ}\text{C}$. Приймаємо, що вода в конденсаторі нагріється на $\Delta t = 4^{\circ}\text{C}$ [1.§11.1]. Тоді температура на виході з конденсатора дорівнює:

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{\omega 2}=t_{\omega 1}+\Delta t=25+4=29^{\circ}\text{C} \quad (9.2)$$

В такому випадку температура конденсації буде вища на 2...4 °С, приймаємо 3 °С, тобто

$$t_k=32^{\circ}\text{C}, \quad (p_k=12,4 \text{ бар})$$

За діаграмою $\lg p - h$ визначаємо тиски котрі відповідають прийнятим температурам:

- для температури кипіння в експедиції сировини, приміщення для сировини, в приміщеннях для технологічного обладнання ($t_0 = -6^{\circ}\text{C}$):

$$p_0 = 3,4 \text{ бар};$$

- для температури кипіння в камерах зберігання морозива та експедиції морожених продуктів ($t_0 = -25^{\circ}\text{C}$):

$$p_0 = 1,5 \text{ бар};$$

- для технологічного обладнання (фризери та апарати загартовування морозива) ($t_0 = -40^{\circ}\text{C}$):

$$p_0 = 0,72 \text{ бар};$$

Визначимо, яку машину (одно або двоступеневу) потрібно для кожної температури кипіння:

- Експедиція сировини, приміщеннях для сировини, приміщення для технологічного обладнання:

$$p_k/p_0=12,4/3,4=3,64\text{— одноступенева машина}$$

- камери зберігання та експедиція морозива:

$$p_k/p_0=12,4/1,5=8,26\text{— двоступенева машина}$$

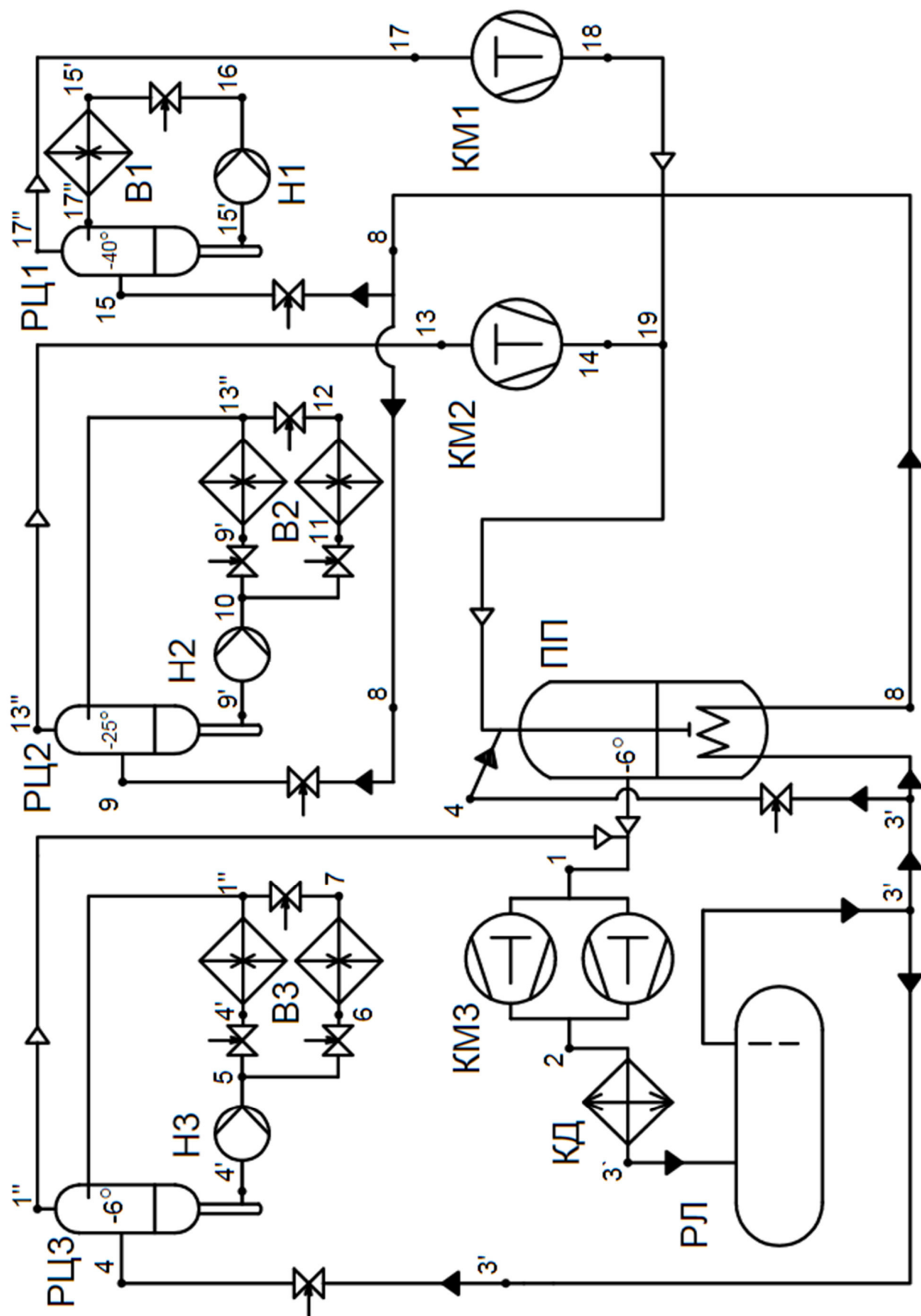
- для технологічного обладнання (фризери та апарати загартовування морозива):

$$p_k/p_0=12,4/0,72=17,2\text{— двоступенева машина.}$$

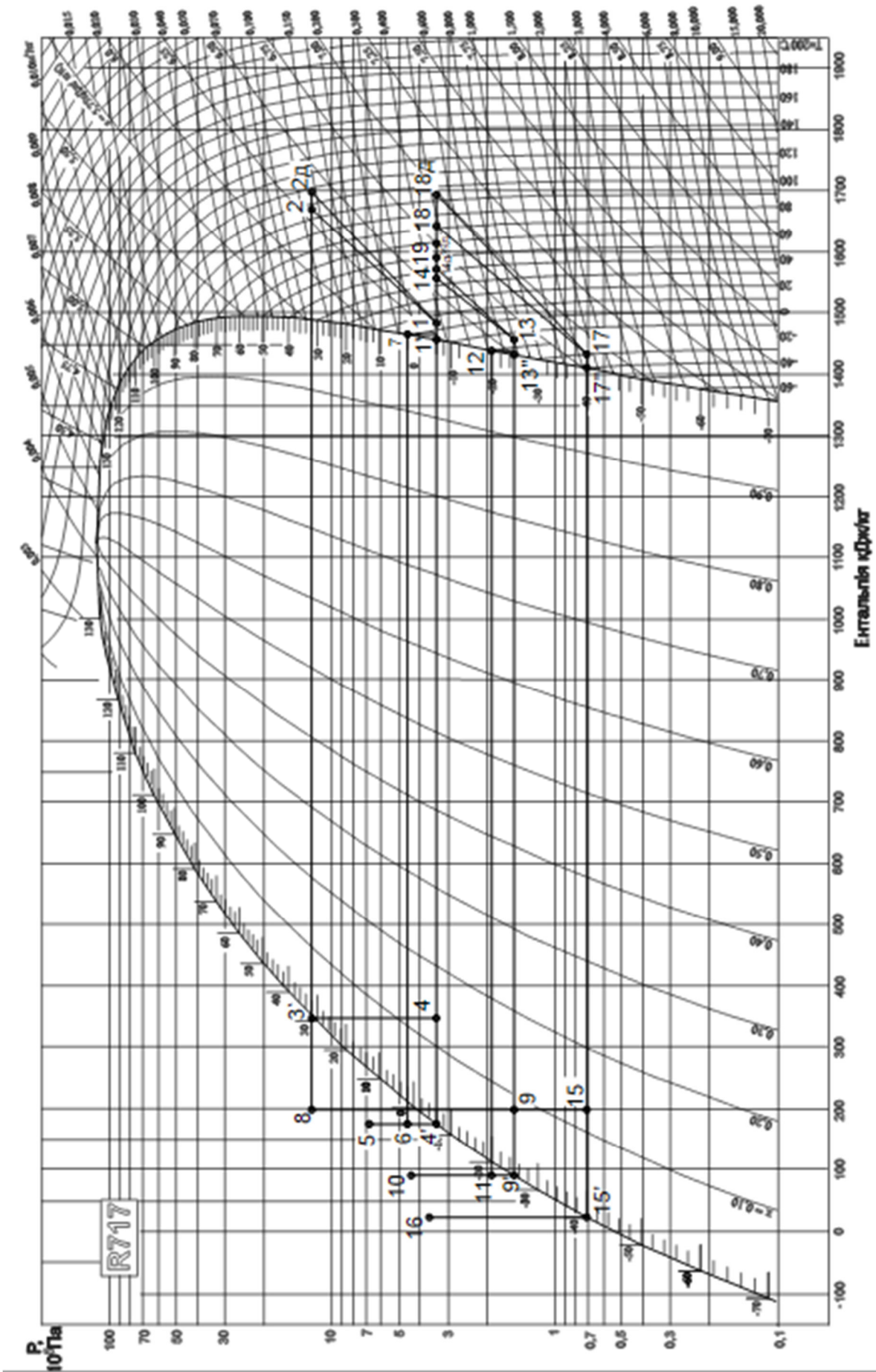
Обираємо двоступеневу аміачну холодильну машину з трьома температурами кипіння і фіксованим проміжним тиском.

Розрахункову схему холодильної машини зображено на (мал.9.1). Потім за даною схемою будуємо цикл (мал. 9.2) та визначаємо параметри характерних точок (табл.9.1) .

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Мал. 9.1. Розрахункова схема холодильної машини.



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00 БКР 142.004.020.ПЗ

Арк.

Мал. 9.2. Цикл холодильної машини.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Табл.9.1

№ точки	Температура, °C	Тиск, бар	Ентальпія, кДж/кг	Питомий об'єм, м³/кг
1''	-6	3,4	1454	0,35
1	+4	3,4	1480	0,37
2	+97	12,4	1670	0,13
2 ^o	+107	12,4	1698	0,14
3'	+29	12,4	348,9	0,0017
4	-6	3,4	348,9	0,05
4'	-6	3,4	175	0,0016
5	-6	6,7	175	-
6	-6	4,6	175	-
7	+2	4,6	1462	0,2
8	-1	12,4	196	-
9	-1	1,5	196	0,06
9'	-25	1,5	90	0,002
10	-25	4,4	90	-
11	-25	1,9	90	0,515
12	-20	1,9	1435	0,26
13''	-25	1,5	1430	0,76
13	-15	1,5	1450	0,8
14	+39	3,4	1562	0,43
14 ^o	+42	3,4	1574	0,44
15	-40	0,72	196	0,2
15'	-40	0,72	22,8	0,0014
16	-40	3,7	22,8	-
17''	-40	0,72	1405	1,55
17	-30	0,72	1430	1,6
18	+75	3,4	1648	0,48
18 ^o	+92	3,4	1692	0,51
19	+60	3,4	1624	0,44
19 ^o	+68	3,4	1659	0,46

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Масова витрата циркулюючого холодильного агенту, яку необхідно відводити від циркуляційних ресиверів:

$$M_{(-40)} = \frac{\sum Q_{-40}}{(h_{25} - h_{21})} = \frac{183,5}{(1405 - 196)} = 0,151 \frac{\text{кВт}}{\text{с}} \quad (9.3)$$

$$M_{\text{км1}} = 0,151 \frac{\text{кВт}}{\text{с}}$$

$$M_{(-25)} = \frac{\sum Q_{-25}}{(h_{13''} - h_9)} = \frac{67,62}{(1430 - 196)} = 0,0548 \frac{\text{кВт}}{\text{с}}$$

$$M_{(-20)} = \frac{\sum Q_{-20}}{(h_{12} - h_9)} = \frac{12,776}{(1435 - 196)} = 0,0103 \frac{\text{кВт}}{\text{с}}$$

$$M_{\text{км2}} = M_{(-25)} + M_{(-20)} = 0,065 \frac{\text{кВт}}{\text{с}}$$

$$M_{(-6)} = \frac{\sum Q_{-6}}{(h_{1''} - h_4)} = \frac{514,5}{(1454 - 350)} = 0,466 \frac{\text{кВт}}{\text{с}}$$

$$M_{(+2)} = \frac{\sum Q_{+2}}{(h_7 - h_4)} = \frac{14,721}{(1462 - 350)} = 0,013 \frac{\text{кВт}}{\text{с}}$$

$$M_{\text{км3}} = M_{(-6)} + M_{(+2)} = 0,479 \frac{\text{кВт}}{\text{с}}$$

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

$$1) \eta_{i-6} = \lambda_{w'3} + b \cdot t_{-6}; \quad b = 0,001; \quad \lambda_{w3} = \frac{T_0}{T_{\kappa}} \quad (9.4)$$

$$\eta_{i-6} = \frac{(273 - 6)}{273 + 32} + 0,001 \cdot (-6) = 0,879$$

$$2) \eta_{-25} = \lambda_{w'2} + b \cdot t_{-25}; \quad b = 0,001;$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda_{w2} = \frac{T_0}{T_\kappa} = \frac{(273-25)}{273-6} = 0,928$$

$$\eta_{i-25} = 0,928 + 0,001 \cdot (-25) = 0,903$$

$$3) \eta_{-40} = \lambda_{w'3} + b \cdot t_{-40}; \quad b = 0,001;$$

$$\lambda_{w2} = \frac{T_0}{T_\kappa} = \frac{(273-40)}{273-6} = 0,872$$

$$\eta_{i-40} = 0,872 + 0,001 \cdot (-40) = 0,832$$

Знаходимо реальні точки стиснення після компресорів:

$$\text{Після КМ 1: } h_{18^o} = h_{17} + \frac{h_{18} - h_{17}}{\eta_{i-40}} = 1430 + \frac{1648 - 1430}{0,832} = 1692 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (9.5)$$

$$\text{Після КМ 2: } h_{14^o} = h_{13} + \frac{h_{24} - h_{13}}{\eta_{i-25}} = 1450 + \frac{1562 - 1450}{0,903} = 1574 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$\text{Після КМ 3: } h_{2^o} = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{\eta_{i-6}} = 1480 + \frac{1670 - 1480}{0,879} = 1698 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Теоретична точка змішування двох потоків після компресорів КМ 1 та КМ 2:

$$h_{19} = \frac{M_{\text{км2}} \cdot h_{14} + M_{\text{км1}} \cdot h_{18}}{M_{\text{км2}} + M_{\text{км1}}} = \frac{0,065 \cdot 1562 + 0,151 \cdot 1648}{0,065 + 0,151} = 1624 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (9.6)$$

Реальна точка змішування двох потоків після компресорів КМ 1 та КМ 2:

$$h_{19^o} = \frac{M_{\text{км2}} \cdot h_{14^o} + M_{\text{км1}} \cdot h_{18^o}}{M_{\text{км2}} + M_{\text{км1}}} = \frac{0,065 \cdot 1574 + 0,151 \cdot 1692}{0,065 + 0,151} = 1659 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Складаємо тепловий баланс компаундного ресивера з температурою кипіння $t_0 = -6^\circ\text{C}$

$$M_{\text{км3}} = \frac{M_{-40} \cdot (h_{17} - h_8)}{h_{1''} - h_4} + \frac{M_{-25} \cdot (h_{14} - h_8)}{h_{1''} - h_4} + M_{-6}, \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (9.7)$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{\text{кмз}} = \frac{0,151 \cdot (1430 - 196)}{1454 - 350} + \frac{0,065 \cdot (1562 - 196)}{1454 - 350} + 0,479 = 0,728, \frac{\text{Кг}}{\text{с}}$$

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

Індикаторний об'ємний коефіцієнт подачі:

Для КМ1:

$$\lambda_{i1} = \frac{P_0 - \Delta P_{\text{вс}}}{P_{\text{вс}}} - c \cdot \left[\left(\frac{P_n + \Delta P_n}{P_{\text{вс}}} \right)^{1/n} - \frac{(P_0 - \Delta P_{\text{вс}})}{P_{\text{вс}}} \right]; \quad (9.8)$$

$c = 0,03$ – відносний мертвий простір;

$n = 1,1$ – показник політропи;

$\Delta P_{\text{вс}} = 0,03 \cdot P_0 = 0,03 \cdot 0,72 = 0,0216$ бар - депресія на всмоктуванні;

$\Delta P_{\text{наг}} = 0,03 \cdot P_{\text{к}} = 0,05 \cdot 3,4 = 0,17$ бар - депресія на нагнітанні;

$$\lambda_{i1} = \frac{0,72 - 0,021}{0,72} - 0,03 \cdot \left[\left(\frac{3,4 + 0,17}{0,72} \right)^{1/1,1} - \frac{(0,72 - 0,021)}{0,72} \right] = 0,871$$

$$\lambda_1 = \lambda_{i1} \cdot \lambda_w = 0,871 \cdot 0,832 = 0,724.$$

Для КМ2:

$\Delta P_{\text{вс}} = 0,03 \cdot P_0 = 0,03 \cdot 1,5 = 0,045$ бар - депресія на всмоктуванні;

$\Delta P_{\text{наг}} = 0,05 \cdot P_{\text{к}} = 0,05 \cdot 3,4 = 0,17$ бар - депресія на нагнітанні;

$$\lambda_{i2} = \frac{1,5 - 0,045}{1,5} - 0,03 \cdot \left[\left(\frac{3,4 + 0,17}{1,5} \right)^{1/1,1} - \frac{(1,5 - 0,045)}{1,5} \right] = 0,853;$$

$$\lambda_2 = \lambda_{i2} \cdot \lambda_{w2} = 0,853 \cdot 0,928 = 0,79.$$

Для КМ3:

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Delta P_{вс} = 0,03 \cdot P_0 = 0,03 \cdot 3,4 = 0,102$ бар - депресія на всмоктуванні;

$\Delta P_{наг} = 0,05 \cdot P_{\kappa} = 0,05 \cdot 12,4 = 0,62$ бар - депресія на нагнітанні;

$$\lambda_{i3} = \frac{3,4 - 0,102}{3,4} - 0,03 \cdot \left[\left(\frac{12,4 + 0,62}{3,4} \right)^{1,1} - \frac{(3,4 - 0,102)}{3,4} \right] = 0,897$$

$$\lambda_3 = \lambda_{i3} \cdot \lambda_{w3} = 0,897 \cdot 0,879 = 0,788$$

Знаходимо необхідну теоретичну об'ємну продуктивність компресора:

$$V_{\kappa 1} = \frac{M_{\kappa 1} \cdot \nu_{17}}{\lambda_1} = \frac{0,151 \cdot 1,6}{0,724} = 0,333 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}; (9.9)$$

$$V_{\kappa 2} = \frac{M_{\kappa 2} \cdot \nu_{13}}{\lambda_2} = \frac{0,065 \cdot 0,8}{0,79} = 0,0587 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$V_{\kappa 3} = \frac{M_{\kappa 3} \cdot \nu_1}{\lambda_3} = \frac{0,728 \cdot 0,37}{0,788} = 0,728 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Для $V_{\kappa 1}$ обираємо 1 компресор GEA Grasso V 1800 об'ємною продуктивністю $V_1 = 1592 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$ (запас 28%).

Характеристики компресора GEA Grasso V 1800:

Таблиця 9.2

Марка компресора	GEA Grasso V 1800
Число циліндрів, шт	10
Об'ємна продуктивність компресора V, м ³ /год	1592
Діаметр циліндра, мм	160
Хід поршня, мм	110
Частота обертання, об/хв	1200
Діаметр всмоктуючого патрубку, мм	150
Діаметр нагнітаючого патрубку, мм	125

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Габаритні розміри, мм:	
- довжина	1909
- ширина	1076
- висота	1027
Маса, кг	1725
Заправка масла, л	48

Для $V_{км2}$ обираємо 1 компресор GEA Grasso V 300 об'ємною продуктивністю

$$V_1 = 290 \frac{м^3}{год} \text{ (запас 23 \%)}.$$

Характеристики компресорного агрегату GEA Grasso V 300:

Таблиця 9.3

Марка компресора	GEA Grasso V 300
Число циліндрів, шт	4
Об'ємна продуктивність компресора V, м ³ /год	290
Діаметр циліндра, мм	110
Хід поршня, мм	85
Частота обертання, об/хв	1500
Діаметр всмоктуючого патрубку, мм	65
Діаметр нагнітаючого патрубку, мм	50
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	882
- ширина	933
- висота	922
Маса, кг	575
Заправка масла, л	10

Для $V_{км3}$ обираємо 2 компресори GEA Grasso V 1800 об'ємною продуктивністю $V_3 = 1592 \frac{м^3}{год}$ (запас 21%).

Дійсна масова витрата компресорів:

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{-40} = \frac{\lambda_1 \cdot \sum V_{-40}}{\nu_{17}} = \frac{0,724 \cdot 0,44}{1,6} = 0,199 \frac{\kappa\mathcal{Z}}{c} \quad (9.10)$$

$$M_{-25} = \frac{\lambda_2 \cdot \sum V_{-25}}{\nu_{13}} = \frac{0,79 \cdot 0,08}{0,8} = 0,079 \frac{\kappa\mathcal{Z}}{c};$$

$$M_{-6} = \frac{\lambda_3 \cdot \sum V_{-6}}{\nu_1} = \frac{0,897 \cdot 0,88}{0,37} = 2,13 \frac{\kappa\mathcal{Z}}{c};$$

Розраховуємо дійсне навантаження на конденсатор:

$$Q_K = (h_{2^o} - h_{3'}) = 1698 - 350 = 1348 \kappa Bm. \quad (9.11)$$

Адіабатна потужність:

$$N_{A-40} = M_{\kappa M1} \cdot (h_{18^o} - h_{17}) = 0,199 \cdot (1692 - 1430) = 52,13 \kappa Bm; \quad (9.12)$$

$$N_{A-25} = M_{\kappa M2} \cdot (h_{14^o} - h_{13}) = 0,079 \cdot (1574 - 1450) = 9,79 \kappa Bm;$$

$$N_{A-6} = M_{\kappa M3} \cdot (h_{2^o} - h_1) = 2,13 \cdot (1698 - 1480) = 444,3 \kappa Bm.$$

Індикаторна потужність:

$$N_{i-40} = \frac{N_{A-40}}{\eta_{i-40}} = \frac{52,13}{0,832} = 62,65 \kappa Bm \quad (9.13);$$

$$N_{i-25} = \frac{N_{A-25}}{\eta_{i-25}} = \frac{9,79}{0,903} = 8,62 \kappa Bm;$$

$$N_{i-6} = \frac{N_{A-6}}{\eta_{i-6}} = \frac{444,3}{0,879} = 493,8 \kappa Bm;$$

Знаходимо потужність на валу компресора:

$$N_{e-40} = \frac{N_{i-40}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{62,65}{0,9} = 69,61 \kappa Bm \quad (9.14);$$

$$N_{e-25} = \frac{N_{i-25}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{8,62}{0,9} = 9,57 \kappa Bm;$$

$$N_{e-6} = \frac{N_{i-6}}{\eta_{\text{мех}}} = \frac{493,8}{0,9} = 538,6 \kappa Bm;$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо електричну потужність електродвигуна:

$$N_{э-45} = \frac{N_{e-45}}{\eta_{el}} = \frac{69.61}{0,95} = 73.27 \text{ кВт} (9.15);$$

$$N_{э-26} = \frac{N_{e-26}}{\eta_{el}} = \frac{9,57}{0,95} = 10.07 \text{ кВт};$$

$$N_{э-6} = \frac{N_{e-6}}{\eta_{el}} = \frac{538,6}{0,95} = 566,9 \text{ кВт};$$

За розрахованими електричними потужностями обираємо двигуни для даних компресорів:

Для КМ1:

$$N_{э} = 1,1 \cdot 73,27 = 80,59 \text{ кВт}$$

Для КМ2:

$$N_{э} = 1,1 \cdot 10,07 = 11,07 \text{ кВт}$$

Для КМ3:

$$N_{э} = 1,1 \cdot \frac{566,9}{2} = 311,8 \text{ кВт}$$

Технічні характеристики електродвигунів для компресорів:

Таблиця 9.4

Марка компресора	GEA Grasso V 1800 (КМ1)	GEA Grasso V 300 (КМ2)	GEA Grasso V 1800 (КМ3)(2 шт)
Серія	4A250M4Y3	4A160S4Y3	4A355M4Y3
Синхронна частота обертання, об/хв	1500	1500	1500
P _н , кВт	90	15	315
ККД, %	93	88,5	94,5

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

cosφ	0,91	0,88	0,92
------	------	------	------

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Вибір теплообмінного обладнання та тепломасообмінних апаратів

10.1. Розрахунок і вибір кожухотрубного горизонтального конденсатора

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

$$\Delta t = \frac{t_{\omega 2} - t_{\omega 1}}{\ln \left(\frac{t_k - t_{\omega 1}}{t_k - t_{\omega 2}} \right)} = \frac{29 - 25}{\ln \left(\frac{32 - 25}{32 - 29} \right)} = 4,72 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (10.1);$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні конденсатора:

$$F = \frac{Q_{\text{КД}}}{k_k \cdot \Delta t} = \frac{1348 \cdot 10^3}{790 \cdot 4,72} = 361,8 \text{ м}^2 \quad (10.2);$$

k_k - коефіцієнт теплопередачі для кожухотрубного аміачного конденсатора;

Знаходимо витрату охолоджувальної води на конденсатор:

$$V_{\omega k} = \frac{Q_{\text{КД}}}{c_{\omega} \cdot \rho_{\omega} \cdot \Delta t_{\omega k}} = \frac{1349,1}{4,19 \cdot 1000 \cdot 4} = 0,08 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (10.3);$$

Обираємо два кожухотрубних горизонтальний конденсатора 1АК-10.50/8 (КТГ-200) з площею теплообміну 213,5 м² кожний.

Характеристика конденсатора 300 КТГ:

Таблиця 10.1

Марка	300 КТГ
Кількість ходів	8
Кількість теплообмінних труб	544
Конструктивні розміри, мм	
діаметр D _{вн}	1000
ширина	1130
довжина	5750
висота	1670
Маса, кг	5645

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підключення,мм	
вхід аміаку	100
вихід аміаку	40
вхід води	200
вихід води	200

10.2 Розрахунок і вибір повітроохолодників

Для прикладу розглянемо розрахунок та підберемо повітроохолодник для камери №1. Камера зберігання морозива:

Теплове навантаження на камерне обладнання:

$$Q_{\text{обл}} = 17,67 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплообміну поверхні повітроохолодника:

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k_{\text{ox}} \cdot \Delta t}, \text{ м}^2 \quad (10.4);$$

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

$$k_{\text{ox}} = 12,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{K}} - \text{коефіцієнт теплопередачі для аміачного повітроохолодника}$$

$$F = \frac{17670}{12,5 \cdot 8} = 176,7 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодник AlfaCubic типу BLH504B7 1 шт.

Перевіряємо, чи достатня об'ємна продуктивність встановлених на них вентиляторів:

$$V_{\text{пер}} = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_{\text{пов}} \times (h_1 - h_2)} \quad (10.5)$$

де $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, яка виходить із повітроохолодника (визначається за I-d діаграмою).

$$\text{Температура повітря: } t_{\text{вх}} = -16^\circ\text{C} \quad h_1 = -15 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$t_{\text{вих}} = -18, \quad h_2 = -17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$V_{\text{пер}} = \frac{17,67}{1,3 \times (-15 + 17)} = 6,79 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{пов}} > V_{\text{пер}} \quad 8,05 > 6,79$$

За подібним розрахунком підбираємо стельові повітроохолодники для інших камер:

Теплове навантаження на камерне обладнання:

Таблиця 10.2

Номер камери	Теплове навант. на камерне обл. $Q_{\text{обл}}, \text{кВт}$	Потрібна площа теплообміну повітроохолодника $F, \text{м}^2$	Площа теплообміну підбраного повітроохолодника $F, \text{м}^2$
№1	17,6	176,7	195
№2	16,26	165,4	195
№3	16,363	166,7	195
№4	16,695	168,1	195
№5	11,896	120,1	125,6
№6	8,153	84,6	97,5
№7	12,776	130,3	155,9
№8	19,986	221,9	256,2
№9	11,525	118,9	125,6
№10	13,225	135,6	155,9
№11	11,511	118,4	125,6
№12	14,721	152,7	155,9

Для камер зберігання морозива № 1,2,3,4 обираємо по 2 повітроохолодника Guntner типу 041A/35.

Для камери зберігання морозива № 5 обираємо повітроохолодник Guntner типу 046B/38.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для камери зберігання масла № 6 обираємо повітроохолодник Guntner типу 041A/35.

Для Експедиції № 7 обираємо повітроохолодник Guntner типу 046A/35.

Для приміщення для технологічних операцій № 8 обираємо 2 повітроохолодника Guntner типу 046B/38.

Для приміщення зберігання охол. сир. № 9 обираємо повітроохолодник Guntner типу 046B/38.

Для приміщення зберігання сухої сир. № 10 обираємо повітроохолодник Guntner типу 046A/35.

Для приміщення зберігання танків молока № 11 обираємо повітроохолодник Guntner типу 046B/38.

Для експедиції № 12 обираємо повітроохолодник Guntner типу 046A/35.

Технічна характеристика повітроохолодників:

Таблиця 10.3

Типорозмір	041A/35	046B/38	046A/35
Поверхня теплообміну, м ²	97.5	125,6	155,9
Витрата повітря, м ³ /год	8640	14430	14250
Довжина струменя, м	26	28	32
Розміри, мм			
довжина	2330	2930	2930
ширина	1565	1565	1565
висота	430	520	830
Об'єм труб, л	26	46	39
Маса, кг	261	386	402

10.3 Підбір пластинчастих теплообмінників для льодяної води:

В цьому приладі охолоджуємо воду від 4°C до 2°C при кипінні аміаку -6°C

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, Δt_{cp} буде дорівнювати:

$$\Delta t = \frac{t_{\omega 1} - t_{\omega 2}}{\ln\left(\frac{t_{\omega 1} - t_0}{t_{\omega 2} - t_0}\right)} = \frac{4 - 2}{\ln\left(\frac{4 + 6}{2 + 6}\right)} = 8,9, ^\circ C \quad (10.6);$$

За даних умов приймаємо, коефіцієнт теплопередачі $k=650 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Необхідна площа теплообміну дорівнює:

$$F_B = \Sigma Q_{\text{Л.В.}} / (k \cdot \Delta t_{cp}) = 405,9 \cdot 10^3 / (650 \cdot 8,9) = 70,16 \text{ м}^2. \quad (10.7);$$

Обираємо пластинчастий теплообмінник Alfa laval M10-BW з площею теплообміну 120 м^2 .

Технічні характеристики M10-BW наведено у табл. 10.4.

Технічні дані випарника M10-BW:

Таблиця 10. 4

Показник	Значення
Марка	M10-BW
Площа зовнішньої поверхні, м^2	120
Кількість секцій, шт.	12
Габаритні розміри	
довжина, мм	2400
ширина, мм	470
висота, мм	981
Діаметр умовного проходу штуцерів	
для входу води, мм	200
для входу аміаку, мм	40
для виходу аміаку, мм	150
Об'єм аміаку, л	351
Маса, кг	1100

Витрата води через випарник:

$$V_p = \frac{Q_{\text{вир}}}{c_p \rho \Delta t} = \frac{405,9}{4,19 \times 1000 \times 2} = 0,048 \text{ м}^3/\text{с} = 172,8 \text{ м}^3/\text{год}.$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11.Розрахунок охолодника оборотної води (градирні)

Теплове навантаження градирні рівне тепловому навантаженню конденсатора:

$$Q_{ep} = Q_{KD} = 1348 \text{ кВт};$$

Знаходимо площу поперечного перерізу градирні:

$$q_F = 35 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \text{ - питома теплова загрузка на } 1 \text{ м}^2$$

$$F_{п.п.} = \frac{Q_{ep}}{q_F} = \frac{1348}{35} = 38,5 \text{ м}^2;$$

Обираємо 1 вентиляторну градирню марки БГМ-800, площа поперечного перерізу якої $F_{ep} = 44 \text{ м}^2$.

Характеристики вентиляторної градирні марки БМГ-800:

Таблиця 11.1

Технічні характеристики градирні БМГ-800	
Площа зрошення, м ²	44
Кількість вентиляторів, шт.	1
Діаметр робочого колеса, мм	3000
Частота обертання, об/хв	1000
Установлена потужність електродвигуна, кВт	35
Напруга/частота мережі, В/Гц	380/50
Розміри (довжина, ширина, висота)	6740x6740x7260
Маса, кг	21980

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки

12.1. Лінійний ресивер

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

$$V_{л.р.} = 0,4 \cdot V_{по}; \text{ м}^3 \quad (12.1)$$

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

$$V_{л.р.} = 0,4 \cdot (26 \cdot 9 + 46 \cdot 5 + 3 \cdot 39) / 1000 = 0,232 \text{ м}^3;$$

Приймаємо 1 лінійний горизонтальний ресивер 1АРД-0,75.

Технічна характеристика ресивера в таблиці 12.1.

Таблиця 12.1

Марка	1АРД-0,75
Габаритні розміри, мм	
D x S	600x6
L	3200
Місткість, л	770
Маса, кг	340

12.2. Циркуляційні ресивери

Ємність циркуляційного ресивера в системах з верхньою подачею холодильного агента в прилади охолодження:

$$V_{цр} = K[V_{н.т.} + 0,5 \times V_{по} + 0,3 \times V_{в.т.}] \quad (12.2)$$

де $V_{н.т.}$ – внутрішній об'єм нагнітаючого трубопроводу аміачного насосу;

$V_{в.т.}$ – внутрішній об'єм трубопроводів сумісного відсмоктування пари і зливу рідини.

1)Циркуляційний ресивер ($t_0 = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

$$V_{ц.р.-40} = 2 \cdot [V_{н.т.} + 0,5 \cdot (V_{по}) + 0,3 \cdot V_{в.т.}] = 2 \cdot [0,142 + 0,5 \cdot 0,262 + 0,3 \cdot 6,598] = 4,05 \text{ м}^3;$$

Приймаємо 1 циркуляційний ресивер марки РЦЗ-4,0.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2)Циркуляційний ресивер ($t_0 = -25\text{ }^{\circ}\text{C}$)

$$V_{ц.р.-25} = 2 \cdot [0,198 + 0,5 \cdot 0,215 + 0,3 \cdot 4,5] = 3,311\text{ м}^3;$$

Приймаємо 1 циркуляційний ресивер марки РЦЗ-4,0

3)Циркуляційний ресивер ($t_0 = -6\text{ }^{\circ}\text{C}$)

$$V_{ц.р.-6} = 2 \cdot (1,54 + 0,5 \cdot 0,262 + 0,3 \cdot 6,45) = 7,2\text{ м}^3;$$

Приймаємо 1 циркуляційний ресивер марки РЦЗ-8,0

Технічна характеристика ресивера РЦЗ-8,0 в таблиці 12.2.

Таблиця 12.2

Марка	РЦЗ-8,0
Габаритні розміри, мм	
D	1600
L	4310
Загальний об'єм, л	8000
Діаметр патрубків, мм	
всмоктування компресора	250
повернення із випарника	250
впорскування рідини	100
всмоктування насосів	250
дренажний	50

Технічна характеристика ресивера марки РЦЗ-4,0

Таблиця 12.3

Марка	РЦЗ-4,0
Габаритні розміри, мм	
D	1220
L	3320
Загальний об'єм, л	4000
Діаметр патрубків, мм	

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

всмоктування компресора	200
повернення із випарника	200
впорскування рідини	200
всмоктування насосів	200
дренажний	80

12.3. Дренажний ресивер

Вибір дренажного ресивера здійснюємо з розрахунку, що при умовному заповненні не більше ніж на 80% він вміщував рідкий аміак із будь-якого апарату або найбільш аміакоємних батарей. Підбираємо по циркуляційному ресивері.

Технічна характеристика ресивера 8 РВЦЗ в таблиці 12.4.

Таблиця 12.4

Марка	8 РВЦЗ
Габаритні розміри, мм	
D	1600
L	4410
Місткість, л	8000
Діаметр патрубків, мм	
вхід пари аміаку	200
вихід пари аміаку	300
вхід для рідини	150
вихід рідини	250
вхід для паро-рідинної суміші	300

12.5. Проміжна посудина

За діаметром всмоктуючого патрубка компресора високого тиску підбираємо проміжну посудину із змієвиком ПСЗ – 60, ємністю 650 л.

Розміри :

Таблиця 12.5

Проміжна посудина	Розміри, мм	Об'єм, л	Маса, кг
-------------------	-------------	----------	----------

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	D	H		
ПСЗ - 60	600	2985	650	До 580

12.5. Мастиловіддільник

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

Для кожного компресора GEA Grasso V 1800 з $D_{\text{наг}}=125$ мм підбираємо по 1 мастиловіддільнику 2ПМО-125. Таблиця 12.6

Аміачні мастиловіддільники	Розміри, мм			Об'єм, л	Маса, кг
	D	H	h		
2ПМО-125	400	2070	1420	320	До 275

Для поршневого компресора GEA Grasso V 300 з $D_{\text{наг}}=50$ мм підбираємо мастиловіддільник 2ПМО-50.

Таблиця 12.7

Аміачні мастиловіддільники	Розміри, мм			Об'єм, л	Маса, кг
	D	H	h		
2ПМО-50	273	1420	1020	50	до 87

12.6. Мастилозбірник

Визначається числом, розміром та розміщенням обслуговуваних апаратів.

В якості мастилозбірника приймаємо МС-60. Об'єм 170 л. Розміри, мм: D=500, H=1870.

Таблиця 12.8

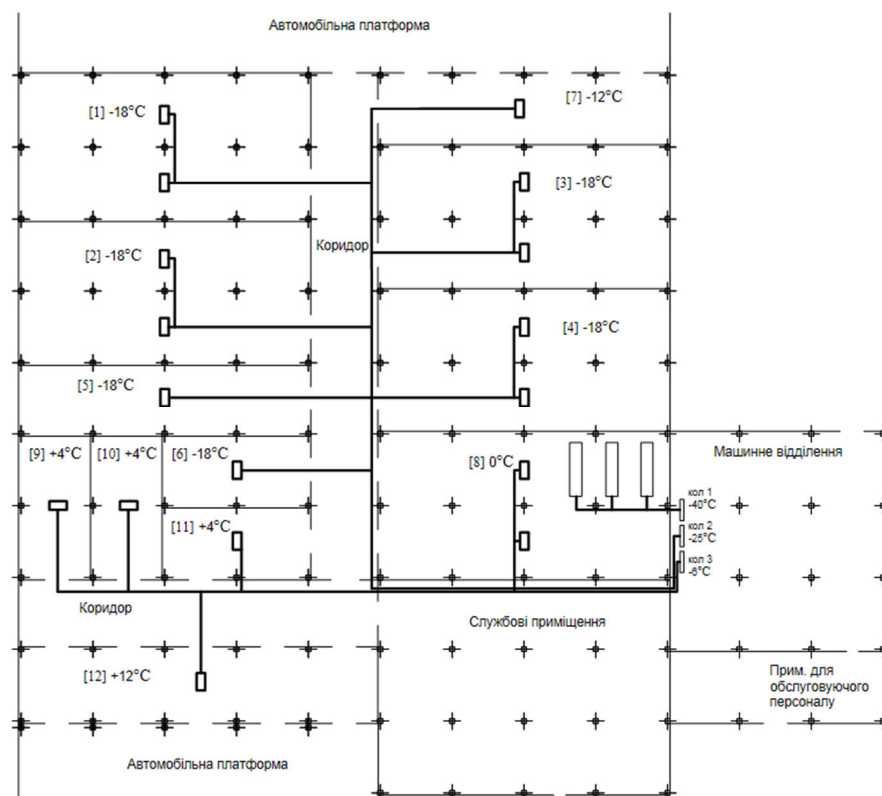
Мастилозбірник	Розміри, мм		Об'єм, л	Маса, кг
	D	H		
МС-60	500	1870	170	до 220

					00 БКР 142.004.020.ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13.Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах

Схему живлення випарника показано на малюнку 13.1. Приймаємо, що випарники камер № 1-7 живляться від насоса, що працює на температуру кипіння -25°C (Кол. 2), камери № 8-12 від насоса, що працює на температуру кипіння -6°C (Кол. 3), фризери та швидко морозильні апарати від насоса, що працює при температурі -40°C (Кол.1), які знаходяться в машинному відділенні на висоті 0,5 м від рівня підлоги біля стіни, що відділяє холодильні камери від машинного відділення. Оскільки висота холодильника становить 6 м, то висота підйому холодильного агента h становить приблизно 5 м.



Мал.13.1. Схема живлення випарника.

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу:

$$\Delta P_i = \Delta P_{tr} + \Delta P_{м.с.} + \rho \cdot g \cdot h; \text{ Па (13.2)}$$

ΔP_{tr} - втрати тиску, що витрачається на подолання тертя в трубах.

$\Delta P_{м.с.}$ - втрата тиску, що витрачається на подолання місцевих опорів.

$h=5$ - висота підйому холодоагенту, м.

$$\Delta P_{tr.} = \frac{\lambda_{mp}}{d} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} \cdot l; \text{ Па (13.3)}$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta P_{\text{м.с.}} = Z = \sum \xi_{\text{м}} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}; \text{Па} \quad (13.4)$$

$\lambda_{\text{тр}}$ - коефіцієнт тертя в нагнітальному трубопроводі

d - діаметр нагнітального трубопроводу, мм

ρ - густина аміаку в нагнітальному трубопроводі, кг/м³

ω - швидкість фреону в нагнітальному трубопроводі, м/с

l - довжина трубопроводу, м

$\sum \xi_{\text{м}}$ - сума місцевих опорів.

Внутрішній діаметр круглої труби знаходимо за формулою:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot M}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}}; \text{м} \quad (13.5)$$

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

$$\omega = \frac{4 \cdot M}{\rho \cdot \pi \cdot d_{\text{вн}}^2} \text{ м/с} \quad (13.6)$$

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

$$M = n_{\text{ц}} \cdot m, \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (13.7)$$

$n_{\text{ц}} = 5$ - кратність циркуляції

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

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

13.1. Розрахунок діаметру трубопроводів

1) Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -40^\circ\text{C}$:

$$M = 0,1545 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho = \frac{1}{\vartheta_{17}} = \frac{1}{1,6} = 0,625 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ – задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,1545}{3,14 \times 0,625 \times 20}} = 0,12 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 125 \text{ мм}$;

2)Нагнітальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -40^\circ\text{С}$:

$$M = 0,1545 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$\rho = \frac{1}{\vartheta_{18}} = \frac{1}{0,48} = 2,08 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ – задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,1545}{3,14 \times 2,08 \times 25}} = 0,061 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 70 \text{ мм}$;

3)Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -25^\circ\text{С}$:

$$M = 0,065 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$\rho = \frac{1}{\vartheta_{13}} = \frac{1}{0,8} = 1,25 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ – задаємося по таблицях.

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,065}{3,14 \times 1,25 \times 20}} = 0,057 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 70 \text{ мм}$;

4)Нагнітальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -25^\circ\text{С}$:

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M = 0,065 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$\rho = \frac{1}{\vartheta_{14}} = \frac{1}{0,43} = 2,32 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\omega = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{задаємося по таблицях.}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,065}{3,14 \times 2,32 \times 25}} = 0,037 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 40 \text{ мм}$;

5) Всмоктувальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -6^\circ\text{C}$:

$$M = 0,676 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$\rho = \frac{1}{\vartheta_1} = \frac{1}{0,37} = 2,7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\omega = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{задаємося по таблицях.}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,676}{3,14 \times 2,7 \times 20}} = 0,09 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 100 \text{ мм}$;

6) Нагнітальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -6^\circ\text{C}$:

$$M = 0,676 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$\rho = \frac{1}{\vartheta_2} = \frac{1}{0,13} = 7,69 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\omega = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{задаємося по таблицях.}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,676}{3,14 \times 7,69 \times 25}} = 0,066 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 70 \text{ мм}$;

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7) Трубопровід від циркуляційних насосів до випарників, що працює на температуру кипіння $t_0 = -40^\circ\text{C}$:

$$M = 0,1545 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$\rho = \frac{1}{\vartheta_{15'}} = \frac{1}{0,0014} = 714 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\omega = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{задаємося по таблицях.}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,1545}{3,14 \times 714 \times 0,5}} = 0,023 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 25 \text{ мм}$;

8) Трубопровід після випарників, що працює на температуру кипіння $t_0 = -40^\circ\text{C}$:

$$M = 0,1545 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$\rho = \frac{1}{\vartheta_{17'}} = \frac{1}{1,55} = 0,64 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\omega = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{задаємося по таблицях.}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,1545}{3,14 \times 0,64 \times 20}} = 0,124 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 125 \text{ мм}$;

9) Трубопровід циркуляційних насосів до випарників, що працюють на температуру кипіння $t_0 = -25^\circ\text{C}$:

$$M = 0,065 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$\rho = \frac{1}{\vartheta_9'} = \frac{1}{0,002} = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\omega = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{задаємося по таблицях.}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,065}{3,14 \times 500 \times 0,5}} = 0,018 \text{ м}$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо трубу $d_y = 20\text{мм}$;

10) Трубопровід після випарників, що працює на температуру кипіння $t_0 = -25^\circ\text{C}$:

$$M = 0,065 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$\rho = \frac{1}{\vartheta_{13'}} = \frac{1}{0,76} = 1,31 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\omega = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{задаємося по таблицях.}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,065}{3,14 \times 1,31 \times 20}} = 0,056\text{м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 70\text{ мм}$;

11) Трубопровід від циркуляційних насосів до випарників, що працює на температуру кипіння $t_0 = -6^\circ\text{C}$:

$$M = 0,728 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$\rho = \frac{1}{\vartheta_{4'}} = \frac{1}{0,0016} = 625 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\omega = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{задаємося по таблицях.}$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,728}{3,14 \times 625 \times 0,5}} = 0,054\text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 70\text{ мм}$;

12) Трубопровід після випарників, що працює на температуру кипіння $t_0 = -6^\circ\text{C}$:

$$M = 0,728 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$\rho = \frac{1}{\vartheta_{1'}} = \frac{1}{0,35} = 2,85 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\omega = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{задаємося по таблицях.}$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,728}{3,14 \times 2,85 \times 20}} = 0,122 \text{ м}$$

Приймаємо трубу $d_y = 125 \text{ мм}$;

13) Трубопровід охолодної води на конденсатори:

Розрахункова швидкість на напірній лінії $\omega = 0,8 \div 1,3 \text{ м/с}$. Приймаємо $\omega = 1 \text{ м/с}$.

Знаходимо витрату охолоджувальної води на конденсатор:

$$V_{\omega} = \frac{Q_{\text{КД}}}{c_{\omega} \cdot \rho_{\omega} \cdot \Delta t_{\omega\text{к}}} = \frac{1349,1}{4,19 \cdot 1000 \cdot 4} = 0,08 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 288 \frac{\text{м}^3}{\text{год}};$$

$$d_{\text{вн}} = 1,13 \sqrt{\frac{0,08}{1}} = 0,32 \text{ м};$$

Приймаємо трубу $d_y = 350 \text{ мм}$;

14) Трубопровід льодяної води. Розрахункова швидкість на напірній лінії $\omega = 0,7 \div 1,2 \text{ м/с}$. Приймаємо $\omega = 1 \text{ м/с}$.

Витрата води через випарник:

$$V_p = \frac{Q_{\text{вип}}}{c_p \rho \Delta t} = \frac{405,9}{4,19 \times 1000 \times 2} = 0,048 \text{ м}^3/\text{с} = 172,8 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$$d_{\text{вн}} = 1,13 \sqrt{\frac{0,048}{1}} = 0,244 \text{ м};$$

Приймаємо трубу $d_y = 250 \text{ мм}$.

13.2. Підбір насосів

1) Аміачний насос для температури кипіння $t_0 = -40^\circ\text{C}$.

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до технологічного обладнання.

Визначаємо коефіцієнти місцевих опорів згідно таблиці літ.1 ст.153

зворотний клапан $\xi = 6$

вентиль запорний (2шт.) $\xi = 2 \cdot 0,5 = 1$

коліно 90° (6 шт.) $\xi = 6 \cdot 0,5 = 3$

фільтр рідинний $\xi = 6$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вентиль соленоїдний $\xi = 10$

вентиль регулюючий $\xi = 12$

$$\sum \xi_m = 6 + 1 + 3 + 6 + 10 + 12 = 38;$$

$$\omega = 0,5 \text{ м / с};$$

$$Z = 38 \times \frac{714 \times 0,5^2}{2} = 3391 \text{ Па};$$

$$\text{Re} = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{0,5 \times 0,025 \times 714}{29 \times 10^{-3}} = 307,75; \quad \text{Re} < 2000;$$

$$\lambda_{\text{мп}} = 0,11 \times \left(\frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{\text{Re}} \right)^{0,25} = 0,11 \times \left(\frac{0,06}{25} + \frac{64}{307,75} \right)^{0,25} = 0,074;$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1 м:

$$\Delta P_{\text{мп}} = R = \frac{0,074}{0,025} \times \frac{714 \times 0,5^2}{2} = 264 \text{ Па / м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 20 \text{ м}$:

$$\Delta P_{\text{мп}} = R \times l = 264 \times 20 = 5280 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 3391 + 5280 = 8671 \text{ Па}.$$

Потрібний напір насоса:

$$H = \frac{\Delta P_{\text{мп}}}{\rho \cdot g} = 5 + \frac{8671}{714 \cdot 9,81} = 6,23 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{\text{ц}} \cdot \frac{\sum M_{\text{км}(-45)}}{\rho_{-45}} = 5 \cdot \frac{0,1545}{714} = 0,001 \text{ м}^3 / \text{с} = 3,89 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки GP51A/1450 фірми WITT.

Технічна характеристика насоса марки GP51A/1450:

Таблиця 13.1

Марка насоса	GP51A/1450
Максимальна продуктивність, м ³ /год	10.2
Максимальний напір, м	38

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частота обертання, об/хв	1450
Розміри патрубків вхід вихід	DN50 DN50
Маса, кг	108
Заправка мастила, л	2

2) Аміачний насос для температури кипіння $t_0 = -25^\circ\text{C}$

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодника в камері №1.

Визначаємо коефіцієнти місцевих опорів згідно таблиці літ.1 ст.153

зворотний клапан $\xi = 6$

вентиль запорний (4шт.) $\xi = 4 \cdot 0,5 = 2$

коліно 90° (5 шт.) $\xi = 5 \cdot 0,5 = 2,5$

фільтр рідинний $\xi = 6$

вентиль соленоїдний $\xi = 10$

вентиль регулюючий $\xi = 12$

$$\sum \xi_m = 6 + 2 + 2,5 + 6 + 10 + 12 = 38,5;$$

$$\omega = 0,5 \text{ м/с};$$

$$Z = 38,5 \times \frac{714 \times 0,5^2}{2} = 3436 \text{ Па};$$

$$\text{Re} = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{0,5 \times 0,02 \times 714}{29 \times 10^{-3}} = 246,2; \quad \text{Re} < 2000;$$

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \times \left(\frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{\text{Re}} \right)^{0,25} = 0,11 \times \left(\frac{0,06}{20} + \frac{64}{246,2} \right)^{0,25} = 0,078;$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R = \frac{0,078}{0,02} \times \frac{714 \times 0,5^2}{2} = 348 \text{ Па/м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 90 \text{ м}$:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \times l = 348 \times 90 = 31320 \text{ Па};$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 3436 + 31320 = 34756 \text{ Па.}$$

Потрібний напір насоса:

$$H = 5 + \frac{\Delta P_{mp}}{\rho \cdot g} = 5 + \frac{34756}{714 \cdot 9,81} = 9,96 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{\text{ц}} \cdot \frac{\sum M_{\text{км}(-45)}}{\rho_{-45}} = 5 \cdot \frac{0,065}{714} = 0,00045 \text{ м}^3 / \text{с} = 1,63 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки GP41/960 фірми WITT.

Технічна характеристика насоса марки GP41/960

Таблиця 13.2

Марка насоса	GP41/960
Максимальна продуктивність, м ³ /год	2,0
Максимальний напір, м	12
Частота обертання, об/хв	960
Розміри патрубків вхід вихід	DN40 DN40
Маса, кг	68
Заправка мастила, л	1,7

3) Аміачний насос для температури кипіння $t_0 = -6^\circ\text{C}$

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодника в камері №9.

Визначаємо коефіцієнти місцевих опорів згідно таблиці літ.1 ст.153

зворотний клапан $\xi = 6$

вентиль запорний (6шт.) $\xi = 6 \cdot 0,5 = 3$

коліно 90° (6 шт.) $\xi = 6 \cdot 0,5 = 3$

фільтр рідинний $\xi = 6$

вентиль соленоїдний $\xi = 10$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вентиль регулюючий $\xi = 12$

$$\sum \xi_m = 6 + 3 + 3 + 6 + 10 + 12 = 40;$$

$$\omega = 0,5 \text{ м/с};$$

$$Z = 40 \times \frac{714 \times 0,5^2}{2} = 3570 \text{ Па};$$

$$\text{Re} = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{0,5 \times 0,07 \times 714}{29 \times 10^{-3}} = 861,7; \quad \text{Re} < 2000;$$

$$\lambda_{\text{тр}} = 0,11 \times \left(\frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{\text{Re}} \right)^{0,25} = 0,11 \times \left(\frac{0,06}{70} + \frac{64}{861,7} \right)^{0,25} = 0,057;$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1 м:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R = \frac{0,057}{0,07} \times \frac{714 \times 0,5^2}{2} = 72,6 \text{ Па/м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 12 \text{ м}$:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \times l = 72,6 \times 12 = 871,2 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 72,6 + 871,2 = 943,8 \text{ Па}.$$

Потрібний напір насоса:

$$H = \frac{\Delta P_{\text{тр}}}{\rho \cdot g} = 5 + \frac{4248,6}{714 \cdot 9,81} = 5,61 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{\text{ц}} \cdot \frac{\sum M_{\text{км}(-45)}}{\rho_{-45}} = 5 \cdot \frac{0,065}{714} = 0,00045 \text{ м}^3/\text{с} = 1,63 \text{ м}^3/\text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки GP41/960 фірми WITT.

Технічна характеристика насоса марки GP41/960

Таблиця 13.3

Марка насоса	GP41/960
Максимальна продуктивність, м ³ /год	2,0
Максимальний напір, м	12
Частота обертання, об/хв	960
Розміри патрубків	

вхід	DN40
вихід	DN40
Маса, кг	68
Заправка мастила, л	1,7

4) Насос оборотного водопостачання:

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від насосу до конденсатора і до градирні від конденсатора.

Визначаємо коефіцієнти місцевих опорів згідно таблиці літ.1 ст.153

зворотний клапан $\xi = 6$

вентиль запорний (8шт.) $\xi = 6 \cdot 0,5 = 3$

коліно 90° (4 шт.) $\xi = 4 \cdot 0,5 = 2$

фільтр рідинний $\xi = 6$

$$\sum \xi_m = 6 + 3 + 2 + 6 = 17;$$

$$\omega = 1 \text{ м} / \text{с};$$

$$Z = 17 \times \frac{996 \times 1^2}{2} = 8466 \text{ Па};$$

$$\text{Re} = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{1 \times 0,035 \times 996}{0,799 \times 10^{-3}} = 43629; \text{Re} > 2000;$$

$$\lambda_{\text{мр}} = \frac{1}{(1,82 \lg \text{Re} - 1,64)^2} = \frac{1}{(1,82 \lg 43629 - 1,64)^2} = 0,022;$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

$$\Delta P_{\text{мр}} = R = \frac{0,022}{0,035} \times \frac{1000 \times 1^2}{2} = 314 \text{ Па} / \text{м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 10 \text{ м}$:

$$\Delta P_{\text{мр}} = R \times l = 314 \times 10 = 3140 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 8466 + 3140 = 11606 \text{ Па}.$$

Потрібний напір насоса:

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = 5 + \frac{\Delta P_{mp}}{\rho \cdot g} = 5 + \frac{11606}{996 \cdot 9,81} = 6,18 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V_{\omega} = \frac{Q_{KD}}{c_{\omega} \cdot \rho_{\omega} \cdot \Delta t_{\omega k}} = \frac{1348}{4,19 \cdot 1000 \cdot 4} = 0,08 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 288 \frac{\text{м}^3}{\text{год}};$$

Підбираємо 2 насоси (1 резервний) Wilo-Ipg 100/225-30/2

Технічна характеристика насоса марки Wilo IPg 100/225-30/2

Таблиця 13.4

Максимальна подача насоса, м ³ /год	300
Умовний прохід	DN150
Частота обертання, об/хв	1000
Максимальний напір, м	15
Потужність, кВт	23
ККД, %	0,92
cosφ	0,85

5) Насос для перекачування води до пластинчатих теплообмінників:

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від насосу до споживачів холоду.

зворотний клапан $\xi = 6$

вентиль запорний (2шт.) $\xi = 2 \cdot 0,5 = 1$

коліно 90° (2 шт.) $\xi = 2 \cdot 0,5 = 1$

фільтр рідинний $\xi = 6$

$$\sum \xi_m = 6 + 1 + 1 + 6 = 14;$$

$$Z = 14 \times \frac{1127 \times 1^2}{2} = 7889 \text{ Па};$$

$$\text{Re} = \frac{\omega \times d_{\text{вн}} \times \rho}{\mu} = \frac{1 \times 0,035 \times 1127}{1,12 \times 10^{-3}} = 35218; \quad \text{Re} > 2000;$$

$$\lambda_{mp} = \frac{1}{(1,82 \lg \text{Re} - 1,64)^2} = \frac{1}{(1,82 \lg 35218 - 1,64)^2} = 0,027;$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1м:

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta P_{mp} = R = \frac{0,027}{0,025} \times \frac{1127 \times 1^2}{2} = 511,9 \text{ Па / м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною $l = 10 \text{ м}$:

$$\Delta P_{mp} = R \times l = 511,9 \times 10 = 5119 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 7889 + 5119 = 13008 \text{ Па}.$$

Потрібний напір насоса:

$$H = 5 + \frac{\Delta P_{mp}}{\rho \cdot g} = 5 + \frac{13008}{1127 \cdot 9,81} = 6,17 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V_p = \frac{Q_{вир}}{c_p \rho \Delta t} = \frac{405,9}{4,19 \times 1000 \times 2} = 0,048 \text{ м}^3/\text{с} = 172,8 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Підбираємо 3 насоси 1 резервний CP150 Grundfos

Таблиця 13.5

Номінальна подача насоса, м ³ /год	120
Максимальний напір, м	210
ККД, %	75
Діапазон подачі м ³ /год	60 -160
Потужність, кВт	11 – 75

14. Техніко-економічні показники проекту

Метою економічного розрахунку є визначення вартості будівництва холодильника, вартості холодильного обладнання, витрат на використання електроенергії, витрат по оплаті праці виробничого персоналу, визначення амортизаційних відрахувань, визначення основних показників економічної ефективності проекту фабрики морозива у м. Гайсин.

При проектуванні даного холодильника виконуються наступні роботи:

- будівництво одноповерхового холодильника;
- вибір та придбання холодильного обладнання;
- укомплектування штату виробничого персоналу холодильника.

14.1 Розрахункове споживання електроенергії холодильним обладнанням компресорного цеху зводимо до таблиці 14.1.

Таблиця 14.1

№ п/п	Найменування обладнання	К-сть	Р _{ел} , кВт	Σ Р _{ел} , кВт	Р _{ел} , тис. кВт·год	Р _{ел} , Гкал
1	Компресор Grasso V1800 (1ст)	1	90	90	405	347,97
2	Компресор Grasso V1800 (2ст)	2	315	630	2835	2435,7
3	Компресор Grasso V300	1	15	15	67,5	57,99
4	Насос Wilo IPg 100/225-30/2	2	37	74	333	286,1
5	Насос CP150 Grundfos	3	75	150	675	579,9
6	Насос WITT GP51A/1450	2	2,8	5,6	25,2	21,65
7	Насос WITT GP41/960	4	0,9	3,6	16,2	13,91
8	Вентилятори повітроохолодників: 041A/35 046B/38 046A/35	18 12 12	0,5 0,76 0,76	9 9,12 9,12	40,5 41,04 41,04	34,79 36,03 36,03
9	Електровідтайка повітроохолодників: 041A/35 046B/38 046A/35	9 4 4	13,6 18,4 18,4	122,4 73,6 73,6	11,01 6,624 6,624	9,46 5,69 5,69
10	Вентилятор градирні	1	55	55	247,5	212,6
Річна витрата електроенергії					4735,82	4068,9

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Споживання електроенергії за рік розраховуємо за формулою:

$$N = P_{\text{ел}} \times n \text{ (14.1)}$$

де n – час роботи компресорів, насосів, вентиляторів в рік при відповідних робочих умовах, год, приймаємо 4500 год (час електровідтайки протягом доби приблизно 15 хв=90 год/рік).

14.2. Розрахунок витрат на придбання та монтаж обладнання:

Таблиця 14.2

Найменування обладнання	К-ть	Витрати на обладнання, тис. грн			Загальні витрати, тис. грн
		Придбання	Монтаж	Інші витрати	
Компресора Grasso V1800	3	1246,8	249,36	20	1516,16
Компресор Grasso V300	1	145,3	29,06	2,6	176,96
Насос Wilo IPg 100/225-30/2	2	180,1	18,01	3,602	201,712
Насос CP150 Grundfos	3	100,5	10,05	2,01	112,56
Насос WITT GP51A/1450	2	149	14,9	2,98	166,88
Насос WITT GP41/960	2	104,5	10,45	2,09	117,04
Повітроохолодник Guntner типу 041A/35	9	423	84,6	8,6	516,2
Повітроохолодник Guntner типу 046B/38	4	226,4	45,28	4,1	275,7
Повітроохолодник Guntner типу 046A/35	4	216,3	43,26	3,9	263,46
Пластинчастий ТО Alfa laval M10-BW	1	35,3	7,06	1,412	43,77
Циркуляційний ресивер РЦЗ-4,0	2	15,72	3,14	0,4	19,26
Циркуляційний ресивер РЦЗ-8,0	1	18	3,6	0,42	22,02
Дренажний ресивер 8 РВЦЗ	1	24	4,8	0,48	29
Лінійний ресивер 1АРД-0,75	1	15	3	0,3	18,03
Конденсатор 300 КГТ	2	67,2	6,72	1,344	75,264
Проміжна посудина ПСЗ – 60	1	26	5,2	0,5	31,52
Маслиловіддільник 2ПМО-125	3	24	4,8	0,4	29,48
Маслиловіддільник 2ПМО-50	1	6	1,2	0,15	7,32
Гради́рня БГМ-800	1	45	9	1	55
Масилозбірник МС-60	1	4	0,4	0,08	4,48
Холодоагент R717	2.8т	14	2,8	0,28	17,08
Разом					1818,4

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річне споживання електроенергії холодильником і компресорним цехом данного холодильника становить: $P_{річн} = 4068,9$ Гкал

Ціна за 1 кВт. год електроенергії становить: $C_{ел} = 0,94$ грн.

Визначаємо річні витрати на споживання електричної енергії за проектними розрахунками:

$$B_{ел,р} = P_p \cdot C_{ел} \quad (14.2) \quad B_{ел,р} = 4068,9 \text{ Гкал} \cdot 0,8 \text{ грн/Гкал} = 3255,12 \text{ тис. грн.}$$

Мастило купується для компресорів за ціною 130 грн. за 1л, в моєму проекті необхідно 90л і це коштує $130 \cdot 90 = 11,7$ тис. грн

14.3. Розрахунок витрат на оплату праці

Фонд основної заробітної плати робітників компресорного цеху:

Таблиця 14.3

№ п/п	Професія	Тарифна ставка грн/міс	Чисельність, чол	Місячний фонд, грн	Річний фонд, грн
1	Машиніст ХУ	3000	4	12000	144000
2	Слюсар-ремонтник	3000	3	9000	108000
3	Начальник цеху	4500	1	4500	54000
	Разом		8	25500	306000

14.4. Визначення амортизаційних відрахувань:

Приймаємо норми амортизаційних відрахувань:

Для основного обладнання – 22% від вартості обладнання;

Витрати на амортизацію основного технологічного обладнання:

$$A_{обл} = \Sigma B_{обл} \times 0,22 = 1818,4 \times 0,22 = 400 \text{ тис. грн.} \quad (14.3)$$

14.5. Визначення інших видів витрат

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

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

$$B_{рем} = A_{обл} \times 0,20 \quad (14.4) \quad B_{рем} = 400 \times 0,20 = 80 \text{ тис. грн}$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00 БКР 142.004.020.ПЗ

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

$$B_{\text{пуск}} = B_{\text{обл}} \times 0,02 \quad (14.5) \quad B_{\text{пуск}} = 1818,4 \times 0,02 = 36,36 \text{ тис. грн}$$

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$B_{\text{ін}} = A_{\text{обл}} \times 0,03 \quad (14.6) \quad B_{\text{ін}} = 400 \times 0,03 = 12 \text{ тис. грн}$$

Загальна сума інших витрат складає:

$$\Sigma B = B_{\text{рем}} + B_{\text{пуск}} + B_{\text{ін}} \quad (14.7) \quad \Sigma B = 80 + 36,36 + 12 = 128,36 \text{ тис. грн}$$

Результати розрахунків проведених у попередніх розділах зводимо у порівняльну таблицю собівартості енергії:

Таблиця 15.4

Статті витрат	Значення витрат тис. грн
	Проект
Електроенергія	3255,12
Масило	11,7
Холодильний агент R717	100
Оплата праці	306
Амортизація	400
Інші витрати	128,36
Разом	4201,18

Кількість виробленого холоду за рік:

$$22 \cdot 270 \cdot (529,3 + 80,4 + 183,5) = 4,06 \text{ Гкал}$$

Собівартість холоду:

$$\Delta C = \frac{3386 \text{ тис. грн}}{4,06 \text{ Гкал}} = 833,9 \frac{\text{тис. грн}}{\text{Гкал}} = 0,71 \frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}}$$

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Охорона праці

Вступ

Метою даного проекту є заміна застарілого обладнання з метою економії енергоресурсів та зниження кількості аміаку в системі.

Впровадження сучасного обладнання із високим рівнем автоматизації дозволить зменшити рівень впливу шкідливих і небезпечних факторів на людину, підвищити ступінь безпеки його експлуатації й обслуговування та, таким чином, покращити умови праці обслуговуючого персоналу.

При розробці проекту були враховані основні вимоги нормативно-технічної документації з охорони праці в галузі, інші діючі нормативні документи та стандарти безпеки праці.

15.1 Умови праці

В якості прикладу розглядається робоче місце оператора (машиніста) компресорного цеху.

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами при обслуговуванні аміачної холодильної установки є:

- параметри мікроклімату;
- рівень освітленості;
- шум і вібрація;
- наявність працюючих компресорів;
- посудини, що працюють під тиском;
- рухомі елементи обладнання;
- електробезпека;
- пожежо- та вибухонебезпека;

Нормативно-технічна документація на робочому місці оператора (машиніста).

В машинному відділенні ведеться добовий журнал роботи холодильної установки. Крім того, там та в пункті управління на видному місці знаходяться затверджені головним інженером інструкції із:

- будови й експлуатації холодильних установок;

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- обслуговування машин, апаратів (посудин), охолоджуючих пристроїв;
- обслуговування контрольно-вимірювальних приладів і пристроїв автоматики;
- пожежної безпеки;
- охорони праці (надання долікарської допомоги при отруєнні аміаком і ураженні електрострумом, дії персоналу по ліквідації прориву аміаку і виникненні аварійної ситуації тощо);

Також у пункті управління знаходяться:

- річні і місячні графіки проведення планово-попереджувального ремонту;
- схеми аміачних, масляних і водяних трубопроводів із пронумерованою запірною-регулювальною арматурою і приладами автоматики;
- показники розташування засобів індивідуального захисту (протигази, захисні костюми);
- номери телефонів швидкої допомоги, пожежної команди, диспетчера електромережі, штабу цивільної оборони, міліції, начальника компресорного цеху, старших зміни (домашні телефони);
- номери телефонів і адреса організації, що обслуговує автоматику холодильної установки.

Санітарні вимоги до виробничих приміщень та розташування обладнання

Приміщення машинного відділення розташоване в окремій будівлі у відповідності до вимог нормативно-технічної документації. Довжина приміщення машинного відділення становить 24 м, ширина – 12 м, висота – 6 м. План компресорного цеху з розташуванням основного технологічного обладнання машинного відділення та переліком шкідливих і небезпечних виробничих факторів при його роботі наведені на Рис.6.1.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вікна дворядні із звичайного скла. Під машинним відділенням знаходиться насосне відділення, висотою 3 м. З машинного відділення є два виходи назовні та третій - в побутові та допоміжні приміщення. Двері відчиняються у бік виходу. Підлога відділення є рівною, неслизькою і виконана з вогнетривкого матеріалу. Непрохідні канали та люки зачиняються під рівень з підлогою з'ємними металевими рифленими листами. Стіни машинного відділення, холодильне обладнання, трубопроводи пофарбовані у відповідності з діючими стандартами щодо раціонального фарбування поверхонь виробничих приміщень та технологічного обладнання промислових підприємств.

Для обслуговування обладнання чи арматури на рівні вище 3 м від підлоги встановлено металевий майданчик по всій довжині машинного відділення з огорожею та сходами з обох кінців. Майданчик та сходи мають поручні висотою 1,1 м; відстань між стійками поручнів не перевищує 1,2 м.

З метою підвищення безпеки експлуатації холодильної установки, конденсатори та лінійні ресивери розміщені зовні машинного відділення. В компресорному цеху розміщено: 4 гвинтових компресорів і 2 поршневі компресорів фірми GRASSO . Ширина основного проходу в цеху складає 3 м, прохід між виступаючими частинами компресорів -2 м. Прохід між стіною і компресором становить - 2 м. Циркуляційні і ресивери встановлені також в машинному відділенні впритул до стіни.

При машинному відділенні, у спеціально відгородженому приміщенні, передбачений пункт управління (ПУ), в якому встановлений центральний щит управління (ЦЩУ), стіл машиніста біля оглядового вікна, стілець.

Мікроклімат та чистота повітря

Мікроклімат виробничого середовища та чистота повітря в машинному відділенні та ПУ повинні відповідати вимогам ДНС 3.3.6.042-99. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

В компресорному відділенні та приміщенні ПУ повинні забезпечуватися такі параметри мікроклімату:

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У теплий період року:

- Температура	18...20 °C	22...24°C
- Відносна вологість, не вище	75%	75%
- Швидкість руху повітря, не більше	0,4 м/с	0,3м/с

У холодний період року:

- Температура	16...18 °C	20...21°C
- Відносна вологість, не вище	75%	75%
- Швидкість руху повітря, не більше	0,3 м/с	0,2 м/с

Параметри мікроклімату та чистота повітря підтримуються в машинному і апаратному відділенні за допомогою загальнообмінної механічної вентиляції, теплоізоляції та герметизації компресорів, циркуляційних ресиверів, трубопроводів, а також опаленням у холодний період року.

Система постійно діючої припливної-витяжної вентиляції машинного та апаратного відділення забезпечує наступну кратність повітрообміну за годину:

- приплив – за розрахунком, але не менше 2;
- витяжка – за розрахунком, але не менше 3;

Повітря яке викидається в атмосферу не очищується.

Система опалення, опалювальні прилади, теплоносії та його граничні показники по температурі прийняті згідно до вимог СНиП 2.04.05. – 91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Для контролю за концентрацією аміаку в повітрі виробничих приміщень та виявлення його витоку використовують газоаналізатори УГ-2 та лакмусовий папір. Контроль здійснюється 3 рази на зміну.

Параметри мікроклімату та чистота повітря в ПУ підтримується загальнообмінною змішаною припливно-витяжною вентиляцією (подача свіжого повітря здійснюється механічним вентилятором з підігрівом повітря в холодний період року, а видалення забрудненого – неорганізованою природною вентиляцією через вентиляційну решітку у верхній частині ПУ).

Розрахунок кількості вентиляційного повітря

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтенсивність виділення парів аміаку в машинному відділенні:

$$G=30 \text{ г/год (по даним вимірювання хімлабораторії)}$$

Концентрація парів аміаку у повітрі припливного повітря (природний вміст аміаку):

$$C_1 = 0,02 \text{ мг/м}^3 \text{ (по даним вимірювання хімлабораторії)}$$

Концентрація парів аміаку у повітрі машинного відділення:

$$C_2 = 8 \text{ мг/м}^3 \text{ (по даним вимірювання хімлабораторії)}$$

Кількість вентиляційного повітря на вентиляцію становитиме:

$$L = \frac{1000 \cdot G}{C_2 - C_1} = \frac{1000 \cdot 30}{8 - 0,02} \approx 3750 \text{ м}^3/\text{год}$$

Кратність повітрообміну у машинному відділенні:

$$n = \frac{L}{V} = \frac{3750}{6 \cdot 9 \cdot 42} = 1,65 \text{ год}^{-1}$$

де V – об'єм машинного відділення, м^3 .

Кратність циркуляції в машинному відділенні – 2 рази за годину.

Шум і вібрація

Основними джерелами шуму в холодильних установках є компресор, насоси та їх електродвигуни, а також рух холодильного агенту по трубопроводам.

Допустимий рівень шуму в машинному відділенні та в ПУ не перевищує встановлених норм ДСН 3.3.6.037 – 99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку, ГОСТ 12.1.003.-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. В машинному відділенні -78...80 дБ, в ПУ -50...55 дБ.

Для зниження рівня шуму застосовують звукоізоляцію приводів; своєчасне змащування деталей і вузлів, їх профілактику та ремонт, а в ПУ – застосовується звукоізоляція стін.

Рівень вібрації на робочих місцях не перевищує гранично допустимої величини, передбаченої ГОСТ 12.1.012 – 90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. ДСН 3.3.6.039 – 99. Державні санітарні

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

норми виробничої загальної та локальної вібрації; у машинному відділенні – 85...88 дБ, в ПУ – 75...77 дБ.

Зменшення загальної вібрації від роботи компресорів досягається за рахунок:

- відсутності жорсткого кріплення до конструкцій будівлі трубопроводів, які приєднуються до холодильної машини;
- встановлення компресорів та спеціальних амортизаційних фундаментах ізольованих від несучих конструкцій будівлі;
- розташування ПУ в місці найменшої віброакустичної дії від працюючого обладнання.

Виробниче освітлення

Рівень освітленості в приміщеннях машинного відділення та ПУ відповідає вимогам ДБН В.2.5. – 28 – 2006. «Природне і штучне освітлення». У машинному відділенні й ПУ присутнє природне і штучне освітлення. Природне освітлення здійснюється через односторонні бічні прорізи (КПО у машинному відділенні становить 0,2%, у ПУ – 0,9%). Штучне освітлення здійснюється люмінісцентними лампами. Загальний рівень робочого освітлення у машинному відділенні становить 75 лк, у ПУ – 150 лк, крім того біля щита управління передбачається місцеве освітлення (лампа розжарювання, рівень комбінованого освітлення 500 лк).

Машинне і апаратне відділення, ПУ, а також існуючі підземні прохідні тунелі з ам'ячними трубопроводами і розподільною арматурою мають аварійне освітлення від незалежного джерела (аккумуляторні батареї). Воно автоматично включається при відключенні робочого освітлення. Рівень аварійного освітлення не менше 8 лк.

Розрахунок штучного освітлення в машинному відділенні

Розміри приміщення: довжина $a = 42$ м; ширина $b = 9$ м; висота $H = 6$ м.

Площа $S = a * b = 42 * 9 = 378 \text{ м}^2$.

- приймаємо $E_{\min} = 75$ лк;
- тип ламп ЛДЦ – 40;

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- світловий потік однієї лампи $F = 1520$ лк;
- тип світильників НОДЛ 2х40;
- кількість ламп у світильнику $m = 2$ шт.

Визначаємо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{a*b}{(a+b)*H_{п}};$$

$$i = \frac{42*9}{(42+9)*4} = 1,85$$

Приймаємо наступні коефіцієнти :

коефіцієнт відбиття:

- стелі $r_{стелі} = 50\%$;
- стін $r_{стін} = 30\%$.

коефіцієнт використання $\eta = 60,4\%$.

коефіцієнт запасу $k = 1,5$.

коефіцієнт нерівномірності приймаємо $z = 1,1$.

Визначаємо необхідну кількість ламп на ділянці виходячи з формули:

$$n = \frac{E_{min}*S*z*k}{F*\eta},$$

$$n = \frac{75*378*1,1*1,5}{1520*0,604} = 49,9 \text{ шт.}$$

Приймаємо кількість ламп $n = 50$ шт. Визначаємо кількість світильників:

$$N = \frac{n}{m} = \frac{50}{2} = 25 \text{ шт.}$$

Світильники розміщуємо в 5 ряди по 5 світильників в кожному.

Електробезпека

Компресорне відділення та ПУ відносяться до приміщень з підвищеною електробезпекою (ПУЕ. Правила улаштування електроустановок).

Безпечна експлуатація електроустановки здійснюється згідно вимог ДНАОП 0.00 – 1.32 – 01. «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», ДНАОП 0.00 – 1.21 – 98. «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів», ГОСТ 12.1.019 – 79.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ССБТ. «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты », а також діючим стандартам електробезпеки та іншим нормативним документам.

У приміщенні компресорного та апаратного відділень електропроводка, кабельні лінії та виконання електроустаткування мають ступінь захисту оболонок – IP44.

Безпечна експлуатація електрообладнання досягається такими заходами та засобами:

- недоступність струмоведучих частин від випадкового дотикання досягається за допомогою захисних огорож та блокування, закритих щитів, розташуванням кабелів і проводки на недоступній висоті, наявність знаків безпеки;
- надійною ізоляцією силових струмоведучих частин, опір якої повинен становити не менше 0,5 МОм;
- електрообладнання у виробничих приміщеннях та щиті управління в ПУ має захисне заземлення із ізольованою нейтраллю типу IT. Опір заземлюючого пристрою не перевищує 4 Ом;
- захист від струмів короткого замикання здійснюється Bitzer S4G-12.2;
- застосуванням низьких напруг (36 В – для ручного інструмента та освітлення щита управління в ПУ, 12 В – для переносного світильника у вибухозахищеному виконанні – IP54).

Холодильник, машинне і апаратне відділення мають пристрій захисту від блискавки – блискавковідвідник по 2 категорії у відповідності з вимогами РД 34.21.122-87. «Инструкция по защите от молнии зданий и сооружений».

Пожежо- та вибухобезпека

Апаратне відділення відноситься до вибухо – та пожежонебезпечної категорії Б або до вибухонебезпечних приміщень класу В – Іб, а ПУ – до пожежонебезпечної категорії Д (СНиП 2.11.02 – 87. «Холодильники», ОНТП

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

24-86. «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности»).

В процесі експлуатації холодильної установки робітники дотримуються вимог «Типові правила пожежної безпеки для промислових підприємств», ГОСТ 12.1.004 – 85. ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования», ДНАОП 0.01 – 1.01 – 95. «Правила пожежної безпеки в Україні».

Відповідність за пожежну безпеку в холодильно-компресорному цеху покладена на начальника цеху, а змінах - на начальника зміни або старшого машиніста.

Окрім обов'язкового для всіх працівників ввідного протипожежного інструктажу, а потім інструктажу на робочому місці, працівники машинного відділення проходять ще пожежно-технічний мінімум 1 раз на рік з наступною задачею заліку.

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

Система запобігання пожежі і вибуху передбачає:

- наявність в огорожуючих конструкціях будівлі машинного відділення легко скидних елементів (вікна, двері);
- наявність аварійної витяжної вентиляції, табло над входом у машинне відділення, світлозвукової сигналізації;
- надійне приєднання провідників від обладнання до заземлюючого контуру без іскріння;
- використання засобів захисту від атмосферної електрики;
- застосування електроустаткування у вибухозахищеному виконанні;
- застосування аварійного та витяжного вентиляторів машинного відділення у іскро-, а їх електродвигунів –у вибухозахищеному виконанні; припливного вентилятора – у звичайному, а його електродвигуна – в закритому виконанні;
- наявність протипожежних інструкцій на робочих місцях;
- роботу на електрообладнанні без перевантажень;

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- дотримання правил пожежної безпеки при виконанні вогнених робіт;
- заборону куріння на робочих місцях.

Система пожежного захисту включає:

- наявність у приміщенні машинного відділення двох евакуаційних виходів, причому двері відчиняються у бік виходу;
 - застосування в машинному відділенні будівельних матеріалів не нижче II ступеня вогнестійкості (СНиП 2.11.02 – 87, СНиП 2.01.02 – 85. «Противопожарные нормы»);
 - наявність системи оповіщення про пожежу;
 - наявність аварійного відключення обладнання;
 - забезпечення первинними засобами пожежогасіння: пожежним щитом з лопатою, сокирою, ломом, металевим багром, а також наявність повітряно-пінного вогнегасника ОВП – 10 (2 шт); порошкового вогнегасника ОП – 9 (2 шт), ящика з піском і азбестовим полотном.
- ПУ виконаний з будівельних матеріалів не нижче II ступеня вогнестійкості та оснащений вуглекислотним вогнегасником ОУ – 3 (2 шт).

Техніка безпеки

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

На підприємстві наказом керівника призначені відповідальні особи із числа інженерно-технічних робітників, які пройшли в установленому порядку перевірку знань даних правил, в тому числі, по нагляду за технічним станом і безпечною експлуатацією холодильної установки і дотриманням вимог даних Правил.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

по експлуатації холодильних установок – для машиністів;

по автоматизації холодильних установок – для слюсарів по КВП і автоматиці.

До самостійного обслуговування холодильних установок машиністи допускаються тільки після проходження стажування строком не менше 1 місяця, в результаті якого вони освоюють обслуговування конкретної установки і підтримання нормальних режимів її роботи, і відповідної перевірки знань.

Стажування проводять досвідчені наставники. Допуск до стажування і самостійної роботи здійснюється розпорядженням по підприємству.

Інструктаж по охороні праці обов'язковий для всіх, хто поступив на роботу і працюючих, не залежно від їх стажу і кваліфікації.

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

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

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

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контрольно-вимірювальні прилади

Для візуальних показчиків рівня рідини в апаратах, посудинах, ресиверах застосовуються плоске оглядове скло. Для автоматичного контролю за рівнем використовують напівпровідникові реле рівня типу ПРУ-5М.

Для спостереження за робочими тисками всмоктування на всмоктувальній магістралі кожного компресора встановлено 5-ть манометрів МП-4, тисків нагнітання – 5-ть манометрів МТ-250 на нагнітальних трубопроводах компресорів, підвідна трубка до яких приєднується за зворотнім клапаном.

На всіх посудинах встановлено манометри: на конденсаторах, лінійному ресивері – 2 манометри МТ-250.

На нагнітальному і всмоктувальному трубопроводах кожного компресора встановлено 28-м гільз для термометрів (на відстані від 250 мм від запірних вентилів) з кожухами для захисту термометрів від механічних пошкоджень.

Електробезпека

Електрообладнання компресорного цеху відповідають вимогам ПВЕ «Правила влаштування електроустановок», ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ «Электробезопасность. Защитное заземление», ДНАОП 1.1.10 – 1.01-97 “Правила безпечної експлуатації електроустановок”, а також діючих стандартів безпеки праці та інших нормативних документів.

Встановлені пускові прилади розраховані на максимальну силу струму електродвигуна. Рубильники, призначені для вмикання-вимикання струму навантаження, захищені кожухами, які не горять, без отворів та шпарин і мають дистанційне керування. Напруга в колах керування устаткуванням, що встановлено у приміщеннях особливо небезпечних і з підвищеною небезпекою, а також зовні приміщення, не перевищує 42 В.

Заходи і засоби забезпечення електробезпеки на підприємстві:

1. Недоступність струмопровідних частин від випадкового дотикання, блокування (захисні огороження, безпечне розміщення струмопровідних частин, наявність знаків безпеки).

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Надійна ізоляція (опір ізоляції у силових і освітлювальних електричних установках становить 1,2 МОм).

3. Заземлення електричного обладнання.

4. Організаційні методи (регулярний медичний огляд, інструктаж, перевірка інструментів, контроль при виконанні робіт, наряд допуску перед роботами).

5. Застосування низьких напруг (згідно ПВЕ передбачене використання напруги 12 В).

6. Застосування захисних засобів, запобіжних пристроїв та приладів.

7. Планово-попереджувальні роботи.

Для захисту струмопровідних частин, лінійного ресивера, та системи оборотного водопостачання від прямих ударів блискавки використовуються стрижневі блискавковідводи, які встановлено на даху машинного відділення, згідно РД 34.21.122.-87 “Инструкция по защите от молнии зданий и сооружений”.

Пожежо- та вибухонебезпека

Відповідно до ОНТП 24-86 (НАПБ Б 07-005-86) приміщення за вибухо- і пожежобезпекою поділяють на п'ять категорій (А, Б, В, Г, Д). Якісним критерієм небезпеки приміщень (будівель) є наявність в них речовин з певними показниками вибухо-пожежної небезпеки. Кількісним критерієм визначання категорії є надмірний тиск (Р), який може розвинутиися при вибуховому загорянні максимально можливого скупчення (навантаження) вибухонебезпечних речовин у приміщенні. Аміак відноситься до категорії А (вибухонебезпечної). Пожежо- та вибухобезпека на підприємстві забезпечується відповідно до вимог ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. „Пожарная безопасность. Общие требования.”, ДНАОП 0.01-1.01-95 „Правила пожежної безпеки в Україні.”.

Система пожежного захисту включає:

- двері повинні відчинятися у бік виходу;

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- застосування в машинному відділенні будівельних матеріалів не нижче II ступеня вогнетривкості (СНиП 2.11.02-87,СНиП 2.01.02-85. „Противопожарные нормы”);
- наявність системи оповіщення про пожежу;
- наявність аварійного відключення обладнання;
- забезпечення первинними засобами пожежегасіння: двома лопатами, сокирами, металевим багром, пожежним щитом з азбестовим полотном, ящиком з піском, повітряно-пінні вогнегасники ВПП-5 – 1 шт, порошкові вогнегасники ВП-5– 2 шт.;
- наявність плану евакуації.

У відповідності із СНІП 2.11.02.87. “Холодильники”, машинне відділення відноситься до вибухо- та пожежонебезпечної категорії Б.

При роботі з горючими газами та легкозаймистими речовинами потрібно здійснювати контроль проби повітря в зоні дихання людини з урахуванням місць утворення шкідливих речовин і шляхів, якими вони потрапляють в робочу зону. Кількість проб та метод контролю визначається санітарними нормами та органами санітарного нагляду. У приміщеннях, де присутні речовини 1-го класу небезпеки та де може бути аварійний викид, повинен запроваджуватись безперервний контроль. Для інших випадків - періодичний.

На підприємстві що розглядається використовують безперервно-автоматичний метод контролю вмісту хімічних речовин в повітрі. Це означає – автоматичний контроль і сигналізацію про наявність в повітрі відповідних концентрацій шкідливої речовини. Для цього призначені газоаналізатори і газосигналізатори. Вони працюють на принципі зміни електричних властивостей речовини (електричного опору, електропровідності, електричної ємності) при хімічній реакції або при розчиненні в ній шкідливої речовини, яка контролюється. За зміною електричних властивостей встановлюються значення концентрації шкідливої речовини.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Основні розділи дисципліни «Основи охорони праці» Метою вивчення дисципліни є надання знань, умінь, здатностей (компетенцій) для здійснення ефективної професійної діяльності шляхом забезпечення оптимального управління охороною праці на підприємствах (об'єктах господарської, економічної та науково-освітньої діяльності), формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку і усвідомлення необхідності обов'язкового виконання в повному обсязі всіх заходів гарантування безпеки праці на робочих місцях. Завдання вивчення дисципліни полягає у набутті студентами знань, умінь і здатностей (компетенцій) ефективно вирішувати завдання професійної діяльності з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці та гарантування збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у різних сферах професійної діяльності.

У структурному відношенні курс «Основи охорони праці» складається з 4 розділів: 1. Правові та організаційні питання охорони праці. 2. Основи фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії. 3. Основи виробничої безпеки. 4. Пожежна безпека. Основні загальнокультурні та професійні компетенції В результаті вивчення дисципліни «Основи охорони праці» молодші спеціалісти та бакалаври з відповідних спеціальностей та напрямів підготовки повинні бути здатними до вирішення професійних задач діяльності, пов'язаних з забезпеченням життя, здоров'я і працездатності під час роботи та мати такі основні загальнокультурні та професійні компетенції з охорони праці:

Загальнокультурні компетенції.

- здатність до ефективного використання положень нормативно-правових документів в своїй діяльності;
- володіння основними методами збереження здоров'я та працездатності виробничого персоналу. Професійні компетенції. в виробничо-технологічній діяльності:
- обґрунтування вибору безпечних режимів, параметрів, виробничих процесів (в галузі діяльності);

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ефективного виконання функцій, обов'язків і повноважень з охорони праці на робочому місці, у виробничому колективі;

- проведення заходів щодо усунення причин нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві; в організаційно-управлінській діяльності:

- проведення заходів з профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності;

- здатність до організації діяльності у складі первинного виробничого колективу з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці;

- методичне забезпечення і проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці серед працівників організації (підрозділу); в проектно-конструкторській діяльності:

- впровадження безпечних технологій, вибір оптимальних умов і режимів праці, проектування та організація робочих місць на основі сучасних технологічних та наукових досягнень в галузі охорони праці.

2. Сучасний стан охорони праці в Україні та за кордоном Проблема створення нешкідливих та безпечних умов праці існувала в Україні давно, про що свідчить статистика нещасних випадків: ще 15-20 років тому на виробництві гинуло близько 4 тисяч чоловік – у 1,6 разів більше ніж тепер. Замовчування цієї гіркої істини внаслідок секретності, що панувала у системі, породжувало благодущність і халатність тих, від кого залежало її вирішення. І на сьогодні у нас імовірність травматизму та професійних захворювань у 5-8 разів вище, ніж в інших промислово розвинених країнах європейського союзу. Стан охорони праці залишається незадовільним. Проблема виробничого травматизму є дуже гострою – щорічно на виробництві травмується близько 50 тисяч чоловік, з них 1,5 тисяч гинуть, понад 3,5 тисяч отримують професійні захворювання. Через непрацездатність щорічно втрачається 2,5-3 мільйона людино-днів, середня важкість кожної травми досягає 25 людино-днів непрацездатності.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однак і ці показники не дають достатньо об'єктивної картини, оскільки не слід забувати, що ми маємо за умов систематичного спаду виробництва. Спостерігаючи стійку тенденцію зниження загальної кількості нещасних випадків на виробництві по Україні бачимо, що рівень травматизму в агропромисловому комплексі країни залишається високим, темпи його зниження низькими, а у деяких регіонах навіть є ріст цих показників Тут трапляється найбільша кількість випадків зі смертельними наслідками – 33% від загальної кількості. По загальному травматизму АПК займає друге місце – 22,8 % від загальної кількості потерпілих Якщо виходити з того, що кількість працюючих становить лише 28% від загальної кількості зайнятих у народному господарстві України, то питома вага травматизму у цій галузі значно збільшується. А так, як Полтавська область є аграрною, то ці показники збільшуються практично вдвоє. Тому зрозуміло, що охорона праці відіграє важливу роль, як суспільний чинник, оскільки, якими б вагомими не були трудові здобутки, вони не можуть компенсувати людині втраченого здоров'я, а тим більше життя — те і інше дається лише один раз. Необхідно пам'ятати, що через нещасні випадки та аварії гинуть на виробництві не просто робітники та службовці, на підготовку яких держава витратила значні кошти, а перш за все люди — годувальники сімей, батьки та матері дітей.

Окрім соціального, охорона праці має, безперечно, важливе економічне значення — це і висока продуктивність праці, зниження витрат на оплату лікарняних, компенсацій за важкі та шкідливі умови праці тощо. За розрахунками Німецької ради підприємців наслідки нещасних випадків коштують у 10 разів дорожче, ніж вартість заходів щодо їх попередження. В Україні, враховуючи мізерні витрати на заходи з охорони праці, ця різниця ще більша. Фахівці Міжнародної організації праці (МОП) підраховали, що економічні витрати, пов'язані з нещасними випадками, складають 1% світового валового національного продукту. На ці кошти, орієнтовно, можна забезпечити харчування протягом року близько 75 млн. людей. Технічний прогрес постійно, мов тінь. Супроводжують техногенні аварії та нещасні випадки.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За статистичними даними МОП кількість нещасних випадків на виробництві у світі неухильно зростає, і становить на теперішній час приблизно 125 млн. щорічно. Рівень травматизму і профзахворюваності значно вищий у країнах, що розвиваються, ніж у промислово розвинених державах. Так, у країнах Європейського Союзу щорічно жертвами нещасних випадків і профзахворювань стають близько 10 млн. чол., з них майже 8 тис. гине. В Україні щоденно на виробництві травмується в середньому 140-180 чоловік, з них 20 стають інвалідами, а 4-5 гинуть. Статистичні дані свідчать, що: - кожні 3 хвилини внаслідок виробничої травми чи професійного захворювання у світі помирає одна людина; - в Україні внаслідок травм кожні 5 годин помирає одна людина; - кожної секунди у світі на виробництві травмується 4 людини; - в Україні кожні 8 хвилин травмується одна людина; - кожного місяця у світі на виробництві травмується така кількість людей, яка дорівнює населенню Парижа. Міжнародне бюро праці встановило, що в середньому в світі на 100 тис. працюючих щорічно припадає приблизно 6 нещасних випадків зі смертельними наслідками. В Україні цей показник майже вдвічі вищий. Однак, слід зазначити, що показники стану охорони праці суттєво відрізняються за окремими галузями промисловості. Високо травмонебезпечною в нашій країні є вугільна промисловість. Так, на кожний мільйон тонн видобутого вугілля гине в середньому 5 шахтарів. У США цей показник у 100 разів нижчий, а в Росії – у 3,8 рази. На думку іноземних фахівців, які за програмою МОП проводили дослідження в Україні, велика кількість нещасних випадків зі смертельними наслідками пояснюється п'ятьма основними причинами: незадовільною підготовкою робітників і роботодавців з питань охорони праці; відсутністю належного контролю за станом безпеки на робочих місцях та виконання встановлених норм; недостатнім забезпеченням працюючих засобами індивідуального захисту; повільним впровадженням засобів та приладів колективної безпеки на підприємствах; спрацьованістю (у деяких галузях до 80%) засобів виробництва.

3. Основні терміни та визначення в галузі охорони праці. Охорона праці, як і всяка інша наука має свої визначення і поняття.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні визначення і формулювання викладені у ГОСТ і ССБТ та у державних стандартах України ДСТУ 2293-93 "Охорона праці. Терміни та визначення", ДСТУ 3038-95 "Гігієна. Терміни та визначення основних понять" та інших стандартах даються визначення основних понять та термінів в галузі охорони праці.

1 Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. 2 Безпека праці - це стан умов праці при якому відсутня дія на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих чинників. 3 Умови праці — сукупність факторів виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі її професійної діяльності. 4 Правила безпеки - система організаційних заходів і технічних засобів, які попереджають дію на працюючих небезпечних виробничих факторів. 5 Безпека виробничого процесу це властивість виробничого процесу зберігати відповідність вимогам безпеки праці в умовах, які встановлені нормативно-технічною документацією. 6 Тяжкість праці це характеристика трудової діяльності людини, яка визначає ступінь залучення до роботи м'язів і відображає фізіологічні затрати внаслідок переважаючого фізичного перевантаження. 7 Напруженість праці характеристика трудового процесу, що відображає переважаюче навантаження на центральну нервову систему. 8 Професійні захворювання - технологічний стан людини, зумовлений роботою і пов'язаний з надмірним напруженням організму або несприятливою дією шкідливих виробничих факторів. 9 Виробнича санітарія - система організаційних заходів і технічних засобів, які попереджують або зменшують дію на працюючих шкідливих виробничих факторів. 10 Гігієна праці - комплекс заходів і засобів щодо збереження здоров'я працівників, профілактика несприятливого впливу виробничого середовища і трудового процесу. 11 Санітарно-захисна зона — функціональна територія між межами промислових об'єктів і територією, яка призначена для зменшення несприятливого впливу

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробничих факторів на здоров'я населення. 12 Професійний відбір сукупність заходів, метою яких є відбір осіб для виконання певного виду трудової діяльності за їх професійними знаннями, анатомічно - фізіологічними і психологічними особливостями, а також за станом здоров'я. 13 Здорові умови життя — умови навколишнього середовища, праці та побуту, які забезпечують збереження та поліпшення здоров'я населення, 14 Санітарна характеристика умов праці - об'єктивні дані стану виробничого середовища і трудового процесу за висновком на їх відповідність гігієнічним вимогам і нормативам, 15 Гігієнічний норматив характеризує оптимальний чи допустимий рівень фізичних, хімічних, біологічних факторів навколишнього та виробничого середовищ. 16 Засоби захисту працюючого - засоби, застосування яких попереджає або знижує дію на працюючого небезпечних або шкідливих виробничих факторів. 17 Нещасний випадок - випадок дії на працюючого небезпечного виробничого фактору при виконанні ним трудових обов'язків або завдань керівника. 18 Машина - сукупність технічних засобів, які використовуються людиною в процесі трудової діяльності. 19 Оператор - людина, яка здійснює трудову діяльність в взаємодії з предметом праці та зовнішнього середовища за допомогою інформаційної моделі та органів управління. 20 Шкідливий виробничий фактор — виробничий фактор, вплив якого може призвести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності працівника. 21 Небезпечний виробничий фактор — виробничий фактор, дія якого за певних умов може призвести до травм або іншого раптового погіршення здоров'я працівника. З рештою термінів, визначень, понять ознайомимося під час вивчення дисципліни. 4.Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих чинників Усі зміни, які відбуваються в житті та праці жителів сільської місцевості, призводять до багатофакторних і неоднорідних навантажень. У останні роки рівень професійної захворюваності в Україні підвищився з 1,2 до 1,9 особи на 10 тис. працюючих за рахунок збільшення кількості потерпілих більше ніж у 1,5 рази. В умовах підвищеного рівня шуму під час роботи перебувають до 30% працівників сільського господарства,

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вібрації — до 20%, високої запиленості — до 17%, загазованості — до 13%, високої температури повітря — до 10%. Навіть на сучасних тракторах і самохідних сільськогосподарських машинах повітря робочої зони забруднено пилом, відпрацьованими газами, частками пестицидів, мінеральних добрив. У тваринницьких приміщеннях рівень шуму перевищує допустимий на 3—10 дБ, швидкість руху повітря — в 1,2—1,6 разу, вміст аміаку — до 5 разу, концентрація пилу — у 3 — 10 разів, вміст у повітрі антибіотиків, які використовують як стимулятори росту у 5 – 7 разів, кількість мікроорганізмів коливається від 20 тис. до 1 млн. у 1 м³ повітря. Несприятливу дію шкідливих факторів виробничого середовища на здоров'я працівників і викликані ними професійні захворювання можемо розділити на п'ять груп: 1. Захворювання, викликані фізичними факторами (нагрівання чи охолодження, мікроклімат, шум, вібрація та ін.). 2. Захворювання, викликані дією хімічних факторів органічного пилу. 3. Захворювання, викликані дією біологічних факторів. 4. Захворювання під дією психофізіологічних шкідливих факторів (фізичного навантаження, а також одноманітних, часто повторювальних рухів, вимушеної пози). 5. Захворювання шкіри алергійного і не алергійного характеру. До групи фізичних факторів відносяться: - рухомі машини та механізми; - незахищені рухомі елементи виробничого обладнання, пересувні вироби, заготовки, матеріали; - підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; - підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів; підвищена або знижена температура повітря робочої зони; - підвищений рівень шуму, вібрації, інфразвукових коливань, ультразвуку; - підвищений або знижений барометричний тиск в робочій зоні та його різка зміна; - підвищена або знижена вологість повітря, його рухомість, іонізація повітря; - підвищений рівень іонізуючих випромінювань в робочій зоні; - небезпечний рівень напруги в електричному ланцюгу, замикання якого може відбутися через тіло людини; - підвищений рівень статичної електрики, електромагнітних випромінювань; - підвищена напруженість електричного і магнітного поля; - відсутність або недостача природного світла; - недостатня освітленість робочої зони; -

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищена яскравість світла, занижена контрастність; - пряма та віддзеркалена блискість; - підвищена пульсація світлового потоку, - підвищений рівень ультрафіолетової та інфрачервоної радіації. До групи хімічних факторів відносяться такі підгрупи: а) за характером дії на організм людини - загально-токсичні, діючі на центральну нервову систему, кров та кровотворні органи (сірководень, ароматичні вуглеводи, оксид вуглецю, бензол, наркотики, спирти, кофеїн та ін.); - подразнюючі, тобто діючі на слизову оболонку очей, носа, верхні дихальні шляхи та легені, шкіряний покрив (пари лугів та, кислот, оксиди азоту, аміак, сірчаний ангідрид та ін.); - сенсibiliзуючі речовини, які після відносно нетривалої дії на організм викликають підвищену чутливість до них, наступна дія незначної кількості цієї речовини призводить до швидкого розвитку реакції, що спричиняє шкірні захворювання, астматичні явища, захворювання крові (ртуть, альдегіди, ароматичні нітро-, нітрозо- та амін-об'єднання); - канцерогенні, які викликають утворення злоякісних ракових пухлин, це широко застосовувані в промисловості продукти перегонки нафти, сажа, дьоготь, кам'яновугільна смола та інші; - мутагенні, які викликають порушення генетичної клітини, що позначається на його потомстві (сполука ртуті та свинцю, оксид етилену); б) за шляхом проникнення в організм людини - дихальні шляхи, шлунковокишковий тракт, через шкіряний покрив. До групи біологічних шкідливих виробничих факторів відносяться об'єкти, дія яких на працюючих викликає захворювання - мікроорганізми (бактерії, віруси), спірохети (тваринні та рослинні). Група психофізіологічних шкідливих та небезпечних виробничих факторів за характером дії ділиться на фізичні (статичні, динамічні, гіподинамічні) і нервово-психічні перевантаження, які виникають від розумової перенапруги, монотонності праці та емоційних факторів. Шкідлива речовина - це речовина, яка при контакті з організмом людини в разі порушення вимог безпеки може викликати виробничі травми, професійні захворювання або відхилення в стані здоров'я, виявлені сучасними методами як в процесі роботи, так і в подальшому житті теперішнього і наступного поколінь. Шкідливі (отруйні) речовини, які застосовуються в

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

промисловості при неправильній організації праці, виробництва та певних профілактичних заходів, можуть надати шкідливого впливу на здоров'я людини, призвести до гострих або хронічних отруєнь та професійних захворювань. Гостра форма захворювань виникає при короткостроковому впливові на організм шкідливих речовин високої концентрації, хронічна - при довгостроковому впливі таких концентрацій шкідливих речовин, здатних накопичуватись в організмі. Отруєння шкідливими речовинами можливе тільки при їх концентрації в повітрі робочої зони, що перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин. ГДК - це такі концентрації, які при щоденній праці (окрім вихідних) протягом зміни і протягом всього трудового стажу не викликають у працюючих захворювань або відхилень в стані здоров'я як в період праці, так і в подальші строки життя теперішнього та наступних поколінь.

Законодавство України про охорону праці. Закон України про охорону праці

Основними законами та підзаконними актами, які регулюють правові відносини у сфері охорони праці в умовах виробництва і загалом в суспільстві, є: 1. Конституція України. 2. Кодекс законів про працю (КЗпП). 3. Закони: «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про використання ядерної енергії та радіаційний захист», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». У країнах світу, залежно від економічного розвитку та політичного стану, існують закони та нормативні документи, які повністю або частково захищають людину від небезпечних та шкідливих умов праці, забезпечують охорону її здоров'я. Соціальне і законодавче захищена людина зацікавлена в своїй праці, цінує свою роботу, яка дає їй змогу пристойно існувати, утримувати сім'ю, годувати і виховувати своїх дітей. Умови праці та економічні фактори (оплата праці, економічне стимулювання, законодавча захищеність) безпосередньо впливають на продуктивність і якість праці. Отже, можна констатувати, що охорона праці є категорія економічна. У конституційній державі всі закони і підзаконні акти

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повинні базуватися і відповідати основному закону держави -Конституції. Конституція України прийнята Верховною Радою 26 червня 1996 року. В ній декларуються права і свобода всіх громадян України. Для сфери трудової діяльності ці права і свобода конкретизовані в деяких законах України і Державних нормативних актах про охорону праці (ДНАОП), Державних стандартах та постановах Кабінету Міністрів України, що стосуються охорони праці. Закон України "Про охорону праці". В Україні - у першій серед країн СНД - 14 жовтня 1992 р. був затверджений Верховною Радою Закон "Про охорону праці", а 21.11.2002 року Закон України "Про охорону праці" переглянутий та прийнятий у новій редакції. Цей закон, а також "Кодекс законів про працю України" є основною законодавчою базою охорони праці, їх доповнюють державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці - це стандарти, правила, норми, положення, статuti, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання усіма установами і працівниками України. Закон "Про охорону праці" складається з преамбули та 9 розділів. Підкреслимо деякі важливі моменти, занотовані у законі. Так, в розділі 1 "Загальні положення" ст. 4 мовиться, що основними принципами державної політики в галузі охорони праці є пріоритет життя та здоров'я людини перед будь-якими результатами виробничої діяльності, соціальний захист людини, відшкодування шкоди, заподіяної здоров'ю, та ін. У розділі 2 "Гарантії прав громадян на охорону праці" передбачено інформувати працівника про умови праці; компенсувати за шкідливі умови праці; зафіксовано право працівника відмовитись від виконання робіт при загрозливому стані для його здоров'я та життя; забезпечувати соціальне страхування від нещасних випадків і профзахворювань (оплата з фонду соціального страхування); відшкодовувати власником шкоду, заподіяну працівникові на виробництві. В законі передбачено відшкодування моральної шкоди. У законі є статті про охорону праці жінок, неповнолітніх, інвалідів. В розділі 3 "Організація охорони праці на виробництві" говориться про обов'язкове створення органів управління охороною праці на підприємстві

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для виконання керівництва, нагляду і навчання із питань охорони праці. В ст. 18 йдеться про обов'язкове навчання і інструктаж з охорони праці. Перевірка знань повинна здійснюватись 1 раз на рік для працівників небезпечних професій, 1 раз на 3 роки для всіх посадових осіб за переліком, встановленим Державним комітетом по нагляду за охороною праці. В ст. 19 мовиться про фінансування охорони праці. В розділі передбачено (ст.16) створювати на підприємствах комісії з питань охорони праці - рішення комісії носять рекомендаційний характер. Ст.23 передбачає інформацію про стан охорони праці, яка повинна доводитись до всіх працівників підприємства, а також обов'язковий звіт перед статистичними органами держави. Розділ 4 - "Стимулювання охорони праці". Економічне стимулювання охорони праці здійснюється згідно з колективним договором та законодавством. Відшкодування збитків від порушень охорони праці - державі і громадянам - згідно з діючим законодавством. Розділ 5 - "Нормативно-правові акти з охорони праці" – відзначаються документи, що належать до нормативно-правових актів з охорони праці. Їх опрацювання, прийняття та скасування. Розділ 6 - "Державне управління охороною праці" перелічує органи державного управління охороною праці: Кабінет Міністрів, спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці, міністерства та інші центральні органи виконавчої влади, а також місцеві держадміністрації, органи місцевого самоврядування - та визначає їх компетенцію. Організація наукових досліджень з проблем охорони праці здійснюється в межах національної програми науково-дослідними інститутами, а також різними проектно-конструкторськими установами та організаціями, вищими навчальними закладами та фахівцями. Розділ 7 - "Державний нагляд і громадський контроль за охороною праці", що здійснюють спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці; спеціально уповноважений державний орган з питань радіаційної безпеки; спеціально уповноважений державний орган з питань пожежної безпеки; спеціально уповноважений державний орган з питань гігієни праці.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відмічаються їх права і відповідальність, а також соціальний захист посадових осіб цих органів. Вищий нагляд здійснює Генеральний прокурор та підпорядковані йому прокурори. Громадський контроль за додержанням законодавства про охорону праці здійснюють трудові колективи - через уповноважених найманими працівниками з питань охорони праці та профспілки - через вибраних представників. Розділ 8 - "Відповідальність за порушення законодавства про охорону праці" Передбачається дисциплінарна, адміністративна, матеріальна, кримінальна відповідальність згідно із законодавством. А також ст..43 передбачені штрафні санкції до юридичних та фізичних осіб за порушення законодавства про охорону праці. Для практичної реалізації Закону були прийняті також такі підзаконні акти, затверджені постановою Кабінету Міністрів; "Про створення Національної Ради з питань безпечної життєдіяльності населення", "Положення про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах і організаціях", Закон України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та профзахворювання, які спричинили втрату працездатності", "Положення про порядок накладення штрафів на підприємства, установи і організації за порушення нормативних актів про охорону праці" тощо. Держгірпромнаглядохоронпраці розробив ще цілий ряд положень, що спрямовані на практичну реалізацію Закону України "Про охорону праці".

2. Нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП): визначення, основні вимоги та ознаки. Структура, реєстр НПАОП. Стандарти в галузі охорони праці. Нормативно-технічну базу охорони праці умовно можна поділити на такі групи: 1. Засадні документи – це закони, постанови уряду та інші документи, затверджені на рівні органів влади (Конституція України, Закон України "Про охорону праці", положення з окремих проблем охорони праці, що затверджує Кабінет Міністрів, тощо) 2. Державні нормативні акти про охорону праці. Державні нормативні акти про охорону праці (ДНАОП) — це правила, стандарти, норми, положення, інструкції та інші документи, яким надано

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чинність правових норм, обов'язкових для виконання. Законодавством передбачено, що залежно від сфери дії ДНАОП можуть бути міжгалузевими або галузевими. Державний міжгалузевий нормативний акт про охорону праці - це ДНАОП загальнодержавного користування, дія якого поширюється на всі підприємства, установи, організації народного господарства України незалежно від їх відомчої (галузевої) належності та форм власності. Державний галузевий нормативний акт про охорону праці - це ДНАОП, дія якого поширюється на підприємства, установи і організації незалежно від форм власності, що відносяться до певної галузі. Державні нормативні акти про охорону праці можуть затверджуватись Кабінетом Міністрів України, Держгірпромнаглядом, відповідними міністерствами та відомствами за погодженням. Їх опрацювання здійснюється на основі НПАОП 0.00-4.14-94 "Положення про опрацювання, прийняття, перегляд та скасування державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці наказ Держнаглядохоронпраці №19 від 16.03.94. Кодування міжгалузевих ДНАОП здійснюється відповідно до приведеної нижче схеми ДНАОП, в якій: ДНАОП - аббревіатура виразу «державний нормативний акт про охорону праці»; - перше трицифрове число (Х.ХХ) — код групи, до якої належить нормативний акт, залежно від державного органу, який затверджує даний акт: 0.00- нормативні акти Держнаглядохоронпраці, 0.01 і 0.02 - Міністерства внутрішніх справ (0.01 - з пожежної безпеки і 0.02 - з безпеки руху), 0.03 міністерства охорони здоров'я, 0.04 - Держатомнагляду, 0.05 міністерства праці та соціальної політики України, 0.06 — Держстандарту, 0.07 - Мінбудархітектури (Держбуду); - друге трицифрове число (Х.ХХ) - перша цифра означає вид нормативного акту (1 - правила, 2 - ОСТи, 3 -норми, 4 - положення і стандарти, 5 - інструкції, 6 - посібники, вказівки, рекомендації, вимоги, 7 - технічні умови безпеки, 8 - переліки), дві наступні - порядковий номер нормативного акту у межах даного виду в порядку реєстрації; - останнє двозначне число (ХХ) - рік затвердження нормативного акту. Схема кодування галузевих нормативних актів про охорону праці відрізняється тим, що на місці першого трицифрового числа ставиться

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чотирьохцифрове (ДНАОП Х.XXX-Х.XX-XX), яке означає галузь поширення даного нормативного акту відповідно до „Загального класифікатора галузей народного господарства Мінстату України”. Інші цифрові позначення коду галузевого нормативного акту означають те ж саме, що і міжгалузевого. Після коду в Державному реєстрі нормативних актів про охорону праці дається повна назва нормативного акту, наказ (постанова) органу про його затвердження та дата затвердження. Однак, міжгалузеві нормативні акти (ДНАОП) і галузеві нормативні акти (ДНАОП) у відповідності з наказами Держгірпромнаглядохоронпраці України від 12.07.2004 р. № 171 “Про порядок побудови, викладу та оформлення нормативно-правових актів з охорони праці ” зараз мають назву нормативноправових актів з охорони праці (НПАОП). Цей Порядок побудови, викладу та оформлення нормативно-правових актів з охорони праці поширюється на правила, норми, регламенти, положення та інші акти. ДНПАОП мають складатися з таких структурних елементів: - титульний аркуш; - інформаційні дані; - зміст; - загальні положення; - визначення термінів; - позначення та скорочення; - основна частина; - нормативні посилання; - додатки.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛІТЕРАТУРА

1. Явнель Б.К. “Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха”. М.: «Агропромиздат», 1989.
2. Чумак И.Г. и др. “Холодильные установки” – М.: “Легкая и пищевая пром-сть”, 1981 – 344с.
3. Кондрашева Н.Г. “Холодильно – компрессорные машины и установки” – М.: «Высшая школа», 1973 – 384с.
4. Ю.С.Крылов, П.И.Пирог, В.В.Васютович и др. “Проектирование холодильников” – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 309с.
5. Н.Г.Лашутина “Холодильная техника в мясной и молочной промышленности” – М.: «Агропромиздат», 1989. – 176 с.
6. “Холодоснабжение предприятий мясной и молочной промышленности. Справочное пособие”– М.: Пищевая промышленность, 1979р.
7. Е.С.Курылёв, Н.А.Герасимов “Холодильные установки. Учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности «Холодильные и компрессорные машины и установки” -Л.: Машиностроение , 1980. – 622с.
8. “Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок” – М.;1991.
9. А.М.Литвиненко “Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту Охорона праці” – К.: УДУХТ, 1999.
10. Свердлов Г.З., Явнель Б.К. “Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.” – М.: Пищ. пром-сть, 1989. –320с.

					00 БКР 142.004.020.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		