

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»**

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОПШ: «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: МХ-188

# **Дипломний проект**

**здобувача освіти заочного відділення**  
**МХ 188. 002. 000 ДП**

**Абрамова Миколи**  
**Сергійовича**

**м. Одеса - 2025 р.**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ  
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність 142  
«Енергетичне машинобудування»  
ОПП: «Монтаж і обслуговування  
холодильно-компресорних машин та  
установок»  
Група МХ-188

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**МХ 188. 002. 000 ДП**

До дипломного проекту на тему:  
Розробка компресорного цеху портового холодильника ємністю 525 тон.  
м. Ізмаїл.

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки  
на 58 сторінках та графічного матеріалу на      аркушах.

Дипломник  (Абрамов М.С.)

Керівник проекту  (Петушенко С.М.)

**Консультанти:**

з економічної частини  (Шимко О.В.)

з будівельної частини  (Волянська С.В.)

з охорони праці  (Чорновол Н.І.)

по дотриманню  
вимог ЄСКД  (Волянська С.В.)

До захисту допущено  
Голова предметної комісії  (Беркань Ір. В.)

Завідуючий відділенням  (Бригадир Л.Г.)

Захист "21" 06 2025 р. Протокол ЕК № 01.1122

Оцінка ЕК 4(900/рс)

Секретар ЕК 

Хосюновський С.Ю.



## ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1.ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА .....	
1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкта.....	
1.2 Вихідні данні.....	
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	
2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів.....	
2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання .....	
3 РОЗРОХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	
3.1 Розрахункові дані .....	
3.2 Розрахунок будівельних площ.....	
3.3 Вимоги до планування.....	
3.4 Планування холодильника .....	
3.5 Розрахунок ізоляції огорожень .....	
3.6 Тепловий розрахунок.....	
3.7 Визначення навантаження на компресор і камерне устаткування .....	
3.8 Вибір температурних режимів роботи холодильної машини .....	
3.9. Побудова циклів холодильної машини зняття параметрів вузлових точок...	
3.10 Тепловий розрахунок і добір компресорів.....	
3.11 Тепловий розрахунок і добір конденсаторів.....	
3.12 Розрахунок і добір камерного устаткування.....	
3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування.....	
3.14 Визначення діаметру трубопроводів холодильної установки.....	
4.ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА.....	
4.1 Організація монтажу, експлуатація, ремонту та холодильного обладнання	
4.2 Автоматизація холодильної установки.....	
5 . ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	
6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
7. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	

					<i>МХ 188.002.000.00 ДП.ПЗ</i>			
Зм	А	№ докум.	Підп	Дат				
Розроб	Абрамов М.С.				Розробка компресорного цеху портового холодильника ємністю 525 тон, м. Ізмаїл.	Літ.	Арку	Аркушів
Переві	Петушенко С							
Н.конт	Волянська С					ВСП «ОТФК ОНТУ»		
Затв.	Беркань Ір.В					<i>МХ-188</i>		

**Міністерство освіти і науки України**  
**ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ»**

Дата видачі завдання  
«20» лютого 2024 р.  
Дата закінчення проекту  
«01» липня 2025 р.

Затверджую  
Заступник директора з НВР  
\_\_\_\_\_ Беркань Іг.В.  
“20” лютого 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**

**до дипломного проектування**

Прізвище, ім'я та по батькові: Абрамова Миколи Сергійовича  
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»  
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»  
Освітньо-професійна програма «Монтаж і обслуговування холодинно-компресорних машин та

Тема дипломного проекту: Розробка компресорного цеху портового холодинника ємністю 525 тон, м. Ізмаїл.

установок»

Стверджена наказом по коледжу від «17» 10 2024 р. № 235–А2- ОД

Вихідні дані для проекту: температура літня 32 °С

відносна вологість повітря літня 60 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

**Пояснювальна записка**

**1. Загальна частина**

1.1 Вихідні дані

1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

**2. Технологічна частина**

2.1 Характеристика швидкокопсувних продуктів

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання

**3. Розрахунково- конструкторська частина**

3.1 Розрахункові дані

3.2 Розрахунок будівельних площ

3.3 Вимоги до планування холодинника

3.4 Планування холодинника.

3.5 Розрахунок ізоляційного шару огорожень

3.6 Тепловий розрахунок

3.7 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер

3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодинної установки

3.9 Побудова циклу холодинної машини, визначення параметрів вузлових точок

3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресора

3.11 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора

3.12 Розрахунок та вибір обладнання камер

3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування

3.14 Розрахунок та відбір градирні

#### 4. Організаційна частина

4.1 Організація монтажу, експлуатація, ремонту та холодильного обладнання

4.2 Автоматизація холодильної установки

#### 5 Економічна частина

6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7. Перелік використаних джерел

### Графічна частина

Аркуш 1 План та перетин будівлі холодильника, або (Технічне креслення обладнання)

Аркуш 2 Розводка трубопроводів

Аркуш 3 Схема автоматизації холодильної установки

### Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1 Загальна частина	22 ÷ 23.05.2025
2 Технологічна частина	24 ÷ 25.05.2025
3 Розрахунково-конструкторська частина	26 ÷ 05.06.2025
4 Організаційна частина	06.06.2025
5 Аркуш 1,2	07 ÷ 09.06.2025
6 Економічна частина	10 ÷ 12.06.2025
7 Аркуш 3	13.06.2025
8 Охорона праці	14.06.2025
Попередній захист	15.06.2025
Захист дипломного проекту	22 ÷ 30.06.2025

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 2 від “13” вересня 2024

Голова комісії \_\_\_\_\_ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту \_\_\_\_\_ (Петушенко С.М.)

## ВСТУП

У сучасних умовах розвитку морської логістики та зростаючих вимог до якості зберігання харчових продуктів особливого значення набуває ефективне функціонування холодильних потужностей у припортових зонах. Портові холодильники відіграють ключову роль у забезпеченні належного температурного режиму для продукції, що транспортується морським транспортом, зокрема швидкопсувних вантажів – риби, м'яса, фруктів та овочів. Забезпечення безперебійної роботи таких об'єктів потребує надійних, енергоефективних та технологічно сучасних систем холодопостачання.

Компресорний цех є центральною частиною будь-якої холодильної установки, адже саме він забезпечує циркуляцію холодоагенту в системі, створюючи необхідні умови для охолодження та зберігання продукції. Правильний вибір та розрахунок компресорного обладнання, його компоновання, дотримання вимог енергозбереження та безпеки — все це має вирішальне значення для надійної експлуатації всього холодильного комплексу.

Місто Ізмаїл, як один з важливих портів на Дунаї, має значний потенціал для розвитку інфраструктури зберігання та переробки вантажів. Проектування компресорного цеху холодильника ємністю 525 тонн саме в цьому регіоні є актуальним завданням, яке враховує як технічні, так і економічні аспекти.

Метою дипломного проекту є розробка технічного рішення для компресорного цеху портового холодильника, що забезпечить ефективне та надійне функціонування системи холодопостачання при дотриманні сучасних вимог до енергоефективності, екологічної безпеки та експлуатаційної зручності.

Сучасний розвиток промисловості, транспорту, житлово-комунального господарства та інфраструктури вимагає стабільного забезпечення енергією з урахуванням зростаючих вимог до надійності, ефективності та екологічності енергетичних систем. У цьому контексті енергетичне машинобудування відіграє провідну роль, забезпечуючи проектування, виробництво, модернізацію та

					MX188.002.000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обслуговування обладнання, що є основою для функціонування енергетичних об'єктів і установок.

Спеціальність 142 «Енергетичне машинобудування» охоплює широкий спектр технічних знань і практичних навичок у сфері створення машин і установок, що працюють на основі перетворення, передачі та використання енергії. Це включає компресорні машини, турбіни, теплові насоси, холодильні агрегати, енергетичні установки різних типів, а також системи автоматизації та управління їх роботою.

В умовах глобального переходу до енергоефективних технологій, зменшення викидів шкідливих речовин і впровадження відновлюваних джерел енергії перед фахівцями енергетичного машинобудування постають нові виклики. Це зумовлює потребу в глибокому науково-технічному підході до вирішення інженерних задач, у тому числі при проектуванні нових об'єктів енергетичної інфраструктури.

					MX188.002.000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



2. **Активне дихання:** Банани виділяють багато етилену — гормону дозрівання, тому важливо контролювати концентрацію етилену у камерах.
3. **Дозрівання:** Зелений банан може бути переведений у стадію споживчої стиглості в дозріваючих камерах із подачею етилену та підвищенням температури до +18–20 °С.
4. **Вентиляція:** Необхідна ефективна система вентиляції для видалення надлишку CO<sub>2</sub> та етилену, особливо під час зберігання великих обсягів.

### Типи камер для зберігання бананів

#### 1. Охолоджувані склади для зелених бананів

- Призначені для короткострокового зберігання до початку дозрівання.
- Оснащені холодильними установками з точним регулюванням температури і вологості.

#### 2. Камери дозрівання (ріпенінг-камери)

- Контрольований мікроклімат.
- Подача етилену.
- Автоматизація процесів вентиляції та зволоження.

Компресорний цех є невід’ємною частиною системи холодопостачання портового холодильника, призначеного для зберігання бананів, що імпортуються морським транспортом. Основна функція компресорного цеху — забезпечення безперервної циркуляції холодоагенту в системі охолодження, створення необхідного тиску та температурного режиму, що гарантує підтримку оптимальних умов зберігання бананів на всіх етапах — від моменту розвантаження до реалізації або подальшого транспортування.

Банани є особливо чутливим продуктом, що потребує суворого дотримання температурного режиму на рівні +13...+14 °С з відносною вологістю повітря 90–95 %. Відхилення від рекомендованих параметрів можуть призвести до прискореного дозрівання або псування плодів. Отже, компресорний цех повинен забезпечувати високу точність регулювання температури та стабільність холодопостачання.

					MX 188.003.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, через характер вантажу та регулярність поставок холодильників повинен працювати в умовах змінного теплового навантаження, що потребує гнучкої й енергоефективної роботи компресорного обладнання.

#### Технічна характеристика

Компресорний цех розробляється для обслуговування холодильного комплексу ємністю **525 тонн**, розташованого в портовій зоні м. Ізмаїл. Система передбачає охолодження камер довготривалого зберігання та камер дозарювання, які працюють у різних температурних режимах.

#### Основні технічні характеристики компресорного цеху:

- **Холодоагент:** аміак (R-717), як ефективний і екологічно безпечний холодоагент для промислових систем.
- **Тип холодильного циклу:** компресійний, одноступінчастий з можливістю регулювання продуктивності.
- **Кількість компресорів:** 3 одиниці (2 основні, 1 резервна).
- **Тип компресорів:** гвинтові з частотним регулюванням продуктивності.
- **Загальна холодопродуктивність:** близько 200–250 кВт (з урахуванням теплового навантаження на камери, втрат через огорожувальні конструкції та приплив вентиляційного повітря).
- **Робочі параметри холодоагенту:**
  - температура кипіння:  $-5 \dots -8$  °C (для підтримки температури в камерах  $+13$  °C);
  - температура конденсації:  $+35$  °C;
- **Електроживлення:** 380 В, 50 Гц, трифазне.
- **Система автоматики:** автоматичне регулювання тиску, температури та безпечної роботи з віддаленим моніторингом.
- **Система охолодження компресорів:** водяне охолодження з використанням градирні.
- **Теплоізоляція та вентиляція приміщення:** передбачено спеціальну систему вентиляції для безпечної роботи з аміаком та підтримання нормативних умов експлуатації.

					MX 188.003.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розташування компресорного цеху передбачено з урахуванням зручності обслуговування, мінімізації довжини трубопроводів та дотримання вимог до промислової безпеки. Приміщення обладнане аварійною вентиляцією, газоаналізаторами та сигналізацією.

					MX 188.003.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

### Актуальність та доцільність проекту

1. Проект компресорного цеху портового холодильника ємністю 525 тонн у місті Ізмаїл має важливе значення для забезпечення якісного зберігання імпортованих бананів, які транспортуються морським транспортом. Зважаючи на високий обсяг імпорту тропічних фруктів та зростання вимог до умов їх зберігання, проект дозволяє суттєво підвищити ефективність логістичних операцій у порту, мінімізувати втрати продукції та підвищити конкурентоспроможність підприємства.

2. Зберігання бананів потребує чітко контрольованих умов: температура  $+13...+14\text{ }^{\circ}\text{C}$ , вологість **90–95 %**, відсутність різких коливань температури. Реалізація сучасного компресорного цеху з автоматизованим управлінням забезпечить стабільність цих параметрів та дозволить обслуговувати великі партії продукції з мінімальними витратами.

### Основні техніко-економічні показники

Показник	Значення
Загальна холодопродуктивність	220 кВт
Продуктивність зберігання	525 тонн
Тип компресорів	Гвинтові, з частотним регулюванням
Кількість компресорів	3 (2 робочі + 1 резервний)
Холодоагент	Аміак (R-717)
Орієнтовна тривалість зберігання партії	до 30 діб
Кількість циклів на рік	~12 (за умов повного завантаження)
Обсяг вантажообігу	~6300 тонн/рік

					MX 188.003.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### **Економічні переваги**

3. **Зниження втрат продукції:** завдяки стабільному температурному режиму зменшуються втрати внаслідок псування. За попередніми оцінками, це дозволяє зберегти до 5–7 % продукції, що раніше могла бути втрачена.

4. **Енергозбереження:** використання сучасних гвинтових компресорів з частотними перетворювачами дозволяє зменшити споживання електроенергії на 15–20 % у порівнянні з традиційними системами.

5. **Зменшення експлуатаційних витрат:** автоматизація процесів та впровадження систем моніторингу скорочують потребу в постійному персоналі та зменшують витрати на технічне обслуговування.

6. **Окупність проєкту:** орієнтовний термін окупності капітальних вкладень складає **3,5–4 роки**, залежно від обсягу вантажообігу та тарифів на послуги зберігання.

### **Екологічні та соціальні аспекти**

- Використання аміаку як холодоагенту є екологічно обґрунтованим рішенням (нулевий потенціал руйнування озонового шару та низький парниковий ефект).

- Проєкт створює додаткові робочі місця в регіоні та сприяє розвитку портової інфраструктури, підвищуючи загальний рівень економічної активності в місті Ізмаїл.

### **Висновок**

7. Розробка та впровадження компресорного цеху портового холодильника для зберігання бананів є технічно доцільним та економічно вигідним заходом. Реалізація проєкту дозволить забезпечити ефективне зберігання продукції, скоротити втрати, підвищити якість логістики та зміцнити позиції підприємства на ринку послуг зберігання імпортованих плодів.

8. За потреби можу також розрахувати **енергетичний баланс, економічну ефективність (NPV, IRR, DPP)** або оформити кошторисну частину.

					MX 188.003.001 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 ТЕХНОЛОГІЯ ОХОЛОДЖЕННЯ БАНАНІВ

#### Мета охолодження бананів

- Охолодження бананів — це ключовий етап післязбиральної обробки, що має на меті:
- сповільнення фізіолого-біохімічних процесів (дихання, дозрівання);
- запобігання псуванню та втратам якості;
- забезпечення збереження під час транспортування та зберігання;
- контрольований перехід до стадії дозрівання в спеціальних камерах.

#### Етапи технології охолодження

##### Попереднє охолодження (шокове охолодження)

- Здійснюється одразу після збору або надходження партії бананів.
- Мета — якнайшвидше знизити температуру плодів до рівня зберігання.
- Технології: примусова вентиляція холодним повітрям (forced-air cooling).

##### Основне охолодження

- Зберігання при температурі +13...+14 °С для зелених (недозрілих) плодів.
- Температура підтримується з точністю до  $\pm 0,5$  °С.
- Забезпечення стабільної вологості на рівні 90–95 %.

##### Підтримка мікроклімату

- Системи вентиляції забезпечують видалення тепла та етилену.
- Газове середовище (у контрольованій атмосфері):
  - $O_2$  — 2–5 %,
  - $CO_2$  — до 5 %.

##### Устаткування та методи охолодження

##### Холодильні камери

- Ізотермічні приміщення з високоякісною теплоізоляцією.
- Оснащені:
  - холодильними агрегатами (фреоновими або аміачними);
  - вентиляційною системою;

					МХ 188.003.002 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зволожувачами;
- автоматикою контролю параметрів.

### Камери дозрівання з охолодженням

- Після транспортування зелені банани вводять у процес дозрівання.
- Температура підвищується до +18–20 °С на 4–7 днів із подачею етилену.
- Після досягнення бажаної стиглості знову охолоджують до +14–16 °С для тимчасового зберігання перед реалізацією.

### Особливості охолодження бананів

#### Характеристика

#### Пояснення

#### Чутливість до холоду

При  $t < +12$  °С виникає "холодовий шок" — темні плями, водянистість м'якоті.

#### Потреба в постійній температурі

Різкі коливання температури призводять до псування та втрати товарного вигляду.

#### Високий рівень дихання

Вимагає активного вентилявання для запобігання накопиченню CO<sub>2</sub>.

#### Вплив етилену

Потрібне суворе розділення зелених бананів від стиглих, бо останні прискорюють дозрівання інших.

### Контроль і моніторинг

- Використання систем SCADA для моніторингу температури, вологості, концентрації газів.
- Регулярні перевірки вентиляції, герметичності камер.
- Застосування температурних логерів під час транспортування (контейнерні перевезення).

### Висновок

Технологія охолодження бананів — це критично важливий етап логістичного ланцюга від виробника до споживача. Правильно організоване охолодження забезпечує максимальне збереження якості, знижує втрати та дозволяє ефективно керувати процесом дозрівання.

					MX 188.003.002 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ

### Фізіолого-біохімічні особливості бананів

Температура оптимального зберігання зелених бананів становить +13...+14 °С, що дозволяє:

- уповільнити дихання плодів;
- зменшити продукцію етилену;
- уникнути розвитку грибкових уражень;
- забезпечити довготривале зберігання (до 4 тижнів).

Температура нижча за +12 °С призводить до фізіологічного пошкодження плодів, що проявляється у вигляді:

- темних плям на шкірці;
- загнивання м'якоті;
- втрати смакових властивостей (так званий “chilling injury”).

Температура вища за +15 °С активізує процеси дозрівання, що є небажаним на етапі зберігання, особливо при транспортуванні.

### Обґрунтування вибору температурного режиму

#### Температурний діапазон +13...+14 °С

- Забезпечує баланс між уповільненням біохімічних процесів та недопущенням ушкоджень від холоду.
- Залишається нижчим за критичний рівень дозрівання, але достатнім для підтримки життєвих функцій клітин.
- Дозволяє створити запас часу для транспортування, сортування та реалізації.

#### У поєднанні з контролем вологості (90–95 %)

- Попереджає втрати маси плодів;
- Підтримує тургор та запобігає зморщенню шкірки.

					МХ 188.003.002 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### **При використанні контрольованої атмосфери**

Можна додатково продовжити термін зберігання шляхом зниження рівня кисню до 2–5 % та підвищення CO<sub>2</sub> до 3–5 %, що знижує інтенсивність дихання.

### **Підсумок**

Обраний температурний режим зберігання бананів у межах **+13...+14 °C** є науково обґрунтованим та практично випробуваним у світовій практиці. Він дозволяє досягти оптимального співвідношення між уповільненням фізіологічного дозрівання та запобіганням холодним ушкодженням. Це забезпечує високу якість продукції при зберіганні, транспортуванні та подальшому дозріванні в камерах.

					МХ 188.003.002 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 3 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

## 3.1 РОЗРАХУНКОВІ ДАННІ

Розробка компресорного цеху портового холодильника ємністю 525 тон, м.  
Ізмаїл.

Зовнішнє середовище даного міста, має слідуєчі параметри:

### 1. Температура:

- літня 32 °С
- зимова - 18 °С
- середньорічна 9,9 °С

### 2. Відносна вологість:

- Літня 56 %
- Зимова 72 %

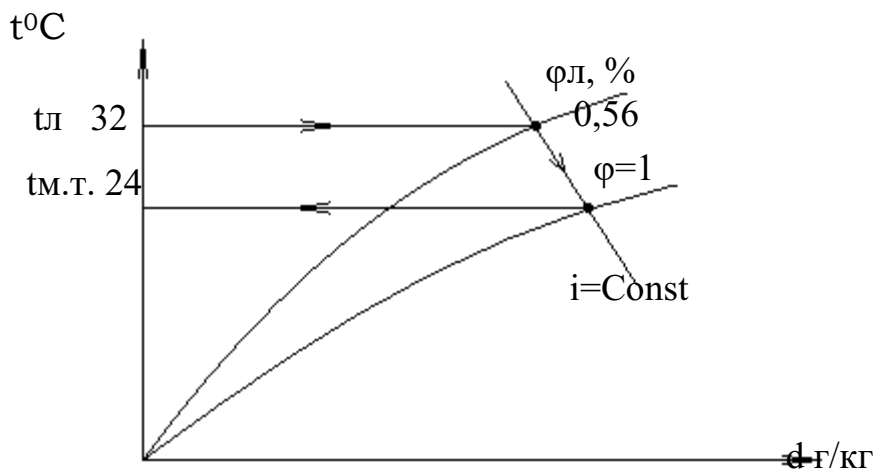


Рис. 3.1- Діаграма вологого повітря.

При виборі зворотнього водопостачання нижню температуру охолодження води, розраховують в залежності від температури мокрого термометру (рис..3.1.)

$$t_{м.т.} = 24,5^{\circ}C$$

					MX188.0002.003 ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2 РОЗРАХУНОК БУДІВЕЛЬНИХ ПЛОЩ

Будівельну площу камер схову  $F_{\text{буд}}$ , м<sup>2</sup>, визначаємо за формулою

$$F_{\text{буд}} = \frac{M \cdot \tau}{q_f \cdot 24} \quad (3.1)$$

де:  $q_v$  - норма навантаження на 1 м<sup>3</sup> вантажного обсягу камери, кг/м<sup>2</sup>

$h_{\text{гр}}$  - вантажна висота штабеля, м

$\beta$  - коефіцієнт використання площі камер, що враховує площу камери, зайняту

колонами, проходами

Число будівельних прямокутників  $n$ , шт, визначаємо за формулою

$$n = \frac{F_{\text{буд}}}{f_{\text{буд}}} \quad (3.2)$$

де:  $f$  - будівельна площа одного прямокутника, залежить від вибраної сітки колон (6x6; 6x12; або самонесучі стіни)

Дійсна місткість камери  $V_{\text{к}}^{\text{д}}$ , т, визначаємо за формулою

$$V_{\text{к}}^{\text{д}} = B_{\text{к}}^{\text{р}} \frac{n_{\text{д}}}{n} \quad (3.3)$$

Площа службових приміщень  $F_{\text{сл.пр}}$ , м<sup>2</sup>, визначаємо за формулою:

$$F_{\text{сл.пр}} = (0,2 \div 0,4) \cdot F_{\text{ох.}} \quad (3.4)$$

Площа машинного відділення  $F_{\text{м.в}}$ , м<sup>2</sup> визначаємо за формулою:

$$F_{\text{м.в}} = (0,05 \div 0,3) \cdot F_{\text{ох.}} \quad (3.5)$$

Таблиця 3.1 Розрахунок будівельних площ

Найменування камери	Врк Т	Ци т/м <sup>3</sup>	Нгр М	$\beta$	F5уд, М <sup>2</sup>	f м <sup>2</sup>	п	пд	В*к, Т
Зберігання бананів	525	0,32	3,4	0,7	690	72	9,5	10	552
служб. прим.	-	30	-	-	216	36	6	6,0	

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

### 3.3 ВИМОГИ ДО ПЛАНУВАННЯ

#### 1. Загальні вимоги

- Компресорний цех є окремим приміщенням або частиною машинного відділення, в якому розміщуються компресори та допоміжне холодильне обладнання.

- Має забезпечувати надійне, безпечне та енергоефективне функціонування холодильного циклу.

- Планування повинне відповідати вимогам нормативних документів:

- ДБН В.2.5-67:2013
- ДСТУ Б В.2.5-37:2008
- ISO 5149, EN 378, ASHRAE стандартам.

#### 2. Розташування та компоновка

- Повинна забезпечувати зручний доступ до обладнання для технічного обслуговування, ремонту і демонтажу.

- Рекомендується відокремлене приміщення з антивібраційними основами для компресорів.

- Висота приміщення – не менше 3,2 м, залежно від типу обладнання.

- Компресори не розміщуються безпосередньо над або під адміністративними чи житловими приміщеннями.

#### 3. Вентиляція та мікроклімат

- Забезпечення природної або механічної вентиляції з кратністю повітрообміну не менше 5–10 для забезпечення видалення тепла та можливого витоку холодоагенту.

- У разі використання амоніаку чи CO<sub>2</sub> – обов'язкова сигналізація витоку газу і витяжна вентиляція із вибухозахищеними вентиляторами.

- Температура у приміщенні не повинна перевищувати +35 °С.

#### 4. Освітлення

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Освітленість робочої зони – не менше 300 лк, світильники мають бути вибухозахищеними при використанні небезпечних холодоагентів.

- Обов'язкове аварійне освітлення.

#### 5. Шумо- та віброзахист

- Рівень шуму в компресорному цеху не повинен перевищувати 85 дБ, згідно з санітарними нормами.

- Компресори мають бути встановлені на віброізоляційних основах, підлога – з армованого бетону, здатна витримувати вагу обладнання.

#### 6. Пожежна безпека

- При використанні фреонів — клас пожежної небезпеки – категорія В1-В4.

- При використанні амоніаку – категорія А з посиленими заходами безпеки.

- Наявність автоматичної системи виявлення витoku та пожежогасіння, з виведенням сигналу на центральний пульт.

#### 7. Трубопроводи та комунікації

- Мінімальна довжина та кількість згинів трубопроводів.

- Прокладання труб у каналах або лотках з можливістю обслуговування.

- Системи мають бути теплоізольовані та мати крани для зливу масла та конденсату.

#### 8. Автоматизація та контроль

- Наявність автоматизованої системи управління та моніторингу параметрів (тиск, температура, витрата, сигналізація).

- Доступ до SCADA-системи або аналогічного ПЗ для візуалізації процесів.

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.4 ПЛАНУВАННЯ ХОЛОДИЛЬНИКА

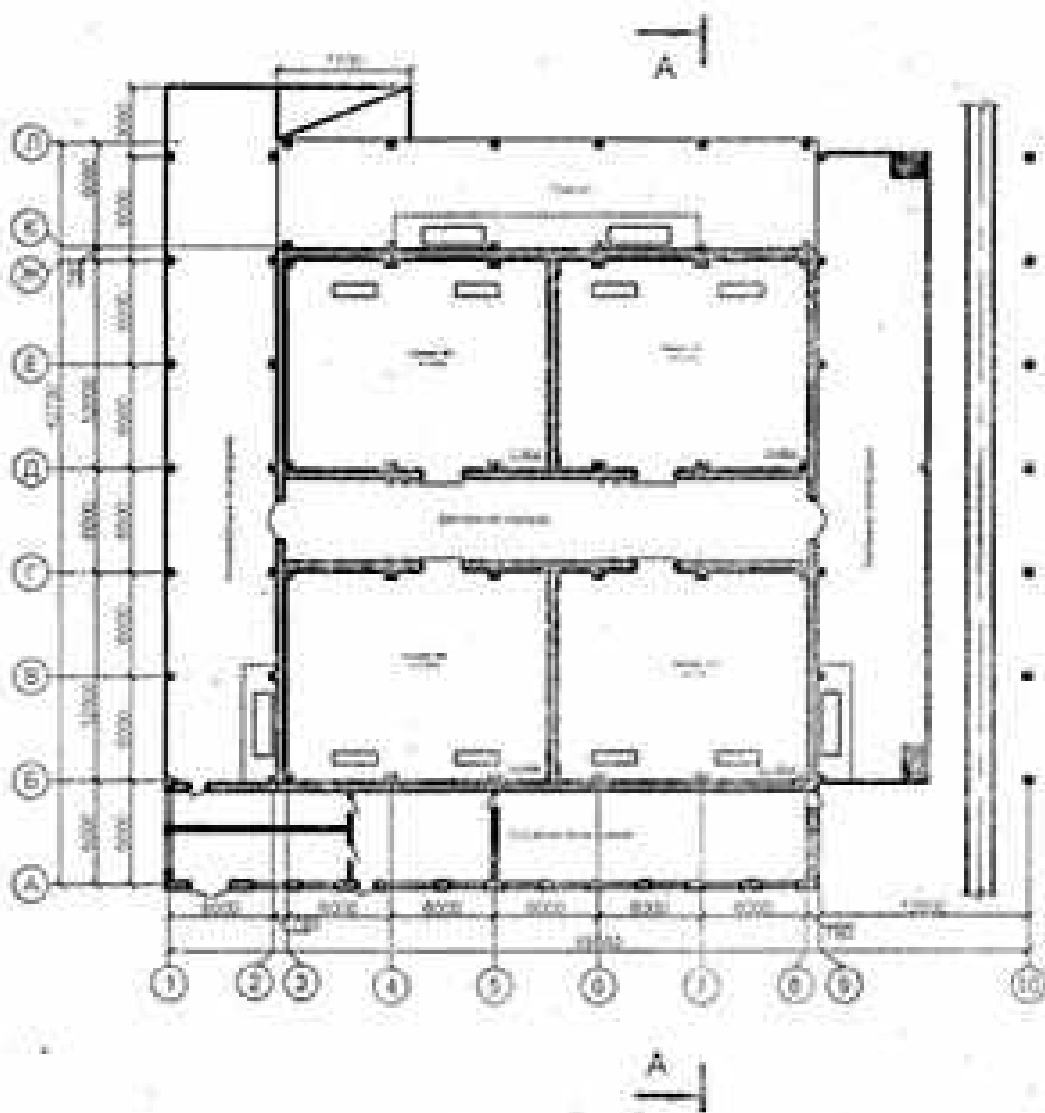


Рис.3.2 План холодильника.

- 1,2,3,4 – камери зберігання бананов.
- 5 – вантажний коридор.
- 6 – машинне відділення.
- 7 – службові приміщення.
- 8 – автопідїзд.

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.5 РОЗРАХУНОК ІЗОЛЯЦІЇ ОГОРОДЖЕНЬ

Товщину ізоляційного шару  $\delta_{гр}$  мм, огородження визначаємо за формулою:

$$\delta_i^{тр} = \lambda_{із} \left[ \frac{1}{k_0^{тр}} - \left( \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) \right] \quad (3.6)$$

де:  $\lambda_{із}, \lambda_i$ - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного пару і будівельних матеріалів що складають конструкцію огородження, Вт/(м·К)

$k_0^{тр}$ - оптимальний коефіцієнт теплопередачі огородження, прийнятий у залежності від характеру огородження і температур по обох боку від нього, Вт/(м<sup>2</sup> К)

$\alpha_3$ - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої або більш теплового боку огородження, Вт/(м<sup>2</sup>К)

$\alpha_в$  - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої або більш холодного боку огородження, Вт/(м<sup>2</sup>К)

Після вибору дійсної товщини ізоляції визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі  $k_0^д$ , Вт/(м<sup>2</sup> К), за формулою:

$$k_0^д = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) + \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \quad (3.7)$$

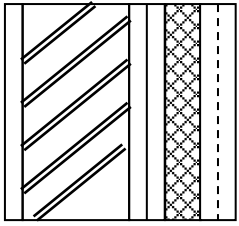
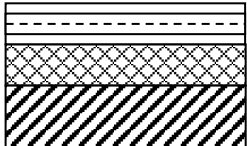
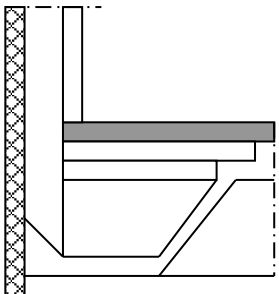
Таблиця 3.2 Розрахунок теплоізоляційного шару огородження

Огородження	tкам, °С	$\alpha_в$ Вт/м <sup>2</sup> К	$\alpha_3$ Вт/м <sup>2</sup> К	$\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ м <sup>2</sup> К/Вт	$\lambda_{із}$ , Вт/м К	Товщина теплоізоляційного шару		Коефіцієнт теплопередачі	
						$\delta_{из}^{тр}$ , Мм	$\delta_{из}^д$ , Мм	$k_0^{тр}$ , Вт/м <sup>2</sup> К	$K_d$ , Вт/м <sup>2</sup> К
Ст. зовнішня	12/32	9	23	0,108	0,045	91	100	0,48	0,44
Ст. внутр.з кор	12/ко р	9	8	0,543	0,045	43	50	0,61	0,56
Ст. внутр. з сл.прим.	12/с.п	9	8	0,108	0,045	65	75	0,61	0,54
Перегородка	12/12	9	9	0,076	0,045	71	75	0,58	0,55
Покриття	10/33	9	23	0,079	0,045	101	100	0,435	0,44
Підлога	Відсипка по периметру згідно ГОСТу								

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

**MX188.0002.003 ДП.ПЗ**

Таблиця 3.7 Конструкції огорожень

Найменування і конструкція огорожень	Найменування і матеріал шару	На шару $\delta_i, \text{м}$	Коеф. теплопровідності $\lambda_i, \text{Вт/мК}$	Тепловий опір $R_i \text{ м}^2\text{К/Вт}$
<p>Зовнішня стіна (з цегли)</p> <p>Або внутрішня стіна с маш. відділенням.</p> 	<p>Штукатурка складним розчином по метал. сітці</p> <p>Теплоізоляція ПСБ-С</p> <p>Пароізоляція-2шару гідроізоли на бітумній мастиці</p> <p>Штукатурка цементно-піщана</p> <p>Кладка цегляна на цементному розчині</p> <p>Штукатурка складним розчином</p>	<p>0,02</p> <p>треб. визн.</p> <p>0,004</p> <p>0,20</p> <p>0,380</p> <p>0,020</p>	<p>0,98</p> <p>0,05</p> <p>0,30</p> <p>0,93</p> <p>0,81</p> <p>0,93</p>	<p>0,020</p> <p>треб. визн.</p> <p>0,013</p> <p>0,022</p> <p>0,469</p> <p>0,022</p> <p><math>\Sigma=0,546</math></p>
<p>Покриття охолоджуваних приміщень</p> 	<p>1.5 шарів гідроізоли на бітумній мастиці</p> <p>2. Стяжка з бетону по метал. сітці</p> <p>3. Пароізоляція (шар пергаменту)</p> <p>4. Плитна теплоізоляція ПСБ-С</p> <p>5. Залізобетонна плита покриття</p>	<p>0,012</p> <p>0,040</p> <p>0,001</p> <p>треб. визн.</p> <p>0,035</p>	<p>0,3</p> <p>1,86</p> <p>0,15</p> <p>0,05</p> <p>2,04</p>	<p>0,040</p> <p>0,022</p> <p>не врах. —</p> <p>0,017</p> <p><math>\Sigma=0,079</math></p>
<p>Підлога охолоджувальних приміщень <math>t_{\text{кам}} \geq -4, \text{C}</math></p> 	<p>1.Монолітне бетонне покриття з важкого бетону</p> <p>2.Армобетонна стяжка</p> <p>3.Керамзитобетонна стяжка.</p> <p>4.Засипний теплоізоляційний матеріал(керамзитовий гравій)</p> <p>5. Насипний ґрунт</p> <p>6. Бетонна підготовка М100</p> <p>7. Ґрунт основи</p>	<p>0,050</p> <p>0,080</p> <p>0,001</p> <p>потре. визн.</p> <p>0,100</p> <p>---</p>	<p>1,86</p> <p>1,86</p> <p>0,15</p> <p>0,13</p> <p>2,04</p> <p>---</p>	<p>0,027</p> <p>0,043</p> <p>не врах</p> <p>---</p> <p>-- не врах.</p>

Конструкція огороження вибирається в залежності від призначення, місця знаходження холодильна та температурного режиму в камерах.

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.7 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК

Теплоприпливи через огородження  $Q_1$ , кВт, розраховуємо за формулою:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1c} \quad (3.8)$$

де:  $Q_{1c}$  теплоприплив від сонячного впливу:

$$Q_{1c} = K_d F \Delta t_c \cdot 10^{-3} \quad (3.9)$$

де:  $k_d$  - дійсний коефіцієнт теплопередачі огородження, Вт/м<sup>2</sup>·К

F- площа огородження, м<sup>2</sup>

$\Delta t_c$  - надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літню пору, °С

$$Q_{1T} = K_d F \Delta t \cdot 10^{-3} \quad (3.10)$$

де:  $\Delta t$  – температурний напір між внутрішнім і зовнішнім середовищем, С.

Теплоприплив через підлогу розраховуємо за формулою,

$$Q_{1T} = K_d \cdot F (t_n - t_k) \cdot 10^{-3} \quad (3.11)$$

I зона шириною 2м; коефіцієнтом теплопередачі  $k_I = 0,47$  Вт/(м<sup>2</sup>К)

II зона шириною 2м. і  $k_{II} = 0,23$  Вт/(м<sup>2</sup>К)

III зона шириною 2м. і  $k_{III} = 0,12$  Вт/(м<sup>2</sup>К)

IV зона, вся залишкова площа,  $k_{IV} = 0,07$  Вт/(м<sup>2</sup>К)

Усі розрахунки зводимо до таблиць: 3.8 ,3.9 , 3.10 , 3.11,

Таблиця 3.8 Розрахунок тепло припливів в камеру №1

Огородження	$R_0, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$F1, \text{м}^2$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_k, ^\circ\text{C}$	$\Delta t1, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{cl}, ^\circ\text{C}$	$Q_{1T}, \text{кВтм}$	$Q_{1c}, \text{кВтм}$	$Q_1, \text{кВтм}$
Ст.зов. Пн	0,49	108	32	12	20	-	1,058	-	1,058
Ст.вн. Сх.	0,48	86,4	12	12	0	-	0	-	0
Ст.вн. Пд	0,60	108	Кор.	12	14	-	0,907	-	0,907
Ст.зов.Зх.	0,49	86,4	32	12	20	-	0,847	-	0,847
Покриття	0,41	180	32	12	20	14,9	1,476	1,100	2,576
Підлога Із	0,47	54	32	12	20	-	0,507	-	0,507
ІІз	0,23	42	32	12	20	-	0,193	-	0,193
ІІІз	0,12	34	32	12	20	-	0,082	-	0,082
ІVз	0,07	54	32	12	20	-	0,076	-	0,076
Разом									6,246

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 3.9 Розрахунок теплоприпливів в камеру №2

Огородження	$R_0, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$F1, \text{м}^2$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_в, ^\circ\text{C}$	$\Delta t1, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{c1}, ^\circ\text{C}$	$Q_{1T}, \text{кВт}$	$Q_{c}, \text{кВт}$	$Q_1, \text{кВт}$
Ст.зов. Пн	0,49	108	32	12	20	-	1,058	-	1,058
Ст.вн. Сх.	0,49	86,4	32	12	20	-	0,847	-	0,847
Ст.вн. Пд	0,60	108	Кор.	12	14	-	0,907	-	0,907
Ст.зов.Зх.	0,48	86,4	12	12	0	-	0	-	0
Покриття	0,41	180	32	12	20	14,9	1,476	1,100	2,576
Підлога Із	0,47	54	32	12	20	-	0,507	-	0,507
Із	0,23	42	32	12	20	-	0,193	-	0,193
ІІз	0,12	34	32	12	20	-	0,082	-	0,082
ІVз	0,07	54	32	12	20	-	0,076	-	0,076
Разом									6,246

Таблиця 3.10 Розрахунок теплоприпливів в камеру №3

Огородження	$R_0, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$F1, \text{м}^2$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_в, ^\circ\text{C}$	$\Delta t1, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{c1}, ^\circ\text{C}$	$Q_{1T}, \text{кВт}$	$Q_{c}, \text{кВт}$	$Q_1, \text{кВт}$
Ст.зов. Пн	0,60	108	Кор.	12	14	-	0,907	-	0,907
Ст.вн. Сх.	0,49	86,4	32	12	20	-	0,847	-	0,847
Ст.вн. Пд	0,60	108	сл. п.	12	14	-	0,907	-	0,907
Ст.зов.Зх.	0,48	86,4	12	12	0	-	0	-	0
Покриття	0,41	180	32	12	20	14,9	1,476	1,100	2,576
Підлога Із	0,47	54	32	12	20	-	0,507	-	0,507
Із	0,23	42	32	12	20	-	0,193	-	0,193
ІІз	0,12	34	32	12	20	-	0,082	-	0,082
ІVз	0,07	54	32	12	20	-	0,076	-	0,076
Разом									6,095

					<b>MX188.0002.003 ДП.ІЗ</b>				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 3.11 Розрахунок теплоприпливів в камеру № 4

Огородження	$R_0, \text{Bm}/\text{m}^2\text{K}$	$F1, \text{m}^2$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_b, ^\circ\text{C}$	$\Delta t1, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{cl}, ^\circ\text{C}$	$Q_{1T}, \text{кВт}$	$Q_c, \text{кВт}$	$Q_1, \text{кВт}$
Ст.зов. Пн	0,60	108	Кор.	12	14	-	0,907	-	0,907
Ст.вн. Сх.	0,48	86,4	12	12	0	-	0	-	0
Ст. вн. Пд	0,60	108	сл. п	12	14	-	0,907	-	0,907
Ст.зов.Зх.	0,49	86,4	32	12	20	-	0,847	-	0,847
Покриття	0,41	180	32	12	20	14,9	1,476	1,100	2,576
Підлога Із	0,47	54	32	12	20	-	0,507	-	0,507
Із	0,23	42	32	12	20	-	0,193	-	0,193
ІІз	0,12	34	32	12	20	-	0,082	-	0,082
ІVз	0,07	54	32	12	20	-	0,076	-	0,076
Разом									6,095

					<b>MX188.0002.003 ДП.ІЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплоприпливи від вантажів при холодильній обробці  $Q_2$ , кВт, розраховуємо по формулі:

$$Q_2 = Q_{2\text{пр}} + Q_{2\text{тар}} \quad (3.12)$$

Теплоприплив від термічної обробки продуктів  $Q_{2\text{пр}}$ , кВт, визначаємо за формулою:

$$Q_{2\text{пр}} = M_{\text{пр}} \Delta i \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} \quad (3.13)$$

де:  $M_{\text{пр}}$  - добове надходження продукту в камеру, т/добу.

$\Delta i$  - ентальпія початкової і кінцевої температури продукту, Дж/кг, або прийняти теплоємність продукту, Дж/кг·К,  $C_{\text{пр}} = i_{\text{пр}} \cdot t$ , Дж/кг·К

24 - тривалість холодильної обробки продукту, ч

1000 – коефіцієнт переводу із тон у кг

3600 – коефіцієнт переводу із годин у секунди

Теплоприплив від тари  $Q_{2\text{тар}}$ , кВт, визначаємо за формулою:

$$Q_{2\text{тар}} = M_{\text{тар}} \cdot C_{\text{тар}} (t_1 - t_2) \cdot \frac{1000}{24 \cdot 3600} \quad (3.14)$$

де:  $M_{\text{тар}}$  - добове надходження тари, т/добу

$C_{\text{тар}}$  - питома теплоємність тари, кДж / (кг·К)

$t_1, t_2$  - температура тари до надходження в камеру і після термообробки, °С

Всі розрахунки зводимо в таблицю 3.6

Таблиця 3.6 Теплоприпливи від термообробки продукції.

№ ка м.	Вд, т	$M_{\text{пр}}$ , т	$M_{\text{тар}}$ , т	$t_1$ , °С	$t_2$ , °С	$\Delta t$ , кДж/кг	$i$ , кДж/кг	$C_{\text{т}}$ кДж/кг	$Q_{2\text{пр}}$ , кВт	$Q_{2\text{тар}}$ , кВт	$Q_2$ , кВт
1	138,00	14,0	1,40	20	12	8	30	2,3	6,70	0,42	7,12
2	138,00	14,0	1,40	20	12	8	30	2,3	6,70	0,42	7,12
3	138,00	14,0	1,40	20	12	8	30	2,3	6,70	0,42	7,12
4	138,00	14,0	1,40	20	12	8	30	2,3	6,70	0,42	7,12

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Експлуатаційні теплоприпливи  $Q_4$ , кВт, визначаємо за формулою:

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad (3.17)$$

Теплоприплив від освітлення  $q_1$ , кВт, визначаємо за формулою:

$$q_1 = A \cdot F \cdot 10^{-3} \quad (3.18)$$

де:  $A$  - кількість тепла, що виділяється освітленням в одиницю часу на  $m^2$  площі підлоги, Вт /  $m^2$

$F$  - площа підлоги,  $m^2$

Теплоприплив від перебування людей  $q_2$ , кВт, визначаємо за формулою:

$$q_2 = 0,35 n \quad (3.19)$$

де: 0,35 - тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, кВт

$n$  - число людей, працюючих в одному помешканні

Теплоприплив від працюючих електродвигунів  $q_3$ , кВт, визначаємо за формулою:

$$q_3 = N_э \quad (3.20)$$

де:  $N_э$  - потужність електродвигунів, кВт

Теплоприпливи при відкритті дверей  $q_4$ , кВт, визначаємо за формулою:

$$q_4 = K \cdot F \cdot 10^{-3} \quad (3.21)$$

де:  $K$  - питомий приплив тепла при відкритті дверей, Вт/ $m^2$

Для підприємства громадського харчування всі експлуатаційні теплоприпливи можна визначити за формулою:

$$Q_4 = q \cdot F \cdot 10^{-3} \quad (3.22)$$

де:  $q$  – теплове навантаження при експлуатації камери, Вт/ $m^2$

$F$  – площа камери,  $m^2$

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.16 Експлуатаційній теплоприви

№ кам	F	A	q <sub>1</sub> , кВт	n	q <sub>2</sub> , кВт	N <sub>3</sub>	q <sub>3</sub> , кВт	K	q <sub>4</sub> , кВт	ΣQ <sub>4</sub>
1	180	2,3	0,414	2	0,70	1,6	1,6	4,6	0,828	3,542
2	180	2,3	0,414	2	0,70	1,6	1,6	4,6	0,828	3,542
3	180	2,3	0,414	2	0,70	1,6	1,6	4,6	0,828	3,542
4	180	2,3	0,414	2	0,70	1,6	1,6	4,6	0,828	3,542

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.7 ВИЗНАЧЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА КОМПРЕСОР І КАМЕРНЕ УСТАТКУВАННЯ

Таблиця 3. 18 Зведені тепло припливи в режимі охолодження

Кам №	Q1		Q2		Q3		Q4		Q5		Q	
	КМ	Кам. об	КМ	Кам. об	КМ	Кам. об	КМ	Кам. об	КМ	Кам. об	КМ	Кам. об
1	5,621	6,246	5,35	7,12	2,53	2,53	2,66	3,54	7,1	7,1	23,1	26,4
2	5,621	6,246	5,35	7,12	2,53	2,53	2,66	3,54	7,1	7,1	23,1	26,4
3	5,484	6,095	5,35	7,12	2,53	2,53	2,66	3,54	7,1	7,1	23,7	26,26
4	5,484	6,095	5,35	7,12	2,53	2,53	2,66	3,54	7,1	7,1	23,7	26,26

Холодопродуктивність компресорів  $Q_0$ , кВт, розраховуємо за формулою

$$Q_0 = \frac{k \cdot Q_k}{b} \quad (3.24)$$

де:  $k$  - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах, апаратах холодильної установки,  $k=f(t_0)$

$Q_k$  - сумарне навантаження на компресори для даної температури кипіння, прийнята по зведеній таблиці теплоприпливів, кВт

$b$  - Коефіцієнт робочого часу,  $b=0,7 \div 0,8$

$$Q_0^0 = \frac{23,7 \cdot 1,03}{0,85} = 28,7 \text{ кВт}$$

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.8 ВИБІР ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

Температура кипіння:

$$\text{для фреону - } t_0 = t_B - (10 \div 16) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.25)$$

$$t_{01} = 12 - 12 = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Для хладонових ХМ температуру конденсації  $t_k$   $^\circ\text{C}$ , визначається за формулою:

$$t_k = t_{\text{зоб}} + (9 \div 12) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.26)$$

$$t_k = 32 + 10 = 42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура усмоктування холодильної машини визначається за формулою:

$$t_{\text{вс}} = t_0 + (10 \div 30) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.27)$$

$$t_{\text{вс}} = 0 + 10 = 10^\circ\text{C}$$

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.9 ПОБУДОВА ЦИКЛІВ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ, ЗНЯТТЯ ПАРАМЕТРІВ ВУЗЛОВИХ ТОЧОК

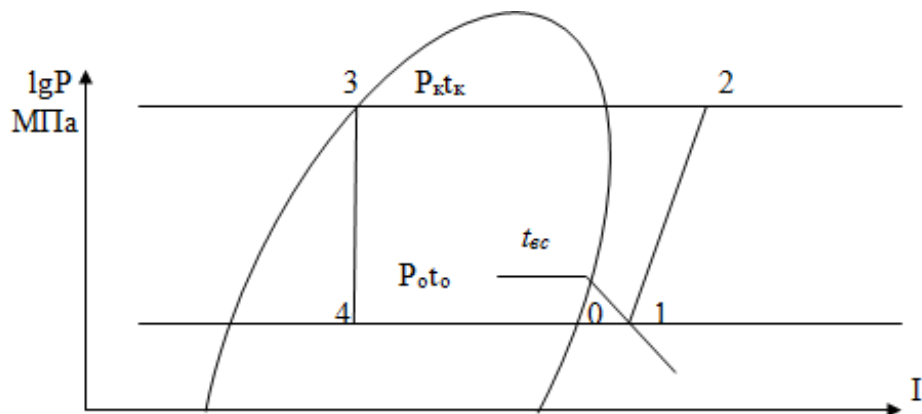


Рис. 3.3 Цикл одноступінчатої хладонової ХМ без РТО

Таблиця 3. 17 Зняття параметрів вузлових точок

Номер точки	Параметри			
	t, °C	P, МПа	h(i), кДж/кг	V, м <sup>3</sup> /кг
1	10	0,61	377	0,036
0'	0	0,61	367	0,033
2	56	1,9	402	0,0105
3	42	1,9	260	
4	0	0,61	260	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MX188.0002.003 ДП.ПЗ

Арк.

### 3.10 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК І ДОБІР КОМПРЕСОРА

Розрахунок одноступінчатого компресору:

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента  $q_0$  (кДж/кг) визначається за формулою:

$$q_0 = i_1 - i_4 \quad (3.24)$$

Масова витрата пару  $M_d$  кг/с, визначається за формулою:

$$m_d = Q_0 / q_0 \quad (3.25)$$

де:  $Q_0$  - навантаження на компресор з обліком витрат, кВт

Дійсна об'ємна подача,  $m^3/c$

$$V_d = M_d v_1 \quad (3.26)$$

де:  $v_1$  - питомий обсяг усмоктуваного пару,  $m^3/kg$

Коефіцієнт подачі компресору  $\lambda$  визначається за формулою:

$$\lambda = \lambda_i \lambda_{\omega 1} \quad (3.27)$$

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{ec}}{p_o} - c \left( \frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{ec}}{p_o} \right) \quad (3.28)$$

$$\lambda_{\omega 1} = T_o / T_k \quad (3.29)$$

Теоретична об'ємна подача,  $m^3/c$

$$V_T = V_d / \lambda \quad (3.30)$$

Питома об'ємна холодопродуктивність  $q_v$ , кВт, в робочих умовах визначається за формулою:

$$q_v = q_0 / v_1 \quad (3.31)$$

Адіабатна потужність  $N_a$ , кВт визначається за формулою:

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_a = M_d(i_2 - i_1) \quad (3.32)$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії  $n_i$ , кВт визначається за формулою:

$$n_i = \lambda_w / bt_0 \quad (3.33)$$

Індикаторна потужність  $N_i$ , кВт визначається за формулою:

$$N_i = N_a / \eta_i \quad (3.34)$$

Потужність тертя  $N_{тр}$ , кВт визначається за формулою:

$$N_{тр} = V_t P_{тр} \quad (3.35)$$

Ефективна потужність  $N_e$ , кВт визначається за формулою:

$$N_e = N_i / \eta_m \quad (3.36)$$

Потужність на валу двигуна  $N_{дв}$ , кВт, визначається за формулою:

$$N_{дв} = (1,1 - 1,12) N_e / \eta_n \quad (3.37)$$

Ефективна питома холодопродуктивність, чи холодильний коефіцієнт  $\epsilon_e$ , визначається за формулою:

$$\epsilon_e = Q_0 / N_e \quad (3.38)$$

Тепловий потік в конденсаторі в теоретичному циклі  $Q_k$  кДж/кг визначається за формулою:

-теоретичний  $Q_k = m_d(i_2 - i_3) \quad (3.39)$

-дійсний  $Q_{кy.д} = Q_0 + N_i \quad (3.40)$

По  $V_t$  по каталогу підбираємо марку і кількість компресорів

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

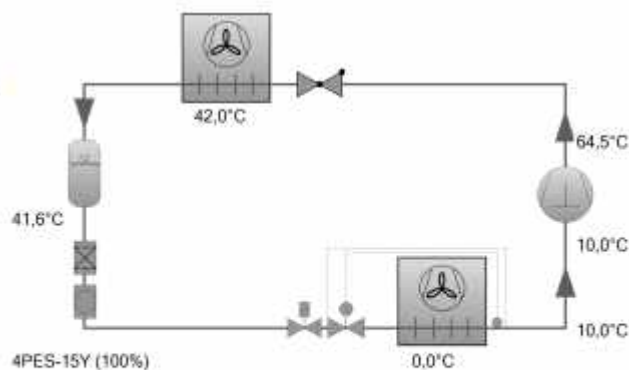
Таблиця 3.18 Розрахунок КМ

$t_0$ , С	$Q_0$ , кВт	$q_0$ , кДж/ кг	$M$ , Кг/с	$V_g$ , м <sup>3</sup> /с	$\lambda_i$ ,	$\lambda_w$ ,	$\lambda$ ,	$V_m$ , м <sup>3</sup> /с	Тип ком- ру	$V_{km}$ , м <sup>3</sup> К	Кіль- кість, шт.	$\Sigma V_k$ , м <sup>3</sup> /с
0	28,7	107	0,27	0,0095	0,92	0,87	0,8	0,012	4PES	0,014	1	0,014

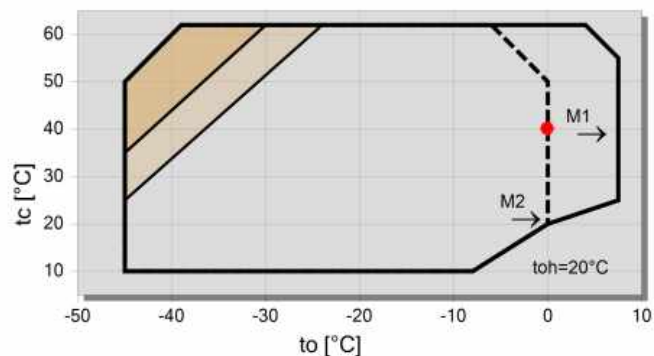
Продовження таблиці 3.18

$N_a$ , кВт	$\eta_i$ ,	$N_i$ , кВт	$N_{тр}$ , кВт	$N_e$ , кВт	$N_{дв}$ , кВт	$E_0$ ,	$Q_{кд}^T$ , кВт	$Q_{кд}$ , кВт
8,5	0,87	9,7	0,42	10,1	11,4	3,6	45,9	46,2

модель компрессора 4PES-15Y  
 Режим Охлаждение и кондиционирование воздуха  
 Хладагент R404A  
 Темп., используемая в расчете Темп. "точки росы"  
 Тисларения SST 0 °C  
 Тконденсации SCT 42,0 °C  
 Переохл-е (в конденсаторе) 0 K  
 Темп. всасываемых паров 10,00 °C  
 Режим эксплуатации Авто  
 Энергоснабжение 400V-3-50Hz  
 Регулятор производ-сти 100%  
 Полезный перегрев 100%



**Компрессор 4PES-12Y-40P**  
 Ступени регулирования производительности 100%  
 Холодопроизвод-сть 39,9 kW  
 Холодопроизвод-сть\* 39,9 kW  
 Произв-сть испарителя 39,9 kW  
 Потребл. мощность 11,48 kW  
 Ток (400V) 19,45 A  
 Напряжения питания 380-420V  
 Производительность конденсатора 51,4 kW  
 COP/КПД 3,48  
 COP/КПД \* 3,48  
 Массов. расход 1145 kg/h  
 Режим эксплуатации Стандарт  
 Температура нагнетания без охлаждения 72,1 °C



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MX188.0002.003 ДП.ПЗ

Арк.

### 3.11 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК І ДОБІР КОНДЕНСАТОРІВ

Площа поверхні конденсатора  $F, \text{м}^2$ , визначається за формулою:  $\text{м}^2$

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \theta_m} \quad (3.45)$$

де:  $Q_k$  - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт

$k$  - коефіцієнт теплопередачі конденсатора, Вт/м<sup>2</sup> К

$\theta_m$  - середня логарифмічна різниця температур між конденсуючимся хладоном і охолоджуючим середовищем, °С

$$F = \frac{46,2}{0,040 \cdot 11} = 105 \text{ м}^2$$

Дану площу теплопередачі забезпечує поверхня теплообміну конденсаторів, що входять до складу агрегатів:

Витрати охолоджуючого повітря, що надходить на КД з повітряним охолодженням  $V_B, \text{кг/с}$ , визначається за формулою:

$$V_B = \frac{Q_k}{C_{л} \cdot \rho_{п} \cdot (t_{л2} - t_{л1})} \quad (3.46)$$

де:  $Q_k$  - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт

$C_B$  - питома теплоємність повітря,  $C_B = 1,005 \text{ кДж/кг К}$

$\rho_B$  - густина повітря,  $\rho_B = 1,29 \text{ кг/м}^3$

$t_{B2} - t_{B1}$  - підігрів повітря в КД, °С

$$V_B = \frac{46,2}{1,005 \cdot 1,24 \cdot 6} = 5,9 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.12 РОЗРАХУНОК І ДОБІР КАМЕРНОГО УСТАТКУВАННЯ

Розрахунок і добір батарей і повітроохолоджувачів визначається за формулою:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \Delta t} \quad (3.43)$$

де:  $Q_{об}$  - сумарне навантаження на камерне устаткування визначена тепловим розрахунком, кВт

$k$  - коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження Вт/ м<sup>2</sup>К

$\Delta t$  - Різниця температур між киплячим ХА і повітрям у камері, °С

Всі розрахунки зводимо в таблицю 3.19

Таблиця 3.19 Розрахунок камерного обладнання

Камера №	Q <sub>о</sub> , кВт	t <sub>о</sub> , °С	Δt, °С	K, Вт/м <sup>2</sup> К	F, м <sup>2</sup>	повітро охолоджувач	Кількість	F <sub>8</sub> , м <sup>2</sup>
1	30,2	0	10	16,9	188,2	GLE 353B4	2	96,1
2	30,2	0	10	16,9	188,2	GLE 353B4	2	96,1
3	30,8	0	10	16,9	187,4	GLE 353B4	2	96,1
4	30,8	0	10	16,9	187,4	GLE 353B4	2	96,1

Таблиця 3.27 Характеристика повітроохолоджувача

Показники	GLE 353A4
Площа тепло передаючої поверхні, м <sup>2</sup>	96,1
Холодопродуктивність, к Вт	18,2
Місткість по х.а., дм <sup>3</sup>	10,01
Шаг ребер, мм	4,5
Потужність електродвигуна, кВт	2x0,35
Вага, кг	67

					<b>MX188.0002.003 ДП.ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.13 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ДОПОМІЖНОГО УСТАТКУВАННЯ

#### Лінійний ресивер

Ресивер призначений для зберігання запасу фреону необхідного для підвищення ефективності роботи хол.установки при термічних навантаженнях. Кількість хол.агенту повинно бути менше об'єму ресиверу і конденсатора (якщо між ними немає запорного вентеля).

В хладонових установках об'єм ресиверу  $V_{л.р}$  (в  $m^3$ ) визначається за формулою:

$$V_{л.р} = 1,45 \cdot V_{вип} \quad (3.46)$$

$$V_{л.р} = 1.45 \cdot 0,2 = 0,29 \text{ дм}^3 = 29,0 \text{ л} = 0,029 \text{ м}^3$$

Дану ємність забезпечують ресивери що входять до складу агрегатів.

Таблиця 3.18 - Технічні дані лінійного ресиверу

Марка	Bitzer, F302H
Розміри, мм	
D x S	216x4
L	665
Діаметри патрубків, мм	
вхід	12
вихід	12
вага	18,0
Місткість, $дм^3$	22,1

					MX188.0002.003 ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.14 ВИЗНАЧЕННЯ ДІАМЕТРУ ТРУБОПРОВІДІВ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Діаметр трубопроводів  $d_{вн}$ , в мм, визначається за формулою:

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4G}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}} \quad (3.47)$$

де  $V$  – об'ємна витрата рідини або газу, м<sup>3</sup>/с (з розрахунків)

$G$  – масова витрата рідини або газу, кг/с (з розрахунків)

$\omega$  - швидкість руху рідини або газу, м/с

$\rho$  - щільність рідини або газу, кг/м<sup>3</sup>

Таблиця 3.20

Найменування трубопроводу.	V, м <sup>3</sup> /с	G, кг/с	$\omega$ , м/с	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	двн.тр, м	двн.дій, м
Газові х.а						
всмоктування	0,016		16		0,034	0,040
Нагнітання	0,016		22		0,031	0,032
Рідини х.а		0,34	1,25	1190	0,018	0,021

Таблиця 3.21-Характеристика труб

Умовний прохід труби, $d_y$ , мм	Зовнішній діаметр, $d_z$ , мм	Внутрішній діаметр труби, $d_{вн}$ , мм	Площа поперечного перетину	Вага 1м, кг
20	24	21	0,346	0,943
32	36	32	0,805	1,900
40	45	40	1,25	2,969

## 4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

### 4.1 Організація ремонту та монтажу холодильного обладнання

#### Вступ

Портовий холодильник відіграє ключову роль у зберіганні та обробці швидкопсувної продукції, що надходить морським транспортом. Для безперебійного функціонування холодильної системи критично важливо організувати ефективний монтаж, ремонт та технічне обслуговування як холодильного обладнання, так і компресорного цеху — головного енергетичного вузла системи.

#### Основні етапи монтажу холодильного обладнання

##### Підготовчі роботи

- Аналіз технічного завдання (ТЗ);
- Планування розташування обладнання відповідно до технічного проєкту;
- Підготовка фундаментів, анкерів, основ під агрегати;
- Проведення електромонтажних та сантехнічних підключень.

##### Монтаж холодильних агрегатів

- Встановлення компресорів, конденсаторів, ресиверів, сепараторів;
- Прокладання трубопроводів (фреонових або аміачних) з урахуванням ухилів та компенсацій теплового розширення;
- Монтаж запірної та регулювальної арматури;
- Ізоляція трубопроводів та апаратів.

##### Монтаж автоматизованої системи управління

- Підключення контролерів, датчиків температури, тиску, витoku хладону;
- Програмування режимів роботи обладнання.

##### Організація компресорного цеху

##### Призначення цеху

Компресорний цех забезпечує циркуляцію холодоагенту у всій холодильній системі та створює потрібні параметри тиску та температури.

					MX188.003.004 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Основні вимоги

- Висота приміщення не менше 3,5 м;
- Вентиляція примусова + аварійна (особливо при роботі з NH<sub>3</sub>);
- Наявність дренажної системи;
- Температурний контроль та протипожежні заходи.

## Обладнання компресорного цеху

- Компресори (гвинтові, поршневі);
- Масловідділювачі;
- Системи маслоподачі та охолодження масла;
- Станції автоматичного контролю та сигналізації.

## Організація ремонту холодильного обладнання

### Види ремонту

#### Тип ремонту Характеристика

**Поточний** Регулярні перевірки, заміна ущільнень, дозаправка холодоагентом

**Плановий** Заміна зношених вузлів, регулювання автоматичних систем

**Капітальний** Повне розбирання агрегатів, ревізія компресорів, заміна теплообмінного обладнання

### Організація ремонтних робіт

- Ведення графіка профілактики;
- Наявність резервного обладнання;
- Навчений персонал з допуском до роботи з хладагентами (F-гази, NH<sub>3</sub>);
- Контроль герметичності систем та аналіз витоків.

### Безпека при виконанні монтажних-ремонтних робіт

- Дотримання норм охорони праці (ДНАОП, ДСТУ);
- Обов'язкове використання індивідуальних засобів захисту (ЗІЗ);
- Робота з аміачним обладнанням — лише за наявності системи аварійного оповіщення та нейтралізації;
- Проведення інструктажів перед початком робіт;
- Ведення технічного журналу.

					MX188.003.004 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновки

Грамотно організовані монтаж та ремонт холодильного обладнання в портовому холодильнику є запорукою безперебійної та енергоефективної роботи підприємства. Особливо важливим є технічний стан компресорного цеху, оскільки саме він є “серцем” холодильного комплексу.

					MX188.003.004 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4.2 Експлуатація холодильної установки

### Вступ

Портові холодильники є стратегічно важливими об'єктами зберігання швидкопсувної продукції (м'ясо, риба, фрукти тощо), що надходить морським транспортом. Ефективна експлуатація холодильної установки та компресорного цеху — запорука безперервної, енергоефективної та безпечної роботи.

### Загальна структура холодильного комплексу

#### Основні компоненти:

- Компресорний цех (компресори, масловідділювачі, автоматика);
- Холодильні камери (з ізоляцією, повітроохолоджувачами);
- Конденсаторна установка (повітряне чи водяне охолодження);
- Ресивери, сепаратори, дросельні пристрої;
- Система автоматики та диспетчеризації (SCADA, PLC).

#### Основні принципи експлуатації

##### Забезпечення безперервності роботи

- Перевірка роботи компресорів (тиск, температура, рівень масла);
- Контроль за параметрами холодоагенту (тиск, витрати, температура кипіння);
- Регулювання клапанів, фільтрів, автоматики.

##### Контроль температурного режиму

- Постійний моніторинг температури в камерах ( $\pm 0,5$  °C);
- Аварійні сигнали при відхиленнях;
- Журнали реєстрації температури.

##### Підтримка енергоефективності

- Своєчасне розморожування повітроохолоджувачів;
- Періодичний контроль теплообміну;
- Застосування інверторних приводів, частотних перетворювачів.

##### Експлуатація компресорного цеху

##### Щоденні процедури обслуговування

					MX188.003.004 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Запуск компресорів з дотриманням регламенту;
- Контроль мастила (рівень, температура, в'язкість);
- Перевірка тиску всмоктування та нагнітання;
- Перевірка на герметичність (особливо з аміаком);
- Зчитування показників автоматичних регуляторів.

### **Регламентні роботи**

- Щотижнево: очищення фільтрів, перевірка контактів автоматики;
- Щомісячно: перевірка герметичності та системи сигналізації;
- Щокварталу: аналіз масла, профілактика компресорів;
- Щорічно: повна зупинка системи, ревізія обладнання.

### **5. Система диспетчеризації та автоматики**

- Візуалізація параметрів у режимі реального часу;
- Аварійне вимкнення при витокі хладону, перегріві компресора;
- Автоматичне регулювання холодопродуктивності;
- Ведення електронного журналу подій та технічного стану.

### **Охорона праці та техніка безпеки**

#### **Робота з аміачними установками**

- Обов'язкові ЗІЗ (протигази, гумові рукавички, спецодяг);
- Наявність аварійного душу та витяжної вентиляції;
- Сигналізація по NH<sub>3</sub>;
- Інструктаж та журнал допусків.

#### **6.2. Електробезпека**

- Розмежування силових та сигнальних ліній;
- Щорічна перевірка заземлення;
- Допуск лише персоналу з групою з електробезпеки III і вище.

### **7. Висновок**

- Ефективна експлуатація холодильного обладнання та компресорного цеху вимагає:
- чіткого дотримання регламентів обслуговування,
- професійної підготовки персоналу,

					MX188.003.004 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- регулярного технічного контролю стану обладнання,
- інтеграції сучасних автоматизованих систем.

Це дозволяє зменшити втрати продукції, знизити витрати на енергоресурси та гарантує безпечну роботу в умовах інтенсивного навантаження на портові об'єкти.

					MX188.003.004 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4.3 АВТОМАТИЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ.

### Вступ

Автоматизація холодильного обладнання в умовах портового господарства дозволяє забезпечити:

- стабільну роботу систем охолодження;
- зменшення людського чинника;
- підвищення енергоефективності;
- оперативне реагування на аварійні ситуації.
- У портових холодильниках це особливо важливо, оскільки навантаження на систему відбувається циклічно, залежно від прибуття вантажів.

### Мета автоматизації

- Забезпечення безперервної роботи системи охолодження;
- Оптимальне керування енергоспоживанням;
- Контроль температури, тиску, рівнів рідин та масла;
- Моніторинг стану компресорів, насосів, вентиляторів;
- Вчасне виявлення відхилень і несправностей;
- Архівування даних для аналізу ефективності роботи.

### Структура системи автоматизації

#### Пристрої та елементи керування:

- **Програмовані логічні контролери (PLC)** — керують роботою системи;
- **Сенсорні панелі оператора (HMI)** — візуалізація процесів;
- **Датчики температури, тиску, рівня, витоку газу;**
- **Частотні перетворювачі** — регулювання обертів електродвигунів;
- **Електромагнітні клапани, соленоїди, реле** — керування потоками холодоагенту;
- **Сигналізація** — світлова, звукова, віддалене повідомлення про аварії.

#### Автоматизовані процеси:

- Пуск/зупинка компресорів на основі навантаження;
- Перемикання між резервними агрегатами;

					MX188.003.004 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 4.4 Охорона навколишнього середовища

### Вступ

Компресорний цех портового холодильника — це об'єкт підвищеної екологічної небезпеки, особливо при використанні хладагентів, таких як аміак або фреони. Його робота може впливати на:

- повітря (викиди газів та парів);
- воду (забруднення охолоджуючих стоків);
- ґрунт (просочування масел чи хладагентів);
- загальну безпеку середовища порту.

### Основні джерела екологічної небезпеки

1. Витоки холодоагентів (амоніаку або фреонів):
  - вплив на озоновий шар (для хлорфторвуглеців);
  - токсичність для людей та тварин ( $\text{NH}_3$ );
  - небезпека вибуху при скупченні парів.
2. Витоки мастильних матеріалів:
  - потрапляння до каналізації або ґрунту;
  - ризик займання.
3. Шумове забруднення:
  - робота компресорів створює інтенсивний шум (до 90 дБ і більше);
  - може негативно впливати на персонал та навколишнє середовище.
4. Викиди теплого повітря (від конденсаторів):
  - підвищення температури локального мікроклімату.

### Екологічні заходи на етапі експлуатації

#### Технічні заходи:

- Герметичність трубопроводів і з'єднань, регулярна перевірка фітінгів;
- Використання екологічно безпечних хладагентів (наприклад,  $\text{CO}_2$ , пропан, ізобутан);
- Встановлення газоаналізаторів (амоніак, фреони);
- Збір та утилізація відпрацьованого масла згідно з чинними нормами;

					MX188.003.004 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



проектування, регулярне техобслуговування та культура екологічної безпеки знижують ризики впливу на довкілля та покращують репутацію підприємства.

					MX188.003.004 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Розрахункова вартість обладнання	1083500
Витрати транспортування 15%	162525
Витрати на монтаж 20%	216700
Разом вартість обладнання (Воб)	1462725

## 5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо виробіток холоду в робочих умовах:

$$Q_{0роб} = Q_0 * k * t * n \quad (5.3)$$

де  $Q_0$  - холодопродуктивність компресора в робочих умовах, кВт;

$k$  – коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах;

$t$  - час роботи компресора за рік, секунд;

$n$  - кількість компресорів даного типу, од.

$$Q_{0роб} = 9,12 * 1 * 19\,440\,000 * 1 = 0,18 * 10^9 \text{ кДж}$$

$$Q_{0роб} = 9,7 * 1,1 * 19\,440\,000 * 2 = 0,42 * 10^9 \text{ кДж}$$

Річний виробіток холоду в стандартних умовах:

$$Q_{0ст} = Q_{0роб} * k_n; \quad (5.4)$$

де  $k_n$  - коефіцієнт переведення роботи компресора з робочих умов в стандартні

$$Q_{0ст} = 0,18 * 10^9 * 0,42 = 0,08 * 10^9 \text{ кДж}$$

$$Q_{0ст} = 0,42 * 10^9 * 0,76 = 0,32 * 10^9 \text{ кДж}$$

## 5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

До експлуатаційних (поточних) витрат відносяться витрати на:

- допоміжні матеріали;
- електроенергію;
- заробітну плату виробничих робочих;
- амортизацію холодильного обладнання;
- поточний ремонт обладнання;

					MX188.003.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- інші.

### 5.3.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів відносяться:

- а) холодоагент;
- б) змащувальні матеріали.

Розрахунок вартості річної потреби холодоагенту:

$$B_{xa} = G_{xa} * C_{xa} \quad (5.5)$$

де  $G_{xa}$  - річне поповнення системи холодоагентом, т;

$C_{xa}$  - ціна холодильного агента за 1т, грн.

Річна потреба холодильного агента при ремонті

$$G_{xa} = g_{x.a.} * \sum Q_0 * k' \quad (5.6)$$

де  $k'$  - коефіцієнт, який враховує втрати холодильного агента при ремонтних роботах;

$g_{x.a.}$  - норма витрат холодоагенту, кг/1кВт

$$G_{xa} = 0,1 * 28,52 * 1,2 = 3,42 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 3,42 * 450 = 1540 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості річної потреби змащувальних матеріалів:

$$B_m = G_m * C_m \quad (5.7)$$

де  $C_m$  - вартість 1т змащувальних матеріалів, грн./кг

$G_m$  - річна потреба змащувальних матеріалів, кг

$$G_m = g_m * n * R * k' \quad (5.8)$$

де  $g_m$  - норма витрат мастила на 1 компресор, кг;

$n$  - кількість компресорів;

$R$  - кількість разів заміни масла на рік;

$k'$  - коефіцієнт, який враховує втрати мастила при ремонтних роботах

$$G_m = 1,5 * 1 * 3 * 1,2 = 5,4 \text{ кг}$$

$$B_m = 5,4 * 300 = 1620 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

					MX188.003.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою:

$$B_{ел} = N_{ел} * Ц_{ел} \quad (5.10)$$

$Ц_{ел}$  - тариф за 1 кВт-годину електроенергії, грн.;

$$B_{ел} = 77608 * 5,93 = 460213 \text{ грн.}$$

### 5.3.3 Визначення кількості виробничого персоналу

Кількість слюсарів-ремонтників визначаємо по нормативам на один компресор с урахуванням поправочного коефіцієнта.

Кількість слюсарів-ремонтників визначається за формулою:

$$K_p = \sum N_{ч} * \pi * K_{\pi} \quad (5.11)$$

де  $N_{ч}$  - норматив чисельності на один компресор даної групи, осіб;

$\pi$  - кількість компресорів одного типу в групі;

$K_{\pi}$  - поправочний коефіцієнт зниження норм чисельності в залежності від кількості компресорів в групі

Кількість слюсарів-ремонтників холодильної установки:

$$K_m = 0,124 * 1 * 1 = 0,124 = 1 \text{ робітник}$$

### 5.3.5 Розрахунок витрат на заробітну плату

Загальний фонд оплати праці визначається як сума основної та додаткової заробітної плати.

Основна заробітна плата визначається за формулою:

$$ЗП_{осн} = ГТС_i * Теф * K_p \quad (5.12)$$

де  $Теф$  - ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік, годин

$K_p$  - кількість робітників, обслуговуючих холодильне обладнання, осіб

$ГТС_i$  - годинна тарифна ставка відповідного розряду, грн.

$$ГТС_i = ГТС_{\min} * ТК_i \quad (5.13)$$

де  $ГТС_{\min}$  – мінімальна годинна тарифна ставка, грн.;

$ТК_i$  - тарифний коефіцієнт відповідного розряду

$$ЗП_{осн} = 86,4 * 440 = 38016,0 \text{ грн}$$

Додаткова заробітна плата складає 50 % від основної заробітної плати.

Нарахування на фонд заробітної плати (єдиний соціальний внесок) 22% від загального річного фонду оплати праці.

					MX188.003.005 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$C_{1000} = \frac{V_p}{Q_{ост}} \cdot 1000 \quad (5.15)$$

де  $C_2$  - річні витрати на виробництво холоду, грн.;

$$C_{1000} = (918435 / 0,4 * 10^9) * 1000 = 2,36 \text{ грн.}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.6.

Таблиця 5.6 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Холодопродуктивність	Q	кВт	28,52
2	Кількість компресорів	п	шт	3
3	Кількість обслуговуючого персоналу	Кр	осіб	1
4	Капітальні вкладення	КВ	грн.	1822725
5	Експлуатаційні витрати	Вр	грн.	918 435
6	Собівартість 1000кДж холоду	С	грн.	2,36

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

### Загальні положення

- Припортовий холодильний цех є виробничим об'єктом підвищеної небезпеки через:
  - використання токсичних і вибухонебезпечних речовин (наприклад, аміаку);
  - роботу зі складним обладнанням (компресори, насосні агрегати, вентиляційні установки);
  - наявність холодних поверхонь, ковзких підлог, високих рівнів шуму.
- Тому охорона праці в таких умовах має на меті забезпечення безпеки персоналу, попередження виробничого травматизму, професійних захворювань і аварійних ситуацій.

### Основні небезпеки у холодильному цеху

- **Хімічні:** витоки хладагенту (аміак, фреони), їх вдихання або контакт зі шкірою;
- **Механічні:** рухомі частини компресорів, вентиляторів, насосів;
- **Електричні:** ураження струмом через несправне обладнання чи порушення правил експлуатації;
- **Температурні:** обмороження через контакт з холодоносіями або холодними поверхнями;
- **Акустичні:** тривалий вплив високого рівня шуму;
- **Психофізіологічні:** монотонність, робота у нічні зміни, відповідальність за безперервні процеси.

### Заходи охорони праці

#### Технічні заходи:

- Герметизація трубопроводів та обладнання;
- Встановлення газоаналізаторів аміаку з автоматичним сповіщенням;
- Автоматичне аварійне відключення обладнання;
- Системи аварійної вентиляції та промивання;
- Шумозахисні кожухи на компресори та звукоізоляція стін;

					MX188.003.006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Протипожежні системи (сповіщення, вогнегасники, система дренчерного зрошення).

### **Організаційні заходи:**

- Проведення інструктажів з охорони праці: вступного, первинного, повторного, позапланового;
- Навчання персоналу діям у разі витоку хладагенту або пожежі;
- Робота за затвердженими технологічними картами;
- Ведення журналу інструктажів та допусків до робіт підвищеної небезпеки.

### **Індивідуальний захист працівників (ЗІЗ):**

- Захисний одяг і взуття (термостійкий комбінезон, гумові рукавиці, чоботи);
- Протиамоніачні респіратори або маски;
- Захисні окуляри або щитки;
- Шумозахисні навушники (при рівні шуму >80 дБ).

### **Робоче місце і режим праці:**

- Обігріті побутові приміщення (роздягальні, душові, кімнати відпочинку);
- Раціональне освітлення, вентиляція, неслизькі покриття підлоги;
- Графік змінної роботи, обмеження тривалості перебування в зоні охолодження;
- Медичні огляди та психофізіологічна перевірка персоналу.

### **Вимоги до аварійної готовності**

- План локалізації та ліквідації аварій;
- Плакати та схеми евакуації;
- Наявність засобів першої допомоги на кожній робочій зоні;
- Постійний зв'язок з диспетчером/черговим інженером;
- Навчання персоналу сценаріям дій при витоку, пожежі, електротравмі.

### **Контроль і аудит**

- Періодичний огляд електрообладнання, ЗІЗ, сигналізації;

					MX188.003.006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Атестація робочих місць;
- Ведення документації з охорони праці;
- Внутрішні перевірки, доповіді, акти з виявленими порушеннями.

### **Організація охорони праці**

- Відповідальність за організацію охорони праці несе керівник підприємства.
- На підприємстві створюється служба охорони праці або призначається відповідальна особа (інженер з охорони праці).
- Основні функції служби охорони праці:
  - контроль за дотриманням законодавства та нормативів;
  - організація навчання, інструктажів та перевірки знань з охорони праці;
  - участь у розслідуванні нещасних випадків;
  - подання звітності до контролюючих органів.

### **Навчання та інструктажі**

Усі працівники до початку роботи повинні пройти:

- вступний інструктаж;
- первинний інструктаж на робочому місці;
- повторні, позапланові та цільові інструктажі згідно з графіком та потребами.

Персонал, зайнятий на роботах з підвищеною небезпекою, проходить щорічну перевірку знань з питань охорони праці.

Ведеться журнал реєстрації інструктажів з охорони праці.

### **Забезпечення безпечних умов праці**

Робочі місця оснащуються необхідними засобами колективного та індивідуального захисту.

Усі виробничі приміщення мають бути:

- забезпечені вентиляцією;
- оснащені сигналізацією (газоаналізатори, пожежна сигналізація);
- утримувані в чистоті та порядку.

Працівникам, які працюють в умовах шкідливих або небезпечних факторів, надаються засоби індивідуального захисту згідно з нормами.

					MX188.003.006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## **Соціальні гарантії та медичне обслуговування**

Працівники проходять попередній (при прийомі на роботу) та періодичні медичні огляди згідно з графіком.

Працівники мають право на:

- безпечні умови праці;
- компенсації та пільги у разі роботи в шкідливих умовах;
- відмову від виконання робіт, що загрожують життю чи здоров'ю.

## **Розслідування нещасних випадків**

Усі нещасні випадки на виробництві підлягають розслідуванню відповідно до Порядку, затвердженого Кабінетом Міністрів України.

Складається акт Н-1 (у разі трудового нещасного випадку), проводиться аналіз причин, розробляються заходи щодо запобігання повторенню.

## **Відповідальність за порушення вимог охорони праці**

Працівники, які порушують вимоги охорони праці, несуть дисциплінарну, адміністративну або кримінальну відповідальність згідно із законодавством.

Відповідальні особи зобов'язані забезпечити усунення виявлених порушень у визначені строки.

## **ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС НАДЗВИЧАЙНИХ ПОДІЙ (ЧП)**

### **Загальні положення**

Надзвичайні події (ЧП) на підприємстві — це ситуації, що виникають унаслідок аварій, пожеж, вибухів, витоків хімічно небезпечних речовин (наприклад, аміаку), природних катаклізмів або техногенних загроз і які створюють безпосередню загрозу життю, здоров'ю працівників або порушують нормальне функціонування виробничого процесу.

Метою охорони праці під час ЧП є забезпечення швидкого реагування, евакуації працівників, локалізації наслідків і збереження життя персоналу.

### **Основні види надзвичайних подій на холодильному підприємстві**

- Витік хладагенту (аміаку, фреонів);
- Пожежа або вибух у компресорному цеху;
- Вихід з ладу електропостачання;

					MX188.003.006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Обвал або руйнування конструкцій;
- Теракт або диверсія;
- Повітряна тривога чи воєнні дії (в умовах воєнного стану).

### **Основні принципи дій під час ЧП**

- Безпека понад усе — головним завданням є збереження життя та здоров'я людей.
- Організованість — дії мають відбуватись згідно з планом реагування.
- Навченість персоналу — усі працівники проходять інструктаж щодо дій у надзвичайних ситуаціях.

### **План дій персоналу під час ЧП**

#### **При пожежі або вибуху:**

- негайно повідомити чергового/відповідального.
- увімкнути систему пожежного сповіщення (якщо не увімкнулась автоматично).
- При можливості відключити електроживлення та перекрити подачу хладагенту.
- Розпочати евакуацію через найближчий безпечний вихід.
- У разі наявності засобів — використати вогнегасник для локалізації пожежі.

#### **При витокі аміаку:**

- увімкнути аварійну вентиляцію (при наявності автоматично — перевірити її роботу).
- Надіти протигаз або респіратор.
- Вийти з небезпечної зони, тримаючись підвітряного боку.
- Повідомити відповідні служби (ДСНС, керівництво).
- Не користуватися відкритим вогнем або електрообладнанням у зоні витоків.

#### **При знеструмленні:**

- Зупинити обладнання згідно з інструкціями.
- Перевірити аварійне освітлення та вентиляцію.
- Повідомити службу енергозабезпечення та керівництво.

#### **При воєнній загрозі (повітряна тривога):**

					MX188.003.006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Негайно припинити роботу та перейти до укриття.
- Взяти індивідуальні засоби захисту (респіратори, аптечки).
- Дотримуватись вказівок відповідального за евакуацію.

### **Організація навчання та підготовки персоналу**

- Проведення щорічних тренувань з евакуації та ліквідації наслідків ЧП.
- Розробка та вивішування планів евакуації у цехах і коридорах.
- Ознайомлення персоналу з Планом локалізації та ліквідації аварійних ситуацій (ПЛАС).
- Постійне оновлення журналу реєстрації навчань і тренувань.

### **Обладнання та засоби безпеки**

- Наявність і перевірка засобів індивідуального захисту (протигази, вогнегасники, аптечки).
- Системи автоматичного контролю витоків газу (газоаналізатори).
- Вивіски та вказівники аварійних виходів і укриттів.
- Радіозв'язок або інші засоби оповіщення.

### **Відповідальність**

Керівництво несе відповідальність за забезпечення умов безпеки під час ЧП.

Кожен працівник зобов'язаний знати порядок своїх дій у разі надзвичайної ситуації, а також неухильно його виконувати.

Особи, які не виконують вимог безпеки в умовах ЧП, несуть дисциплінарну та, в разі потреби, кримінальну відповідальність.

### **Висновок**

Охорона праці в припортовому холодильному цеху є критичним елементом безпечної експлуатації обладнання і збереження життя та здоров'я персоналу. Реалізація комплексу заходів технічного, організаційного та індивідуального рівня дозволяє знизити ризики та підвищити рівень промислової безпеки.

					MX188.003.006 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про охорону праці». – Відомості Верховної Ради України, 1992, №49.
2. Закон України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності».
3. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.
4. ДСТУ EN 378-1:2016. Холодильні установки та теплові насоси. Основні вимоги з безпеки.
5. Положення про розслідування нещасних випадків, затверджене постановою КМУ № 337 від 17.04.2019.
6. Інструкція з охорони праці для операторів холодильних установок.
7. Соколов С.Л., Захаров Д.В. **Промислове холодозабезпечення.** — М.: Машиностроение, 2017.
8. Чорний В.С. **Холодильна техніка і технології.** — К.: Ліра-К, 2019.
9. Войтович І.І. **Основи технічної експлуатації холодильного обладнання.** — Львів: Видавництво ЛНУ, 2018.
10. Пилипенко С.Я. **Енергозбереження у холодильних системах.** — Харків: НТУ "ХП", 2020.
11. **Каталог обладнання Bitzer.** – Офіційний сайт компанії Bitzer, 2022.
12. Левченко О.І. **Автоматизація холодильних установок.** — Одеса: ОНАХТ, 2021.
13. Глебов С.Г. **Безпека праці в холодильних цехах.** — Дніпро: ДНУ, 2020.
14. **ISO 5149:2014 Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements.**
15. Лемешев Ю.В. **Компресорні установки. Теорія і практика.** — К.: Видавництво НАУ, 2016.
16. Наказ МОЗ №246 від 21.05.2007 «Про затвердження переліку робіт з підвищеною небезпекою».

					MX 188.003.007 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. **ASHRAE Handbook – Refrigeration.** – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2022.
18. Плужников В.А. **Проектування холодильних складів.** — Київ: НУБіП, 2019.
19. Нікітін В.П. **Технологія зберігання плодів і овочів.** — К.: Урожай, 2018.
20. **Гігієнічні вимоги до умов праці в холодильно-компресорних установках.** – Санітарні правила та норми України, 2021.

<https://card-file.ontu.edu.ua/communities/d5f9920a-e888-455e-b6d9-3eefe1decf6f>

					МХ 188.003.007 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



**ДОЗВІЛ  
НА РОЗМІЩЕННЯ  
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

*Абрамов Микола Сергійович,*  
здобувач освіти гр. 4МХ-188, та

*Петушенко С.М.,*  
керівник дипломного проекту,

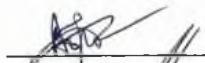
не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до дипломного проекту фахового молодшого бакалавра на тему:

***«Розробка компресорного цеху портового холодильника ємністю 525 тон, м. Ізмаїл»***

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2025 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець



/ Абрамов М.С. /

Керівник



/ Петушенко С.М. /

«10» червня 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

**В І Д Г У К**

керівника про дипломний проект здобувача освіти

Абрамова Миколи Сергійовича

Спеціальність                      № 142 «Енергетичне машинобудування»

Освітньо-професійна програма    «Монтаж і обслуговування холодильно-  
компресорних машин та установок»

**Тема:**            Розробка компресорного цеху портового холодильника ємністю 525 тон, м.  
Ізмаїл.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)**

а) Об'єм та якість виконаної роботи (графічного матеріалу та розрахунково-пояснювальної записки)

Дипломний проект Абрамов М.С. виконано згідно завданню і складається з пояснювальної записки на сторінках і графічного матеріалу на аркушах, формату А-1. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Самостійність роботи над проектом (роботою)

Дипломник Абрамов над дипломним проектом працював самостійно, графік виконання окремих розділів пояснювальної записки і графічних аркушів не порушував.

в) Теоретична підготовка дипломника

Теоретична підготовка студента Абрамова Миколи Сергійовича - добра.

При навчанні за освітньо-професійною програмою «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок» показав програмні результати навчання на достатньо високому рівні, зацікавленість проявляв до дисциплін професіонального циклу.

г) Вміння вирішувати виробничі та конструкторські питання на базі останніх досягнень науки і техніки, передових методів виробництва

Студент Абрамов, в період роботи над дипломним проектом показав, що зможе вирішувати конструкторські і виробничі питання на базі сучасних досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування.

Абрамов М.С. отримав освітній ступень молодший спеціаліст з енергетики, заслуговує присвоєння кваліфікації – фахівець з холодильно-компресорних машин і установок.

Оцінка розрахункової частини	4 (добре)
Оцінка графічної частини	4 (добре)
Загальна оцінка	4 (добре)

Прізвище, ім'я, по батькові керівника \_\_\_\_\_ Петушенко С.М.

Місце роботи і посада керівника проекту  
\_\_\_\_\_ к.т.н., викладач циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу \_\_\_\_\_

« 16 » червня 20 25 р.

Підпис  \_\_\_\_\_

ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект (роботу) студента

Абрамова Миколи Сергійовича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»  
Освітня програма «Монтаж і обслуговування холодильно-  
компресорні машин та установок»

Тема: Розробка компресорного цеху портового холодильника ємністю 525 тон,  
м. Ізмаїл.

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки \_\_\_\_\_ сторінки

Обсяг графічної частини проекту \_\_\_\_\_ } \_\_\_\_\_ аркуші

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

а) Висновок про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завданню

Дипломний проект Абрамов М.С., виконаний згідно завданню і складається з пояснювальної записки на \_\_\_\_\_ сторінках і графічного матеріалу на 3 аркушах. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Характеристика виконання кожного розділу проекту: ступеня використання дипломником останніх досягнень науки і техніки передових методів роботи на виробництві

Тема дипломного проекту розкрита у повному обсязі. Всі розділи розрахунково-конструкторської частини виконані з урахуванням останніх досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування. Дипломник використовував технічну і довідкову літературу по данні у темі. Враховані передові методи роботи на виробництві

в) Оцінка якості виконання графічної частини проекту (роботи) і пояснювальної записки

Якість виконання пояснювальної записки і графічної частини добра

г) Перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

1. Виконання графічної частини за допомогою програми AutoCAD.
2. Використання сучасного холодильного обладнання.

д) Основні недоліки дипломного проекту (роботи)

1. В ПЗ, розділі 3.7 не показані схеми камер.
2. На графічному аркуші №2 «Розводка трубопроводів» не вказані діаметри трубопроводів.

Оцінка розрахункової частини

4 (добре)

Оцінка графічної частини

4 (добре)

Загальна оцінка

4 (добре)

Прізвище, ім'я, по батькові:

Берханов Т. В.

Місце роботи і посада рецензента:

Берханов - методич.  
всн. отряд Одессь

29 05 20 25 р.

[Підпис]  
Підпис

## Звіт подібності

## метадані

Назва організації

Odesa Technical Professional College of Odesa National University of Technology

Заголовок

Розробка компресорного цеху портового холодильника ємністю 525 тон, м. Ізмаїл.

Автор

Науковий керівник / Експерт

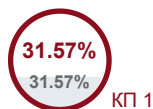
Абрамов Микола Сергійович Петушенко Сергій Миколайович

підрозділ

Відокремлений структурний підрозділ "Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету"

## Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

10122

Кількість слів

76795

Кількість символів

## Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв	Б	14
Інтервали	A→	0
Мікропробіли	␣	4
Білі знаки	Б	0
Парафрази (SmartMarks)	a	193

## Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Копію тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

## 10 найдовших фраз

Копію тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/9a73f0a0-74fe-4140-8987-a3e399f2b1f1/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/9a73f0a0-74fe-4140-8987-a3e399f2b1f1/download</a>	138 1.36 %
2	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/9a73f0a0-74fe-4140-8987-a3e399f2b1f1/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/9a73f0a0-74fe-4140-8987-a3e399f2b1f1/download</a>	130 1.28 %
3	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/4d5313cd-6145-4cc1-a527-e3438a955cf5/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/4d5313cd-6145-4cc1-a527-e3438a955cf5/download</a>	103 1.02 %
4	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/9a73f0a0-74fe-4140-8987-a3e399f2b1f1/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/9a73f0a0-74fe-4140-8987-a3e399f2b1f1/download</a>	95 0.94 %
5	<a href="https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/d832942b-e631-471e-b716-8e52c042ba32/download">https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/d832942b-e631-471e-b716-8e52c042ba32/download</a>	72 0.71 %