



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) \_\_\_\_\_ ННІТІ імені акад. І.С. Гулого \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ теплоенергетики та холодильної техніки \_\_\_\_\_

Освітній ступінь \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_

Спеціальність \_\_\_\_\_ 142 «Енергетичне машинобудування» \_\_\_\_\_

Освітньо-професійна програма \_\_\_\_\_ Холодильні техніка та технології \_\_\_\_\_

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач

кафедри \_\_\_\_\_ ТЕХТ \_\_\_\_\_

Валентин ПЕТРЕНКО

“17” квітня 2023 року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Маліновського Єгора Юрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 5т/зміну у м. Львів

керівник роботи доц., к.т.н., Іващенко Н.В.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “14” квітня 2023 року №233-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 07 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Тип продукції що зберігається: Пломбір, фруктовий лід

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1.Вступ, 2. Розділи холодильної частини проекту, , 3. Економічна частина 4. Охорона праці, 5. Список використаних джерел.

5. Перелік графічного матеріалу

1). Схеми холодильної установки.

2).Цикл холодильної установки.



## Анотація

Темою диплому є проект холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 5 т/добу у м. Львів. Проаналізовано ефективність підприємства, використання підприємством електроенергії та затрат на будівництво 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 Word”, креслення та схеми виконанні за допомогою програми “AutoCad 2024”.

Список літератури 10 примірників.

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

					00.КР.142.008.001.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Холодозабезпечення фабрики морозива продуктивністю 5т/зміну у м.Львів	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		МаліновськийЄ.Ю.						
Перевір.		Іващенко Н.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П,				НУХТ, ННІТІ, ТЕХТ		

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 охолоджуваних 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.....	.....

					<i>00.KP.142.008.001.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Вступ

Сучасне бачення молочної промисловості полягає у збільшенні виробництва продуктів харчування на основі молока, таких як молоко, сметана, кефір, йогурт і морозиво. З іншого боку, оскільки це швидкопсувні продукти, збереження якості виробленої продукції є складним завданням. Переробна промисловість гостро потребує технічних процесів і збільшення виробництва холодоагентів для забезпечення зберігання продукції. Україна також стикається з проблемою сертифікації якості своєї продукції. Особливо гостро ця проблема стоїть при визначенні якості морозива. У зв'язку з цим виникла необхідність проектування і будівництва нової фабрики морозива. Основними завданнями під час проектування цієї групи підприємств є такі:

- 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 завдань дипломний проект керується такими науковими положеннями, як зменшення споживання електроенергії на виробництво холоду, зниження витрат на транспортні операції та збереження високої якості сировини.

Основним завданням інженерного виконання є всебічне дослідження місцевих умов та отримання вихідних даних, необхідних для технічного обґрунтування та економічної доцільності вирішення завдань проектування та будівництва холодильної установки.

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### 1.1. Приймання, підготовка та оцінка якості сировини

Інгредієнти для морозива приймаються за кількістю та якістю і готуються заздалегідь. Рідкі компоненти фільтруються і сипкі просіюють, сухе молоко перемішують із цукром у співвідношенні 2:1 тарозчиняють у воді. Згущене молоко додають, не розчиняючи. Фрукти, ягоди, овочі відбирають, видаляють насіння і шкірку, дрібно нарізають, подрібнюють і перетворюють на пюре. Стабілізатори готують відповідно до технічних інструкцій. Усі інгредієнти зважують відповідно до рецептури.

Для зберігання та охолодження прийнятого молока до  $-4^{\circ}\text{C}$  використовуємо танк-термос ємністю 7000 л марки ТУЕС ( довжина – 4058 мм, діаметр –1785 мм, висота – 2333 мм).

Масло зберігається в камері за температури  $-18^{\circ}\text{C}$   
Охоложені та сухі продукти зберігаються за температури  $+4^{\circ}\text{C}$

### 1.2. Складання суміші

Підготовані компоненти подаються на приготування суміші. Суміш для морозива готується у ванні, оснащій нагрівальним елементом і мішалкою. Спочатку додається рідкий продукт, нагрітий до  $35-45^{\circ}\text{C}$ , потім згущене молоко і розтоплене масло, і, нарешті, сухі інгредієнти, яєчні продукти і стабілізатори. Приготування суміші займає багато часу й ускладнюється великою кількістю різних рецептів та інгредієнтів.

Для спрощення процесу часто використовуються заздалегідь підготовлені сухі суміші для морозива. На виробничих лініях, що використовують сухі суміші, процес приготування суміші механізований.

Усі компоненти переводять у рідкий стан (розчиняють чи розтоплюють),

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дотримуючись нормативних вмістів сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ), жиру та цукру.

### 1.3. Пастеризація

Для запобігання вторинному бактеріальному забрудненню рекомендується перед пастеризацією процідити суміш через фільтр, наприклад, дисковий або пластинчастий. Фільтрація видаляє механічні домішки та нерозчинені частинки компонентів. Пастеризація проводиться для значного скорочення вегетативних мікроорганізмів, знищення патогенних мікроорганізмів, розчинення

### 1.4. Гомогенізація

Це робиться для того, щоб подрібнити жирові кульки до 10 разів і підвищити стабільність та в'язкість морозива. Для фруктового, ягідного та ароматизованого морозива гомогенізація сумішей не потрібна. Температура гомогенізації суміші повинна становити 63-90°C. Тиск гомогенізації залежить від складу суміші, типу жиру, умов гомогенізації та 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 необхідно охолодити до 0-6°C і зберігати в спеціальному резервуарі або ванні не менше 2 годин для молочного морозива і 4 годин для морозива з 10% жирністю. Ємність, в якій зберігається суміш, повинна бути обладнана системою охолодження, а охолоджуюча вода повинна циркулювати при температурі не вище 5°C. На заводі не допускається відстоювання суміші, оскільки це необхідно лише для сумішей, що містять желатин або сучасні стабілізатори.

### 1.6. Фризерування суміші

Фризерування – основна операція у технологічному процесі виготовлення морозива. У фризері відбувається заморожування суміші та її

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

збивання (насичення повітряними бульбашками). Суміш надходить у фризера за температури не вище 6 °С і охолоджується до криоскопічної ( 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 фризера 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 фризера застосовують фризери марки CATTABRIGA, SIDAM, ТУТАН, 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 фризера Tetra Hoyer Frigus KF 1000:

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

Параметри фризера Tetra Hoyer Frigus KF 2000:

Модель/ параметр	<u>KF 2000</u>
Продуктивність, кг/год	1500-2000

					<b>00.KP.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальна температура продукту на вході, °С	+6
Холодопродуктивність, кВт	70
Температура продукту на виході, °С	-6
Використовуваний холодоагент	Аміак
Споживча потужність, кВт	44
Габаритні розміри (Д×Ш×В), мм	1500×2100×2200

### 1.7 Фасування морозива

Після заморожування в морозильній камері морозиво одразу фасують і відправляють на застигання. Це пов'язано з тим, що будь-яка затримка може призвести до того, що частина кристалізованої води відтане і згодом утворить великі кристали льоду. Промисловість виробляє як вагове, так і фасоване морозиво. Морозиво на вагу фасують безпосередньо в транспортну тару вагою від 2 кг до 10 кг. Його поміщають в ящики з полімерних матеріалів або рукава з нержавіючої сталі.

Фасоване морозиво випускається невеликими 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

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидке утворення глазурної кірки на поверхні брикету.

### 1.8 Загартовування морозива

Із фризера морозиво вирушає на загартування (охолодження та витримка морозива за температури нижче мінус 18°C, щоб зробити його менш танучим і твердішим). Фасоване морозиво загартовується в спеціалізованих фризерах за температури від мінус 25°C до мінус 42°C в морозильних апаратах. (Режим загартовування морозива у швидкісних фризерах встановлюється таким чином, щоб температура в центрі порції становила мінус 9°C). Час застигання залежить від температури доквілля, способу та умов застигання, складу морозива та упаковки.

Обираємо швидко морозильний апарат CAC-1300:

Модель/параметр	CAC-1300
Температура повітря в камері, °C	-35
Споживча 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 (бажано гофровані, 2,4-6 кг, залежно від виду упаковки) за температури -16... -20°C і відносній вологості 85-90% і відправляють у складське приміщення. Морозиво в коробках укладають на піддони або ґратки чи зберігають на стелажах. Коливання температури в складському приміщенні не повинні перевищувати  $\pm 3^\circ\text{C}$ , при тривалому зберіганні не допускається. Упаковане морозиво може зберігатися до 12 місяців, залежно від виду. Під час транспортування молочне морозиво має зберігатися за температури нижче -10°C, а фруктове, ягідне та ароматизоване морозиво - нижче -10°C.

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура ягід та ароматизованого морозива не повинна перевищувати - 12°C.

## 2. Розрахунок режимів холодильного оброблення продукції

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

#### Вихідні данні:

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

Густина морозива  $\rho = 1110$  кг/м<sup>3</sup>

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

Розраховуємо час заморожування брикету від температури  $-4^{\circ}\text{C}$  до  $-30^{\circ}\text{C}$

Коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря  $\nu = 11,13 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{c}}$

Коефіцієнт теплопровідності замороженого продукту:

$$\lambda_{\text{мор}} = \lambda_0 + 0,9 \cdot \omega$$

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

$\omega$  - 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:

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Re = \frac{\omega_{нов} \cdot \delta}{V_{нов}} = \frac{5 \cdot 0,035}{11,13 \cdot 10^{-6}} = 15483$$

$$Nu = 0,17 Re^{0,7} = 0,17 \cdot 15483^{0,7} = 145,6$$

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda_{нов}}{\delta} = \frac{145,6 \cdot 0,0244}{0,035} = 101,5$$

Вт/м<sup>2</sup>

Розрахунок часу заморожування брикету морозива :

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

R= 0,0751; P= 0,2632- коефіцієнти для розрахунку тепловіддачі

відпаралелеліпеда (відведення теплоти з п'яти сторін) [1,с.373].

$t_{кр} = -1$  °С – криоскопічна температура морозива;

$h_{ноч} = 105$  кДж/кг – початкова ентальпія брикету морозива;

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

$$\tau = \frac{1110 \cdot 0,035 \cdot (105 - 0) \cdot 10^3}{-1 + 35} \cdot \left( 0,0451 \cdot \frac{0,035}{1,27} + 0,2632 \cdot \frac{1}{101,5} \right) = 559с = 9хв$$

Камера	Температура, °С	Відносна вологість, %	Циркуляція повітря	Тривалість зберігання
Камери зберігання морозива [1,2,3,4]	-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.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. Техніко-економічне обґрунтування

Побудова даного підприємства в м. Львів дає змогу реалізовувати морозиво, яке по постійній необхідності відправляється до споживача. Наявність фабрики морозива в місті, яке межує з кордоном та має залізничне сполучення яке уникає зайвих логістичних витрат, що позитивно відображається на вихідній ціні пропонованої споживачу продукції.

В даній роботі 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 через те, що він має невелику ціну порівняно з іншими холодоагентами. Схема охолодження обрана безпосередня, що дозволяє зменшити капітальні затрати в порівнянні з використанням проміжного теплоносія, а також виробництво має змогу економити на виробництві. З урахування надійності та економічності використовуємо насосно-циркуляційну подачу аміаку. Як теплообмінне обладнання для камер холодильника обрані повітроохолодники, що дозволяє забезпечити примусову циркуляцію повітря. Також порівняно з батарейним охолодженням повітроохолодники менші за розмірами, а отже менше займають вантажну площу. Конденсатор обраний кожухотрубний з водяним

охолодження, що дає змогу зменшити тиск конденсації в порівнянні з повітряним конденсатором.

					00.KP.142.008.001.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 ;  $-18^\circ\text{C}$ );
- камери зберігання вершкового масла ( $B_k = 115$  т ;  $-18^\circ\text{C}$ );
- 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 ( $0^\circ\text{C}$ );
- допоміжні приміщення ( коридори, експедиція, тощо);
- машинне відділення та приміщення для обслуговуючого персоналу;
- службові приміщення ( $+20^\circ\text{C}$ );
- автомобільні платформи;

Розмір будівельних прямокутників приймаємо  $6 \times 6$  м.

Будівельну площу камер зберігання знаходимо за формулою:

$$F_{\text{буд}} = \frac{B_k}{q_v \cdot h_{\text{гр}} \cdot \beta}$$

Де:  $B_k$  – місткість камер зберігання, т

$q_v$  – норма завантаження на  $1 \text{ м}^3$

$h_{\text{гр}}$  – вантажна висота штабелю (візьмемо  $4,8$  м для камери висотою у  $6$  м)

$\beta$  – коефіцієнт використання будівельної площі камери;

Арк.

00.KP.142.008.001.ПЗ

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

$\beta=0,8$  – для холодильників з площею більшою за  $400\text{м}^2$

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  $q_v = 0,35 \text{ т/м}^3$ .

$$F_{з\delta.мор} = \frac{1200}{0,23 \cdot 0,8 \cdot 5,2} = 1245\text{м}^2$$

Визначаємо площу одного будівельного квадрату:

$$f = b \cdot l = 6 \cdot 6 = 36\text{м}^2$$

Визначаємо кількість будівельних квадратів :

$$n = \frac{F_{б\ddot{y}\delta}}{f} = \frac{1254}{36} = 34,83$$

Округлимо значання будівельних квадратів до 35, знаходимо дійсну площу камери:

$$F_{\delta} = n_{\delta} \cdot f = 35 \cdot 36 = 1260\text{м}^2$$

Визначаємо будівельну площу камери для зберігання масла:

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

Приймаємо розміри: 2 будівельних квадрати.

Визначаємо будівельну площу приміщення для зберігання сухої сировини:

$$F_c = \frac{195}{0,35 \cdot 5 \cdot 0,8} = 79,8\text{м}^2$$

Приймаємо розміри: 3будівельних квадрати.

Приміщення для танку з молоком:

Для охолодження прийнятого молока використовуємо один танк-термос ємністю 7000 л марки ТУЕС ( довжина – 4058 мм, діаметр –1785 мм, висота – 2333 мм).

Приймаємо розміри приміщення: 1 будівельний квадрат.

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приміщення для технологічних операцій: 8 будівельних квадратів. Довжина – 24 м; Ширина – 12 м; Висота – 6 м.

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

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.

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.

Камера	Температура, °С	Місткість камери, т	Площа камери, м <sup>2</sup>	Кількість буд. прямокутників	Дійсна площа камери, м <sup>2</sup>
Камери зберігання морозива [1,2,3,4]	-18	1200	1254	3 5	1260
Камера зберігання вершкового масла [5]	-18	115	46,9 3	2	72
Камера експедиції морожених продуктів[6]	-12	-	144	4	144
Приміщення для технологічних операцій[7]	0	-	288	8	288

Приміщення для збер. сухої сировини[8]	+4	195	79,6	3	108
--	----	-----	------	---	-----

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Камера для зберігання охолодженої сировини[9]	+4	120	48,95	2	72
Приміщення для танків з молоком[10]	+4	18,4	36	2	72
Камера експедиції сировини[11]	+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	1 2	432
Коридор	Безопалення	-	432	2	432

### 5.Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника

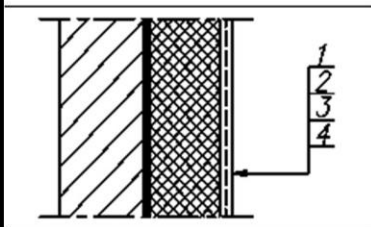
Проектуємо будівлю каркасного типу з залізобетонними колонами 400×400мм. Розмір сітки колон приймаємо 6×6 м. Будівельні балки залізобетонні довжиною 6 м і висотою 440 мм. Висота камер від чистої підлоги до низу балки 6 м. Стіни та перегородки залізобетонні. Покриття без горища. Плити перекриття – ребристі, 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. Львів дорівнює +6,5°С. Розрахункова літня + 30°С, зимня -23°С.

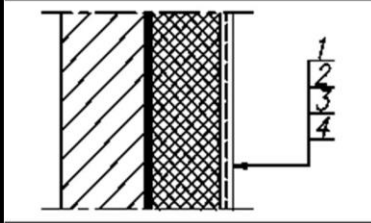
Відповідно, місто розташоване в середній кліматичній зоні.

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

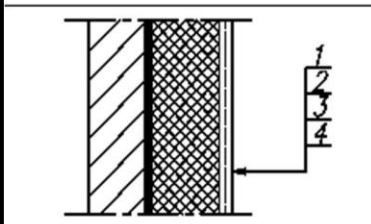
### Будівельно-ізоляційні конструкції холодильника



Зовнішня стіна	$\delta$ м	$\lambda$ Вт/мК	$\Sigma\delta_i/\lambda_i$ м <sup>2</sup> 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	

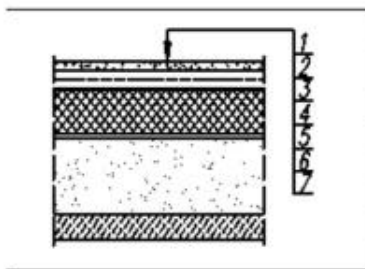


Внутрішня стіна	$\delta$ м	$\lambda$ Вт/мК	$\Sigma\delta_i/\lambda_i$ м <sup>2</sup> К/Вт
1. Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0.020	0.98	0.1090
2. Теплоізоляція із пінопласта полістирольного ПСБ-С	-	0.05	
3. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0.004	0.30	
4. Залізобетонна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

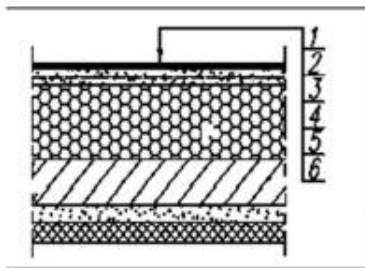


Перегородка	$\delta$ м	$\lambda$ Вт/мК	$\Sigma\delta_i/\lambda_i$ м <sup>2</sup> К/Вт
1. Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0.020	0.98	0.0768
2. Теплоізоляція із пінопласта полістирольного ПСБ-С	-	0.05	
3. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0.004	0.30	
4. Залізобетонна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

### Будівельно-ізоляційні конструкції холодильника



Підлога	$\delta$ м	$\lambda$ Вт/мК	$\Sigma\delta_i/\lambda_i$ м <sup>2</sup> К/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	$\delta$ м	$\lambda$ Вт/мК	$\Sigma\delta_i/\lambda_i$ м <sup>2</sup> К/Вт
1. 5 шарів гідроізола 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	

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

00.KP.142.008.001.ПЗ

Арк.

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

Склад стіни показано в таблиці 5.1. Температура в камерах  $-18^{\circ}\text{C}$ , охолодження здійснюється повітряними охолодниками, відповідно циркуляція повітря помірна. Потрібне значення коефіцієнта теплопередачі для камер з  $t_{\text{в}} = -18^{\circ}\text{C}$  холодильника, розташованого в середній кліматичній зоні,  $k_0^{\text{пот}} = 0,25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ,  $\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ,  $\alpha_6 = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

Підраховуємо загальний термічний опір всіх шарів, окрім теплоізоляційного:

$$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,2}{0,98} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,14}{1,86} = 0,109 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Потрібна товщина теплоізоляційного шару:

$$\delta = \lambda_{\text{із}} \cdot \left[ \frac{1}{k_0^{\text{ном}}} - \left( \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right]$$
$$\delta = 0,05 \cdot \left[ \frac{1}{0,25} - \left( \frac{1}{23} + 0,109 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0,187 \text{ м}$$

де  $\lambda_{\text{із}}$  - коефіцієнт теплопровідності теплоізоляції,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;  $k_0^{\text{пот}}$  - оптимальний коефіцієнт теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

$\alpha_3$  - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої або більш теплої сторони огороження,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

$\alpha_6$  - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої або більш холодної сторони огороження,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

Приймаємо товщину теплоізоляції 200 мм.

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта тепловіддачі:

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}}}$$

$$k_0^{\partial} = \frac{1}{\left( \frac{1}{23} + 0.109 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0.2}{0.05}} = 0.235 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

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:

$$\tau_B \geq t_{т.р}$$

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

де  $t_{т.р}$  - температура точки роси в більш теплом приміщенні (визначається по і-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 таблиці

Арк.

00.КР.142.008.001.ПЗ

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

Огорожа	$t_{в}/ t_3$ °C	$\alpha_{вн},$ Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$\alpha_{вн},$ Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$R_{зн},$ м <sup>2</sup> ·К Вт	$R_{вн},$ м <sup>2</sup> ·К Вт	$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ м <sup>2</sup> ·К Вт	Товщина теплоізоляції, м		Коефіцієнт г теплопередачі, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	
							$\delta_{із}^{потр}$	$\delta_{із}^{\partial}$	$k_0^{потр}$	$k_{0^{\partial}}$
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

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

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	
12. Стіна між приміщенням для технологічних операцій[12] та коридором;	0 +1 2	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 +2 0	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 +2 5	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	+1 2 +3 1	23	9	0,043	0,111	0,076	0,067	0,08	0,64	0,54	
18.Стіна між експедицією	+1 2	9	9	0,111	0,111	0,076	0,07	0,0	0,	0,4	
00.КР.142.008.001.ПЗ											
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							Арк.

[12] та коридором	+1 4			1	1	6	5	8	44	2
19.Підлога з електро-підігрівом ґрунту для камер [1,2,3,4,5,6,7];	-18 +1	7	-	0,14 2	-	1,34 1	0,9 5	0,1	0, 23	0,2 2
20.Підлога для камер без електропідігріву	0 +1 4	7	-	0,14 2	-	1,34 1	0,07 7	0,0 1	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	2 3	0,14 2	0,04 3	0,20 2	0,10 5	0,1 2	0, 25	0,2 2
20.Стеля над іншими камерами.	0 +3 0	7	2 3	0,14 2	0,04 3	0,20 2	0,03 7	0,0 4	0, 37	0,3 6

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень

### 6.1. Теплопритоки через огорожувальні конструкції

Розміри огорожень і площ приміщень в плані прийняті по осі колон. З метою отримання теплонадходжень від сонячної радіації, орієнтація будівлі прийнята такою, що машинне відділення виходить на схід. Враховуємо, що стеля зовні світла (тобто  $\Delta t_c = 14,9^\circ\text{C}$ ). Розрахункова літня температура  $30^\circ\text{C}$ .

Розраховуємо теплопритік від зовнішнього повітря та приміщень з більшою температурою:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C}, \text{ Вт}$$

де  $Q_{1T}$  - теплопритік через зовнішнє огороження, Вт;

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

$$Q_{1T} = K_o \cdot F \cdot (t_3 - t_6), \text{ Вт}$$

(6.2) де  $F$  - площа огороження,  $\text{м}^2$ ;

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

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

$$Q_{1C} = K_o \cdot F \cdot \Delta t, \text{ Вт}$$

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

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

Північна сторона

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

Південна сторона

$$Q_{1T} = 0, \text{ Вт}; Q_{1C} = 0, \text{ Вт}; Q_1 = 0, \text{ Вт}.$$

Західна сторона

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

,

Арк.

00.KP.142.008.001.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Вт.

Східна сторона

$$Q_{IT} = 0,23 \cdot 72 \cdot (12 + 18) = 496,8, \text{ Вт}; Q_{IC} = 0, \text{ Вт}; Q_1 = 496,8 + 0 = 496,8, \text{ Вт}.$$

Підлога

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

Вт

Покриття

$$Q_{IT} = 0,22 \cdot 288 \cdot (30 + 18) = 3041,28, \text{ Вт}; Q_{IC} = 0,22 \cdot 288 \cdot 14,9 = 944, \text{ Вт};$$
$$Q_1 = 3041,28 + 944 = 3985,28, \text{ Вт}.$$

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:

Огорожа	$K_0^d$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К	F, м <sup>2</sup>	$t_{zn}, ^\circ\text{C}$	$\Theta, ^\circ\text{C}$	$Q_{IT}$ , кВт	$\Delta t_c$ , °C	$Q_{IC}$ , кВт	$Q_{1\text{заг}}$ , кВт
Камера №1 Зберігання морозива (-18°C)								
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°C)								
Північна стіна	0,52	144	-18	0	0	-	-	0

Арк.

00.КР.142.008.001.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

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°C)

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

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)

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

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.КР.142.008.001.ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

## Теплопритоки при термічній обробці продуктів

Розраховуємо за формулою:

$$Q_2 = Q_{2п} + Q_{2т}, \text{ кВт}$$

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

$Q_{2т}$  - теплопритік від тари, кВт.

Знаходимо теплопритік від продуктів при дозаморожуванні та доохолоджуванні продуктів в камерах зберігання за формулою:

$$Q_{2п} = M_{\partial} \cdot (i_n - i_k) \cdot \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ кВт}$$

Також при при холодильній обробці в камерах охолодження і заморожування періодичної дії,

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

$$Q_{2п} = 1,3 \cdot M_{\partial} \cdot (i_n - i_k) \cdot \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ кВт}$$

$M_{\partial}$  - 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 ;

$\tau$  - час холодильної обробки, год діб .

Знаходимо теплопритік від тари за формулою:

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

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

$t_n$  - температура тари при надходженні в камеру, °С;

Масу тари приймаємо як 10% від маси

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

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

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

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

Камера зберігання вершкового масла № 5:

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

Камера зберігання охолодженої та сухої сировини №

8,9:Охолоджена сировина:

$$Q_{2П} = 4,05 \cdot (398 - 334) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 3 \text{ кВт}$$

$$Q_{2m} = 4,05 \cdot 0,8 \cdot (20 - 4) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,6 \text{ кВт}$$

Суха сировина:

$$Q_{2П} = 6,59 \cdot (75 - 31) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 3,35 \text{ кВт}$$

$$Q_{2m} = 0,659 \cdot 2,3 \cdot (20 - 4) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,6 \text{ кВт}$$

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

Номер камери	t <sub>кам</sub> °С	M <sub>пр</sub> т/доб	M <sub>т</sub> т/доб	t <sub>п</sub> °С	t <sub>к</sub> °С	i <sub>п</sub> кДж/кг	i <sub>к</sub> кДж/кг	C <sub>т</sub> кДж/кг·К	τ, год	Q <sub>2п</sub> кВт	Q <sub>2т</sub> кВт	Q <sub>2</sub> кВт
Камера №1,2,3,4	-18	9	0,9	-35	-18	-40	-7,1	2,3	24	1,31	0,43	<b>6,96</b>
Камера №5	-18	3,6	0,36	-12	-18	17,6	3,8	2,3	24	0,575	0,057	<b>0,632</b>
Камера №8	+4	4,05	4,05	20	+4	398	334	0,8	24	3	0,6	<b>3,6</b>
Камера №9	+4	6,59	0,659	20	+4	75	31	2,3	24	3,35	0,28	<b>3,63</b>

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

## Розрахунок експлуатаційних теплопритоків

Розраховуємо експлуатаційні теплопритоки за формулою:

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

де  $q_1$  - теплопритік від освітлення, *Вт*;

$q_2$  - теплопритік від людей, *Вт*;

$q_3$  - теплопритік від працюючих електродвигунів, *Вт*;

$q_4$  - теплопритік від відкривання дверей, *Вт*.

Знаходимо теплопритік від освітлення за формулою:

$$q_1 = A \cdot F, \text{ Вт}$$

де  $A$  - питомий теплопритік від приладів на 1 м<sup>2</sup> підлоги, *Вт / м<sup>2</sup>*;

$F$  - площа камери, *м<sup>2</sup>*.

Знаходимо теплопритік від перебування людей за формулою:

$$q_2 = 350 \cdot n, \text{ Вт}$$

де  $n$  - кількість людей, *чол*;

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

Знаходимо теплопритік від працюючих електродвигунів за формулою:

$$q_3 = N_{el} \cdot 1000, \text{ Вт де}$$

$N_{el}$  - сумарна потужність всіх електродвигунів,

*кВт*.

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо теплопритік від відкривання дверей за формулою:

$$q_4 = K \cdot F, \text{ Вт}$$

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

$F$  - площа камери,  $\text{м}^2$ .

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

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

$\text{Вт};$

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

Арк.

00.КР.142.008.001.ПЗ

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

Значення експлуатаційних теплопритоків всіх камер занесені до таблиці

Номер камери	F <sub>д</sub> м <sup>2</sup>	A Вт/м <sup>2</sup>	q <sub>1</sub> Вт	n чол	q <sub>2</sub> Вт	N <sub>ел</sub> кВт	q <sub>3</sub> Вт	K Вт/м <sup>2</sup>	q <sub>4</sub> Вт	Q <sub>4</sub> Вт
Камера №1	288	2,3	662,4	2	700	4	4000	8	2304	<b>7666,4</b>
Камера №2	288	2,3	662,4	2	700	4	4000	8	2304	<b>7666,4</b>
Камера №3	288	2,3	662,4	2	700	4	4000	8	2304	<b>7666,4</b>
Камера №4	288	2,3	662,4	2	700	4	4000	8	2304	<b>7666,4</b>
Камера №5	72	2,3	165,6	2	700	4	4000	8	576	<b>5441,6</b>
Камера №6	144	2,3	1353,6	4	1400	4	4000	12	1728	<b>8481,6</b>
Камера №7	288	4,7	662,4	4	1400	4	4000	20	5760	<b>11822</b>
Камера №8	108	2,3	248,4	2	700	4	4000	15	1620	<b>6568,4</b>
Камера №9	72	2,3	165,6	2	700	4	4000	15	1080	<b>5945,6</b>
Камера №10	72	2,3	165,6	2	700	4	4000	15	1080	<b>5945,6</b>
Камера №11	180	4,7	1353,6	4	1400	4	4000	20	3600	<b>10353,6</b>

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна кількість теплоти, що надходить в охолоджуване приміщення холодильника:

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

де  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5$  – Надходження тепла від огороджувальних конструкцій, надходження тепла від продуктів при охолодженні, надходження тепла від вентиляції приміщень, пов'язане з експлуатацією приміщення, надходження тепла від продуктів.

Значення всіх теплопритоків холодильника занесені до таблиці:

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
<b>(-6)Σ=</b>			<b>22,129</b>	<b>412,86</b>	<b>41,879</b>	<b>476,86</b>
Теплове навантаження від технологічного обладнання	-35	-40	-	157,3	-	157,3

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<b>(-40)Σ=</b>			-	<b>157,3</b>	-	<b>157,3</b>
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 масла (№6)	-18	-25	2,08	0,632	5,441	8,153
Експедиція(№6)	-12	-25	4,295	-	8,481	12,776
<b>(-25)Σ=</b>			<b>41,053</b>	<b>8,362</b>	<b>50,398</b>	<b>99,813</b>

### 7.Визначення навантаження на теплообмінне обладнання камер такомпресори

Навантаження на компресор розраховуємо по наближеному методу рекомендованому для холодильників з великою кількістю камер.

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

$$Q_{1KM} = 0,9 \cdot Q_1, \text{ Вт}$$

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

$$Q_{2KM} = Q_2, \text{ Вт}$$

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

$$Q_{2KM} = 0,5 \cdot Q_2, \text{ Вт}$$

Навантаження на компресор для всіх камер від експлуатаційних теплопритоків приймають:

$$Q_{4KM} = 0,75 \cdot Q_4, \text{ Вт}$$

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

де  $k$  - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах і апаратах

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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  $t_0 = - 6^\circ\text{C}$**

$$\sum Q_{KM} = 0,9 \sum Q_1 + \sum Q_2 + 0,5 \sum Q_4 = 0,9 \cdot 22.129 + 412,86 + 0,5 \cdot 41.879 = 453,7 \text{ кВт}$$

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

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

$$\sum Q_{KM} = 0,9 \sum Q_1 + \sum Q_2 + 0,5 \sum Q_4 = 0,9 \cdot 41,053 + 0,7 \cdot 8362 + 0,5 \cdot 50,398 = 68 \text{ кВт}$$

$$Q_{-25} = 1,05 \cdot \sum Q_{KM} = \frac{1,065 \cdot 68}{0,9} = 80,4 \text{ кВт}$$

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

$$\sum Q_{KM} = 0,9 \sum Q_1 + \sum Q_2 + 0,5 \sum Q_4 = 0,9 \cdot 0 + 157,3 + 0,5 \cdot 0 = 157,3 \text{ кВт}$$

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

Результати розрахунків навантаження на теплообмінне

обладнання

та компресор заносимо до таблиці:

$t_0$	$k_1$	$\sum Q_1,$ кВт	$k_2$	$\sum Q_2,$ кВт	$k_3$	$\sum Q_4,$ кВт	$\sum Q,$ 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

## 8. Вибір структури системи охолодження та типу холодильної установки

					<b>00.KP.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Джерелом холоду в цьому дипломному проекті є централізована холодильна система, що використовує аміак як холодоагент. Великі холодильні установки потужністю понад 1000 тонн, обладнані аміачною системою охолодження, використовують централізоване охолодження з компресорами, що працюють при різних температурах кипіння в загальному машинному відділенні. Використовується насосна циркуляційна система з трьома циркуляційними ресиверами і проміжною ємністю. Основною причиною переходу на насосну циркуляційну систему є те, що охолодження більш ніж п'яти-шести приміщень вимагає великої кількості регуляторів заповнення (наприклад, ТРВ), що не тільки збільшує витрати на установку, але і знижує надійність.

Ця система охолодження є двоступеневою системою з трьома точками кипіння і постійним проміжним тиском. Ця система є більш економічною, ніж три окремі системи (дві двоступеневі та одна одноступенева) і забезпечує простіший та дешевший монтаж.

Камери охолоджуються повітряними охолоджувачами, що зменшує споживання металу порівняно з охолодженням змієвиків. У проекті також використовується кожухотрубний конденсатор, що охолоджується водою з джерелом вторинного водопостачання.

					<i>00.KP.142.008.001.P3</i>	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 °С нижче температури повітря в камері:

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

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

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

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

температура кипіння в швидкоморозильному апараті:

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

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

середня температура +5,1°С,

розрахункова літня температура +30°С,

розрахункова зимня температура -23°С,

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°С вища, ніж температура мокрого

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

термометру, тобто  $t_{\omega 1}=25^{\circ}\text{C}$ . Приймаємо, що вода в конденсаторі нагріється на  $\Delta t=4^{\circ}\text{C}$ .

Тоді температура на виході з конденсатора дорівнює:

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

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  $lgr - h$  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:  $p_k/p_0=12,4/1,5=8,26 - \text{двоступенева машина}$

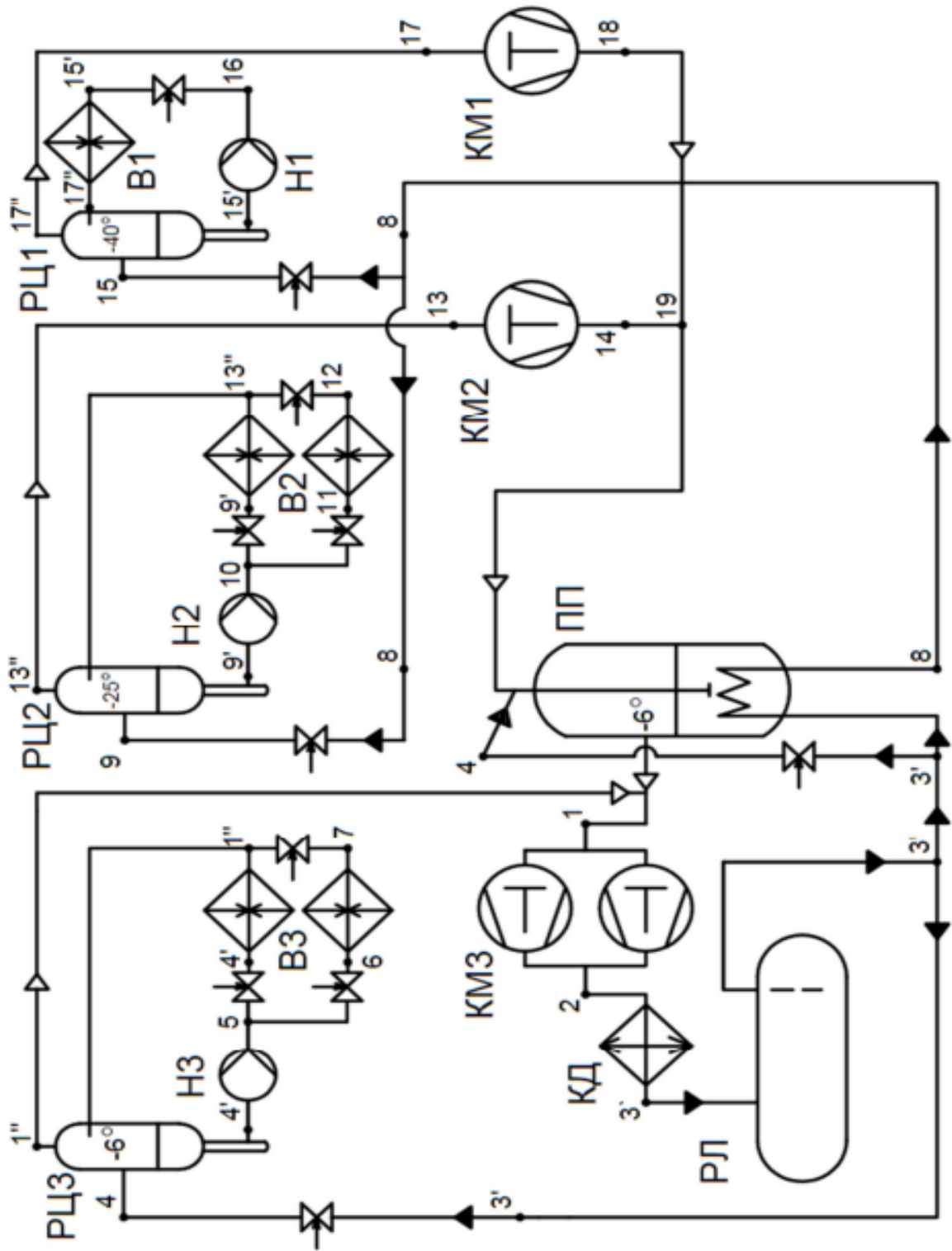
для технологічного обладнання (фризери та апарати загартовування морозива):

					<i>00.KP.142.008.001.P3</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$p_k/p_0=12,4/0,72=17,2$  – двоступенева машина.

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

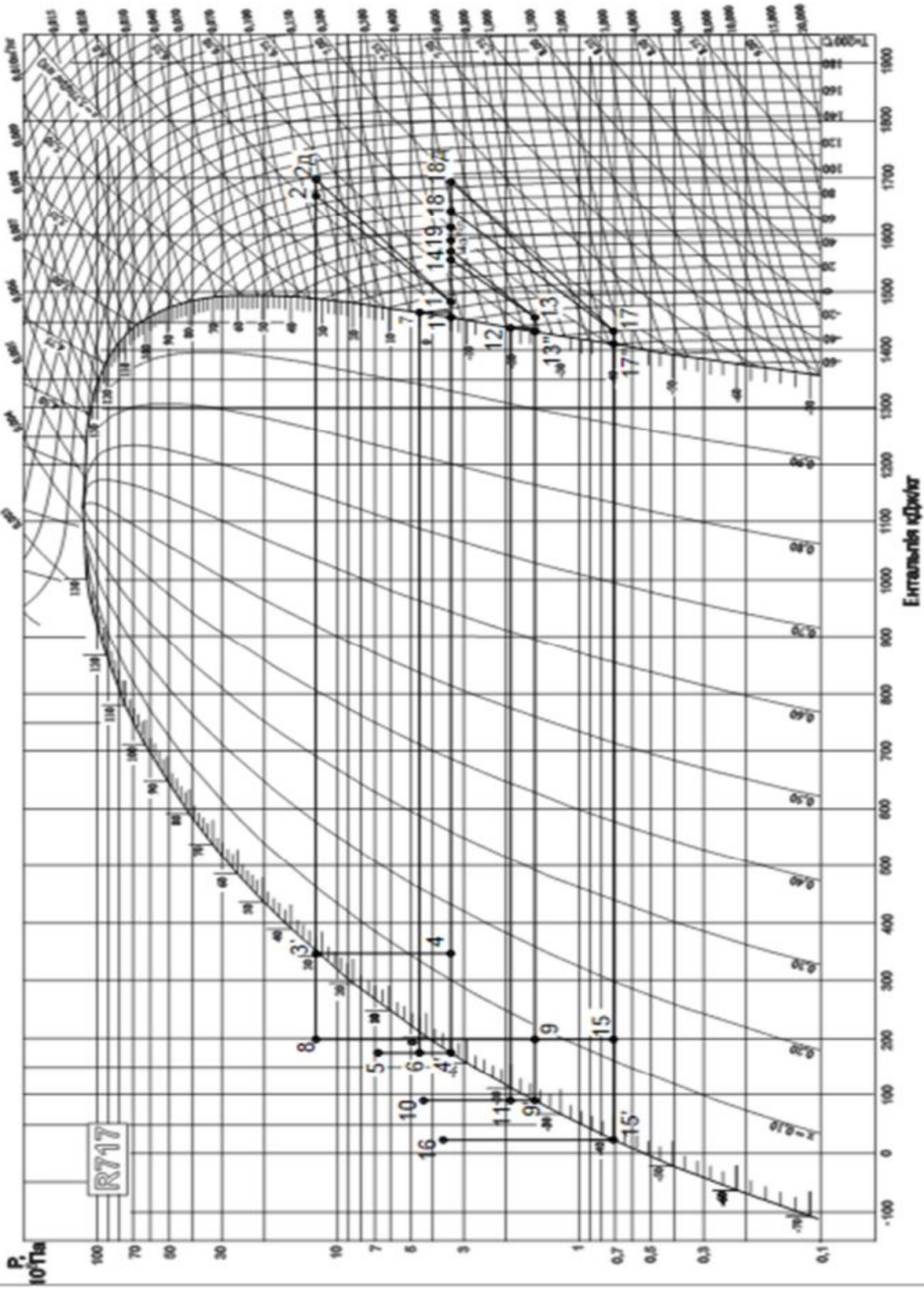
					<i>00.KP.142.008.001.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

00.KP.142.008.001.ПЗ

Арк.



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.KP.142.008.001.ПЗ

Арк.

№ точки	Температура, °С	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 <sup>o</sup>	+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 <sup>o</sup>	+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 <sup>o</sup>	+92	3,4	1692	0,51
19	+60	3,4	1624	0,44
19 <sup>o</sup>	+68	3,4	1659	0,46

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$M_{(-40)} = \frac{\sum Q_{-40}}{(h_{25} - h_{21})} = \frac{183.5}{(1405 - 196)} = 0.151 \frac{\text{кВт}}{\text{с}}$$

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

$$M_{(-25)} = \frac{\sum Q_{-25}}{(h_{12} - h_9)} = \frac{67,62}{(1405 - 196)} = 0.0548 \frac{\text{кВт}}{\text{с}}$$

$$M_{(-20)} = \frac{\sum Q_{-20}}{(h_{12} - h_9)} = \frac{12,776}{(1405 - 196)} = 0.0103 \frac{\text{кВт}}{\text{с}}$$

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

$$M_{(-6)} = \frac{\sum Q_{-6}}{(h_{1''} - h_4)} = \frac{514.5}{(1454 - 350)} = 0.466 \frac{\text{кВт}}{\text{с}}$$

$$M_{(+2)} = \frac{\sum Q_{+2}}{(h_7 - h_4)} = \frac{14.721}{(1454 - 350)} = 0,013 \frac{\text{кВт}}{\text{с}}$$

$$M_{\text{км2}} = M_{(-6)} + M_{(+2)} = 0,479 \frac{\text{кВт}}{\text{с}}$$

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

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

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

$$2) \eta_{-25} = \lambda_{w2} + b \cdot t_{-25}; \quad b = 0,001;$$

Арк.

00.КР.142.008.001.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

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

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

$$3) \eta_{-40} = \lambda_{w3} + b \cdot t_{-40}; \quad b = 0,001;$$

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

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

Знаходимо реальні точки стиснення після компресорів:

$$\text{Після КМ1: } h_{18^{\circ}} = h_{17} + \frac{h_{18} - h_{17}}{\eta_{i-40}} = 1430 + \frac{1648 - 1430}{0,832} = 1692 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$\text{Після КМ2: } h_{14^{\circ}} = h_{13} + \frac{h_{24} - h_{13}}{\eta_{i-25}} = 1450 + \frac{1562 - 1450}{0,903} = 1574 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$\text{Після КМ3: } h_{2^{\circ}} = h_{13} + \frac{h_2 - h_1}{\eta_{i-6}} = 1480 + \frac{1670 - 1480}{0,879} = 1698 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

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

$$h_{19} = \frac{M_{\text{км2}} \cdot h_{14} + M_{\text{км1}} \cdot h_{18}}{M_{\text{км2}} + M_{\text{км1}}} = \frac{0,065 \cdot 1562 + 0,151 \cdot 1692}{0,065 + 0,151} = 1624 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

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

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

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

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

$$M_{\text{км3}} = \frac{0,151 \cdot (1430 - 196)}{1454 - 350} + \frac{0,065 \cdot (1562 - 196)}{1454 - 350} + 0,479 = 0,728 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Для визначення потрібної об'ємної продуктивності компресорів знайдемо

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коефіцієнт подачі:

Індикаторний об'ємний коефіцієнт

подачі: Для КМ1:

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

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

$n = 1,1$  – показник політропи;

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

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

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

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

Для КМ2:

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

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

$$\lambda_{i1} = \frac{1,5 - 0,045}{1,5} - 0,03 \cdot \left[ \left( \frac{3,4 + 0,17}{1,5} \right)^{1,1} - \frac{(1,5 - 0,045)}{1,5} \right] = 0,853$$

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

Арк.

00.КР.142.008.001.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Для КМЗ:

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

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

$$\lambda_{i1} = \frac{3,4 - 0,102}{3,4} - 0,03 \cdot \left[ \left( \frac{12,4 + 0,62}{3,4} \right)^{1,1} - \frac{(3,4 - 0,102)}{3,4} \right] = 0,897$$

$$\lambda_3 = \lambda_{i3} \cdot \lambda_{в3} = 0,897 \cdot 0,879 = 0,788$$

Знаходимо необхідну теоретичну об'ємну продуктивність компресора:

$$V_{км1} = \frac{M_{км1} \cdot \nu_{17}}{\lambda_1} = \frac{0,151 \cdot 1,6}{0,724} = 0,333 \frac{м^2}{с}$$

$$V_{км2} = \frac{M_{км2} \cdot \nu_{13}}{\lambda_2} = \frac{0,065 \cdot 0,8}{0,79} = 0,0587 \frac{м^2}{с}$$

$$V_{км3} = \frac{M_{км3} \cdot \nu_1}{\lambda_3} = \frac{0,728 \cdot 0,37}{0,788} = 0,728 \frac{м^2}{с}$$

Для  $V_{км1}$  обираємо 1 компресор GEA Grasso V 1800 об'ємною

об'ємною продуктивністю  $V_1 = 1592 \frac{м^2}{200}$  (запас 28%)

Характеристики компресора GEA Grasso V 1800:

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Марка компресора	GEA Grasso V 1800
Число циліндрів, шт	10
Об'ємна продуктивність компресора V, м <sup>3</sup> /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
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

$$V_2 = 290 \frac{м^2}{год}$$

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### Характеристики компресорного агрегату GEA Grasso V 300:

Марка компресора	GEA Grasso V 300
Число циліндрів, шт	4
Об'ємна продуктивність компресора V, м <sup>3</sup> /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  $V_2 = 1592 \frac{м^3}{год}$  (запас 21%)

Дійсна масова витрата компресорів:

км1

$$M_{-25} = \frac{\lambda_2 \cdot \sum V_{-25}}{\nu_{13}} = \frac{0.79 \cdot 0.08}{0.8} = 0.079 \frac{кг}{с}$$

$$M_{-6} = \frac{\lambda_3 \cdot \sum V_{-6}}{\nu_1} = \frac{0.897 \cdot 0.88}{0.37} = 2.13 \frac{кг}{с}$$

Розраховуємо дійсне навантаження на конденсатор:

$$Q_K = (h_{2^0} - h_{3'}) = 1698 - 350 = 1348 \text{ кВт}$$

					<b>00.KP.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Адіабатна потужність:

$$N_{A-40} = M_{км1} \cdot (h_{18^{\circ}} - h_{17}) = 0.199 \cdot (1692 - 1430) = 52.13 \text{ кВт}$$

$$N_{A-25} = M_{км2} \cdot (h_{14^{\circ}} - h_{13}) = 0.079 \cdot (1574 - 1450) = 8.62 \text{ кВт}$$

$$N_{A-6} = M_{км3} \cdot (h_{2^{\circ}} - h_1) = 2.13 \cdot (1698 - 1480) = 444.3 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність:

$$N_{i-40} \frac{N_{A-40}}{\eta_{i-25}} = \frac{52.13}{0.832} = 62.65 \text{ кВт}$$

$$N_{i-25} \frac{N_{A-25}}{\eta_{i-25}} = \frac{9.79}{0.903} = 8.62 \text{ кВт}$$

$$N_{i-6} \frac{N_{A-6}}{\eta_{i-6}} = \frac{444.3}{0.879} = 493.8 \text{ кВт}$$

Знаходимо потужність на валу компресора:

$$N_{e-45} = \frac{N_{i-40}}{\eta_{мех}} = \frac{62.65}{0.9} = 69.61 \text{ кВт}$$

$$N_{e-25} = \frac{N_{i-25}}{\eta_{мех}} = \frac{8.62}{0.9} = 9.57 \text{ кВт}$$

$$N_{e-6} = \frac{N_{i-6}}{\eta_{мех}} = \frac{493.8}{0.9} = 538.6 \text{ кВт}$$

Визначаємо електричну потужність електродвигуна:

$$N_{э-45} = \frac{N_{e-45}}{\eta_{ел}} = \frac{69.61}{0.95} = 73.27 \text{ кВт}$$

$$N_{э-25} = \frac{N_{e-25}}{\eta_{ел}} = \frac{9.57}{0.95} = 10.07 \text{ кВт}$$

$$N_{э-6} = \frac{N_{e-6}}{\eta_{ел}} = \frac{538.6}{0.95} = 566.9 \text{ кВт}$$

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За розрахованими електричними потужностями обираємо двигуни для даних компресорів:

Для КМ1:

$$N_3 = 1,1 \cdot 73,27 = 80,59 \text{ кВт}$$

Для КМ2:

$$N_3 = 1,1 \cdot 10,07 = 11,07 \text{ кВт}$$

Для КМ3:

$$N_3 = 1,1 \cdot \frac{566,9}{2} = 311,8 \text{ кВт}$$

Технічні характеристики електродвигунів для компресорів:

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 <sub>н</sub> , кВт	90	15	315
ККД, %	93	88,5	94,5
cosφ	0,91	0,88	0,92

					00.КР.142.008.001.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 холодительним

агентом, що конденсується і охолоджуючим середовищем (оборотною водою):

$$\Delta t = \frac{t_{\omega 2} - t_{\omega 1}}{\ln \left( \frac{t_k - t_{\omega 1}}{t_k - t_{\omega 2}} \right)} = \frac{29 - 25}{\ln \left( \frac{32 - 25}{32 - 29} \right)} = 4.72^\circ\text{C}$$

Знаходимо площу теплопередаючої поверхні конденсатора:

$$F = \frac{Q_{\text{КД}}}{k_k \cdot \Delta t} = \frac{1348 \cdot 10^3}{790 \cdot 4.72} = 361.8 \text{ м}^2$$

$k_k$  - коефіцієнт теплопередачі для кожухотрубного аміачного конденсатора;

Знаходимо витрату охолоджувальної води на конденсатор:

$$V_{\omega k} = \frac{Q_{\text{КД}}}{c_{\omega} \cdot \rho_{\omega} \cdot \Delta t_{\omega k}} = \frac{1349.1}{4.19 \cdot 1000 \cdot 4} = 0.08 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Обираємо два кожухотрубних горизонтальний конденсатора 1АК-10.50/8(КТГ-200) з площею теплообміну 213,5 м<sup>2</sup> кожний.

Арк.

00.КР.142.008.001.ПЗ

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

Характеристика конденсатора 300 КТГ:

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
Підключення, мм	
Вхід аміаку	100
Вихід аміаку	40
Вхід води	200
Вихід води	200

Розрахунок і вибір повітроохолодників:

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

Теплове навантаження на камерне обладнання:

$$Q_{обл} = 17,67 \text{ кВт}$$

Знаходимо площу теплообміну поверхні повітроохолодника:

$$F = \frac{Q_{обл}}{k_{ox} \cdot \Delta t}, \text{ м}^2$$

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

$$k_{ox} = 12.5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Арк.

00.КР.142.008.001.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

$k_{ox}$  - коефіцієнт теплопередачі для аміачного повітроохолодника

$$F = \frac{17670}{12.5 \cdot 8} = 176.7 \text{ м}^2$$

Обираємо повітроохолодник AlfaCubic типу VLH504B7 1 шт.

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

$$V_{пер} = \frac{Q_{обл}}{\rho_{пов} \cdot (h_1 - h_2)}$$

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

$$t_{вх} = -16^\circ\text{C}; h_1 = -15 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Температура повітря:  $t_{вих} = -18^\circ\text{C}, h_2 = -17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

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

$$V_{ков} > V_{кер} \quad 8,05 > 6,79$$

За подібним розрахунком підбираємо стельові повітроохолодники для інших камер:

Теплове навантаження на камерне обладнання:

Номер камери	Теплове навант. на камерне обл. $Q_{обл}, \text{кВт}$	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

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№5	8,153	84,6	97,5
№6	12,776	130,3	155,9
№7	19,986	221,9	256,2
№8	11,525	118,9	125,6
№9	13,225	135,6	155,9
№10	11,511	118,4	125,6
№11	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 масла № 5 обираємо повітроохолодник Guntner типу 041A/35.

Для Експедиції № 6 обираємо повітроохолодник Guntner типу 046A/35.

Для приміщення для технологічних операцій № 7 обираємо 2повітроохолодника Guntner типу 046B/38.

Для приміщення зберігання охол. сир. № 8 обираємо повітроохолодник Guntner типу 046B/38.

Для приміщення зберігання сухої сир. № 9 обираємо повітроохолодник Guntner типу 046A/35.

Для приміщення зберігання танків молока № 10 обираємо повітроохолодник Guntner типу 046B/38.

Для експедиції № 11 обираємо повітроохолодник Guntner типу 046A/35.

Технічна характеристика повітроохолодників:

Типорозмір	041A/35	046B/38	046A/35
Поверхня теплообміну, м <sup>2</sup>	97.5	125,6	155,9

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрата повітря, м <sup>3</sup> /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

Підбір пластинчастих теплообмінників для льодяної води:

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

Таким чином,  $\Delta t_{cp}$  буде дорівнювати:

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

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

Необхідна площа теплообміну дорівнює:

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

Обираємо пластинчастий теплообмінник Alfa laval M10-BW з площею теплообміну 120 м<sup>2</sup>.

Технічні характеристики M10-BW наведено у табл. 10.4.

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні дані випарника М10-BW:

Показник	Значення
Марка	М10-BW
Площа зовнішньої поверхні, м <sup>2</sup>	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:

$$V_p = \frac{Q_{вин}}{c_p \rho \Delta t} = \frac{405.9}{4.19 \cdot 1000 \cdot 2} \cdot 0.048 \frac{M^3}{c} = 172,8 \frac{M^3}{год}$$

**11. Розрахунок охолодника оборотної води (градирні)**

Теплове навантаження градирні рівне тепловому навантаженню конденсатора:

$$Q_{гр} = Q_{кд} = 1348 \text{ кВт};$$

Знаходимо площу поперечного перерізу градирні:

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

$$F_{п.п.} = \frac{Q_{гр}}{q_F} = \frac{1348}{35} = 38.5 \text{ м}^2$$

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

Арк.

00.КР.142.008.001.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

**Технічні характеристики градирні БМГ-800**

Площа зрошення, м <sup>2</sup>	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

**12. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки**

Лінійний ресивер

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

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

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

Технічна характеристика ресивера в таблиці

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

Циркуляційні ресивери

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

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

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

1)Циркуляційний ресивер ( $t_0 = -40$  °С)

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

Приймаємо 1 циркуляційний ресивер марки РЦЗ-4,0.

2)Циркуляційний ресивер ( $t_0 = -25$  °С)

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

3)Циркуляційний ресивер ( $t_0 = -6$  °С)

$$V_{ц.р-25} = 2 \cdot [1,54 + 0,5 \cdot 0,262 + 0,3 \cdot 6,45] = 7,2 м^3$$

Приймаємо 1 циркуляційний ресивер марки РЦЗ-8,0

Технічна характеристика ресивера РЦЗ-8,0 в таблиці

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

Марка	РЦЗ-4,0
-------	---------

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Габаритні розміри, мм	
D	1220
L	3320
Загальний об'єм, л	4000
Діаметр патрубків, мм	
Діаметр патрубків, мм	
Всмокнуття компресора	200
Повернення із випарника	200
Впорскування рідини	200
Всмоктування насосів	200
дренажний	80

#### Дренажний ресивер

Дренажний ресивер має бути підібраний таким чином, щоб утримувати рідкий аміак з усього обладнання та більшості аміакоємних акумуляторів з номінальним рівнем заповнення 80 відсотків або менше. Вибір залежить від циркуляційного приймача.

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика ресивера 8 РВЦЗ в таблиці

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

Проміжна посудина

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

Розміри :

Проміжна посудина	Розміри, мм		Об'єм, л	Маса, кг
	D	H		
ПСЗ-60	600	2985	650	До 580

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.

Розміри, мм		

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

### Мастилозбірник

Визначається числом, розміром та розміщенням обслуговуваних апаратів.

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

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

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	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  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , камери № 8-12 від насоса, що працює на температуру кипіння  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , фризери та швидко морозильні апарати від насоса, що працює при температурі  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 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.

Повна втрата тиску на ділянці трубопроводу:

$$\Delta P_i = \Delta P_{mp} + \Delta P_{m.c.} + \rho \cdot g \cdot h; \text{ Па} \quad (13.2)$$

$\Delta P_{mp}$  - втрати тиску, що витрачається на подолання тертя в трубах.

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

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

$$\Delta P_{mp} = \frac{\lambda_{mp} \cdot \rho \cdot \omega^2}{d}; \text{ Па}$$

$$\Delta P_{m.c.} = Z = \sum \xi_m \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}; \text{ Па}$$

$\lambda_{mp}$  - коефіцієнт тертя в нагнітальному трубопроводі

$d$  - діаметр нагнітального трубопроводу, мм

$\rho$  - густина аміаку в нагнітальному трубопроводі,  $\text{кг/м}^3$

$\omega$  - швидкість фреону в нагнітальному трубопроводі, м/с

$l$  - довжина трубопроводу, м

$\sum \xi_m$  - сума місцевих опорів.

Внутрішній діаметр круглої труби знаходимо за формулою:

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$\omega = \frac{4 \cdot M}{\rho \cdot \pi \cdot d_{\text{вн}}^2}; \frac{M}{c}$$

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

$$M = n_{\mu} \cdot m; \frac{\text{кг}}{c}$$

$n_{\mu} = 5$  - кратність циркуляції

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

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

### Розрахунок діаметру трубопроводів

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

$$M = 0.1545 \frac{\text{кг}}{c}$$

$$\rho = \frac{1}{9_{17}} = \frac{1}{1,6} = 0,625 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$\omega = 20 \frac{M}{c}$  - задаємося по таблицях.

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Приймаємо трубу  $d_y = 125$  мм;

Нагнітальний трубопровід компресорів, що працюють на температури кипіння  $t_0 = -40^\circ\text{C}$  :

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

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

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

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1545}{3,14 \cdot 2,08 \cdot 20}} = 0,061 \text{ м}$$

Приймаємо трубу  $d_y = 70$  мм

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

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

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

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

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

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо трубу  $d_y = 70$  мм;

Нагнітальний трубопровід компресорів, що працюють на температури кипіння  $t_0 = -25^\circ\text{C}$

$$M = 0.065 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

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

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

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

Приймаємо трубу  $d_y = 40$  мм;

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

$$M = 0.676 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

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

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

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

Приймаємо трубу  $d_y = 100$  мм;

Нагнітальний трубопровід компресорів, що працюють на температуру

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кипіння  $t_0 = -6^\circ\text{C}$

$$M = 0.676 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$\rho = \frac{1}{g_2} = \frac{1}{0,13} = 7,69 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

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

Приймаємо трубу  $d_y = 70$  мм;

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

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

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

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

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

Приймаємо трубу  $d_y = 25$  мм ;

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

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

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\rho = \frac{1}{\rho_{17}} = \frac{1}{1.55} = 0.64 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,1545}{3,14 \cdot 0.64 \cdot 20}} = 0,124 \text{ м}$$

Приймаємо трубу  $d_y = 125$  мм;

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

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

$$\rho = \frac{1}{\rho_{9,5}} = \frac{1}{0,002} = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

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

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

Приймаємо трубу  $d_y = 20$  мм;

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

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

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

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\omega = 20 \frac{M}{c}$  - задаємося по таблицях.

$$d_{ен} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,065}{3,14 \cdot 1,31 \cdot 20}} = 0,056 м$$

Приймаємо трубу  $d_y = 70$  мм;

Трубопровід від циркуляційних насосів до випарників, що працює на температуру кипіння  $t_0 = -6^\circ C$

$$M = 0,728 \frac{KZ}{c}$$

$$\rho = \frac{1}{g_4} = \frac{1}{0,0016} = 625 \frac{KZ}{M^3}$$

$\omega = 0,5 \frac{M}{c}$  - задаємося по таблицях.

$$d_{ен} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,728}{3,14 \cdot 625 \cdot 0,5}} = 0,054 м$$

Приймаємо трубу  $d_y = 70$  мм ;

Трубопровід після випарників, що працює на температуру кипіння  $t_0 = -6^\circ C$  :

$$M = 0,728 \frac{KZ}{c}$$

$$\rho = \frac{1}{g_1} = \frac{1}{0,35} = 2,85 \frac{KZ}{M^3}$$

$\omega = 20 \frac{M}{c}$  - задаємося по таблицях.

$$d_{ен} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,728}{3,14 \cdot 2,85 \cdot 20}} = 0,122 м$$

Арк.

00.КР.142.008.001.ПЗ

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

Приймаємо трубу  $d_y = 125$  мм;

Трубопровід охолодної води на конденсатори:

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

Знаходимо витрату охолоджувальної води на конденсатор

$$V_p = \frac{Q_{КД}}{c_{\omega} \rho_{\omega} \Delta t \omega} = \frac{1349,1}{4.19 \cdot 1000 \cdot 4} = 0.08 \text{ м}^3 / \text{с} = 288 \text{ м}^3 / \text{год}$$

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

Приймаємо трубу  $d_y = 350$  мм;

Трубопровід льодяної води. Розрахункова швидкість на напірній лінії

$\omega = 0,7 \div 1,2$  м/с. Приймаємо  $\omega = 1$  м/с

$$V_p = \frac{Q_{\text{енп}}}{c_p \rho \Delta t} = \frac{405.9}{4.19 \cdot 1000 \cdot 2} = 0.048 \text{ м}^3 / \text{с} = 172,8 \text{ м}^3 / \text{год}$$

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

Приймаємо трубу  $d_y = 250$  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 дотехнологічного обладнання.

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

зворотний клапан  $\xi = 6$

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вентиль запорний (2шт.)  $\xi=2\cdot0,5=1$

коліно 90° (6 шт.)  $\xi=6\cdot0,5=3$

фільтр рідинний  $\xi=6$

вентиль соленоїдний  $\xi=10$

вентиль регулюючий  $\xi=12$

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

$$Z = 38 \cdot \frac{714 \cdot 0.5^2}{2} = 3391 \text{Па}$$

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

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

Витрати тиску від тертя на проміжку 1м

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

Витрати тиску на тертя на ділянці довжиною  $l=20$

$$\Delta P = R \cdot l = 264 \cdot 20 = 5280 \text{Па}$$

Загальна втрата тиску

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

Потрібний напір

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

Потрібна подача насоса

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

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки GP51A/1450

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фірми WITT. Технічна характеристика насоса марки

GP51A/1450:

Марка насоса	GP51A/1450
Максимальна продуктивність, м <sup>3</sup> /год	10.2
Максимальний напір, м	38
Частота обертання, об/хв	1450
Розміри патрубків	
вхід	DN50
вихід	DN50
Маса, кг	108
Заправка мастила, л	2

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

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу доповітроохолодника 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  $\xi = 12$

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

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

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\lambda_{mp} = 0,11 \cdot \left( \frac{k}{d_{вн}} + \frac{64}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left( \frac{0,06}{25} + \frac{64}{246,2} \right)^{0,25} = 0,078$$

Витрати тиску від тертя на проміжку 1м

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

Витрати тиску на тертя на ділянці довжиною L=90м

$$\Delta P = R \cdot l = 348 \cdot 90 = 31320 \text{ Па}$$

Загальна втрата тиску

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

Потрібний напір

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

Потрібна подача насоса

$$V = n_{\mu} \cdot \frac{\sum M_{KM(-45)}}{\rho_{-45}} = 5 \cdot \frac{0,65}{714} = 0,00045 \text{ м}^3 / \text{с} = 1,63 \text{ м}^3 / \text{год}$$

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

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Технічна характеристика насоса марки GP41/960

Марка насоса	GP41/960
Максимальна продуктивність, м <sup>3</sup> /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

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

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу доповітроохолодника 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  $\xi = 10$

вентиль регулюючий  $\xi = 12$

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

$$Z = 40 \cdot \frac{714 \cdot 0.5^2}{2} = 3570 \text{ Па}$$

					<b>00.KP.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Витрати тиску від тертя на проміжку 1м

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

Витрати тиску на тертя на ділянці довжиною L=12м

$$\Delta P = R \cdot l = 72,6 \cdot 12 = 874,8 \text{ Па}$$

Загальна втрата тиску

$$\Delta P = 72,6 + 874 = 947,4 \text{ Па}$$

Потрібний напір

$$H = \frac{\Delta P_{mp}}{\rho \cdot g} = 5 + \frac{947,4}{714 \cdot 9,81} = 5,13 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса

$$V = n_{\mu} \cdot \frac{\sum M_{KM(-45)}}{\rho_{-45}} = 5 \cdot \frac{0,65}{714} = 0,00045 \text{ м}^3 / \text{с} = 1,63 \text{ м}^3 / \text{год}$$

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

WITT.

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Технічна характеристика насоса марки GP41/960

Марка насоса	GP41/960
Максимальна продуктивність, м <sup>3</sup> /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

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  $\xi = 6$

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

$$Z = 17 \cdot \frac{966 \cdot 1^2}{2} = 8466 \text{ Па}$$

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

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

Витрати тиску від тертя на проміжку 1м

					<b>00.KP.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta P_{mp} = R = \frac{0.022}{0.035} \cdot \frac{1000 \cdot 1^2}{2} = 314 \text{ Па/м}$$

Витрати тиску на тертя на ділянці довжиною L=10м

$$\Delta P = R \cdot l = 314 \cdot 10 = 3140 \text{ Па}$$

Загальна втрата тиску

$$\Delta P = 846 + 3140 = 11606 \text{ Па}$$

Потрібний напір

$$H = \frac{\Delta P_{mp}}{\rho \cdot g} = 5 + \frac{11606}{996 \cdot 9.81} = 6.18 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса

$$V = \frac{Q_{кд}}{c_{\omega} \cdot \rho_{\omega} \cdot \Delta t_{ок}} = \frac{1348}{4.19 \cdot 1000 \cdot 4} = 0.08 \text{ м}^3 / \text{с} = 288 \text{ м}^3 / \text{год}$$

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

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

Максимальна подача насоса, м <sup>3</sup> /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 ξ= 6

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

фiльтр рiдинний  $\xi = 6$

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

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

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

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

Витрати тиску вiд тертя на промiжку 1м

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

Витрати тиску на тертя на дiлянцi довжиною L=10м

$$\Delta P = R \cdot l = 511,9 \cdot 10 = 5110 \text{ Па}$$

Загальна втрата тиску

$$\Delta P = 7889 + 5110 = 13008 \text{ Па}$$

Потрiбний напiр

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

Потрiбна подача насоса

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

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Пiдпис	Дата		

Підбираємо 3 насоси (1 резервний) CP150 Grundfos

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

#### 14. Техніко-економічні показники проекту

Метою економічних розрахунків є визначення вартості будівництва холодильників, вартості холодильного обладнання, електроенергії, витрат на оплату праці виробничого персоналу, амортизаційних витрат та основних показників економічної ефективності проекту фабрики морозива. у м. Львів.

При проектуванні даного холодильника виконуються наступні роботи:

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

Розрахункове споживання електроенергії холодильним обладнанням компресорного цеху зводимо до таблиці

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ п/п	Найменування обладнання	К-сть	Р <sub>ел</sub> , кВт	Σ Р <sub>ел</sub> , кВт	Р <sub>ел</sub> , тис. кВт·год	Р <sub>ел</sub> , 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
<b>Річна витрата електроенергії</b>					<b>4735,82</b>	<b>4068,9</b>

Споживання електроенергії за рік розраховуємо за формулою:

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

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

Розрахунок витрат на придбання та монтаж обладнання:

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

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Професія	Тарифна ставка грн/міс	Чисельність, чол	Місячний фонд, грн	Річний фонд, грн
Машиніст ХУ	3000	4	12000	144000
Слюсар-ремонтник	3000	3	9000	108000
Начальник цеху	4500	1	4500	54000
<b>Разом</b>		8	25500	306000

Визначення амортизаційних відрахувань: Приймаємо

норми амортизаційних відрахувань:

Для основного обладнання – 22% від вартості обладнання;

Витрати на амортизацію основного технологічного обладнання:

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

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:

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

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

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

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми

амортизаційних відрахувань:

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

Загальна сума інших витрат складає:

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

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

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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
<b>Разом</b>	<b>4201,18</b>

Кількість виробленого холоду за рік:

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

Собівартість холоду:

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

## 15. Охорона праці

### 15.1 Умови праці

Як приклад, розглянемо робоче місце оператора (водія) компресорного цеху. До шкідливих і небезпечних виробничих факторів при обслуговуванні аміачного холодильного обладнання відносяться мікрокліматичні параметри

- інтенсивність освітлення
- шум і вібрація
- наявність працюючого компресора;
- Посудини, що працюють під тиском;
- рухомі елементи обладнання;
- Електричні небезпеки
- Пожежо- та вибухонебезпечність;

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

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щоденний звіт про роботу системи охолодження зберігається в машинному відділенні. Крім того, в машинному відділенні на видному місці знаходиться комплект інструкцій, затверджених керівником машини, які охоплюють наступне

- Будова та експлуатація холодильного обладнання
- Технічне обслуговування та огляд машин, обладнання і холодильних систем;
- Обслуговування контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації;
- пожежна безпека;
- захист працівників (наприклад, перша допомога в разі отруєння аміаком або ураження електричним струмом; дії персоналу з ліквідації проривів аміаку та аварійних ситуацій).

Диспетчерська також включає.

- річні та місячні програми профілактичного обслуговування
- Схеми аміакопроводів, нафтопроводів і водопроводів, а також пронумеровані клапани і контрольно-вимірювальні прилади;
- засоби індивідуального захисту (протигази, спецодяг);
- номери телефонів (домашній телефон) швидкої допомоги, пожежної охорони, працівників електромереж, центру цивільної оборони, поліції, керівника компресорної станції, начальника зміни;
- телефони та адреси організацій, що надають послуги з автоматизації холодильних установок.

### Санітарні вимоги

Машинне відділення розташоване в окремій будівлі відповідно до вимог нормативних документів і технічної документації. Довжина машинного відділення становить 24 м, ширина – 12 м, висота – 6 м.

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 відкриватися в напрямку виходу. Підлоги відсіків плоскі, нековзні та виготовлені з вогнетривкого матеріалу. Непрохідні канали та люки закриваються врівень із підлогою знімними гофрованими металевими пластинами. Стіни машинного відділення, холодильні установки і трубопроводи фарбують згідно з чинними нормами обґрунтованого фарбування

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхонь виробничих приміщень і технічного обладнання промислових підприємств.

Для обслуговування устаткування і пристосувань, розташованих на висоті понад 3 м над підлогою, по всій довжині машинного відділення встановлюють металеву платформу з огороженням і сходами з обох кінців. Платформа і сходи мають поручні висотою 1,1 м, а відстань між стійками поручнів не перевищує 1,2 м. Для підвищення безпеки холодильної системи конденсатор і лінійний ресивер розташовані поза машинним відділенням. Компресорний цех оснащений чотирма гвинтовими компресорами GRASSO і двома поршневыми компресорами. Головний прохід у цеху має ширину 3 м, а прохід між виступами компресора - 2 м. Прохід між стіною і компресором становить 2 м. Циркулятори і ресивери також розташовані біля стін машинного відділення.

У середині машинного відділення, у спеціально відгородженому приміщенні, розташований пункт управління (ПУ) з центральним пультом управління (ЦПУ), місцем машиніста біля оглядового вікна і кріслом.

### **Мікроклімат та чистота повітря**

Мікроклімат 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».

- У машинному відділенні підтримуються параметри мікроклімату та чистота повітря.

Механічна вентиляція, компресори, циркуляційні ресивери та трубопроводи ізолювані та герметизовані, а також обігріваються в холодну пору року.

Постійна система припливно-витяжної вентиляції машинного відділення та диспетчерської забезпечує наступні кратності повітрообміну на годину:

- приплив – за розрахунком, але не менше 2;

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- витяжка – за розрахунком, але не менше 3;

Повітря яке викидається в атмосферу не очищується.

Системи опалення, опалювальне обладнання, теплоносії та їх температурні межі визнаються відповідно до вимог СНиП 2.04.05. - 91.

"Опалення, вентиляція та кондиціонування".

Для контролю концентрації аміаку в повітрі виробничого приміщення та виявлення витоків використовуються газоаналізатори УГ-2 та лакмусовий папір. Перевірки проводяться тричі на зміну.

Параметри мікроклімату та чистота повітря у приміщенні підтримуються загальнообмінною припливно-витяжною вентиляцією (свіже повітря подається механічними вентиляторами з підігрівом повітря в холодну пору року, а забруднене видаляється неконтрольованою природною вентиляцією через вентиляційні решітки, розташовані над приміщенням).

#### Розрахунок об'єму вентиляційного повітря

Інтенсивність виділення парів аміаку в машинному відділенні:

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

Концентрація парів аміаку у повітрі припливного повітря:

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

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

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

машинного відділення, м<sup>3</sup>.

Кратність циркуляції в машинному відділенні – 2 рази за годину.

### Шум і вібрація

Основними джерелами шуму в холодильних установках є компресори, насоси та їх електродвигуни, а також рух холодоагенту по трубопроводах.

Допустимі рівні шуму в машинному відділенні та диспетчерській не перевищують встановлених критеріїв ДСН 3.3.6.037-99. Гігієнічні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку, ГОСТ 12.1.003.-83 ССБТ. Шум.

Загальні вимоги безпеки. У машинному відділенні -78-80 дБ, у приміщенні управління -50-55 дБ.

Для зниження рівня шуму передбачена звукоізоляція приводів, своєчасне змащення деталей і вузлів, їх профілактика і ремонт, звукоізоляція стін в приміщенні управління.

Рівні вібрації на робочих місцях не перевищують гранично допустимих значень, зазначених у ГОСТ 12.1.012-90; ССБТ; Вібраційна безпека. Державні гігієнічні нормативи виробничої загальної та локальної вібрації 85-88 дБ у машинних приміщеннях та 75-77 дБ у приміщеннях БЩУ.

- Зниження загальної вібрації, викликані роботою компресора, досягається шляхом
- Трубопроводи, під'єднані до холодильної установки, не закріплені жорстко до конструкції будівлі;
- спеціальні амортизуючі фундаменти, ізольовані від компресорів і несучих конструкцій будівлі;
- ПУ повинні встановлюватися в місцях, де вібраційно-акустичний вплив від працюючого обладнання мінімальний.

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Виробниче освітлення

Рівні освітленості в машинному відділенні та щитовій відповідають вимогам ДБН В.2.5. "Природне і штучне освітлення". Машинне відділення та приміщення БЩУ мають природне та штучне освітлення. Природне освітлення здійснюється через боковий проріз (0,2% КПО для машинного відділення та 0,9% КПО для диспетчерської). Штучне освітлення забезпечується люмінесцентними лампами. Робоче освітлення в машинному відділенні становить 75 лк, в диспетчерській 150 лк, а також передбачено додаткове місцеве освітлення (лампи розжарювання, загальний рівень освітленості 500 лк) біля пульта управління. Аварійне освітлення з незалежним живленням (акумуляторні батареї) встановлено в машинному відділенні, апаратній, диспетчерській та в існуючому підземному переході тунелю, де розташовані аміакопровід і розподільчі клапани. Освітлення вмикається автоматично при вимкненні робочого освітлення. Рівень аварійного освітлення - не менше 8 люкс.

### Розрахунок штучного освітлення в машинному відділенні

Розміри приміщення: довжина  $a = 42$  м; ширина  $b = 9$  м; висота  $H = 6$  м. Площа  $S = a \cdot b = 42 \cdot 9 = 378$  м<sup>2</sup>.

- приймаємо  $E_{\min} = 75$  лк; тип ламп ЛДЦ – 40;
- світловий потік однієї лампи  $F = 1520$  лк;
- тип світильників НОДЛ 2x40;
- кількість ламп у світильнику  $m = 2$  шт.

Визначаємо індекс приміщення за

формулою:

$$i = \frac{a \cdot b}{(a + b) \cdot H \pi}$$

$$i = \frac{42 \cdot 9}{(42 + 9) \cdot 4} = 1.85$$

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо наступні коефіцієнти :

коефіцієнт відбиття:

- стелі  $r_{\text{стелі}}=50\%$ ;

- стін  $r_{\text{стін}}=30\%$ .

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:

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

$$n = \frac{75 \cdot 378 \cdot 1.1 \cdot 1.5}{1520 \cdot 0.604} = 49.9 \text{шт}$$

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

Компресорні відділення та диспетчерські класифікуються як установки підвищеної електричної небезпеки (ПУЕ. Правила улаштування електроустановок).

Безпечна експлуатація електроустановок здійснюється відповідно до 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.ССБТ. «Электробезопасность.

Общие требования и номенклатура видов защиты ", а також чинним стандартам електробезпеки та іншим нормативним документам.

Клас захисту оболонки електричних кабелів, кабельних ліній та електрообладнання в компресорних і апаратних приміщеннях - IP44.

Безпечна експлуатація електрообладнання забезпечується такими заходами і засобами

					00.KP.142.008.001.P3	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Унеможливлення доступу до струмоведучих частин кабелів для запобігання випадкового дотику за допомогою захисних огорожень, замків, закритих панелей, розміщення кабелів і проводки на недоступній висоті, знаків безпеки тощо;
- Струмоведучі частини повинні бути ізольовані, а їхній опір повинен бути не менше 0,5 МОм;
- Електрообладнання у виробничих цехах і щити управління на підстанціях мають захисне заземлення з ізольованою нейтраллю типу IT. Опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати 4 Ом;
- Захист від струмів короткого замикання забезпечує автомат захисту Bitzer S4G-12.2;
- Використання низької напруги (36 В для ручного інструменту та освітлення пультів управління в диспетчерських; 12 В для вибухозахищених переносних світильників; IP54).

Холодильники, машинні відділення та відсіки обладнання обладнані пристроями блискавкозахисту (блискавковідводами 2 категорії) відповідно до вимог РД 34.21.122-87. "Інструкція з улаштування блискавкозахисту будівель і споруд".

### **Пожежо- та вибухобезпека**

Секції обладнання відносяться до вибухопожежної та пожежної небезпеки категорії В або вибухонебезпечних установок класу В-Іб, а приміщення управління - до пожежної небезпеки категорії Д (СНиП 2.11.02 - 87. "Холодильники", ОНТП 24-86 "Визначення категорії будівель та приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою").

Під час експлуатації холодильних установок необхідно забезпечити безпеку персоналу, "Типові правила пожежної безпеки для промислових підприємств", ГОСТ 12.1.004 - 85. ССБТ. "Пожежна безпека. Загальні вимоги", ДНАОП 0.01 - 1.01 - 95 "Правила пожежної безпеки в Україні".

					<b>00.KP.142.008.001.P3</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідальність за пожежну безпеку на холодильних і компресорних установках покладається на керівника установки, а в змінах - на начальника зміни або старшого машиніста.

Крім обов'язкового вступного протипожежного інструктажу та інструктажу на робочому місці для всіх працівників, працівники машинного відділення також проходять протипожежний інструктаж не рідше одного разу на рік з подальшою перевіркою знань.

Пожежна безпека на підприємствах включає в себе системи вибухо- та пожежобезпеки і системи протипожежного захисту.

До систем пожежо- та вибухозахисту відносяться

- Легкознімні елементи в конструкції, що оточують будівлю машинного відділення (вікна, двері);

- системи аварійної витяжки, табло над входом до машинного залу, світлову та звукову сигналізацію;

- Провідники від обладнання до контуру заземлення безпечно з'єднані без іскроутворення; і

- Вжиття заходів захисту від атмосферної електрики;

- Використання електрообладнання у вибухозахищеному виконанні;

- Аварійні та витяжні вентилятори в машинному залі повинні бути вибухозахищеними; електродвигуни - вибухозахищеними; вентилятори припливного повітря - звичайними; електродвигуни повинні бути герметичними;

- Наявність інструкцій з пожежної безпеки на робочому місці;

Робота з електрообладнанням без перевантаження;

- Дотримання правил пожежної безпеки під час проведення вогневих робіт;

- Заборона куріння на робочому місці.

Системи протипожежного захисту включають:

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Два аварійних виходи в машинному відділенні (двері відчиняються в бік виходу);
- Використання в машинному відділенні будівельних матеріалів з межею вогнестійкості не менше 2 (СНиП 2.11.02 - 87, СНиП 2.01.02 - 85.

85. "Протипожежні норми");

- Наявність системи пожежної сигналізації;
- Повинна бути передбачена можливість аварійного відключення обладнання;
- Передбачені первинні засоби пожежогасіння: лопати, сокири, ломи, металеві мотики; пінні вогнегасники ОВП-10 (два); порошкові вогнегасники ОП-9 (два); ящики з піском та азбестовим полотном.

Диспетчерська виконана з будівельних матеріалів з межею вогнестійкості не нижче 2 і обладнана вуглекислотним вогнегасником ОУ-3 (2 вогнегасники).

### Техніка безпеки

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

Підприємство призначає відповідальну особу з числа своїх інженерно-технічних працівників, перевірену в установленому порядку для здійснення нагляду за технічним станом і безпечною експлуатацією холодильних установок та на знання цього регламенту, в тому числі на дотримання вимог цього регламенту. До експлуатації холодильного обладнання допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд і мають свідоцтво про закінчення спеціального навчального закладу або курсів:

з експлуатації холодильного обладнання - для водіїв;

з експлуатації холодильного обладнання - для операторів; з автоматизації

холодильного обладнання - для слюсарів з контрольно-вимірювальних приладів і автоматики.

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оператори допускаються до самостійного обслуговування холодильних установок тільки після проходження стажування тривалістю не менше одного місяця, в результаті якого вони опановують спеціальне обслуговування установок і обслуговування в нормальному робочому режимі та складають відповідний іспит на знання.

Стажування проводиться під керівництвом досвідчених керівників. Участь у стажуванні та самостійному навчанні дозволяється наказом по підприємству.

Навчання з охорони праці є обов'язковим для всіх нових та існуючих працівників, незалежно від стажу роботи або кваліфікації.

Регулярні перевірки знань працівників щодо інструкцій з обслуговування холодильного обладнання, техніки безпеки, використання обладнання та надання першої медичної допомоги проводяться щонайменше раз на 12 місяців комісією, до складу якої входять фахівці з холодильного обладнання, електрики, автоматики та безпеки.

Перевірка знань з питань охорони праці керівників і технічних працівників здійснюється відповідно до "Порядку перевірки знань з питань охорони праці керівників, технічних службовців і спеціалістів".

Надання медичної допомоги. В машинному відділенні є в наявності аптечка, в якій міститься: 1% р-н новокаїну; кодеїн; серветки; етиловий спирт; бинти; ватні диски; мазь Вишневського; йод.

### *Контрольно-вимірювальні прилади*

Плоскі оглядові скельця використовуються для візуального контролю рівня рідини в обладнанні, ємностях і ресиверах. Для автоматичного контролю рівня використовуються напівпровідникові сигналізатори рівня типу ПРУ-5М.

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для контролю робочого тиску всмоктування на всмоктувальній лінії кожного компресора встановлено п'ять манометрів МП-4, а на нагнітальному трубопроводі компресорів - п'ять манометрів МТ-250 (підвідний трубопровід підключається за зворотним клапаном).

Два манометри МТ-250 були встановлені на конденсаторі та лінійному ресивері, а також манометри були встановлені на всіх резервуарах.

Для захисту термометрів від механічних пошкоджень на нагнітальному та впускному трубопроводах кожного компресора встановлено двадцять вісім герметичних гільз для термометрів (250 мм від запірного клапана).

### **Електробезпека.**

Електроустановка в компресорному цеху відповідає вимогам "Правил улаштування електроустановок".

Правила улаштування електроустановок", ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ.

"Електробезпека. Захисне заземлення", ДНАОП 1.1.10 - 1.01-97 "Правила безпечної експлуатації електроустановок", а також вимогам чинних стандартів з охорони праці та інших нормативних документів.

Встановлений пусковий пристрій розрахований на максимальний струм електродвигуна. Автоматичний вимикач, який використовується для вмикання та вимикання струму навантаження, захищений незаймистою кришкою без отворів і зазорів і може управлятися дистанційно. Напруга кіл керування для обладнання, встановленого у вибухонебезпечних зонах або з підвищеною небезпекою, а також за межами майданчика, не перевищує 42 В.

Заходи та запобіжні заходи для забезпечення електробезпеки на підприємствах.

1. недоступність струмоведучих частин від випадкового дотику або замикання (захисне огороження, безпечне розміщення струмоведучих частин, наявність знаків безпеки)

1. надійна ізоляція (опір ізоляції в силових та освітлювальних електроустановках становить 1,2 МОм).

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. заземлення електрообладнання.
3. організаційні методи (періодичні медичні огляди, інструктажі, перевірка інструменту, перевірка під час роботи, допуск до роботи).
4. використання низької напруги (згідно ПВЕ забезпечується використання 12 В).
5. використання засобів захисту, запобіжного обладнання та пристосувань.
6. регулярне профілактичне обслуговування.
7. використання блискавковідводів для захисту струмоведучих частин, лінійних приймачів і систем оборотного водопостачання, встановлених на даху машинного відділення, від прямих ударів блискавки відповідно до РД 34.21.122.-87 "Інструкція по блискавкозахисту будівель і споруд".

### **Пожежо та вибухонебезпека**

Відповідно до ОНТП 24-86 (НАПБ Б 07-005-86) за вибухопожежною та пожежною безпекою будівлі поділяються на п'ять категорій (А, Б, В, Г і Д). Якісним критерієм визначення небезпеки об'єкта (будівлі) є наявність речовин з певними показниками вибухопожежної та пожежної небезпеки. Кількісним критерієм визначення категорії є надлишковий тиск (Р) максимально можливого скупчення (заряду) вибухонебезпечних речовин, що знаходяться в приміщенні, який може виникнути у разі вибуху та пожежі. Аміак відноситься до категорії А (вибухонебезпечні).

Пожежна та вибухова безпека на підприємствах забезпечується відповідно до вимог ГОСТ 12.1.004-91, ССБТ: "Пожежна безпека. Загальні вимоги", ДНАОП 0.01-1.01-95 "Правила пожежної безпеки в Україні".

Системи протипожежного захисту включають в себе:

- Двері повинні відчинятися у напрямку до виходу;
- Використання будівельних матеріалів не нижче другого ступеня вогнестійкості в машинних відділеннях (СНиП 2.11.02-87, СНиП 2.01.02-85. "Норми пожежної безпеки");
- Наявність систем пожежної сигналізації.
- Повинна бути передбачена можливість аварійного відключення обладнання;

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Первинні засоби пожежогасіння: дві лопати, сокира, металева мотика, пожежний щит з азбестової тканини, ящик з піском, один пінний вогнегасник ВПП-5, два порошкові вогнегасники ВПП-5;

- Наявність плану евакуації.

Відповідно до СНиП 2.11.02.87. "Холодильники" машинне відділення відноситься до категорії В за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

При роботі з легкозаймистими газами і горючими речовинами слід перевіряти проби повітря в зоні дихання людини з урахуванням того, де виробляються небезпечні речовини і як вони потрапляють в робочу зону. Кількість проб і метод контролю визначаються гігієнічними стандартами та органом санітарного нагляду.

Безперервний моніторинг слід запроваджувати на об'єктах, де присутні речовини першого класу небезпеки і можливі аварійні викиди. В інших випадках він повинен бути періодичним.

Відповідна компанія прийняла метод безперервного автоматичного моніторингу вмісту хімічних речовин у повітрі. Це означає, що наявність небезпечних речовин у повітрі у відповідних концентраціях автоматично відстежується і сигналізується.

Для цього призначені газоаналізатори та газові сигналізатори. Вони використовують принцип, згідно з яким електричні властивості (електричний опір, провідність і ємність) речовини змінюються в результаті хімічних реакцій або розчинення небезпечних речовин. За змінами електричних властивостей можна визначити концентрацію небезпечної речовини.

1. "Метою вивчення даної навчальної дисципліни є забезпечення оптимального управління охороною праці на підприємствах (суб'єкті господарювання, господарської діяльності, наукової та освітньої діяльності), формування у студентів індивідуальної та колективної відповідальності за безпеку праці, необхідності обов'язкового виконання в повному обсязі всіх заходів щодо забезпечення охорони праці на робочому місці. Метою є, серед іншого, надання знань, умінь і навичок (компетенцій), що забезпечують усвідомлення необхідності ефективного здійснення

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

професійної діяльності. Завданням навчальної дисципліни є надання студентам знань, умінь і навичок (компетенцій) для ефективного вирішення професійних завдань, а також забезпечення безпеки життя, здоров'я і працездатності працівників у різних сферах професійної діяльності з урахуванням вимог охорони праці.

За структурою курс "Основи охорони праці" складається з чотирьох частин: 1. правові та організаційні аспекти охорони праці; 2. основи фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії; 3. основи безпеки праці

4. пожежна безпека. Базові загальнокультурні та професійні компетентності У результаті вивчення дисципліни "Основи охорони праці" молоді спеціалісти та студенти бакалаврату відповідної спеціалізації та напряму підготовки повинні бути здатними вирішувати професійні завдання, пов'язані із забезпеченням життя, здоров'я та працездатності у процесі трудової діяльності та мати такі базові вміння та навички Загальнокультурні та професійні компетентності повинні володіти:

Загальнокультурна компетентність

- Здатність ефективно використовувати положення нормативно-правових документів у своїй діяльності;
- основними методами охорони здоров'я і працездатності виробників; та Професійна компетентність. У виробничо-технічній діяльності обґрунтування вибору безпечних режимів, параметрів і виробничих процесів (напрямів діяльності);
- ефективне виконання функцій, завдань і компетенцій, пов'язаних з охороною праці працівників на робочому місці та у виробничих колективах; та
- Вжиття заходів щодо усунення причин нещасних випадків та професійних захворювань на виробництві;
- Вжиття заходів щодо запобігання нещасним випадкам на виробництві та професійним захворюванням;
- Враховувати питання охорони праці та безпеки життєдіяльності як член виробничої бригади;

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Методичне забезпечення навчання та перевірки знань з питань охорони праці працівників організації (підрозділу); та впровадження:

Впровадження безпечних технологій, вибір оптимальних умов і форм праці, проектування та організація робочих місць на основі сучасних технічних і наукових досягнень у галузі охорони праці; 2. Сучасний стан охорони праці в Україні та за кордоном Проблема створення нешкідливих і безпечних умов праці існує в Україні вже давно, про це свідчить статистика нещасних випадків. Ця гірка реальність приховувалася через засекреченість, що панувала в системі, породжуючи байдужість і недбалість серед тих, хто мав би відповідати за її вирішення. Сьогодні ймовірність травматизму та професійних захворювань у п'ять-вісім разів вища, ніж в інших розвинених країнах ЄС. Ситуація з охороною праці не є задовільною.

Проблема нещасних випадків на виробництві є дуже серйозною: близько 50 000 осіб щороку потрапляють у нещасні випадки на виробництві, 1 500 з них гинуть і понад 3 500 страждають від професійних захворювань. Від 2,5 до 3 мільйонів робочих днів щороку втрачається через непрацездатність, а середня тяжкість кожної травми сягає 25 робочих днів непрацездатності.

Однак навіть ці цифри не дають достатньо об'єктивної картини, і слід пам'ятати, що виробництво систематично скорочується. Дивлячись на стабільне зниження загальної кількості виробничого травматизму в Україні, можна побачити, що рівень травматизму в агропромисловому комплексі високий, темпи зниження низькі, а в деяких регіонах ці показники навіть зростають. Агропромисловий сектор посідає друге місце з 22,8% від загальної кількості травм. Враховуючи, що в цьому секторі зайнято лише 28% від загальної кількості працівників в українській економіці, частка травматизму в цьому секторі значно зросла. У Полтавській області, яка також є аграрним регіоном, цей показник майже вдвічі вищий. Очевидно, що охорона праці відіграє важливу роль як соціальний фактор. Жодна праця, незалежно від її наслідків, не може компенсувати втрачене здоров'я та життя. Не слід забувати, що

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аварії та катастрофи забирають життя не тільки робітників і службовців, на підготовку яких держава витрачає величезні кошти, але, перш за все, годувальників сімей, батьків і матерів дітей.

Окрім соціальних переваг, охорона праці, безсумнівно, має велике економічне значення, включаючи підвищення продуктивності праці, скорочення витрат на лікарняні та компенсацію за важкі та шкідливі умови праці. За оцінками Німецької робочої ради, наслідки нещасного випадку можуть коштувати вдесятеро більше, ніж вартість превентивних заходів. Ця різниця є ще більшою, якщо врахувати, що витрати на охорону праці в Україні є незначними. За оцінками Міжнародної організації праці (МОП), економічні витрати, пов'язані з нещасними випадками, еквівалентні 1% світового валового національного продукту. На ці гроші можна було б прогнати близько 75 мільйонів людей протягом року. Технологічний прогрес - це завжди тінь колишнього. Неминуче траплятимуться і техногенні аварії та інциденти: Згідно зі статистикою МОП, кількість нещасних випадків на виробництві в усьому світі неухильно зростає і наразі становить близько 125 мільйонів на рік. Рівень травматизму та професійних захворювань у країнах, що розвиваються, набагато вищий, ніж у розвинених країнах. У Європейському Союзі, наприклад, близько 10 мільйонів людей щороку зазнають нещасних випадків та професійних захворювань і близько 8000 з них гинуть. В Україні в середньому 140-180 людей щодня травмуються на роботі, 20 з них стають інвалідами, а 4-5 - помирають. Про це свідчить статистика: - Кожні п'ять годин в Україні від травм помирає одна людина. У світі щосекунди на виробництві травмується чотири людини, а в Україні - одна людина кожні вісім хвилин. За даними Міжнародної організації праці, на 100 000 працівників у світі щороку припадає в середньому шість нещасних випадків зі смертельними наслідками. В Україні цей показник майже вдвічі вищий. Однак слід зазначити, що показники охорони праці та промислової безпеки на підприємствах сильно відрізняються в різних галузях промисловості. Вугільна промисловість у нашій країні є надзвичайно травмонебезпечною. В середньому на кожен мільйон тонн видобутого

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вугілля гине п'ять шахтарів. На думку іноземних експертів, які проводять дослідження в Україні за програмою МОП, багато нещасних випадків зі смертельними наслідками спричинені відсутністю охорони праці, неналежним навчанням працівників і роботодавців з питань охорони праці, відсутністю належного управління та недотриманням встановлених стандартів безпеки на робочому місці. Існує п'ять основних причин цього: незабезпеченість засобами індивідуального захисту, затримки з впровадженням засобів колективного захисту на підприємствах, зношеність (в деяких галузях - на "два" та "три").засобів виробництва. 3.Основні терміни та визначення в галузі охорони праці. Охорона праці, як і всяка інша наука має свої визначення і поняття.

Загальні визначення та формулювання наведені в ГОСТ і ССБТ, національних стандартах України ДСТУ 2293-93 "Охорона праці. Терміни та визначення", ДСТУ 3038-95 "Гігієна. Терміни та визначення основних понять" та інших стандартів, що визначають основні поняття та терміни у сфері охорони праці.

1 Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.2 Безпека праці - це стан умов праці, за яких працівники не зазнають впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів.3 Умови праці - це сукупність факторів виробничого середовища і трудового процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі трудової діяльності.4 Техніка безпеки - система організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на працівників небезпечних і шкідливих виробничих факторів.5 Безпека виробничих процесів - система нормативно-технічної документації.6 Напруженість праці - характеристика трудової діяльності людини, що визначає ступінь залучення м'язів у роботу і відображає фізіологічні витрати на загальне фізичне перевантаження.7 Інтенсивність праці - характеристика стану центральної нервової

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи. Це характеристика трудового процесу, що відображає загальне навантаження на центральну нервову систему.<sup>8</sup> Професійне захворювання - технічний стан людини, що виникає в процесі праці і пов'язаний з надмірним напруженням організму або несприятливим впливом шкідливих факторів виробництва.<sup>9</sup> Гігієна праці - система організаційних заходів і система технічних засобів, спрямованих на запобігання або зменшення впливу шкідливих факторів виробництва на працівників.<sup>10</sup> Гігієна праці - комплекс заходів і засобів, спрямованих на охорону здоров'я працівників та запобігання несприятливому впливу на них факторів виробничого середовища і трудового процесу.<sup>11</sup> Санітарно-захисна зона - функціональна територія між межами промислового підприємства і територією, призначена для зменшення несприятливого впливу виробничих факторів на здоров'я населення.

Вона спрямована на зменшення несприятливого впливу виробничих факторів на здоров'я населення.<sup>12</sup> Професійний відбір - комплекс заходів, спрямованих на відбір осіб для виконання певних видів робіт на основі їх професійних знань, анатомічних, фізіологічних і психологічних особливостей та стану здоров'я. <sup>13</sup> Здорові умови життя - умови середовища, праці та побуту, що забезпечують збереження і зміцнення здоров'я населення; <sup>14</sup> Гігієнічна характеристика умов праці - об'єктивні дані про стан виробничого середовища і трудового процесу, отримані за результатами досліджень на відповідність гігієнічним вимогам і нормативам; <sup>15</sup> Гігієнічні нормативи характеризують оптимальний або допустимий рівень фізичних, хімічних і біологічних факторів навколишнього природного середовища та виробничого середовища. Він характеризує оптимальний або допустимий рівень фізичних, хімічних і біологічних факторів у навколишньому середовищі та виробничому середовищі.<sup>16</sup> Засіб захисту працівника - пристрій, що запобігає або зменшує вплив на працівника небезпечних і шкідливих виробничих факторів.<sup>17</sup> Нещасний випадок - ситуація, в якій працівник зазнає впливу шкідливих виробничих факторів під час виконання своїх трудових обов'язків або обов'язків

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

керівництва.18 Машина - машина, що використовується під час трудової діяльності.19 Працівник - людина, яка за допомогою інформаційних моделей і засобів управління виконує трудову діяльність у взаємодії з предметом праці та зовнішнім середовищем.20 Небезпечний виробничий фактор - фактор виробництва, який може призвести до погіршення здоров'я або зниження працездатності працівника.21 Небезпечний виробничий фактор - виробничий фактор, вплив якого за певних умов може призвести до травмування або різкого погіршення здоров'я працівників. Решта термінів, визначень та понять будуть введені в цьому розділі.4. Класифікація шкідливих та небезпечних виробничих факторів Усі зміни, що відбуваються в житті та праці сільського населення, призводять до багатофакторного та гетерогенного навантаження. За останні роки рівень професійної захворюваності в Україні зріс з 1,2 до 1,9 на 10 000 працюючих, а кількість потерпілих збільшилася більш ніж у 1,5 рази. 30 відсотків працівників сільського господарства піддаються впливу високого рівня шуму на робочому місці, .

Вібрація - до 20%, висока запиленість - до 17%, загазованість - до 13%, висока температура повітря - до 10%. Навіть при використанні сучасних тракторів і самохідної сільськогосподарської техніки повітря на робочих місцях забруднене пилом, вихлопними газами, частинками пестицидів і мінеральних добрив. Рівень шуму в тваринницьких приміщеннях перевищує допустимі норми на 3-10 дБ, швидкість вітру - в 1,2-1,6 рази, концентрація аміаку - до п'яти разів, концентрація пилу - в 3-10 разів, вміст антибіотиків, що використовуються як стимулятори росту, в повітрі - в 5-7 разів, а кількість мікроорганізмів коливається від 20 000 до 1 млн на м3 повітря. Негативний вплив токсичних факторів виробничого середовища на здоров'я працівників та професійні захворювання, що виникають внаслідок цього, можна розділити на п'ять груп: 1. захворювання, спричинені фізичними факторами (нагрівання та охолодження, мікроклімат, шум, вібрація тощо); 2. захворювання, спричинені хімічними факторами органічного пилу; 3. захворювання, спричинені

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

біологічними факторами; 4. психофізіологічні несприятливі фактори (фізичне навантаження, монотонні або повторювані рухи, вимушена поза); 5. Захворювання під впливом алергічних та неалергічних захворювань шкіри; 6. захворювання, викликані хімічними факторами органічного пилу; 7. захворювання, викликані хімічними факторами органічного пилу; 8. захворювання, викликані хімічними факторами органічного пилу. До груп фізичних факторів відносяться - рухомі машини і механізми; - незахищене виробниче обладнання, рухомі вироби, рухомі елементи заготовок і матеріалів; - підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони; - підвищена або знижена температура поверхні обладнання і матеріалів; підвищена або знижена температура повітря робочої зони; - шум, вібрація, низькочастотна підвищена вібрація і ультразвукові хвилі; - підвищений або знижений тиск повітря робочої зони і його різкі перепади; - підвищена або знижена вологість повітря, рухливість і іонізація повітря; - підвищений рівень іонізуючого випромінювання в робочій зоні; - небезпечні рівні напруги в електричних ланцюгах (замкнутах на тіло людини); - підвищений рівень статичної електрики та електромагнітного випромінювання; - підвищена напруженість електричних і магнітних полів; - відсутність або недостатність природного освітлення; - недостатня освітленість робочої зони; - підвищена інтенсивність світла, зниження контрастності; - підвищена пряма і відбита засліпленість; - підвищене мерехтіння світлового потоку; - підвищений рівень ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювань. а) За характером впливу на організм людини - загальнотоксичні, що діють на центральну нервову систему, кров і кровотворні органи (наприклад, сірководень, ароматичні вуглеводи, оксид вуглецю, бензол, наркотики, спирти, кофеїн). Подразники, що діють на шкіру та слизові оболонки очей, носа, верхніх дихальних шляхів та легенів (наприклад, пари лугів та кислот, оксиди азоту, аміак, діоксид сірки); - Подразники, що діють на шкіру та слизові оболонки очей, носа, верхніх дихальних шляхів та легенів (наприклад, пари лугів та кислот, оксиди азоту, аміак, діоксид сірки. ); - сенсibilізатори (ртуть, альдегіди, ароматичні нітро-,

					<b>00.KP.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нітросо- та аміносполуки), які викликають підвищену чутливість при відносно короткому впливі на організм з подальшим швидким розвитком реакцій при впливі невеликих кількостей цих речовин, що викликають шкірні захворювання, астму та захворювання крові; - канцерогени: викликають утворення злоякісних пухлин в організмі. Широко використовуються у виробництві нафтових дистилатів, сажі, дьогтю та кам'яновугільної смоли. - Мутагенні: викликають руйнування генетичних клітин і впливають на потомство (ртуть, сполуки свинцю, оксид етилену); б)

#### Проникнення в організм людини

- проникнення через дихальну, шлунково-кишкову та шкірну системи. До групи біологічних небезпек належать мікроорганізми (бактерії, віруси) та спіроти (тварини та рослини), які спричиняють захворювання через свій вплив на працівників. Група психофізіологічних шкідливих і небезпечних виробничих факторів поділяється на фізичні (статичні, динамічні та гіподинамічні) та розумові перенапруження, монотонність праці та нервово-психічні перевантаження, спричинені емоційними чинниками. Небезпечні речовини - це речовини, які при контакті з організмом людини з порушенням вимог безпеки можуть викликати виробничі травми, професійні захворювання або відхилення у стані здоров'я, що виявляються сучасними методами, як під час роботи, так і в житті теперішнього та наступних поколінь. При недостатньому рівні охорони праці, виробництва та спеціальних заходів безпеки небезпечні (токсичні) речовини, що використовуються в промисловості, можуть мати шкідливий вплив на здоров'я людини, викликати гострі або хронічні отруєння та професійні захворювання. Гострі форми виникають, коли люди піддаються короточасному впливу високих концентрацій токсичних речовин, тоді як хронічні форми виникають, коли люди піддаються тривалому впливу високих концентрацій токсичних речовин, які накопичуються в організмі. Отруєння небезпечними речовинами можливе лише в тому випадку, якщо концентрація в повітрі робочої зони перевищує гранично допустиму концентрацію (ГДК) небезпечної речовини; ГДК - це концентрація, яка

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

не викликає захворювання або дискомфорту у працівників як протягом робочого періоду, так і протягом подальшого життя теперішнього і майбутніх поколінь, під час їх щоденної роботи (крім вихідних) і протягом трудового стажу, протягом зміни означає концентрацію, яка не викликає захворювання

*Законодавство України про охорону праці. Закон України про охорону праці*

Основними нормативно-правовими актами, що регулюють правовідносини у сфері охорони праці на робочому місці та в суспільстві в цілому, є наступні: 1.

Конституція України; 2. Кодекс законів про працю; 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". Залежно від економічного розвитку та політичної ситуації в країнах світу діють закони та нормативні акти, які повністю або частково захищають людей від небезпечних і шкідливих умов праці та забезпечують їхнє здоров'я. Соціально та юридично захищені люди дбайливо ставляться до своєї роботи, цінують свою працю і завдяки цьому мають змогу вести гідне життя, забезпечувати сім'ю, утримувати дітей та здобувати освіту. Умови праці та економічні фактори (оплата праці, економічні стимули, правовий захист) безпосередньо впливають на продуктивність та якість праці. Тому охорона праці може бути виражена як економічна категорія. У правовій державі всі закони та підзаконні акти повинні ґрунтуватися на Конституції, яка є основним законом держави, і відповідати їй. Конституція України була прийнята Верховною Радою 26 червня 1996 року. Ця Конституція декларує права і свободи всіх громадян України. У сфері трудової діяльності ці права і свободи регулюються різними законами України, Законом про державне регулювання охорони праці (ДНАОП), Державними стандартами та Постановами Кабінету Міністрів України про охорону праці. Закон України "Про охорону праці". Україна була першою країною СНД, яка прийняла закон про охорону праці 14 жовтня 1992 року, який був переглянутий і прийнятий у

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

новій редакції 21 листопада 2002 року. Цей Закон та Кодекс законів про працю України складають основну правову базу охорони праці та доповнюються міжнародними та галузевими нормативно-правовими актами з охорони праці. Ці нормативні акти включають стандарти, правила, положення, підзаконні акти, статути, директиви та інші документи, які мають силу закону і є обов'язковими для виконання всіма установами та працівниками України. Закон "Про охорону праці" складається з преамбули та дев'яти розділів. Підкреслимо деякі важливі моменти, викладені в Законі. Відповідно до статті 4.1 "Загальні положення", основними принципами державної політики в галузі охорони праці є пріоритет життя і здоров'я людини перед будь-якими наслідками виробничої діяльності, соціальний захист працівників та відшкодування шкоди, заподіяної їх здоров'ю. Розділ 2 Закону "Про охорону праці" передбачає інформування працівників про умови праці, компенсацію за шкідливі умови праці, право працівників на відмову від роботи в небезпечних для здоров'я чи життя умовах, соціальне страхування від нещасних випадків та професійних захворювань (виплати з фонду соціального страхування) та відшкодування шкоди, заподіяної працівникам на виробництві. Передбачена компенсація з боку роботодавця. Закон передбачає компенсацію за психологічну шкоду. Закон містить статті про охорону праці жінок, неповнолітніх та осіб з інвалідністю. Глава 3 "Організація охорони праці на підприємстві" передбачає, що підприємства зобов'язані створити орган управління охороною праці для управління, нагляду та навчання працівників з питань охорони праці. Стаття 18 стосується обов'язкового навчання та інструктажів з охорони праці. Перевірка знань повинна проводитися один раз на рік для працівників, зайнятих на роботах з підвищеною небезпекою, і один раз на три роки для всього персоналу за переліком, встановленим Державним комітетом з нагляду за охороною праці. Стаття 19 передбачає фінансування охорони праці. Ця ж стаття передбачає створення комісій з питань охорони праці на підприємствах (стаття 16) - рішення комісій мають рекомендаційний характер. Стаття 23 передбачає інформацію про стан охорони

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

праці, яка повинна доводитися до відома всіх працівників на підприємстві, а також повідомлятися державним органам статистики. Глава 4: "Сприяння охороні праці". Економічне стимулювання охорони праці здійснюється відповідно до колективних договорів та законодавства. Відшкодування збитків, заподіяних державі та громадянам внаслідок порушення законодавства про охорону праці, здійснюється відповідно до чинного законодавства. Розділ 5 "Нормативно-правові акти з охорони праці" - описує документи, що відносяться до нормативно-правових актів з охорони праці. Розробка, прийняття та скасування. Розділ 6 "Державний контроль за охороною праці" - перераховує органи державного контролю за охороною праці: Рада Міністрів, центральні органи виконавчої влади зі спеціальними повноваженнями з нагляду за охороною праці, міністерства, інші центральні органи виконавчої влади, місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування, визначено їх повноваження. Наукові дослідження з питань охорони праці проводяться різними проектно-конструкторськими установами та організаціями, вищими навчальними закладами, експертними та науково-дослідними установами в рамках загальнодержавних програм. Глава 7 "Державний нагляд і громадський контроль за охороною праці". Його здійснюють центральний орган виконавчої влади, спеціально уповноважений з питань нагляду за охороною праці, державний орган, спеціально уповноважений з питань радіаційної безпеки, державний орган, спеціально уповноважений з питань пожежної безпеки, та державний орган, спеціально уповноважений з питань гігієни праці. Також визначено права та обов'язки цих органів і соціальний захист їхніх працівників. Вищий нагляд здійснюється Генеральним прокурором та підпорядкованими йому прокурорами. Громадський контроль за дотриманням Закону "Про охорону праці" здійснюють трудові колективи через уповноважених ними осіб з охорони праці та профспілки через своїх виборних представників. Глава 8 "Відповідальність за порушення законодавства про охорону праці" передбачає дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову та кримінальну відповідальність відповідно до

					00.KP.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

закону. Глава 43 також встановлює штрафні санкції, що застосовуються до юридичних та фізичних осіб за порушення законодавства про охорону праці. З метою імплементації закону Рада Міністрів прийняла наступні закони: "Про утворення Державної 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 професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності"; "Положення про порядок накладання штрафів на підприємства за нещасний випадок на виробництві та професійне захворювання, які спричинили втрату працездатності". Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду розробив низку інших нормативно-правових актів, спрямованих на реалізацію Закону України "Про охорону праці".

2. Нормативно-правові акти про охорону праці (НПАОП): визначення, основні вимоги та характеристики; структура НПАОП; реєстрація. Стандарти в галузі охорони праці

Нормативно-технічну базу з охорони праці можна поділити на такі групи: 1. базові документи - закони, постанови уряду та інші документи, затверджені на державному рівні (Конституція України, Закон України "Про охорону праці", постанови з окремих питань охорони праці, затверджені Кабінетом Міністрів тощо). 2. Державні нормативні акти про охорону праці (ДНАОП) - це правила, стандарти, норми, регламенти, положення, директиви та інші документи, які мають силу закону і є обов'язковими для виконання. Закон передбачає, що ДНАОП може бути міжгалузевим або галузевим, залежно від сфери його застосування. Національні міжгалузеві нормативні акти про охорону праці - це загальнодержавні нормативні акти про охорону праці, дія яких поширюється на всі підприємства, установи та організації в народному господарстві України незалежно від галузевої (секторальної) належності та форм власності. Державні галузеві нормативні акти про охорону праці - це загальнодержавні нормативні акти про охорону праці, дія

					00.KP.142.008.001.P3	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

яких поширюється на підприємства, установи та організації, що належать до певної галузі, незалежно від форм власності. Державні нормативні акти про охорону праці можуть затверджуватися за погодженням з Кабінетом Міністрів України, Державним комітетом України з нагляду за охороною праці та відповідними міністерствами. Ці правила розроблені відповідно до НПАОП 0.00-4.14-94 "Положення про опрацювання, прийняття, перегляд та скасування міждержавних і міжгалузевих нормативних актів про охорону праці", наказ Держнаглядохоронпраці України № 19 (16.03.94).

16.03.94. Міжгалузеві нормативні акти про охорону праці кодифікуються за наступною схемою.

"Перші три цифри (X.XXXX) - код групи, до якої належить нормативний акт, залежно від державного органу, що затвердив акт: 0.00 - нормативний акт Держгірпромнагляду; 0.01 та 0.02 - МВС (0.01 - пожежна безпека та 0.02 - безпека дорожнього руху); 0.03 - МОЗ, 0.04 - Держатомрегулювання, 0.05 - Міністерство праці та соціальної політики України, 0.06 - Держстандарт, 0.07 - Мінбуд; - другий тризначний номер (X. XX) - перша цифра - тип нормативного акта (1 - положення, 2 - ОСТ, 3 - норми, 4 - правила і стандарти, 5 - інструкції, 6 - настанови, методичні вказівки, рекомендації та вимоги, 7 - вимоги безпеки праці, 8 - переліки), наступні дві цифри - порядковий номер нормативного акта цього типу на момент реєстрації, - останні дві цифри (XX) - вказують на рік затвердження нормативного акта. Схема кодування галузевих нормативно-правових актів з охорони праці відрізняється тим, що перші три цифри замінюються чотиризначним числом (ДНАОП X.XXX-X.XXX), яке вказує на галузь, на яку поширюється дія нормативно-правового акта згідно із загальним класифікатором галузей народного господарства Міністерства статистики України. Інші цифрові позначення в кодах галузевих нормативних документів мають таке саме значення, як і міжгалузеві. Після коду Державного реєстру нормативно-

					00.КР.142.008.001.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

правових актів з охорони праці зазначається офіційна назва нормативно-правового акта, наказ (рішення) органу, який його затвердив, і дата затвердження. Однак, відповідно до Наказу Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду № 171 від 12 липня 2004 року "Порядок опрацювання, подання та реєстрації нормативно-правових актів про охорону праці", міжгалузевий нормативний акт та галузевий нормативний акт тепер називаються нормативно-правовими актами про охорону праці. Цей термін зараз використовується. Цей "Порядок опрацювання, подання та опрацювання нормативно-правових актів з охорони праці" поширюється на правила, норми, регламенти, положення та інші акти. ДНПАОП складається з таких структурних елементів - титульний аркуш; - інформаційні дані; - зміст; - загальні положення; - визначення термінів; - позначення та скорочення; - основна частина; - нормативні посилання; - додатки.

### 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.Васютрович и др. "Проектирование

					<b>00.КР.142.008.001.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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.