

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОПП: «Монтаж і

обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: МХ - 187

Дипломний проект
здобувача освіти заочного відділення
МХ 187. 001. 000 ДП

**Василенко Матвія
Матвійовича**

м. Одеса - 2024 р

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

Спеціальність 142
Енергетичне машинобудування
Група 4 МХ- 187

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
МХ 187.001.000 ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка холодильної установки для камер зберігання яблук
ємністю 540 тон, Миколаївська обл.

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

Дипломник Василенко М.М. (Василенко М.М.)

Керівник проекту Беркань Ір.В. (Беркань Ір.В.)

Консультанти:

з економічної частини Шимко О.В. (Шимко О.В.)

з будівельної частини Волянська С.В. (Волянська С.В.)

з охорони праці Чорновол Н.І. (Чорновол Н.І.)

по дотриманню
вимог ЄСКД Волянська С.В. (Волянська С.В.)

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

Завідуючий відділенням Бригадир Л.Г. (Бригадир Л.Г.)

Захист “05” 06 2024 р. Протокол ЕК № 01 МХ3

Оцінка ЕК 5 (відмінно)

Секретар ДЕК Хоцяновський С.Ю. (Хоцяновський С.Ю.)

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

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

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

ЗАВДАННЯ

до дипломного проектування

Прізвище, ім'я та по батькові: Василенко Матвій Матвійович
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок»

Тема дипломного проекту: Розробка холодильної установки для камер зберігання яблук ємністю 540 тон, Миколаївська обл.

Стверджена наказом по коледжу від « 02 » 11 2023 р. № 244 –А2- ОД
Вихідні дані для проекту: температура літня 33 °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 швидкокопсуваних 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 холодильника
- 3.4 Планування холодильника.
- 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 холодильної установки
- 3.9 Побудова циклу холодильної 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	22.04.2024
2 Технологічна частина	23.04 - 25.04.2024
3 Розрахунково-конструкторська частина	26.04 - 06.05.2024
4 Організаційна частина	07.05 – 09.05.2024
5 Аркуш 1,2	10.05 – 13.05.2024
6 Економічна частина	14.05 – 19.05.2024
7 Аркуш 3	20.05.2024
8 Охорона праці	21.05.2024
Попередній захист	22. 05.2024
Захист дипломного проекту	31.05.2024

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 3 від “17” жовтня 2023

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Беркань Ір.В.)

[illegible]

З М І С Т

Стор.

ВСТУП

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

- 1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкта завдання.
- 1.2 Вихідні дані.
- 1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

- 2.1 Характеристика швидкопсувних 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 холодильника.
- 3.4 Планування холодильника.
- 3.5 Розрахунок ізоляції огорожень.
- 3.6 Тепловий розрахунок.
- 3.7 Визначення навантаження на компресор та камерне обладнання.
- 3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки.
- 3.9 Побудова циклу холодильної 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 обладнання.
- 3.14 Розрахунок та вибір градирні.
- 3.15 Розрахунок та підбір градирні
- 3.16 Розрахунок діаметру патрубків

4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

- 4.1 Організація ремонту та монтажу холодильного обладнання
- 4.2 Експлуатація холодильного обладнання
- 4.3 Автоматизація холодильної установки

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок капітальних вкладень

5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на працівника при обслуговуванні холодильної установки.

6.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища

6.3 Пожежна безпека

7. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

					МХ 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Садівники України вирощують найпопулярніші на ринку сорти яблук: Ренет Симиренко, Голден Делішес, Джонаголд, Декоста, Айдаред, Ред Джона принц, Гала. Досконально вивчивши досягнення європейських садівників та новітні тенденції галузі, підприємства застосовує інтенсивну технологію вирощування, що передбачає використання системи крапельного зрошування та унікальні для України системи захисту від граду (антиградові сітки). Завдяки старанному догляду та безперервному контролю стану своїх насаджень, підприємства вирощує продукцію преміум-якості. В техніці застосовують компресійні холодильні установки, в яких енергія для отримання холоду витрачається у вигляді механічної роботи на привід компресора та абсорбційні, в яких енергія витрачається у вигляді теплоти на термохімічну компресію.



Рис. 1. Зовнішній вигляд камери зберігання яблук

У холодильних камерах використовується потужне охолоджувальне устаткування – поєднання досягнень європейських конструкторів. Деякі компоненти польські, інші – німецькі та нідерландські. Завданням є якомога швидше охолодити врожай після збирання. Із саду яблуко надходить з середньою температурою $+25^{\circ}\text{C}$. Якщо нагріті плоди швидко не охолодити, вони гірше зберігатимуться та втрачатимуть вагу. Для господарства це критично, адже камера заповнюється новим урожаєм протягом двох-трьох днів. Тому в камерах встановлено потужні повітроохолоджувачі із інтенсивним потоком повітря, які здатні за добу охолодити зібраний урожай до температури зберігання $+1,2$ $+1,5$ градусів. Для контролю цього процесу ми розміщуємо у яблуках спеціальні датчики».

Після збору врожаю яблука продовжують жити. Вони дихають і перетворюють кисень у вуглекислий газ. Зменшення кисню в атмосфері зберігання дозволяє обмежити дихання плодів і як наслідок уповільнити їх старіння. У сховищах деяких підприємств рівень вуглекислого газу контролюється за допомогою спеціального

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання нідерландської фірми Van Amerongen, призначеного для створення та підтримання регульованого газового середовища. Регульоване газове середовище запускається лише тоді, коли яблука вже досягли потрібної температури – за низької температури інтенсивність дихання знижується у двадцять разів порівняно із звичайними умовами, що створює можливості для контролю середовища. У такому режимі із створеними оптимальними умовами для зберігання: кисень на рівні $0,4 \div 2,5\%$ та вуглекислий газ в межах $1,0 \div 3,5\%$, урожай яблук в герметичних холодильних камерах може зберігатися майже цілий рік, без втрати якості продукції. Холодильні камери характеризуються високою газонепроникністю. Це досягається установкою високотехнологічних «сендвіч-панелей», газонепроникними холодильними дверима Salco і спеціальними матеріалами для герметизації. Відмінною особливістю останніх є те, що тут замість гумового ущільнювача використовується ущільнювач подібний до велосипедної камери. Після закриття дверей у нього насосом нагнітають повітря, що й забезпечує високу герметичність.



Рис.2 Камери з РГС для зберігання яблук

Перед тим, як продукція має надійти у продаж, вимикають систему РГС, і поступово відкривають камеру, аби інтенсивність дихання вийшла на нормальний рівень, а тоді вже ці яблука поступають на сортування.

Для зберігання яблук необхідно забезпечити високу відносну вологість повітря в камері та відповідний температурний режим.

Відносна вологість повітря має бути на рівні 85...95%, температура в межах $0...+2^{\circ}\text{C}$, важливим також є стабільність температури.

Щоб забезпечити виконання даних умов зберігання застосовується цілий комплекс заходів:

- Камеру холодильну потрібно забезпечити доброю теплоізоляцією, стіни і стеля має бути теплоізована пінополіуретановою ізоляцією товщиною від 80 мм, на підлозі бетонна стяжка з теплоізоляцією від 50 мм екструдованого пінополістиролу відповідної щільності.

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Позитивно впливає на процес зберігання наявність в камері «акумулятора холоду», який згладжує можливі зміни температурного режиму, це може бути одна бетонна підлога, чи тільки стіни і стеля з звичайних будівельних матеріалів (цегла, бетон, тощо), у випадку коли теплоізоляція камери проводиться ззовні конструкції камери.
- Для забезпечення холоду можна застосовувати систему з безпосереднім кипінням фреону чи з проміжним холодоносієм - охолоджувачами рідин, так званими чілерами.
- Холодильне обладнання має бути відповідної холодопродуктивності та необхідної комплектації та складу.

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Призначення і технічна характеристика об'єкта завдання

Тема дипломного проекту - розробка холодильної установки для камер зберігання яблук ємністю 540 тон, Миколаївська обл.

Холодильні камери при фермерському господарстві – це промислова споруда, яка призначається для охолодження і зберігання яблук різних сортів в умовах штучного охолодження та високої відносної вологості повітря.

Охолоджувальний склад складається з камер зберігання з температурою повітря $0 \div 2^{\circ}\text{C}$ і відотною вологістю 85-90%.

В камери зберігання з інтенсивною циркуляцією повітря за допомогою аміачних повітроохолоджувачів (до 60-120 об'ємів в годину). Повітря пересувається усередині камери з швидкістю 3 - 4 м/с. Укладка тари здійснюється так, щоб холодне повітря обдувало продукти з усіх боків і рівномірно охолоджувало. В камерні прилади охолодження аміак подається за допомогою насосів.

Доставка і відправка рослинної продукції споживачам здійснюється автомобільним транспортом, для чого призначається автомобільна платформа. Для переміщення вантажів існує вантажний коридор шириною 6 метрів. Планування холодильника забезпечує механізацію вантажно-розвантажувальних робіт.

Будівля холодильника виконана по каркасній схемі з стандартних залізобетонних конструкцій. Теплоізоляція виконується з плит пінопласту полістирольного ПСБ-С стандартної товщиною, кратною 25 мм. Сітка колон 6 * 12 метрів.

Підсобні приміщення : машинне відділення, електрощитові, службові приміщення прибудовані до південної сторони холодильника.

Машинне відділення аміачної холодильної установки відноситься до категорії Б по вибухо-пожежобезпеці і до класу В-1б вибухобезпечних приміщень, тому електрообладнання, пускова апаратура, засоби автоматики виготовлені в закритому виконанні.

На холодильнику передбачено зворотне водопостачання, основним елементом якого являється вентиляторна градирня, з якої охолоджена вода поступає в кожухотрубні конденсатори і на охолоджувальні сорочки компресорів.

Для підтримування заданого температурного режиму зберігання призначається аміачна холодильна установка одноступеневого стиснення з безпосереднім охолодженням. Холодильна установка розраховується на режим роботи при максимальних зовнішніх і внутрішніх теплоприпливах.

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В даному проекті застосовані найбільш прогресивні технології зберігання продуктів рослинного походження, сучасні будівельні конструкції, використані останні досягнення в галузі холодильної техніки і технології.

1.2. Вихідні дані

Місце будівництва	Миколаївська обл.
Місткість камер зберігання	540 тон
Середньорічна температура	+9,6 °С
Розрахункова літня температура	+33 °С
Розрахункова зимня температура	-18 °С
Відносна літня вологість повітря	60%
Географічна широта	46,5
Вантаж для зберігання	яблука

1.3. Техніко-економічне обґрунтування проекту

Холодильник одноповерховий. Такі холодильники мають великий фронт вантажних робіт та можливість раціонального використання комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт. А це означає – швидкість вантажних робіт та порівняне зменшення їх вартості .

Головна ж перевага одноповерхових холодильників – їх проста конструкції, так як питома вага вантажів, в даному випадку овочів, припадає безпосередньо на ґрунт. Колони будівлі сприймають невелику вагу, створювану покриттям. Це дозволяє збільшити завантаження на 1м², отож і висоту камер. Недоліком є більша площа земельного наділу, який займає холодильник та велика поверхня зовнішніх загороджень (особливо перекриття), що приводить до збільшення теплоприпливів.

Приймаю окремо стоячі фундаменти, на які обпираються стіни і колони. Двері холодильних камер відкотні, вони зручні тому що при відкриванні не перешкоджають руху вантажно- розвантажних і транспортних засобів. Розмір дверей 2 х 3 метра.

На фруктосховищах місткістю більше 500 тон приймається централізоване холодопостачання з розміщенням в єдиному машинному відділенні компресорів, підключених на одну температуру кипіння.

Основні недоліки централізованого холодопостачання – складний та тривалий монтаж холодильної установки , наявність великої кількості розподільних пристроїв, розгалуженої мережі трубопроводів, затворної арматури.

На даному холодильнику впроваджене безпосереднє охолодження для камер зберігання та технологічних потреб. Безпосереднє кипіння дозволяє зменшити

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різницю температур повітря в камері зберігання і кипіння холодильного агенту на 5 °С, що призведе до економії енергії на 15%.

Система подачі холодильного агенту – безнасосна.

Холодильним агентом вибраний аміак. Це зумовлено кращими його термодинамічними властивостями. Використовується аміак, застосовують сталі труби, що значно дешевше труб з кольорових металів (при використанні хладонів). Аміак добре розчиняється у воді, в присутності вологи пошкоджує кольорові метали. Аміак доступний та дешевий агент. Його недоліком залишається негативний вплив на організм людини. Тому при обслуговуванні холодильної машини треба дотримуватися правил безпеки. Застосовуючи аміак, ми, тим самим, зменшуємо розміри компресорів в порівнянні з фреоновими, так як він має більшу об'ємну холодопродуктивність.

Теплоізоляційним матеріалом вибраний пінополістирол ПСБ-С, що має низку переваг порівняно з іншими відповідними матеріалами: вологостійкість, вогнестійкість, не гниє, не знищується бактеріями та шкідниками, відносно дешевий. Пінополістирол має дуже низький коефіцієнт теплопровідності ($\lambda = 0,05$ Вт/(мК)) та не сприяє корозії металів.

Повторне використання централізованої зворотної води забезпечує певний вагу в загальних витратах. Високоєфективною буде вентиляторна градирня. Енергопостачання централізоване.

					МХ 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика швидкопсувних продуктів

Холодильник при фермерському господарстві призначається яблук різних сортів.

Для тривалого зберігання придатні високоякісні плоди: здорові, чисті, без механічних пошкоджень. Кінцева якість овочевої продукції залежить від їх товарної обробки, калібровки, сортування, упаковки, а також від правильної загрузки камер зберігання.

Фрукти – це продукти харчування рослинного походження. До їх складу входять азотні речовини, вуглеводи, органічні кислоти, глюкозиди, фенольні сполучення, ефірні мастила, віск, жир, жиророзчинні пігменти, алкалоїди, вітаміни, мінеральні речовини.

Основна особливість плодів – висока кількість води у їх складі, до 80-90%. Кількість сухих речовин досягає 10-20%, менша частина це нерозчинні, а більша – розчинні в клітковому соці. Вуглеводи, обумовлюють калорійність, яка в середньому складає 25-40 калорій у 100 грамах. Вміст клітковини (целюлози) - 0,2: 2,8%, але її значно більше у шкурці. Вміст геміцелюлози від 0,2 до 3,5%. Кількість пектинових речовин в овочах і фруктах складає десятку процента.

2.2. Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання

Розрахункові температурні параметри та значення вологості повітря в приміщеннях, що охолоджуються вибираємо в залежності від призначення, виду продуктів, технологічних особливостей зберігання та обробки.

Температура початку замерзання плодів $-0,5 \div -4^{\circ}\text{C}$, а температура зберігання коливається від -1°C до 4°C . Відхилення температурного режиму на 1°C підвищує активність дихання в 1,1 : 1,4 рази.

Не менш важливим фактором успішного зберігання плодів є воложистий режим в камері: зниження відносної вологості приведе до росту усихання, у той же час надмірне підвищення відносної вологості призведе к збільшенню утрати рослинної сировини від загнивання і враження мікроорганізмами.

Яблука в залежності від сезону поступають до камер зберігання при температурі $20-25^{\circ}\text{C}$ і зберігаються при температурі від -1 до $+2^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості повітря 85-95%.

При температурі $2-3^{\circ}\text{C}$, $\phi = 95\%$ і поганій циркуляції повітря різко підвищується ріст плісняви, але відносна вологість повітря нижче 85% недопустима, крім камер зберігання часнику и цибулі (70-80%).

Охолоджувальна система повинна забезпечувати підтримування оптимальної

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

температури і вологості повітря при зберіганні яблук відхиленням температури не більше чим на 0,5 °С і відносної вологості повітря на 2-4% і можливість регулювання в значних межах.

Для даного проекту приймаємо:
температуру внутрішнього повітря в камерах зберігання 0 °С ,
відносну вологість повітря - 90%,
температуру вантажу, що надходить 20 °С,

Термін зберігання фруктів на холодильнику при дотримуванні необхідних умов - до 10 місяців

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахункові дані

Холодильник планується розташувати у південній кліматичній зоні.

Розраховуючи теплоріпиви крізь перегородку, що відділяє камеру від не охолоджуємих приміщень, приймаємо:

Розрахункову різницю температур, у розмірі 70% від повного перепаду температур, якщо приміщення сполучається з зовнішнім повітрям (коридори, тамбури)

У розмірі 60% від повного перепаду температур, якщо приміщення не має прямого сполучення з зовнішнім повітрям (експедиції, приміщення товарної обробки продуктів тощо.)

Розрахункову температуру води для охолодження конденсатора, при зворотному водопостачанні приймається на 3-4 °С вище температури за зволоженим термометром, яка визначається за h_d - діаграмою для вологого повітря для Одеської області

Ємність камер зберігання - 540 тон з них:
зберігання яблук - 100%

3.2. Розрахунок будівельних площ

Будівельну площу камери зберігання для вантажів укладених в штабелі визначаємо за формулою:

$$F_{\sigma} = \frac{E}{q_v \cdot h_{\sigma n} \cdot \beta}; \quad (3.5)$$

де E – місткість камери зберігання, тон;

q_v – норма завантаження на 1м² вантажного об'єму камери, тон/м³;

$h_{\sigma n}$ – вантажна висота штабелю, м;

β – коефіцієнт використання будівельної площі камери, що враховує площу камери зайняту колонами, приладами охолодження, проходами.

Кількість будівельних прямокутників визначаємо за формулою:

$$n = \frac{F_{\sigma}}{f}; \quad (3.6)$$

де f – будівельна площа одного прямокутника, що визначається вибраною сіткою колон, м².

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дійсна місткість камер зберігання :

$$E_{\partial} = E \frac{n_{\partial}}{n}; \quad (3.7)$$

де n_{∂} – дійсна кількість будівельних прямокутників.
Загальна площа камер зберігання

$$F_{к.хр} = F_1 + F_2 + F_3 \quad (3.8)$$

Площа допоміжних приміщень

$$F_{всп} = 0.3 * F_{к.хр} \quad (3.9)$$

Потрібна площа охолоджувального складу

$$F_{охл} = F_{к.хр} + F_{всп} \quad (3.10)$$

Площа службових приміщень

$$F_{с.пом} = 0.1 * F_{охл} \quad (3.11)$$

Площа машинного відділення

$$F_{м.о} = 0.1 * F_{охл} \quad (3.12)$$

Всі розрахунки зводимо в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Найменування камери	E т	q _v т/м	h _{гр} м	β	F м ²	f м ²	n р	n _д q	Ед т
Яблука	540	0,34	4,5	0,8	441,18	72	6,13	6	529
Всього кам.зберіг..	540				441,18	72	6,13	6	529
Допоміжні приміщ.					132,35	72	1,84	2	
Охолодж.склад					573,53	72	7,97	8	
Службові приміщ.					86,03	72	1,19	1	
Машинне відділен.					86,03	72	1,19	1	

3.3. Вимоги до планування холодильника

Планування холодильних камер відповідає прийнятій схемі технологічного процесу, тобто забезпечує точне і послідовне виконання всіх технологічних операцій. Бажаний напрямок руху вантажу в одну сторону без зустрічних і пересічних потоків. Двері камер виходять в коридор.

Планування сприяє зменшенню першопочаткових затрат на будівництво холодильника. Це достається широким застосуванням типових будівельних матеріалів, скороченням площі, яку займають допоміжні приміщення. Однак не можна забувати про зручності обслуговування.

Планування забезпечує дешеву та зручну експлуатацію холодильника. Насамперед правильно вибрані розміри холодильника, які забезпечують свободу і широту маневру вантажно-розвантажувальних робіт. Ширину автомобільної платформи приймаємо 6 м.

Планування відповідає прийнятій системі охолодження. Це особливо важливо враховувати при плануванні одноповерхових холодильників, так як це завжди вдається забезпечити злив холодильного агенту із приладів охолодження. При складанні планування передбачую місця для монтажу обладнання, камерних розподільних колекторів і т.п.

Планування забезпечує можливість розширення холодильника. Для цього вільною залишаю одну із стін.

Планування відповідає вимогам правил охорони праці, техніки безпеки і пожежної безпеки.

При плануванні холодильника звертаю увагу, на запобігання від набухання ґрунту, який знаходиться під ним, що залежав від температури повітря у камері, характеру ґрунту і рівня ґрунтових вод.

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4. Планування холодильника

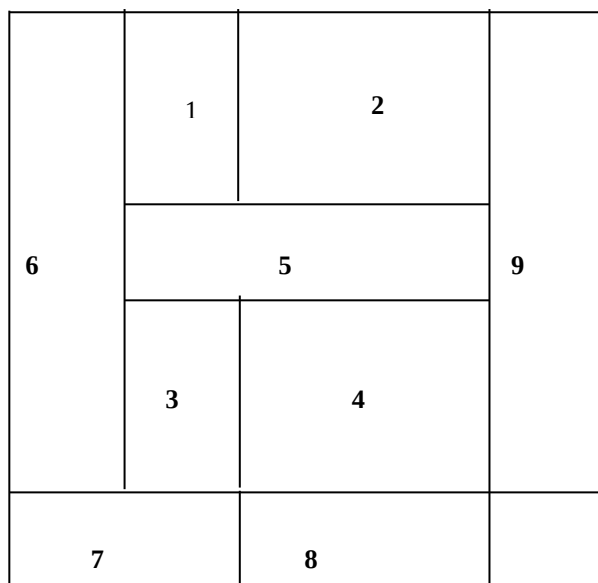


Рис. 3.1

- 1, 2,3,4 - камера зберігання яблук різних сортів
- 5 - коридор
- 6 - автомобільна платформа
- 7- службові приміщення
- 8 - машинне відділення
- 9 - цех переробки яблук

3.5. Розрахунок ізоляції огорожень

Товщина ізоляційного шару огороження розраховується за формулою :

$$\delta_{iz} = \lambda_{iz} \left[\frac{1}{k_o} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right]; \quad (3.13)$$

де λ_{iz}, λ_i – коефіцієнти теплопровідності ізоляційного і будівельних матеріалів, що входять до складу конструкції огороження, Вт/(м²К);

k_o – потрібний коефіцієнт теплопередачі огороження, що приймається в залежності від характеру огороження та температур по обидва боки від нього, Вт/(м²К);

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішнього, чи більш теплого боку огороження, Вт/(м²К);

α_6 – коефіцієнт тепловіддачі з внутрішнього, або більш холодного боку огороження, Вт/(м²К);

δ_i – товщина окремих шарів конструкції огороження, м.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі огороження знаходять за формулою :

$$k_o = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{iz}^d}{\lambda_{iz}}}; \quad (3.14)$$

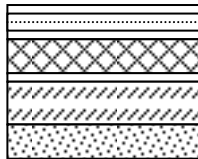
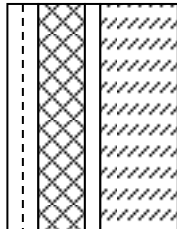
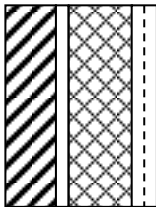
де δ_{iz}^d – прийнята товщина ізоляційного шару, м.

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2

Прийняті конструкції огорожень

Найменування конструкція огороження	i	Найменування та матеріал шару	Товщина шару δ_i , м	Коеф. тепло провід ності λ_i , Вт/м (мК)	Тепловий опір R_i м ² К/Вт
Зовнішня стінова панель		Штукатурка складним розчином по метал. сітці Теплоізоляція ПСБ-С Пароізоляція - 2 шари гідроізолу на бітумній мастиці Штукатурка цементно- піщана Кладка цегляна на цементному розчині Штукатурка склад- ним розчином	0,02 потріб. визнач. 0,004 0,020 0,380 0,020	0,98 0,05 0,30 0,93 0,82 0,93	0,020 — 0,013 0,022 0,469 0,022 $\Sigma=0,546$
Покриття охолоджувальних приміщень		5 шарів гідроізолу на бітумній мастиці Стяжка з бетону по металевій сітці Пароізоляція (шар пергаміну) Плитна теплоізоляція ПСБ-С Залізобетонна плита покриття	0,012 0,040 0,001 потреб. визнач. 0,035	0,3 1,82 0,15 0,05 2,04	0,040 0,022 не врах. — 0,017 $\Sigma=0,079$
Внутрішня стіна між камерами зберігання машинним відділенням	i	Штукатурка складним розчином по метал. сітці Теплоізоляція ПСБ-С Пароізоляція - 2 шари гідроізолу на бітумній мастиці Штукатурка цементно- піщана Кладка цегляна на цементному розчині Штукатурка склад- ним розчином	0,02 потріб. визнач. 0,004 0,020 0,380 0,020	0,98 0,05 0,30 0,93 0,82 0,93	0,020 — 0,013 0,022 0,469 0,022 $\Sigma=0,546$

Підлога охолоджувальних приміщень 	Монолітне бетонне покриття з важкого бетону Армобетонна стяжка Керамзитобетонна стяжка Засипний матеріал теплоізоляційний (керамзитовий гравій) Пісок Бетона підготовка М100 Грунт основи	0,040 0,080 0,001 потріб. визнач. 0,025 1,35	1,86 1,86 0,15 0,05 0,98 0,58	0,027 0,043 не врах потрібно визнач. 0,026 2,338
Найменування конструкції огороження	Найменування та матеріал шару	Товщина шару δ_i, м	Коеф. теплопровідності λ_i, Вт/м К	Тепловий опір R_i, м² К/Вт
Внутрішня стінова панель 	Панель з керамзито – бетону ($\rho=1100\text{кг/м}^3$) Пароізоляція – 2 шари гідроізоли на бітумній мастиці Плитна теплоізоляція ПСБ-С Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0,240 0,004 потреб. визнач. 0,020	0,47 0,30 0,05 0,98	0,51 0,013 — 0,020 $\Sigma=0,543$
перегородка 	Штукатурка складним розчином по метал. сітці Теплоізоляція ПСБ-С Пароізоляція - 2 шари гідроізоли на бітумній мастиці Зовнішній шар з важкого бетону	0,02 потреб. визнач. 0,004 0,080	0,98 0,05 0,30 1,86	0,020 — 0,013 0,043 $\Sigma=0,077$

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ					Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Усі розрахунки теплоізоляційного шару огорожень зводимо до табл.3.3.

Таблиця 3.3 Розрахунки ізоляційного шару огорожень

огороження	λ	t в	a н	a в	R н	R в	R і	$\delta_{из}^{TP}$	$\delta_{дст}^{TP}$	K тр	K дст
	Вт/МК	С	Вт/м ² К	Вт/м ² К	м ² К/Вт	м ² К/Вт	м ² К/Вт	м	м	Вт/м ² К	Вт/м ² К
Зовн.ст.кам.зб	0,05	0	23	9	0,043	0,111	0,108	0,154	0,175	0,3	0,27
Вн.ст. з кор.	0,05	0	8	9	0,125	0,111	0,543	0,069	0,075	0,465	0,44
Вн.ст. з м/в	0,05	0	8	9	0,125	0,111	0,546	0,068	0,075	0,465	0,44
Перегородка	0,05	0/0	9	9	0,111	0,111	0,077	0,071	0,075	0,58	0,56
Покриття	0,05	0	23	7	0,043	0,143	0,079	0,159	0,175	0,29	0,27

3.6. Тепловий розрахунок

Теплоприпливи крізь огороження

Теплоприпливи крізь огороження розраховуємо за формулою:

$$Q_{1T} = k_o^\partial \cdot F(t_n - t_e); \quad (3.15)$$

де k_o^∂ – дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження Вт/м²К

F – площа поверхні огороження, м²

t_н – температура з зовнішньої сторони огороження, °С

t_в – температура повітря у середині охолоджуваного приміщення, °С

Теплоприпливи від сонячної радіації розраховуємо за формулою

$$Q_{1C} = k_o^\partial \cdot F \cdot \Delta t_c; \quad (3.16)$$

де Δt_c – надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації під час літнього періоду (°С)

Якщо підлога розташована на ґрунті, не має обігрівальних пристроїв, теплоприпливи через неї визначають підсумовуванням через умовні зони шириною 2 м за формулою:

$$Q_{1T} = \Sigma k_{ycl} F * (t_n - t_e) m * 10^{-3}, кВт \quad (3.17)$$

K_{усл} - умовний коефіцієнт теплопередачі відповідної зони підлоги, Вт/м²К

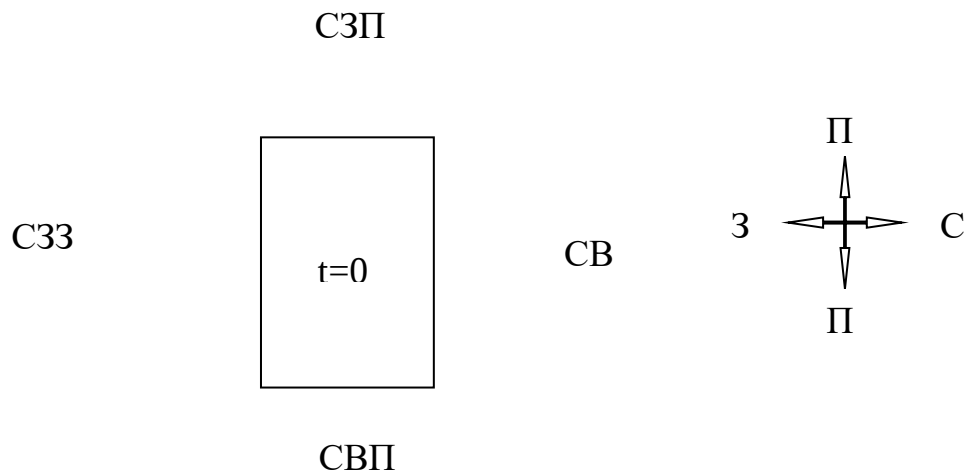
1 зона – 0,47 Вт/м²К

2 зона – 0,23 Вт/м²К

3 зона – 0,12 Вт/м²К

4 зона – 0,07 Вт/м²К

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



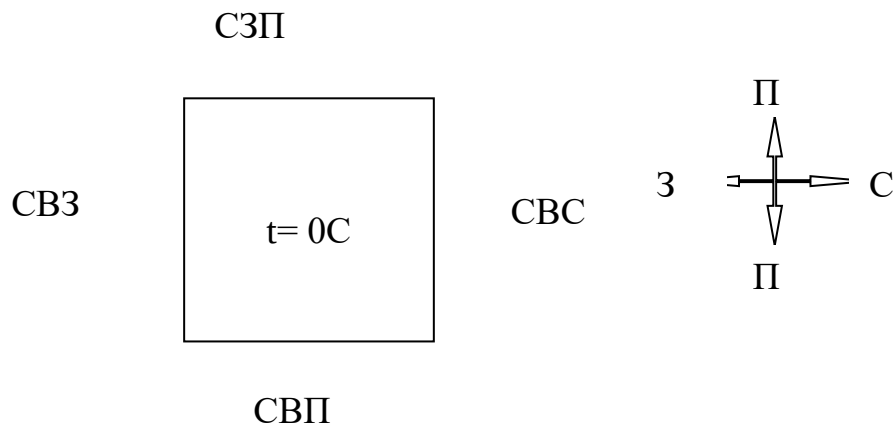
Таблиця 3.4 Розрахунок теплоприпливів крізь огороження до камери №1

	Вт/м ² К	м ²	С	С	С	кВТ	С	кВТ	кВТ
СЗП	0,27	43,2	33	0	33	0,38	0	0	0,38
СВС	0,56	86,4	0	0	0	0,00	0	0	0,00
СВП	0,44	43,2		0	23,1	0,44		0	0,44
СЗЗ	0,27	86,4	33	0	33	0,77	0	0	0,77
покриття	0,27	72	33	0	33	0,64	14,9	0,29	0,93
підлога	К _{усл}								0,80
									3,33

Таблиця 3.5

Розрахунок теплоприпливів через підлогу

зона	К _{усл}	F _{зони}	t _н	t _в	θ	Q _{пола}
	Вт/м ² К	м ²	С	С	С	кВТ
1 Зона	0,47	36	33	0	33	0,56
2 Зона	0,23	24	33	0	33	0,18
3 Зона	0,12	16	33	0	33	0,06
4 Зона	0,07	0	33	0	33	0
						0,80



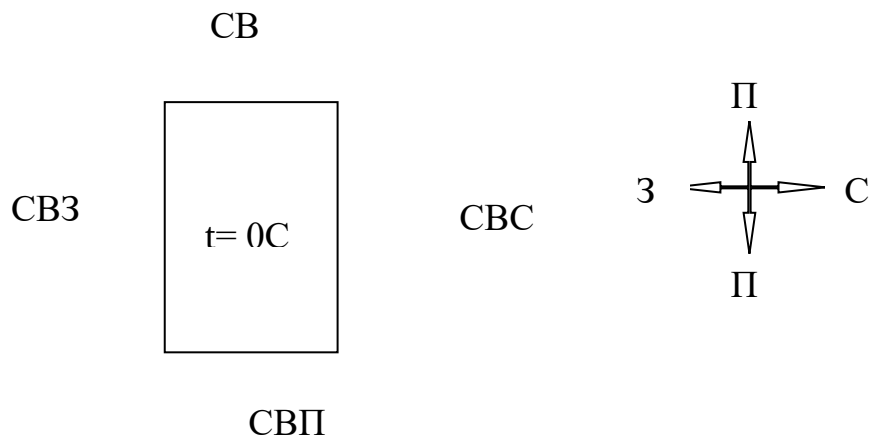
Таблиця 3.6 Розрахунок теплоприпливів крізь огороження до камери №2

Огороження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВТ	t _c С	Q 1с кВТ	Q 1 кВТ
СЗП	0,27	86,4	33	0	33	0,770	0	0	0,77
СВС	0,44	86,4	33	0	19,8	0,753	0	0	0,75
СВП	0,44	86,4		0	23,1	0,878		0	0,88
СВЗ	0,56	86,4	0	0	0	0,000	0	0	0,00
покриття	0,27	144	33	0	33	1,283	14,9	0,58	1,86
підлога	K _{усл}								1,21
									5,47

Таблиця 3.7

Розрахунок теплоприпливів крізь підлогу

зона	K _{усл} Вт/м ² К	F _{зони} м ²	t н С	t в С	θ С	Q _{пола} кВТ
1 Зона	0,47	48	33	0	33	0,74
2 Зона	0,23	36	33	0	33	0,27
3 Зона	0,12	28	33	0	33	0,11
4 Зона	0,07	36	33	0	33	0,08
						1,21



Таблиця 3.8

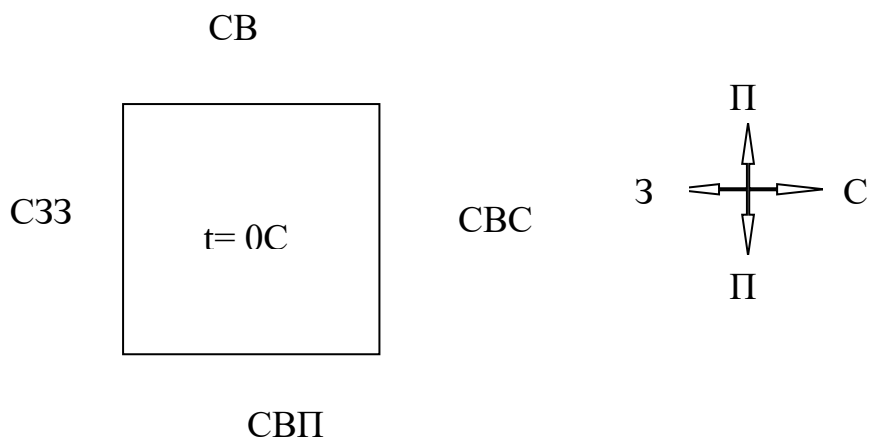
Розрахунок теплоприпливів крізь огороження до камери №3

Огороження	К д	F	t н	t в	θ	Q 1т	t _c	Q 1с	Q 1
	Вт/м²К	м²	С	С	С	кВт	С	кВт	кВт
СВП	0,44	43,2		0	23,1	0,44	0	0	0,44
СВС	0,56	86,4	0	0	0	0,00	0	0	0,00
СВП	0,44	43,2		0	19,8	0,38		0	0,38
СЗЗ	0,27	86,4	33	0	33	0,77	0	0	0,77
покриття	0,27	72	33	0	33	0,64	14,9	0,29	0,93
підлога	K _{усл}								0,80
									3,32

Таблиця 3.9

Розрахунок теплоприпливів крізь підлогу

зона	K _{усл}	F _{зони}	t н	t в	θ	Q _{пола}
	Вт/м²К	м²	С	С	С	кВт
1 Зона	0,47	36	33	0	33	0,56
2 Зона	0,23	24	33	0	33	0,18
3 Зона	0,12	16	33	0	33	0,06
4 Зона	0,07	0	33	0	33	0,00
						0,80



Таблиця 3.10 Розрахунок теплоприпливів крізь огороження до камери №4

Огороження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СВП	0,44	86,4		0	23,1	0,88	0	0	0,88
СЗС	0,44	86,4	33	0	19,8	0,75	0	0	0,75
СВП	0,44	86,4		0	19,8	0,75		0	0,75
СВЗ	0,56	86,4	0	0	0	0,00	0	0	0,00
покриття	0,27	144	33	0	33	1,28	14,9	0,58	1,86
підлога	K _{усл}								1,21
									5,46

Таблиця 3.11

Розрахунок теплоприпливів крізь підлогу

зона	K _{усл} Вт/м ² К	F _{зони} м ²	t н С	t в С	θ С	Q _{пола} кВт
1 Зона	0,47	48	33	0	33	0,74
2 Зона	0,23	36	33	0	33	0,27
3 Зона	0,12	28	33	0	33	0,11
4 Зона	0,07	36	33	0	33	0,08
						1,21

Теплоприпливи від вантажу при холодильній обробці

Теплоприпливи від вантажу при холодильній обробці знаходимо за формулою

$$Q_2 = Q_{2np} + Q_{2map}; \quad (3.18)$$

де Q_{2np} – теплоприпливи від термічної обробки продуктів, (кВт)

Q_{2map} – теплоприпливи від термічної обробки тари, (кВт)

Теплоприпливи від термічної обробки продуктів знаходимо за формулою

$$Q_{2np} = M_{np} (i_1 - i_2) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}; \quad (3.19)$$

де M_{np} – добове нахождення продукту у камеру (т/добу)
 $(i_1 - i_2)$ – різниця питомих ентальпій відповідно початковій та кінцевій температури (кДж/кг);
 τ – термін холодильної обробки продукту (г);дорівнює 24 години.

Теплоприпливи від тари знаходимо за формулою

$$Q_{тар} = M_{тар} \cdot C_m \cdot (t_1 - t_2) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}; \quad (3.20)$$

де $M_{тар}$ – добове нахождення тари (т/доб)
 C_m – питома теплоємність тари, (кДж/кгК);
 t_1, t_2 – початкова та кінцева температура тари, (°C).

Усі розрахунки зводимо до табл. 3.12

Таблиця 3.12 Розрахунок теплоприпливів до камер від термообробки продуктів

№ камери	В тонн	М пр т/сут	t 1 С	t 2 С	разн t С	i 1 кДж/кг	i 2 кДж/кг	разн i кДж/кг	Q2 пр кВт	Мт т/сут	Ст кДж/кг*К	Q2т кВт	Q2 кВт
Камера 1,3	88,0	8,8	20	0	20,0	347,0	272,0	75,0	7,6	0,9	0,5	0,1	7,7
Камера 2,4	176,0	17,6	20	0	20,0	347,0	272,0	75,0	15,3	1,8	0,5	0,2	15,5

Теплоприпливи при вентиляції приміщення

Теплоприпливи від зовнішнього повітря Q_3 (в кВт) розраховуємо по формулі:

$$Q_3 = M_{вз} * (i_n - i_e) \quad (3.21)$$

де $M_{вз}$ – масова витрата вентиляційного повітря, кг/с
 i_n, i_e – питомі ентальпії зовнішнього повітря і повітря і камери зберігання, кДж/кг

Масову витрату вентиляційного повітря $M_{вз}$ (в кг/с) розраховуємо по формулі:

$$M_{вз} = \frac{V_k \alpha \rho_v}{24 * 3600}, \quad (3.22)$$

де V_k – об'єм, приміщення, що вентиляється, м³,
 α – кратність повітрообміну
 ρ_v – щільність повітря при температурі і відносній вологості повітря в камері, кг/м

					МХ 187. 001. 000 ДП ПЗ				Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Усі розрахунки зводимо до табл. 3.13.

Таблиця 3.13

№	V	i	i	t	p	a	φ	M _{вз}	Q ₃
камери	м	кДж/кг	кДж/кг	С	кг/м		%	кг/с	кВт
1,3	518,4	74	9	0	1,29	3	90	0,023	1,51
2,4	1037	74	9	0	1,29	3	90	0,046	3,02

Експлуатаційні теплоприпливи

Експлуатаційні теплоприпливи знаходимо за формулою :

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_4; \quad (3.23)$$

Теплоприпливи від освітлення

$$q_1 = A \cdot F \cdot 10^{-3}; \quad (3.24)$$

де : A – кількість тепла, виділеного освітленням за одиницю часу на 1м^2 площі підлоги (Вт/м^2);

F – площа підлоги камери, (м^2).

Теплоприпливи від перебування людей у камері

$$q_2 = 0,35 \cdot n; \quad (3.25)$$

де $0,35$ – тепло відділення однієї людини при важкій фізичній праці, (кВт);

n - кількість людей працюючих в одному приміщенні.

Теплоприпливи від відчинення дверей:

$$q_4 = B \cdot F \cdot 10^{-3}; \quad (3.26)$$

де B – питомий приплив тепла від відчинення дверей, (Вт/м^2);

F – площа камери, м^2 .

Усі розрахунки експлуатаційних теплоприпливів зводимо до таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 Розрахунки експлуатаційних теплоприпливів

до камер холодильника

№ камери	F м ²	A Вт/м	n чел.	N э кВт	коэф	K Вт/м	q 1 кВт	q 2 кВт	q 3 кВт	q 4 кВт	Q 4 кВт
Камера 1,3	72	2,3	2	2	0,35	15	0,17	0,7	2	1,08	3,95
Камера 2,4	144	2,3	2	3	0,35	15	0,33	0,7	3	2,16	6,19

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ					Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Теплоприпливи від овочів при диханні

Теплоприпливи Q_5 (кВт) знаходимо за формулою:

$$Q_5 = B_k (0.1q_n + 0.9q_{xp}) * 10^{-3} \quad (3.27)$$

де, B_k – місткість камери, т

q_n, q_{xp} – тепловиділення овочів при температурах знаходження і зберігання, Вт/т

Усі розрахунки зводимо до таблиці

Таблиця 3.15

№ камери	В тон	t_1 С	t_2 С	q Вт/т	q Вт/т	Q_5 кВт
камера 1,3	88	20	0	121	19	2,57
камера 2,4	176	20	0	121	19	5,14

3.7 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер

Камерні прибори охолодження відповідно за своїм призначенням знімають 100% теплового навантаження від усіх видів теплоприпливів.

При визначенні навантаження на компресор деякі теплоприпливи розраховуються не повністю, а частково в залежності від технологічного призначення холодильника.

Для даного холодильника:

$$Q_{1км} = 0,9Q_{1об}; \quad (3.28)$$

$$Q_{2км} = 0,5Q_{2об}; \quad (3.29)$$

$$Q_{3км} = Q_{3об}; \quad (3.30)$$

$$Q_{4км} = 0,75Q_{4об}; \quad (3.31)$$

$$Q_{5км} = Q_{5об}. \quad (3.32)$$

					МХ 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.16 Розрахунок теплового навантаження на компресор та обладнання камер

№ камеры	Q 1		Q 2		Q 3		Q 4		Q 5		Q об	Q км
	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км		
Кам. 1	3,33	3,00	7,7	3,85	1,51	1,51	3,95	2,96	2,57	2,57	19,06	13,89
Кам.2	5,47	4,92	15,5	7,75	3,02	3,02	6,19	4,64	5,14	5,14	35,32	25,48
Кам.3	3,32	2,99	7,7	3,85	1,51	1,51	3,95	2,96	2,57	2,57	19,05	13,88
Кам.4	5,46	4,91	15,50	7,75	3,02	3,02	6,19	4,64	5,14	5,14	35,31	25,47

78,71

Визначаємо холодопродуктивність компресорів, за формулою

$$Q_o = \frac{\Sigma Q_{км} * k}{b}, кВт \quad (3.33)$$

де k – коефіцієнт, враховує втрати у трубопроводах та апаратах на тепловіддачу ;

$\Sigma Q_{км}$ – сумарне навантаження на компресори для даної температури кипіння, кВт;

b - коефіцієнт робочого часу;

$$t_0 = -7^{\circ}C$$

k	$Q_{км}$	b	Q
1,047	78,71	0,9	91,57

$$Q_0 = (78,71 * 1,047) / 0,9 = 91,6 \text{ кВт}$$

					МХ 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

Температура кипіння при безпосередньому охолодженні:

$$t_o = t_0 - (5 \div 10)^\circ\text{C} \quad (3.33)$$

$$t_o = 0 - 7 = -7^\circ\text{C}$$

Температура води яка подається на конденсатор:

$$t_{вд1} = t_{мт} + (3 \div 4)^\circ\text{C}; \quad (3.34)$$

$$t_{вд1} = 24,5 + 3,5 = 28^\circ\text{C};$$

Температура води яка виходить з конденсатора:

$$t_{вд2} = t_{вд1} + (3 \div 5) = 28 + 4 = 32^\circ\text{C}; \quad (3.35)$$

Температура конденсації :

$$t_k = t_{вд2} + (2 \div 4) = 32 + 3 = 35^\circ\text{C}; \quad (3.36)$$

Температура переохолодження холодильного агенту у конденсаторі:

$$t_{по} = t_{вд1} + (3 \div 5)^\circ\text{C}; \quad (3.37)$$

$$t_{по} = 28 + 3 = 31^\circ\text{C};$$

Температура всмоктування холодильного агенту:

$$t_{вс} = t_o + (5 \div 10)^\circ\text{C}; \quad (3.38)$$

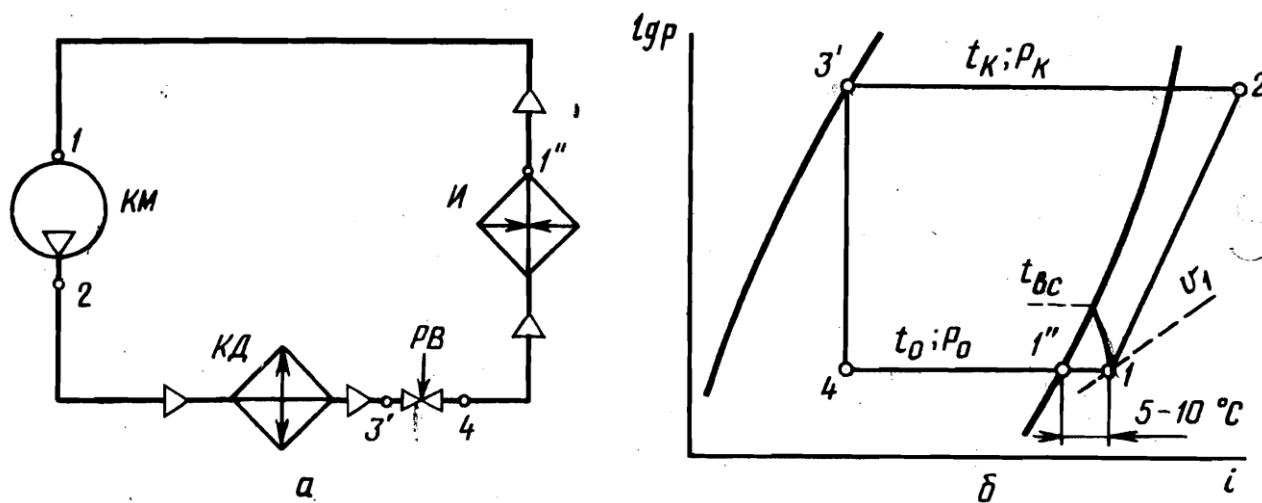
$$t_{вс} = -7 + 7 = 0^\circ\text{C}$$

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.9. Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок

Таблиця 3.17

Режим	P_0 МПа	P_K МПа	$\frac{P_K}{P_0}$	Вибір схеми
$t = -7$ С	0,325	1,350	4,153	одноступене ве стиснення



Мал. 3.3. Схема і Цикл одноступеневої аміачної холодильної машини

Таблиця 3.18

№ точки	Температура, °С	Тиск, МПа	Ентальпія, кДж/кг	Питомий об'єм, м³/кг
1'	-7	0,325	1674	
1	0	0,325	1687	0,39
2	103	1,350	1900	
3'	35	1,350	583	
3	31	1,350	564	
4	-7	0,325	564	

3.10. Тепловий розрахунок та вибір компресорів

Розрахунок одноступеневого компресора $t_0 = -7$ °C

Питома масова холодопродуктивність, кДж/кг;

$$q_o = i_1 - i_4 \quad (3.39)$$
$$q_o = 1674 - 564 = 1110, \text{ кДж/кг}$$

Масова витрата холодоагенту, кг/с :

$$M = \frac{Q_o}{q_o} \quad (3.40)$$

Об'ємна витрата холодоагенту

$$V_o = M \cdot v_1 \quad (3.41)$$

Теоретична, об'ємна подача компресора, м³/с

$$V_h = \frac{V_o}{\lambda} \quad (3.42)$$

де λ - коефіцієнт подачі компресора;

$$\lambda = \lambda_i \cdot \lambda_{\omega} \quad (3.43)$$
$$\lambda_i = 0,92 \cdot 0,86 = 0,80$$

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{ec}}{p_o} - c \cdot \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{ec}}{p_o} \right) \quad (3.44)$$

$$\lambda_i = \frac{325 - 5}{325} - 0,02 \cdot \left(\frac{1350 + 10}{325} - \frac{325 - 5}{325} \right) = 0,92$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{T_o}{T_k} \quad (3.45)$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{266}{308} = 0,86$$

Теоретична потужність компресора:

$$N_m = M(i_2 - i_1) \quad (3.46)$$

Дійсна потужність компресора:

$$N_i = \frac{N_m}{\eta_i} \text{ кВт}; \quad (3.47)$$

де η_i – індикаторний коефіцієнт корисної дії (ККД).

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ефективна потужність на валу компресора:

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m} \text{ кВт}; \quad (3.48)$$

де η_m – механічний ККД, враховуючи витрати на тертя.

Електрична потужність електродвигуна:

$$N_{el} = \frac{N_i}{\eta_m} \text{ кВт}; \quad (3.49)$$

Тепловий потік у конденсатор :

$$Q_k = Q_o + N_i \quad (3.50)$$

Таблиця 3.19 Розрахунок компресорів

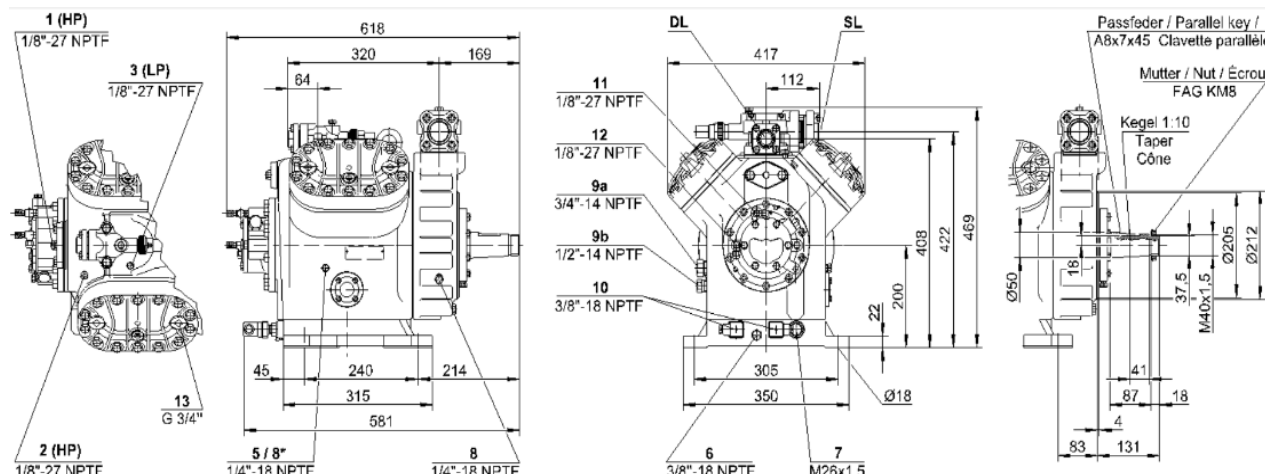
режим t =	q _o кДж/кг	Q _o кВт	M _T кг/с	V _D м/с	V _T м/с	λ	Марка КМ	кол шт.	ΣV _к м/с	ΣM _к кг/с	ΣQ _к кВт	N _T кВт	N _i кВт	N _e кВт	N _{эл} кВт	Q _{кд} кВт
-7	1110	91,57	0,082	0,032	0,040	0,80	W4HA	2	0,041	0,083	92,5	17,76	23,68	27,9	32,0	116,2

підбираємо два одноступінчастих поршневих компресорів марки W4HA фірми Bitzer з $\Sigma V_T = 0,0204 \cdot 2 = 0,0409 \text{ м}^3/\text{с}$

Input data		Output data		Data Dimensions Notes	
Refrigerant	R717 [NH3]	Compressor type	W4HA	Displacement (1450 RPM 50Hz)	73,6 m ³ /h
Reference temperature	Dew point temp.	Cooling capacity	47.3 kW	Displacement (1750 RPM 60Hz)	88,8 m ³ /h
☐ Cooling capacity		Cooling capacity *	47.5 kW	No. of cylinder x bore x stroke	4 x 70 mm x 55 mm
☒ Compressor type	W4HA	Evaporator capac.	47.3 kW	Allowed speed range	750 .. 1750 1/min
Evaporating SST	-7 °C	Shaft power	11.45 kW	Coupling (.-K) w. A/C + medium	KK620 [<22kW] / KK630 [<4]
Condensing SCT	35 °C	Condensing capacity	57.9 kW	Coupling (.-K) w. low temp.	KK625 [<22kW] / KK630 [<4]
Liquid temperature	31 °C	COP/EER	4.13	Coupling housing	Option
Suction gas temperature	7 °C	COP/EER *	4.14	Motor pulley (.-S)	190, 210, 230 mm (Option)
☒ Motor speed	1450 /min	Mass flow	149.1 kg/h	V-belts	5 x SPA (Option)
	Coupling (1:1)	Operating mode	Coupling (1	Weight	129 kg
☐ Compr. speed	1450 /min	Compr. speed	1450 /min	Max. pressure (LP/HP)	19 / 25 bar
Useful superheat	100%	Necess. driving motor	15.00 kW	Connection suction line	NW 40
Capacity regulator	100%			Connection discharge line	NW 25
				Connection cooling water	R 3/4"

Мал. 3.4 компресор W4HA, розрахунок

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Мал. 3.5 компресор W4HA, габарити

Таблиця 3.20 Технічні характеристики одноступеневого компресору

Показники	W4HA
Холодопродуктивність, кВт при to=-15°C і tk=30°C	47,9
Витрачена потужність, кВт при to=-15°C и tk=30°C	11,45
Теоретична об'ємна продуктивність КМ , м³/c	0,0204
Кількість циліндрів	4
Потужність ел. двигуна, кВт	13,75
Діаметр циліндра, мм	70
Частота обертання , с ⁻¹	24
Габаритні розміри, мм	
Довжина	618
Ширина	417
Висота	469
Тип масла для аміаку	Clavus G68
Заправка масла, дм. Куб.	4,7
Маса, кг	129

3.11. Тепловий розрахунок та вибір конденсатора

Площа тепло передавальної поверхні конденсатора (м²) знаходимо за формулою:

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \Theta_m}; \quad (3.51)$$

де Q_к – сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт
k – коефіцієнт теплопередачі конденсатора, Вт/м²К;

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приймаємо $k=700 - 800 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ — для горизонтальних кожухотрубних конденсаторів.

$\Theta_{\text{г}}$ — середня логарифмічна різниця температур, між холодильним агентом, що конденсується та охолоджуючим середовищем, $^{\circ}\text{C}$

Середню логарифмічну різницю температур ($^{\circ}\text{C}$) знаходимо за формулою:

$$\Theta_m = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{2,3 \lg \frac{t_k - t_{w1}}{t_k - t_{w2}}}; \quad (3.52)$$

$$\Theta_m = \frac{32 - 28}{2,3 \lg \frac{35 - 28}{35 - 32}} = 4,72^{\circ}\text{C};$$

$Q_{\text{кд}}$	k	Θ	F
116,2	0,72	4,72	34,19

Витрата охолоджуючої води, яка надходить на конденсатор ($\text{м}^3/\text{с}$), знаходимо за формулою :

$$V_w = \frac{Q_k}{c_w \cdot \rho_w \cdot \Delta t_w}; \quad (3.53)$$

де Q_k — сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт
 c — питома теплоємність води, $c = 4,19 \text{ кДж/кгК}$;
 ρ_w — густина води, 1000 кг/м^3 ;
 Δt — підігрів води у КД, 4°C .

$Q_{\text{кд}}$	c_w	ρ_w	Δt	$V_{\text{вд}}$
116,2	4,19	1000	4	0,0069

$\text{м}^3/\text{с}, = 6,9 \text{ л/с}$

За розрахованою площиною тепло передаючої поверхні підбираємо два конденсатора КТГ-25 ;

За витратою охолоджуючий води підбираємо центробіжні насоси К20/30 (1 працюючих та 1 резервний) з подачею 8 л/с.

					МХ 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.21

Технічні характеристики насосів

Марка	Подача, л/с	Повний напір, м	ККД	Потужність ел. дв., кВт	Част. обер.хв ⁻¹
K20/30	8,0	26,0	63	4	2900

Таблиця 3.22

Технічні характеристики конденсатора

Показник	
Площа внутрішньої тепло передаючої поверхні, м ²	26,5
Габаритні розміри , мм	
Діаметр кожуху	500
Довжина	2910
Ширина	810
Висота	910
Кількість труб	144
Довжина труб, мм	2490
Діаметр умовного проходу приєднувальних патрубків , мм	
Вода (вхід і вихід)	70
Холодоагенту : вхід	50
Вихід	25
Об'єм міжтрубного простору, м ³	0,32
Об'єм трубного простору, м ³	0,15
Маса, кг	986

3.12. Розрахунок та вибір обладнання камер

Площа теплообмінної поверхні повітроохолоджувачів F, м² знаходимо за формулою:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \cdot \Delta t} \quad (3.54)$$

де $Q_{об}$ – сумарне навантаження на камерне обладнання,
розрахована тепловим розрахунком, кВт
k – коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження, Вт/м²К
 Δt – різниця температур між х/а який кипить та повітрям у камері

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість повітроохолоджувачів n ,

$$n = \frac{F}{F_{\phi}} \quad (3.55)$$

де, $F_{\text{п/о}}$ – площа поверхні повітроохолоджувачів, м^2

Таблиця 3.23

№ камери	Q об Вт	t о С	θ С	Розрахунок		повітряохолоджувачів						
				k Вт/м²К	F _{тр} м²	Марка	n p шт	n d шт	F в/о м²	Σ Fв/о м²	V в/о м³	Σ V в/с м³
1	20440	-7	7	30	97,33	Cubic-A RL57	1,88	2	51,8	103,6	0,015	0,03
2	30218	-7	7	25,5	169,29	Cubic-A RL59	1,84	2	92,1	184,2	0,0276	0,0552
3	13769	-7	7	24	81,96	Cubic-A GL48	0,99	1	82,8	82,8	0,0201	0,0201
4	29665	-7	7	25,5	166,19	Cubic-A RL59	1,80	2	92,1	184,2	0,0276	0,0552
												0,1605

Таблиця 3.24 Технічна характеристика повітроохолоджувачів

Характеристика	GL48	RL59	RL57
Теплове навантаження, кВт	13,77	30,22	20,44
Площа теплопередаючої поверхні, м²	82,8	92,1	51,8
Розміри, мм			
довжина	1810	2310	1810
висота	550	550	550
глибина	550	550	550
Шаг ребер, мм	4,2	5,1	5,1
Кількість вентиляторів	3	4	3
Внутрішній об'єм, дм³	20,1	27,6	15
Потужність вентиляторів, Вт	480	640	480
Вага, кг	82	86	56

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.13. Розрахунок та вибір допоміжного устаткування

Лінійний ресивер розраховується за формулою:

в безнасосних системах подачі аміаку:

$$V_{\text{л.р.}} = 1,45 \times V_{\text{исп}} \quad (3.56)$$

$$V_{\text{л.р.}} = 1,45 \times 0,165 = 0,23 \text{ м}^3$$

Підбираю лінійний ресивер 0,4 РВ.

Підбираємо дренажний ресивер марки 0,4 РВ

Таблиця 3.25

Характеристика ресиверів

Характеристика	0,4 РВ
Розміри, мм	
Діаметр, мм	530
Довжина, мм	2520
Висота, мм	1640
Робочий тиск, МПа	2,0
Робочі температури	-40 ÷ +40 °С
Пробний тиск, МПа	2,7
Місткість, м ³	0,45

Оливозбірник

Оливозбірник призначені для перепуску в них мастила з апаратів і наступного виділення мастила із системи при низькому тиску. Підбираємо оливозбірник по діаметру нагнітаючого патрубку компресору 50М.

Характеристику оливозбірника зводжу до таблиці.

					МХ 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.26 Характеристика оливозбірника

Марка	50М
Розміри, мм	
D x S	257 x 8
H	1228
d ₁	50
Місткість, м ³	0,05
Маса, кг	98

Віддільник рідини

Для захисту компресора від гідравлічного удару до схеми на температуру кипіння -7 °С включаємо віддільник рідини. Підбираю віддільник рідини 70 ОЖ за місткістю.

Таблиця 3.27 Характеристика віддільника рідини

Марка	70ОЖ
Розміри, мм	
D x S	462 x 10
H	1730
B	850
Діаметр умовного проходу патрубків, мм	
D	65
d ₁	20
d ₂	40
Місткість, м ³	0,18
Маса, кг	201

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.14. Розрахунок та підбір градирні

Градирню обираємо за площиною поперечного перетину $F_{n.c.}, m^2$, котру знаходимо за формулою:

$$F_{n.c.} = \frac{Q_k}{q_f}; m^2; \quad (3.57)$$

де Q_k - теплове навантаження на градирню, кВт;
 q_f - питоме теплове навантаження на 1 m^2 поперечного перетину насадки у градирні, kWt/m^2 ;

$$F_{n.c.} = \frac{116,2}{45} = 2,58 m^2$$

За площиною поперечного перетину підбираємо градирню ГПВ-160

Таблиця 3.28 Технічні характеристики градирні

Показники	
Теплова продуктивність при $t_{н.м.} = \text{ } ^\circ C$; $\Delta t \omega = \text{ } ^\circ C$, кВт	186
Площа поперечного перетину, m^2	3,92
Об'ємна витрата циркулюючої води, л/с	8,9
Параметри осьового вентилятора: діаметр крильчатки, мм	1250
частота обертання, 1/с	12,0
споживаємо потужність, кВт	8,5
Параметри форсунки водорозподільника: діаметр отвору, мм	8
кількість, шт.	9
Місткість резервуару, m^3	1,1
Витрата свіжої води, л/с	0,089
Витрата повітря, $m^3/с$	10,20
Габаритні розміри, мм:	
Основа	2210*2250
Висота	2520
Маса, кг	1170

3.15. Розрахунок діаметру патрубків

$$d = \sqrt{\frac{4G}{\pi \rho w}} = \sqrt{\frac{4G \cdot v_{yd}}{\pi w}} \quad (3.62)$$

де G - масова витрата , кг/с
 ρ - щільність рідини або газа, кг/м³
 v - питомий об'єм рідини або газа , м³/кг
 w - середня швидкість рідини або газа, м/с

1. Водяні трубопроводи

$$G = 6,9 \text{ кг/с}$$

$$\rho_{\text{води}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$W = 1,5 \text{ м/с}$$

$$d_{\text{всас}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,9}{3,14 \cdot 1000 \cdot 0,8}} = 0,104 = 104 \text{ мм}$$

$$d_{\text{нагн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,9}{3,14 \cdot 1000 \cdot 1,5}} = 0,077 \text{ м} = 77 \text{ мм}$$

сторона всмоктування $d_{\text{вн}} = 101 \text{ мм}$ $d_{\text{н}} = 108 \text{ мм}$ $d_{\text{у}} = 100 \text{ мм}$
сторона нагнітання $d_{\text{вн}} = 83 \text{ мм}$ $d_{\text{н}} = 89 \text{ мм}$ $d_{\text{у}} = 80 \text{ мм}$

2. Діаметри патрубків подачі і відводу холодильного агента d , мм

лінія всмоктування в компресор $t_0 = -7^\circ \text{C}$

$$d_{\text{вх}} = \sqrt{\frac{4G \cdot v_{yd}}{\pi W}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,083 \cdot 0,38}{3,14 \cdot 10}} = 0,073 = 73 \text{ мм}$$

підбираємо $d_{\text{вн}} = 83 \text{ мм}$ $d_{\text{н}} = 89 \text{ мм}$ $d_{\text{у}} = 80 \text{ мм}$ (сталі безшовні труби)

лінія нагнітання з компресора $t_0 = -7^\circ \text{C}$

$$d_{\text{вх}} = \sqrt{\frac{4G \cdot v_{yd}}{\pi w}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,083 \cdot 0,39}{3,14 \cdot 15}} = 0,052 = 52 \text{ мм}$$

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підбираємо $d_{\text{вн}} = 51 \text{ мм}$ $d_{\text{н}} = 57 \text{ мм}$ $d_y = 50 \text{ мм}$ (сталі безшовні труби)

3. Діаметр трубопроводу від конденсатора до лінійного ресиверу $d, \text{мм}$

$$d = \sqrt{\frac{4G}{\pi \rho W}}$$

$$G = \frac{Q_k}{q_k} = \frac{Q_k}{i_2 - i_3} \quad (3.63)$$

$$G = \frac{116,2}{1910 - 564} = 0,0863 \text{ кг/с}$$

$$W = 0,5 \text{ м/с}$$

$$\text{При } t_k = 35, \rho_{\text{ж}} = 588 \text{ кг/м}^3$$

$$d_{\text{ex}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,086}{3,14 \cdot 588 \cdot 0,5}} = 0,0193 \text{ м} = 19 \text{ мм}$$

підбираємо $d_{\text{вн}} = 21,2 \text{ мм}$ $d_{\text{н}} = 26,8 \text{ мм}$ $d_y = 20 \text{ мм}$ (сталі безшовні труби)

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ремонту та монтажу холодильного обладнання

Монтаж холодильного обладнання - це комплекс робіт по його пристрою налагодження та тиску в експлуатації.

Розрізняють три різні способи проведення механічних робіт : господарські, підрядні та змішані .

При господарському способі праці виконується силами підприємства – власника обладнання на його виробничо-технічній базі .

Підрядний вид заснований на виконанні робіт спеціалізованою підрядною спеціалізацією приймаючий заклади від підприємства, що експлуатують обладнання.

Змішаний спосіб проведення робіт передбачає виконання робіт організації, а роботу по монтажу холодильного обладнання підрядною організацією.

Часткову зміну обладнання, реконструкцію та реорганізацію ХУ проводять господарським засобом. Для цього зорганізується бригада з числа робітників, обслуговуючих цю установку. Вона забезпечується інструментом та проходить інструктаж по техніці безпеки.

Перед виконанням робіт необхідно ознайомитись з особливостями конструкції та правилами монтажу нового обладнання . Транспортування обладнання до міста установки повинна здійснюватися у відповідності з вказівками по страхуванню, приведеними в інструкції заводу виробника.

До зварювальних робіт допускаються тільки зварники які пройшли спеціальну підготовку. Перед проведенням робіт начальник цеху повинен визначити зону у котрій дозволить зварку. При наявності у апарата горючих елементів, зварка у районі монтажу апарата заборонена. У приміщенні не повинно бути розлитого масла, чи інших горючих речовин. Усі засоби пожежогасіння повинні бути перевірені та підготовлені .

При не відповідності існуючих фундаментів на валу обладнання необхідна повна їх заміна.

Монтаж обладнання не утворюючого значних вібрації може бути вироблений на зварних рамах, встановлених на існуючому фундаменті. Виготовлення фундаментів компресорів та апаратів не повинен бути зв'язаний з фундаментом стін та колон будівлі машинного відділення.

При монтажі КМ найкращим є таке їх розміщування, коли вони встановлені в один чи два ряди, а передня частина КМ виходить у сторону центрального проходу, маючого мінімальну величину 1.5м.

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прохід між виступаючими частинами компресора повинен бути не менше 1.0м.

Для визначення місця розташування фундаментів робиться розмітка по всьому цеху чи провішуються струни проектом .

Глибина закладання всіх фундаментів залежить від глибини промерзання ґрунту, рівня ґрунтових вод та властивостей ґрунту.

Глибина закладання фундаменту, котрі виготовляються в не приміщення , повинні бути не менш глибини промерзання ґрунту, а на сипучих ґрунтах перевищує її на 200-300мм. У обігріваних приміщеннях мінімальну глибину приміщення приймають рівною 50% від глибини промерзання ґрунту , а у не обігріваних приміщеннях 70%.

Спосіб виготовлення фундаменту у тім, що його масиви залишають гнізда для фундаментних болтів шляхом встановлення виробів із фанери чи балок. Після застигання бетону виріб забирають. В роботі встановлені КМ в ті гнізда опускають болти та заливають бетоном.

Зношування обладнання. Розрізняють механічний, хімічний та тепловий знос. Механічний знос з'являється під дією тертя та ударних навантажень. Найбільшу безпеку цей знос являє при праці зношуваного обладнання, не дивлячись на проведення продувки у камері КМ залишається формовочний пісок, а у трубопроводі тирса. Хімічний знос – з'являється при дії на вузли та деталі високих чи різко змінених температур.

Визначення зносів проводиться по параметрах режиму роботи, зовнішнім оглядом, акустичним методом. Після розробки та промивки визначають знос деталей: обмірок магнетичний метод та ін..

Система планово-застрережного ремонту.

Профілактичний огляд КМ проводиться з метою виявлення у системі поломки швидко зношуючи деталей: базових деталей та ін..

Технічне обслуговування передбачає роботи, виконанні в час кожної зміни.

Малий ремонт КМ передбачає ревзію клапанів зі зміною пружин, огляд машинно-поршневих груп зі зміною поршневих кілець. Зміна тонкостінних вкладишів рекомендується до появи крайнього зносу якщо будуть в роботі абразивні частини.

Середній ремонт робиться з метою відтворення машин до стану, по своїм характеристикам та практичності будуть відповідати новому.

Капітальний ремонт апаратів в основному зводиться до заміні труб . При високій культурі експлуатації довжина шиноремонтного ухилу можна буде збільшити у 1,5 - 2 рази.

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2. Експлуатація холодильного обладнання

Машини та апарати холодильних установок розміщують так, щоб забезпечувалося їх нормальне обслуговування і ремонт.

Обслуговування холодильної установки полягає в підготовці її до роботи, пуск, регулювання подачі холодоагенту у випарну систему, догляді за холодильною установкою під час роботи, зупинці і відключенні машин і апаратів, дотриманні правил техніки безпеки, підтримці в чистоті і справності машин і робочих приміщень, а також заповненні необхідної звітної документації.

Вступ на чергування змінного персоналу починається з перевірки записів в журналі роботи холодильної станції, а закінчується контролем температур в основних точках холодильного циклу і перевіркою роботи обладнання холодильної станції. Обидві зміни - здає і приймає - розписуються про здавання і прийняття зміни в журналі.

Чергові періодично перевіряють кількість та щільність розсолу, подачу води на конденсатори, справність аварійної вентиляції, наявність необхідних запасних частин, матеріалів та інструменту, засобів особистого захисту.

Особлива увага повинна бути приділена перевірці стану труться компресорів і насосів, роботи масляної системи, клапанів і сальників. Для зручності обслуговуючого персоналу на трубопроводах охолоджуючої води встановлюють оглядові ліхтарі або інші прилади, що дозволяють стежити за протокою води.

У різних місцях холодильної установки влаштовують також гнізда для приладів, потрібних як для постійного контролю за роботою установки, так і для періодичних випробувань. Манометри, термометри, амперметри та інші вимірювальні прилади встановлюють так, щоб при пуску установки вони перебували в полі зору машиніста і його помічника.

Автоматичну регулюючу арматуру зазвичай дублюють ручної. Це дозволяє продовжувати вироблення холоду при виході з ладу частини приладів автоматичного регулювання.

Середні і великі холодильні установки, в основному, працюють з ручною системою пуску. Технічна експлуатація їх досить складна і вимагає від обслуговуючого персоналу глибоких знань фізичних основ отримання холоду, пристрої машин, апаратів, приладів, арматури і правил поводження з ними. Для полегшення роботи персоналу в машинних відділеннях холодильних станцій вивішують схеми трубопроводів, плани розташування обладнання, відомості про основні параметри холодильних установок, норми витрати холодоагенту, масла,

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електроенергії, плакати з техніки безпеки, графіки профілактичних оглядів і ремонтів.

З метою орієнтації обслуговуючого персоналу в розгалужених схемах трубопроводів їх фарбують в умовні кольори. Найчастіше застосовують наступну забарвлення: для трубопроводів холодоагенту: нагнітальних - червоний колір, рідинних - жовтий, всмоктуючих - синій;

для трубопроводів розсолу: напірних - зелений, зворотних - коричневий;

для трубопроводів води: напірних - блакитний, зворотних - фіолетовий.

При наявності декількох параметрів холоду на пофарбовані трубопроводи наносять ще й умовні кільця, що показують, до якої машини відноситься даний трубопровід.

Ефективна і надійна робота будь-якої холодильної установки залежить не тільки від хорошого технічного стану обладнання, а й від грамотної експлуатації його. Безпосереднє спостереження за роботою обладнання ведуть машиністи, їх помічники, апаратники, чергові слюсарі та електрики, підлеглі начальнику зміни холодильної станції. Основне завдання - підтримка заданих параметрів роботи холодильних машин з найменшими витратами енергії і експлуатаційних матеріалів і строгим виконанням правил техніки безпеки.

Для успішного виконання завдань, що стоять перед експлуатаційним персоналом, необхідні:

- ✓ висока якість і справність обладнання;
- ✓ забезпеченість контрольно-вимірювальними приладами;
- ✓ наявність запасних частин, інструменту та ремонтних пристроїв;
- ✓ наявність холодоагенту, холодоносія, води, мастил, олив, експлуатаційних матеріалів і енергетичних ресурсів;
- ✓ правильне заповнення систем холодоагентом і холодоносієм; відсутність забруднень на поверхнях теплопередачі; своєчасна профілактика і проведення ремонтів; ведення змінного журналу з виявленням порушень режиму роботи;
- ✓ висока кваліфікація обслуговуючого персоналу.

Експлуатація холодильних установок регламентується спеціальними інструкціями. Недотримання їх може привести до порушення технологічного процесу у споживачів холоду і підвищення витрати енергії на отримання холоду.

Послідовність окремих операцій при пуску і зупинці і порядок обслуговування залежать від конструктивних і експлуатаційних особливостей холодильної установки, які обов'язково повинні бути вказані в інструкції з обслуговування.

У цій главі розглянуті основні правила і прийоми експлуатації найбільш

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поширених типів великих холодильних установок, які в кожному окремому випадку повинні з'ясовуватися відповідно до пускових інструкцій заводів-виготовлювачів обладнання. Вивчивши ці прийоми, майбутній машиніст або апаратник зможе освоїти порядок пуску, регулювання та зупинки холодильних установок будь-яких систем.

До експлуатації промислових холодильних установок допускаються особи, які досягли вісімнадцятирічного віку, які пройшли медичний огляд і мають посвідчення про закінчення навчання обраною спеціальністю.

Обслуговуючий персонал повинен добре знати і суворо дотримуватися правил і інструкції по експлуатації і ремонту устаткування і приладів холодильних станцій. Машинні відділення холодильних станцій є робочим місцем машиніста і його помічника. Насосні і апаратні відділення обслуговують апаратники, підлеглі машиністу і погоджують з ним всі свої дії.

Персонал холодильних станцій щорічно здає іспити кваліфікаційній комісії. Результати іспитів оформляють протоколом. Особам, які склали ці іспити, видають спеціальні посвідчення.

4.3. Автоматизація холодильної установки

Автоматизація виробничих процесів є найважливішою умовою технічного прогресу будь-якої галузі промисловості.

Мета автоматизації холодильних установок - заміна ручної праці, точну підтримку заданих параметрів, запобігання аваріям, збільшення терміну служби обладнання, скорочення витрат, підвищення культури виробництва.

Експлуатація автоматизованих холодильних установок обходиться дешевше, так як відпадає необхідність в частині обслуговуючого персоналу, зайнятого ручними операціями по пуску, регулювання та зупинку холодильного обладнання, візуальному спостереженню за роботою машин і апаратів.

Пристрої автоматизації можуть виконувати як окремі операції: контроль, сигналізація, включення і виключення виконуючих механізмів, так і сукупність цих операцій: автоматичний захист і регулювання.

Будь-яка операція, що здійснюється машиністом сучасних холодильних установок, піддається автоматизації. Однак не всі операції доцільно автоматизувати.

Автоматизація процесів регулювання і захисту необхідна в тих випадках, коли ці процеси вимагають затрат ручної праці і коли машиніст не може забезпечити точне регулювання і надійний захист. Дуже важливо також автоматизувати роботи у шкідливих і вибухонебезпечних приміщеннях.

Великі і середні холодильні установки постачають часткової автоматизацією, при якій автоматично регулюється лише частина процесів.

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найчастіше такі холодильні установки працюють на напіваавтоматичному режимі, при якому зупинка машини відбувається автоматично, а пуск вручну.

Основними частинами будь-якої автоматичної системи є: вимірювальний (чутливий) елемент, або датчик, що сприймає зміна регульованої величини; регулюючий орган, що змінює по сигналу вимірювального елемента подачу речовини або енергії в регульований об'єкт, і передавальний пристрій, що з'єднує датчик з виконавчим механізмом. Вимірювальний елемент забезпечений зазвичай пристосуванням для настройки на задане значення регульованої величини.

Прилади автоматичного управління повинні включати або вимикати компресори і насоси при змінах навантаження. Компресорами керують за допомогою реле температури, що зупиняють компресори при зниженні температури розсолу або тиску у випарниках нижче заданої межі і включають їх при підвищенні температури в випарнику. Іноді холодильні машини включають за допомогою реле часу, якому задають час включення компресора.

Прилади автоматичного регулювання призначені для підтримки заданих параметрів роботи холодильної установки: температури, тиску, рівня. Завдяки плавному регулюванню холодопродуктивності можна підтримувати задану температуру холодоносія при зниженні теплового навантаження. Досягається воно такими шляхами:

- ✓ установкою регуляторів тиску «до себе», що підтримують постійний тиск у випарник і дроселює пари перед компресором;
- ✓ установкою регуляторів тиску «після себе», яка спрямовується частина парів з нагнітальної лінії у всмоктувальну. За рахунок цього частина парів, яка могла б надійти в компресор з випарника, відсікається і холодопродуктивність установки падає;
- ✓ підключенням додаткового шкідливого простору в поршневого компресорі, що зменшує відсмоктування парів холодоагенту з випарника.

Регулювання подачі холодоагенту у випарник переслідує дві мети: забезпечення безпечної роботи компресора, шляхом захисту його від гідравлічного удару і зменшення або збільшення холодопродуктивності установки.

Автоматична сигналізація оповіщає про зміни режиму, які можуть спричинити за собою спрацювання елементів автоматичного захисту, і сповіщає про включенні і виключенні машин, магнітних вентилів, засувки і приладів. Прикладом сигнального приладу служить дистанційний показник рівня ДУ, що сполучається з виконавчими механізмами - соленоїдними вентилями або звуковими сигнальними пристроями - ревунами.

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Автоматичний захист дозволяє уникати небезпечних для холодильної машини наслідків надмірного підвищення тиску нагнітання, зниження тиску і температури випаровування, порушень режиму роботи мастильних пристроїв.

Для захисту установок від аварійного режиму в схемах автоматизації передбачають прилади, що відключають холодильні агрегати при різких порушеннях режиму роботи.

Винос вторинних показань приладів контролю і вимірювання (термометрів, манометрів, витратомірів, показчиків рівня) на центральний щит, де розташована і регулююча станція, дозволяє управляти роботою холодильної установки централізовано. Частина вимірювань записують самописні прилади (термометри, манометри).

Комплексна автоматизація холодильної установки полягає в оснащенні її пристроями автоматичного управління, регулювання та захисту, а також засобами контролю і сигналізації, що забезпечують справну роботу цих пристроїв.

					МХ 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1. Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні витрати складаються з витрат на обладнання і будівлі холодильника:

$$KB_{хол} = B_{хол} + B_{об} \quad (5.1)$$

Вартість будівлі холодильника визначається по укрупненим показникам:

$$B_{хол} = V * Ц_{хол} \quad (5.2)$$

де V- об'єм будівлі холодильника, м³;

Ц_{хол} - вартість будівлі холодильника, грн.

$$B_{хол} = 441,2 * 2600 = 1\,147\,068 \text{ грн.}$$

Вартість обладнання визначаємо по прейскуранту і зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Вартість обладнання

№ з/п	Найменування обладнання	Марка	Кількість	Вартість одиниці обладнання, грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
1	Компресор	W4H4	2	150 000	300000
2	Конденсатор	КТГ-25	2	46 000	92000
3	Водяний насос	K20/30	2	20 000	40000
4	Повітроохолоджувач	RL59	1	70 000	70000
5	Повітроохолоджувач	RL57	1	65 000	65000
6	Градирня	ГПВ-160	1	49000	49000
7	Відділювач рідини	70 ОЖ	1	22000	22000
8	Масилозбирач	50М	1	15000	15000
9	Ресивер дренажний	0,4 РВ	1	10000	10000
10	Лінійний ресивер	0,4 РВ	1	10000	10000
Сумарна вартість обладнання		753000			
Вартість іншого		75300			

					МХ 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання 10%	
Загальна вартість обладнання	828300
Витрати на транспортування 15%	124245
Витрати на монтаж 20%	165660
Разом вартість обладнання (Воб)	1 118 205

Тоді сума капітальних вкладень по проекту складає:

$$KB_{\text{хол}} = 1\,147\,068 + 1\,118\,205 = 2\,265\,273 \text{ грн.}$$

5.2. Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо виробіток холоду в робочих умовах:

$$Q_{0\text{роб}} = \sum Q_0 \cdot k \cdot t \cdot n; \quad (5.3)$$

де $\sum Q_0$ - холодопродуктивність компресорів в робочих умовах, кВт;

k – коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах;

t - час роботи компресора за рік, секунд;

n - кількість компресорів даного типу, од.

$$Q_{0\text{роб}} = 91,6 * 1,1 * 19\,440\,000 = 1,96 * 10^9 \text{ кДж}$$

Сумарний виробіток холоду за рік:

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

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

$$Q_{0\text{ст}} = 1,96 * 10^9 * 0,76 = 1,49 * 10^9 \text{ кДж}$$

5.3. Розрахунок експлуатаційних витрат

До експлуатаційних (поточних) витрат відносяться витрати на:

- допоміжні матеріали;
- електроенергію;
- воду;
- заробітну плату виробничих робочих;
- амортизацію холодильного обладнання і будівлі;

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- поточний ремонт обладнання і будівлі;
- 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

$$G_{xa} = (g_{x.a.} * \sum Q_0 * k') / 1000 \quad (5.6)$$

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

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

$$G_{xa} = (1,6 * 91,6 * 1,2) / 1000 = 175,87 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 175,87 * 90 = 15\,828 \text{ грн.}$$

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

$$G_m = 5,0 * 2 * 1 * 1,2 = 12,0 \text{ кг}$$

$$B_m = 12,0 * 380 = 4\,560 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 - Допоміжні матеріали

№	Стаття витрат	Витрати, грн.
---	---------------	---------------

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з/п		
1.	Вартість холодоагенту	15 828
2.	Вартість змащувальних матеріалів	4 560
Разом		20 388
Витрати на інші допоміжні матеріали (5%)		1 019
Всього		21 408

5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою:

$$N_{ел} = N_{ел.дв} * n_{дв} * T * K \quad (5.9)$$

де $N_{ел.дв}$ - номінальна потужність електродвигунів з технічних характеристик, кВт;

$n_{дв}$ – кількість електродвигунів;

T – тривалість роботи при максимальному навантаженні;

K – коефіцієнт використання обладнання

Таблиця 5.3 - Розрахунок споживання силовій електроенергії

№	Назва обладнання	Кількість одиниць	Потужність, кВт	Тривалість роботи за рік, годин	Коефіцієнт використання обладнання	Загальна потреба в електроенергії, кВт-годину
1	Компресор	2	13,75	5400	0,7	103 950
2	Градирня	1	8,5	5400	0,7	32 130
3	Повітро-охолоджувач	1	13,77	3000	0,7	28 917
4	Повітро-охолоджувач	1	30,22	3000	0,7	63 462
5	Повітро-охолоджувач	1	20,44	3000	0,7	42 924
6	Насос	2	4	3000	0,7	16 800

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ		Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

	ВОДЯНИЙ					
	Разом					288 183

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.;

$$B_{ел} = 288\,183 * 4,3 = 1\,239\,187 \text{ грн.}$$

5.3.3 Розрахунок витрат на воду для виробничих цілей

Вартість річного споживання води визначаємо за формулою:

$$B_{в} = G_{в} * Ц_{в}; \quad (5.11)$$

де $G_{в}$ - річне споживання води, м³;

$Ц_{в}$ - вартість 1м³ води, грн.;

Річне споживання води:

$$G_{в} = g_{в} * \frac{Q_{ост}}{1000} * 0,15; \quad (5.12)$$

де $g_{в}$ - норма споживання води на 1000 кДж холоду, м³;

0,15 – коефіцієнт, який враховує наявність оборотного водопостачання

$$G_{в} = (0,0048 * 1,49 * 10^9 / 1000) * 0,15 = 1071,8 \text{ м}^3$$

$$B_{в} = 1071,8 * 45 = 48\,232,86 \text{ грн.}$$

5.3.4 Визначення кількості виробничого персоналу

Для розрахунку кількості робітників треба визначити ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік, який визначається з балансу робочого часу одного середньооблікового робітника в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Розрахунок балансу робочого часу на рік одного середньооблікового робітника

№з/п	Показники	Число днів
1.	Кількість календарних днів на рік	365
2.	Кількість вихідних днів на рік	104
3.	Номінальний фонд робочого часу	261
4.	Тривалість відпустки	24
5.	Невиходи на роботу через хворобу	6

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.	Інші невиходи на роботу з дозволу адміністрації	1
7.	Число днів корисної роботи одного працівника	230
8.	Тривалість робочого дня, годин	8
9.	Ефективний фонд робочого часу, годин	1840

Коефіцієнт перерахування планової кількості робітників в облікову визначається за формулою:

$$K_{\text{п}} = \Phi_{\text{н}} / \Phi_{\text{еф}} \quad (5.13)$$

де $\Phi_{\text{н}}$ - номінальний фонд робочого часу, годин

$\Phi_{\text{еф}}$ - ефективний фонд робочого часу, годин

$$K_{\text{п}} = (261 * 8) / 1840 = 1,14$$

Кількість машиністів і слюсарів-ремонтників визначається за формулою:

$$K_{\text{р}} = \sum N_{\text{ч}} * \text{п} * K * K_{\text{п}} \quad (5.14)$$

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

п - кількість компресорів одного типу в групі;

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

$K_{\text{п}}$ - коефіцієнт перерахування планової чисельності в облікову;

Кількість машиністів холодильної установки:

$$K_{\text{м}} = 1,2 * 2 * 0,8 * 1,14 = 3 \text{ робітника}$$

Кількість слюсарів-ремонтників холодильної установки:

$$K_{\text{м}} = 0,24 * 2 * 0,8 * 1,14 = 1 \text{ робітник}$$

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:

$$З_{\text{Посн}} = ГТC_i * T_{\text{еф}} * K_{\text{р}} \quad (5.15)$$

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Кр - кількість робітників, обслуговуючих холодильне обладнання, осіб

ГТС_i - годинна тарифна ставка відповідного розряду, грн.

$$\text{ГТС}_i = \text{ГТС}_{\text{мін}} * \text{ТК}_i \quad (5.16)$$

де ГТС_{мін} – мінімальна годинна тарифна ставка, грн.;

ТК_i - тарифний коефіцієнт відповідного розряду

Таблиця 5.5 - Розрахунок заробітної плати робітників

Назва професії	Кількість робітників	Розряд	ГТС, грн	Ефективний фонд робочого часу, годин	Основна зарплата, грн.
Машиніст	3	VI	86,4	1840	476928,00
Слюсар-ремонтник	1	VI	86,4	1840	158976,00
Разом	4	-	-	-	635904,00

Додаткова заробітна плата становлять 50 % від основної заробітної плати.

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

Таблиця 5.6 - Заробітна плата виробничих робочих з нарахуваннями

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1.	Фонд основної заробітної плати	635 904,0
2.	Фонд додаткової заробітної плати	317 952,0
3.	Єдиний соціальний внесок	209 848,32
	Всього	1 163 704,32

5.3.6 Амортизація холодильного обладнання

Витрати на амортизацію розраховують виходячи з вартості обладнання і будівель, з урахуванням встановлених норм амортизації обладнання і будівлі:

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_a = B_{об} * H_a / 100\%, \text{ грн.} \quad (5.17)$$

$$B_a = 1\,147\,068,0 * 5/100 + 1\,118\,205,0 * 20/100 = 280\,994,0 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт обладнання (приймаються в розмірі 10% від суми витрат на амортизацію обладнання).

$$B_{п.р} = 280\,994,0 * 0,1 = 28\,099,0 \text{ грн.}$$

Інші поточні витрати приймаємо в розмірі 5 % від суми експлуатаційних витрат.

$$B_{ін} = (21\,408 + 1\,239\,187 + 48\,233 + 1\,163\,704 + 280\,994 + 28\,099) * 0,05 = 136\,670,0 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 - Експлуатаційні (поточні) витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	21 408
2	Електроенергія	1 239 187
3	Вода	48 233
4	Зарплата виробничих робочих	1 163 704
5	Амортизація холодильного обладнання і будівлі	280 994
6	Витрати на поточний ремонт обладнання і будівлі	28 099
7	Інші поточні витрати	136 670
	Всього	2 918 295

5.3.7 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

$$C_{1000} = B_p * 1000 / Q_{0 \text{ ст}} \quad (5.18)$$

де B_p - річні витрати на виробництво холоду, грн.

$$C_{1000} = (2\,918\,295 * 1000) / (1,49 * 10^9) = 1,96 \text{ грн}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.8.

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.8 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Місткість холодильника	N	т	540
2	Холодопродуктивність	Q	кВт	91,6
3	Кількість компресорів	n	шт	2
4	Кількість обслуговуючого персоналу	Kp	осіб	4
5	Капітальні вкладення	KB	грн.	2265273
6	Експлуатаційні витрати	Bp	грн.	2 918 295
7	Собівартість 1000кДж холоду	C_{1000}	грн.	1,96

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Вступ

Головним питанням в діяльність по реалізації та подальшої переробки фруктів є довготривале збереження рослинної продукції, яка має певний термін зберігання за звичайних умов.

Для цього існують спеціальні холодильні камери, які пристосовані для довготривалого зберігання.

Дипломним проектом розглядається питання розробки холодильної установки для камер зберігання яблук.

6.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на працівника при обслуговуванні холодильної установки

Вміст шкідливих речовин і кількість небезпечних факторів в робочих зонах не повинно перевищувати значень, визначених чинними стандартами та гігієнічними нормативами.

При експлуатації холодильних установок основна частина навантаження приходить на нервову систему робітника, при виконанні монтажних та ремонтних робіт збільшується навантаження на м'язову систему.

Фактори виробничого середовища в першу чергу впливають на функціонування органів дихання, слуху, системи кровообігу людини, а також це метеорологічні умови виробничих приміщень, стан повітряного середовища, освітленість робочої зони, шум, вібрація тощо.

Основними шляхами забруднення повітряного середовища в приміщеннях холодильних установок є: витік газів і пару через нещільності, розлив рідини, дифузія парів або газів через стінки і ущільнення. Причиною забруднення повітря може бути і виробничий пил.

Заходи безпеки при експлуатації холодильних установок встановлені в ПОТ РМ 015-2000. Міжгалузеві правила по охороні праці при експлуатації фреонових холодильних установок, затверджені постановою Мінпраці від 22.12. 00 р № 92 та інших нормативних документів.

При забезпеченні безпечної експлуатації холодильних установок поряд із зазначеними Правилами слід керуватися також відповідними вимогами діючих Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском, ГОСТів та інших нормативних правових актів, що містять нормативні вимоги до охорони праці (з урахуванням особливостей і специфіки холодильних установок).

При експлуатації холодильних установок можливий вплив на працівників ряду небезпечних і шкідливих виробничих факторів, в тому числі:

- Рухомих частин обладнання (компресори, насоси, вентилятори)

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Підвищеної загазованості повітря робочих зон (через можливих ви токів холодоагенту з холодильних систем і внаслідок пожежі);
- Підвищеної або зниженої температури поверхонь обладнання і трубо проводів;
- Зниженої температури повітря робочих зон (в холодильних камерах, при обслуговуванні обладнання взимку на зовнішніх майданчиках);
- Підвищеного рівня шуму та вібрації на робочих місцях;
- Підвищеної рухливості повітря в холодильних камерах і на зовнішніх (відкритих) майданчиках і інші.

Вміст шкідливих речовин і кількість небезпечних факторів в робочих зонах не повинно перевищувати значень, визначених чинними стандартами та гігієнічними нормативами.

6.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища

Корисні властивості свіжих плодів залежить від того, за яких умов вони зберігаються.

На підприємствах з цією метою використовують промислові холодильники. Обладнання має відповідати санітарно-гігієнічним вимогам. Воно має бути чистим, а в його комплектації має бути передбачена система вентиляції повітря. Свіжу плодовоовочеву продукцію зберігають в окремих складських приміщеннях, що відповідають санітарно-гігієнічним вимогам. Стіни на складах попередньо білять або фарбують вологостійкою фарбою.

Холодильні камери допомагають зберігати якість та товарний вид плодів протягом тривалого часу – від 1 до 9 місяців (термін залежить від сорту продукту).



Рис. 6.1

Для правильного зберігання фруктів холодильне обладнання оснащується системою вентиляції. Циркуляція повітря не дозволяє формуватись плісняві та

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

грибку, що найбільш актуально при великій кількості продукції, яка розташована партіями..

6.2.1 Вимоги до приміщення

Машинні апарати відділення аміачних холодильних установок розміщують в одноповерхових спорудах, прибудованих до корпусу холодильника або виробничих будівель. Аміачні холодильні установки відносяться до вибухонебезпечних приміщень, тому не допускається розміщення цих приміщень, побутових і допоміжних приміщень над машинними і апаратними відділеннями аміачних установок. Також не дозволяється розміщувати агрегати, насоси і трубопроводи в підвальних приміщеннях. Дипломним проектом передбачається розташування апаратних і машинних відділень на першому поверсі будівлі. Крім того, для підвищення безпеки експлуатації аміачних холодильних установок, апарати високого тиску рекомендовано розмістити ззовні машинного відділення на огороженій площі.

Висота машинного відділення аміачних холодильних установок має бути не менше 4,8 м, висоти апаратних відділень – не менше 3,6 м. Машинні відділення мають два виходи, один з яких безпосередньо веде назовні. Влаштувати виходи безпосередньо у виробниче приміщення або до прилеглих коридорів і сходових клітинок забороняється. Двері машинного відділення мають відкриватися в бік виходу. Зовні, поруч з виходом з машинного відділення встановлені кнопки вимкнення силового обладнання, які також автоматично вмикають аварійну вентиляцію. Підлоги машинних і апаратних відділень рівні, неслизькі і виконані з вогнетривкого і не іскристого матеріалу.

У машинному відділенні на видному місці вивішені інструкції з устрою і безпечної експлуатації холодної установки, обслуговування машин, апаратів, контрольно-вимірювальних приладів.

6.2.2 Освітлення

За постійного обслуговування холодильних установок персоналом, наявність природного освітлення в машинному відділенні обов'язкова. В машинних (апаратних) відділеннях передбачають також штучне робоче і аварійне освітлення. В них влаштовують систему водяного або парового опалення, яке забезпечує розрахункову температуру повітря +16°C з непрацюючим устаткуванням

Щоб продовжити термін зберігання та підтримати харчову цінність свіжих плодів, їх потрібно зберігати у темряві. У складах не повинно бути вікон. Штучного освітлення буде достатньо.

У приміщеннях машинних і апаратних відділень холодної установки передбачено робоче, місцеве та аварійне освітлення. Використання світильників

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяється лише у вибухозахищеному виконанні.

Штучне освітлення повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Робоче освітлення передбачено для всіх приміщень будівель, а також діляниць відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей і руху транспорту. Робоче освітлення в виробничих і допоміжних приміщеннях повинно встановлюватися із застосуванням електричних чи люмінесцентних ламп у вигляді загального освітлення. (з рівномірним чи локалізованим розміщенням світильників) і комбінованого (загальне плюс місцеве). Застосування одного місцевого освітлення не допускається.

6.2.3. Мікроклімат

Найбільш значним фактором продуктивності й безпеки праці є виробничий мікроклімат, що характеризується температурою й вологістю повітря, швидкістю його руху і повинен відповідати ДСН 3.3.6-042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Мікроклімат виробничих приміщень впливає на тепловий стан організму людини, його теплообмін з навколишнім середовищем.

Оптимальні норми температури, відносної вологості й швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наступні:

температура - 18- 22-24 С;

відносна вологість – 40-60 %;

швидкість руху повітря – 0,1-0,2 м/с;

Для підтримки необхідної температури й вологості робоче приміщення оснащено системами опалення й вентиляції, що забезпечують постійне й рівномірне нагрівання, циркуляцію, а також очищення повітря від пилу й шкідливих речовин. Вимоги до параметрів мікроклімату в цілому виконані.

Для підтримки в приміщеннях, відповідно до гігієнічних вимог, складу повітря, видалення з нього шкідливих газів, пару і пилу використовують вентиляцію. Дипломним проектом передбачено установа в машинних відділеннях примусової припливної і витяжної механічної вентиляції з кратністю повітрообміну в годину, яка визначена розрахунком, але не менше 3 для притоку і 4 для витоку повітря. Витяжна вентиляція одночасно є аварійною. Аварійна вентиляція повинна забезпечити кратність повітрообміну не менше 8 об'ємів в годину.

6.2.4 Компресорний цех

Робота компресорного обладнання пов'язана із наявністю рухомих частин, високого тиску, можливістю створення вибухонебезпечних сумішей. Надзвичайно небезпечно підвищення температури і тиску вище допустимих значень.

Кожний компресор обладнаний системою аварійного захисту, манометром, запобіжними клапанами, блокуючи ми пристроями і автоматичною сигналізацією.

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Компресорні установки забезпечені надійною системою повітряного чи водяного охолодження. Усі рухомі частини компресора, електродвигуна і інших механізмів огорожені. Під час роботи компресорної установки контролюються рух і температура стиснутого повітря кожного ступеня стиску, температуру стиснутого повітря після холодильника, безперервність надходження охолоджувальної води, її температуру при вході і виході з системи охолодження, тиск і температуру мастила в системі змащення тощо.

Періодичний огляд компресорної установки проводиться не рідше 1 разу на 10 днів. Капітальне очищення компресора не рідше 1 раз на 2 місяця. Очищення від мастильних відкладень – не рідше 1 разу на 6 місяців.

Компресорні розташовані в окремому приміщенні. Проходи в компресорні вільні і забезпечують можливість монтажу і обслуговування.

6.2.5 Безпека при експлуатації холодильних установок

Як холодоагент у аміачних холодильних установках застосовується аміак, що має небезпечні і шкідливі властивості. Наявність аміаку відчувається за запахом при концентрації його у повітрі 0,35 мг/м³. Межа допустимої концентрації аміаку у повітрі 20 мг/м³.

У зв'язку з токсичністю і вибухонебезпечністю аміаку холодильні установки з цим холодоагентом належать до устаткування підвищеної небезпеки. Для запобігання аваріям у холодильній установці використовуються арматура, запобіжні клапани, контрольно-вимірювальні прилади і засоби автоматичного захисту. Холодильна установка обладнана приладами автоматичного захисту, що зупиняють компресор при небезпечних режимах роботи.

Обслуговуючий персонал аміачних холодильних установок забезпечені засобами індивідуального захисту (фільтруючі протигази типу КД, ізолюючі дихальні апарати стиснутого повітря типу АСВ, гумові рукавиці, чоботи, захисні окуляри і медикаменти для надання першої долікарської допомоги).

6.2.6 Холодильний агент (холодоагент)

Аміак. Це високоенергетичний ефективний холодоагент, технологія застосування якого відрізняється від використання холодоагентів іншого типу, завдяки його високій теплоті випаровування.

Аміачні установки з використанням сучасних інноваційних технологій є дуже рентабельними тв. ефективними. Сучасне аміачне холодильне обладнання відповідає всім європейським стандартам якості та безпеки, , що гарантує максимальну вигоду при використанні холодильної системи аміачного типу

Оскільки аміак – сильнодіюча отруйна, вибухонебезпечна і пожежонебезпечна речовина, володіє задушливою і нейротропною дією, то об'єкт зі встановленою

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аміачною установкою може бути хімічно небезпечним об'єктом. Тому використання аміаку, як потенційно небезпечного газу, досить строго регламентується правилами безпеки аміачних холодильних установок. холодильних установок.

6.3. Пожежна безпека

На території холодильних виробництв використання відкритого вогню забороняється. Найбільше число пожеж на холодильному виробництві пов'язано з порушенням правил експлуатації електричних установок. В приміщеннях машинних і апаратних відділень холодильних установок забороняється використовувати нагрівальні прилади з відкритим вогнем, в тому числі електричні рефлектори.

До засобів гасіння пожежі відносяться внутрішні пожежні водопроводи (крани – ПК), вогнегасники, сухий пісок тощо.

В будівлях пожежні крани встановлюють в коридорах, на майданчиках сходових кліток. Кожний пожежний кран укомплектований пожежним рукавом і розміщений у відповідних ящиках, які знаходяться на висоті 1.35 м від полу. В приміщеннях холодильників водопровід проектується об'єднаним. В охолоджених приміщеннях прокладка водопроводу не допускається.

Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовуються вогнегасники. У виробничих приміщеннях це головним чином пінні та вуглекислотні вогнегасники, достоїнством яких є висока ефективність гасіння пожежі, збереження електричного устаткування. Розташовують вогнегасники на видних місцях, на висоті не більше як 1,5 м від полу.

Будівлі укомплектовані пожежними щитами з набором інструментів – лому, багра, сокири з дерев'яною ручкою, щільного полотна (азбест, войлок), біля щитів – бочки з водою, ящики з піском. Паління на підприємстві допускається тільки в спеціальних місцях, обладнаних надписом – «Місце для паління».

Виробничі приміщення мають запасні виходи. Двері повинні мати освітлений надпис « Запасний вихід». План евакуації вивішується на видному місці у основного виходу із приміщення.

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М.Г. Хмельнюк, О.Сгф. Подмазко, І.О. Подмазко "Холодильні установки та сфери їх використання" підручник для вищих навчальних закладів, Херсон, Грінь, 484с., 2014.
- 2 Холодильні установки, (І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю.Ларьяновський та інш.), підручник для вищих навчальних закладів, в двох томах, Київ, "Либідь", 1995.
3. Холодильні установки. Проектування: Учебный посібникк / Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Лагутін А.Ю. та ін. – Одеса: Друк, 2008. - том 1 – 3.
4. І.Г.Чумак, В.П.Чепурненко, С.Ю.Ларьяновський та інші. "Холодильні установки" Одеса, "Рефпринтінфо" 2003. 531с;
5. Явнелъ Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.-3-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1989.
6. Самойлов А.И., Игнатьев В.Г. Охрана труда при обслуживании холодильных установок.- 2-е изд. -М.: Агропромиздат, 1989.
7. Справочник из серии "Холодильная техника" под редакцией А.В. Быкова Применение холода в пищевой промышленности, 1979
8. Ж-л "Холодильная техника"
Ж-л "Холод"
Ж-л «Холодильна техніка і технологія»
Ж-л «СОК»
Ж-л «М+Т»

Інформаційні ресурси

https://otfk.od.ua/about_us/energy_public/
<http://www.veza.com.ua>
https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3201
<http://www.wvp.com.ua>
http://www.c-o-k.ru/market_news
<http://www.mir-klimata.com>

					MX 187. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016292499

Дата перевірки:
29.05.2024 05:14:39 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
29.05.2024 08:35:45 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: MX-187_Матвій_Василенко

Кількість сторінок: 58 Кількість слів: 11181 Кількість символів: 77640 Розмір файлу: 3.74 MB ID файлу: 1016086496

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

44.8%
Схожість

Найбільша схожість: 11.9% з Інтернет-джерелом (<https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/9c6d52cc-e28..>

44.8% Джерела з Інтернету

620

Сторінка 60

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%
Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

164

Підозріле форматування

9
сторінок

**ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ
ОДЕСЬКОЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

В І Д Г У К

керівника про дипломний проект (роботу) студента

Василенко Матвія Матвійовича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»

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

Тема: Розробка холодильної установки для камер зберігання яблук ємністю
540 тон, Миколаївська обл.

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

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

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

б) Самостійність роботи над проектом (роботою)

Дипломник Василенко М.М. над дипломним проектом працював самостійно, графік виконання окремих розділів пояснювальної записки і графічних аркушів не порушував. В умовах воєнного стану консультації були здійснено в змішаному режиму offline або дистанційно на платформі Zoom

в) Теоретична підготовка дипломника

Теоретична підготовка студента Василенко М.М. добра. При навчанні за освітньою програмою «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок» в цілому показав середні програмні результати навчання, зацікавленість проявляв як до дисциплін гуманітарного циклу, що сприяє розвитку soft skills так і дисциплін, що формують професійні компетенції.

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

Студент Василенко М.М. 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.
Василенко М.М. отримав освітній рівень молодший фаховий бакалавр з енергетичного машинобудування і кваліфікацію – технік-механік по обслуговуванню холодильно-компресорних машин і установок.

Оцінка розрахункової частини	4 <u>(добре)</u>
Оцінка графічної роботи	4 <u>(добре)</u>
Загальна оцінка	4 <u>(добре)</u>

Прізвище, ім'я, по батькові керівника Беркань Ірина Володимирівна,

Місце роботи і посада керівника проекту ВСП «ОТФК ОНТУ»
викладач-методист

10 05 2023 р.

Підпис



**ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ
ОДЕСЬКОЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект (роботу) студента
Василенко Матвія Матвійовича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»

Освітня програма «Монтаж і обслуговування холодильно-
компресорні машин та установок»

Тема: Розробка холодильної установки для камер зберігання яблук ємністю 540 тон, Миколаївська обл.

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки _____ сторінок

Обсяг графічної частини проекту _____ сторінок

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

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

Дипломний проект Василенко М.М. виконаний згідно завданню і складається з пояснювальної записки на _____ сторінках і графічного матеріалу на трьох 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

Дипломний проект виконано згідно завданню. Тема дипломного проекту розкрита у повному обсязі. Всі розділи розрахунково-конструкторської частини виконані з урахуванням останніх досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування, а саме холодильної техніки. Дипломник використовував технічну і довідкову літературу по даній темі. Враховані передові методи роботи на виробництві

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

Якість виконання пояснювальної записки і графічної частина висока

г) Перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

1. Здійснено аналіз розвитку холодильних установок для камер зберігання яблук
2. Обґрунтування і вибір сучасного компресорного обладнання і високоефективних теплообмінників
3. Застосування в якості холодильного агенту сучасного озонобезпечного хладону R 134
4. Висока якість виконання графічної частини за допомогою програми AutoCad

д) Основні недоліки дипломного проекту (роботи)

1. В ПЗ, стор. в розділі 4.2 «Автоматизація холодильної установки» не представлений перелік приладів автоматики, що входять до схеми автоматизації даної холодильної установки.
2. На графічному аркуші №2 «Розводка трубопроводів холодильної установки» при зображенні трубопроводів, не вказані напрями потоків рідкого і газоподібного хладону.

Оцінка розрахункової частини 5 (відмінно)

Оцінка графічної частини 4 (добре)

Загальна оцінка 4 (добре)

Прізвище, ім'я, по батькові

Чумак Сергій Петрович

Місце роботи і посада рецензента

НТ «ВНЗ», нач. зміни цеху експлуатації

«15» 05 2023

Чумак
Підпис

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

Ми, що нижче підписалися,

Василенко Матвій Матвійович,
здобувач освіти гр. 4МХ-187, та

Беркань Ірина Володимирівна,
керівник дипломного проекту,

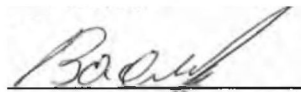
не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до дипломного проекту фахового молодшого бакалавра на тему:

«Розробка холодильної установки для камер зберігання яблук ємністю 540 тон, Миколаївська обл.» (автор роботи – Василенко М.М., керівник роботи – Беркань Ір.В.)

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2024 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



/ Василенко М.М. /

Керівник



/ Беркань Ір.В. /

«10» червня 2024 р.