

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОПП: «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних машин

і установок»

Група: 4MX-56

Дипломний проєкт
здобувача освіти денного відділення
4MX 56. 013. 000 ДП

Лашкула Давида
Євгенійовича

м. Одеса - 2024 р

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФВХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ

Спеціальність 142
Енергетичне машинобудування
Група 4 МХ- 56

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
МХ 56.013.000 ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка системи охолодження торгово-заготівельного
холодильника для міста Кривий Ріг місткістю 740 тон

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

Дипломник _____ (Лашкул Д.Є.)

Керівник проекту _____ (Рекеда Ю.Д.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Шимко О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

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

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

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

Захист "21" "06" 2024 р. Протокол ЕК № 01 МХ

Оцінка ЕК _____ (41 год рел)

Секретар ДЕК _____ (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 Лашкулу Давиду Євгенієвичу
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Монтаж та обслуговування холодильно-компресорних машин і установок»

Вихідні дані для проекту: температура літня 33°C

Тема дипломного проекту: Розробка системи охолодження камер торгово-заготівельного холодильника ємністю 740 тон, м. Кривий Ріг

відносна вологість повітря літня 60 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Пояснювальна записка

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 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 ремонту та монтажу холодильного обладнання

4.2 Експлуатація холодильного обладнання

4.3 Автоматизація холодильної установки

5 Економічна частина

6. Охорона праці

6.1 Аналіз виробничих чинників, що мають небезпечний та шкідливий вплив на працівників

6.2 Холодоагент

6.3 Гігієнічне середовище

6.4 Пожежна безпека

7. Перелік використаних джерел

Графічна частина

Аркуш 1 План та перетин будівлі холодильника

Аркуш 2 Розводка трубопроводів

Аркуш 3 Схема автоматизації холодильної установки

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1. Загальна частина	20 ÷ 21.05.2024
2. Технологічна частина	22 ÷ 24.05.2024
3. Розрахунково-конструкторська частина	25 ÷ 04.06.2024
4. Організаційна частина	05.06.2024
5. Аркуш 1, 2	06 ÷ 08.06.2024
6. Економічна частина	09 ÷ 11.06.2024
7. Аркуш 3	12.06.2024
8. Охорона праці	13.06.2024
Попередній захист	14.06.2024
Захист дипломного проекту	20 ÷ 28.06.2024

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 _____ (Рекеда Ю.Д.)

[illegible]

ЗМІСТ

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 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 компресору

3.11 Тепловий розрахунок та вибір конденсатору

3.12 Розрахунок та вибір камерного устаткування

3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування

3.14 Розрахунок і вибір систем зворотного водопостачання

					MX 56. 013. 000. ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ремонту і монтажу устаткування

4.2 Експлуатація холодильного устаткування

4.3 Автоматизація холодильної установки

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ

6.1 Аналіз виробничих чинників, що мають небезпечний та шкідливий вплив на працівників

6.2 Холодоагент

6.3 Гігієнічне середовище

6.4 Пожежна безпека

7. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

					<i>MX 56. 013. 000. ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		.

ВСТУП

Торгово-заготівельні холодильники працюють в одному ланцюгу з підприємствами торгівлі.

Низькотемпературна техніка здатна зберегти якість продуктів харчування від її виробництва, або збору до реалізації, тому потреба в холодильному устаткуванні постійно зростає.

Завданнями торгово-заготівельного холодильника є організація безперервного холодильного ланцюга, створення спеціального технологічного режиму з використанням штучного холоду на всіх стадіях промислової переробки, систематичне підвищення ефективності виробництва шляхом найбільш повного використання виробничих ресурсів робочого часу.

Основними споживачами промислового холодильного устаткування в Україні є мережеві супермаркети, харчові комбінати, пивзаводи, м'ясопереробні підприємства і великі сховища. У той же час, за оцінками фахівців, у країнах Заходу основна частка поставок холодильного обладнання у вартісному вираженні припадає на масштабні проекти в хімічній, гірничодобувній, нафтопереробній галузях.



Рис.1

					MX 56. 013. 000. ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		.

Торгово-заготівельні холодильники використовують для зберігання харчових продуктів, що перевозяться в основному автомобільним транспортом. В великих містах України такі холодильники призначаються для рівномірного забезпечення населення продуктами харчування, виробництво яких носить сезонний характер, протягом усього року необхідність будівництва і модернізації таких підприємств доказана часом.

					<i>MX 56. 013. 000. ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення та технічна характеристика об'єкта завдання

Будівлю холодильника проекту одноповерховою і виконую за каркасною схемою. Самонесучі стіни каркасних будівель спираються на фундаментні балки, а ті – на фундаменти під колони.

Обираю залізобетонний каркас, перевагами якого є: відсутність необхідності в захисті від корозії, вогнестійкість і менша металоємність.

Відстань між координаційними осями (довжина будівельної балки) приймаю 6 м. Відстань між координаційними осями в перпендикулярному напрямку (крок колон) приймаю 12 м. Відповідно отримую сітку колон 6 x 12 м.

Фундамент сприймає все навантаження від будівельних конструкцій, вантажу та обладнання і передає її на ґрунт. Під колоною закладаю збірний фундамент пірамідальної форми, який виготовляють з бетону. Для установки колон в фундамент передбачаю гнізда-стакани квадратного перерізу.

Для своєї будівлі застосовую залізобетонні колони з перерізом 400 на 400 мм. Колони в камерах з нульовими температурами не ізолюю. В камерах з підлогами, що обігріваються, колони покриваю теплоізоляцією товщиною 100÷150 мм на висоті 1,5 м від підлоги.

При будівництві одноповерхового холодильника застосовую вертикальні стінові панелі висотою 6,0 м, шириною 3,0 м з несучим шаром важкого бетону.

Горизонтальні стінові панелі виготовляю висотою 1,5 м, довжиною 6 м, товщиною 200 мм. Розміри відносяться до зовнішнього шару панелей. Внутрішні стіни між охолоджуваними приміщеннями та коридорами виконую з тих же матеріалів, що і зовнішні. Такі ж перегородки між камерами. Товщину цегляних перегородок приймаю 120 мм. Для зменшення теплопрививів від радіації через покриття захисний шар виконую з матеріалу з гарною відбивною здатністю.

					MX 56. 013. 001. ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Покриття підлоги роблю монолітним з бетону. Підлога холодильника має достатню міцність, витримує навантаження від вантажів і транспортних засобів. На ділянках інтенсивного руху (платформа, коридор) застосовую металеві плити. Для захисту ґрунту від промерзання застосовую підлогу з обігрівом. Теплоізоляцію підлог, що обігріваються виконую з ефективних плитних теплоізоляційних матеріалів. Гідро- і пароізоляцію конструкцій підлог, що обігріваються роблю з матеріалів підвищеної вологостійкості, що укладаються нижче бетонної підготовки з електронагрівачами.

Двері холодильних камер обираю відкотні, так як вони є більш зручними. При відкочуванні вони не перешкоджають руху вантажно-розвантажувальних і транспортних засобів. Двері мають теплоізоляцію товщиною 150 мм з пінопласту.

					MX 56. 013. 001. ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Вихідні дані

Таблиця 1.1

Місткість торгово-заготівельного холо- дильника	740 тон
Передбачаєм будівництво – місто Кривий Ріг	
Розрахункова літня температура	33 °C
Середньорічна температура в районі будівництва	8,5 °C
Розрахункова зимова температура	-32 °C
Відносна літня вологість повітря	59 %
Відносна вологість повітря взимку	87 %
Географічна широта	47,5
Характеристика вантажу:	
Зберігання морожених вантажів	75%
Зберігання охолоджених вантажів	25%

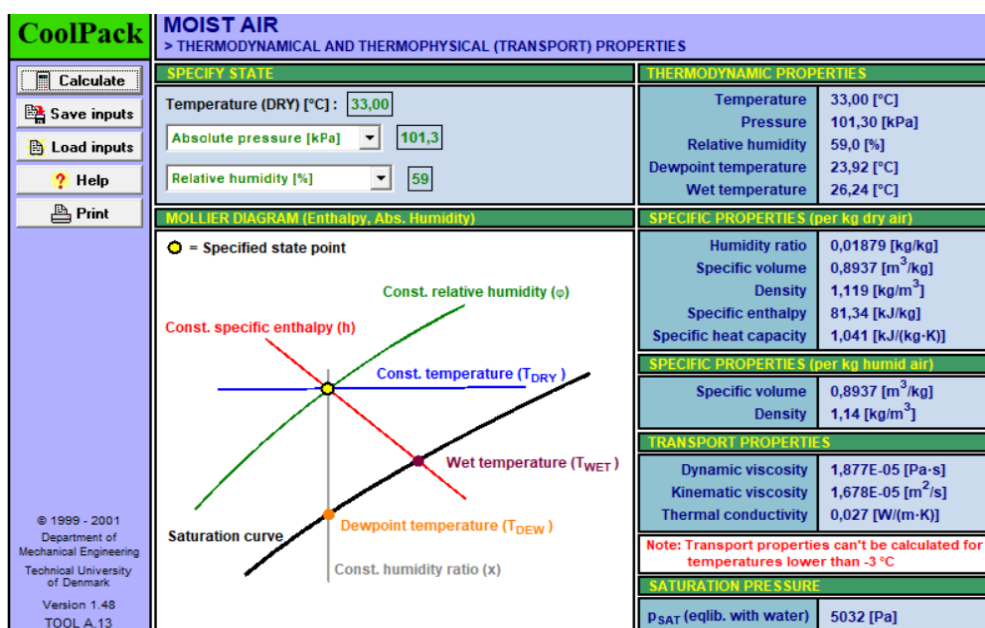


Рис. 1.1 Парметри зовнішнього повітря для міста Кривий Ріг

					MX 56. 013. 001. ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Торгово - заготівельний холодильник ємністю 740 тон призначений для зберігання продуктів умовах штучного охолодження.

Доцільність будівництва торгово-заготівельних холодильників доведена практикою, вони дозволяють цілий рік постачати населення міста якісними незамінними продуктами харчування.

Вибираю одноповерховий холодильник. Ці холодильники мають великий фронт вантажних робіт і можливість раціонального використання комплексної механізації вантажно – розвантажувальних робіт. Їх недолік – це більша займана площа земельної ділянки й більша поверхня зовнішніх огорожень, однак немаловажне значення має зменшення навантаження на ґрунт, особливо для суглинних ґрунтів, властивому місцю проектування.

Як теплоізоляційний матеріал прийнятий саме загасаючий пінополістирол ПСБ-С, що володіє рядом переваг у порівнянні з іншими теплоізоляційними матеріалами, а саме: вологостійкість, вогнестійкість, не піддається гниттю, розвитку бактерій, відносно дешевий. Пінополістирол ПСБ-С має низький коефіцієнт теплопровідності $0,05 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$.

Обираю робочою речовиною холодильної установки - аміак. Це єдиний хладогенту з характерним неприємним запахом, що асоціюється у людей з почуттям страху. На перший погляд, це досить вагома причина, щоб відмовитися від його використання. Однак іншого хладогенту з такою енергетичною ефективністю не існує.

Проектом передбачена аміачна холодильна машина. Основне навантаження на холодильну установку складаються із суми теплоприпливів: через конструкції, що обгороджують, від продуктів при холодильній обробці, теплоприпливів при експлуатації.

Для дотримання технологічних режимів застосовуємо систему безпосереднього охолодження. У таких системах теплота від охолоджуваного об'єкта приділяється повітроохолоджувачами. Перевагами системи безпосе-

					MX 56. 013. 001. ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

реднього охолодження є довговічність й економічність. Довговічність системи порозумівається тим, що в ній практично відсутня корозія. Економічність цієї системи обумовлена відносно меншою витратою енергії внаслідок роботи установки з мінімальним перепадом між температурами повітря охолоджуваної камери й кипіння холодильного агенту в порівнянні із системою охолодження за допомогою рідкого холодоносія. При включенні системи безпосереднього охолодження швидко досягається ефект охолодження. У теплообміннику повітроохолоджувача холодильний агент кипить, віднімаючи теплоту від повітря камери схову.

Високі економічні показники ефективності є результатом науково-обґрунтованого проектування з підбором високопродуктивного та високотехнологічного обладнання з економічними характеристиками.

Високі економічні показники ефективності є результатом науково-обґрунтованого проектування з підбором високопродуктивного та високотехнологічного обладнання з економічними характеристиками.

От же, проект системи охолодження торгово-заготівельного холодильника для міста Кривий Ріг місткістю 740 тон можна вважати доцільним та економічно вигідним.

					MX 56. 013. 001. ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів

Торгово-заготівельний холодильник, що проектується призначається для зберігання м'яса та ковбасних виробів. Харчові продукти містять в собі необхідні для повноцінного харчування людини органічні та неорганічні речовини: білки, жири, вуглеводи, вітаміни, ферменти, воду, мінеральні солі та інші. Всі ці речовини знаходяться у зв'язаному рідкому або газоподібному стані. Розрізняють харчові продукти рослинного і тваринного походження.. М'ясо свинини та ковбасні вироби відносяться до продуктів тваринного походження, які характеризуються високим вмістом білків і жирів.

У свинині містяться вітаміни групи В. У свиней, на відміну від жуйних, в м'язовій тканині накопичується значна кількість вітаміну В1, за змістом якого свинина перевершує навіть чорний і сірий хліб (0,2-0,3 мг /%). Важливим показником харчової цінності свинини є вміст у ній великої кількості мінеральних речовин, багато з яких в складі біологічно активних сполук впливають на життєдіяльність організму.

Таблиця 2.11

Хімічний склад свинини різних категорій

Категорії	Вміст, %				Енергетична цінність	
	вода	білок	жири	зола	ккал	кДж
I (бекону)	54,8	16,4	27,8	0,8	316	1322
II (м'ясна)	51,6	14,6	33,0	0,6	355	1485
III (жирна)	38,7	11,4	49,3	0,8	489	2046

Питома тепломісткість свинини $2,17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

Коефіцієнт теплопровідності $0,488 \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}$

Питома ентальпія $39,4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; Кріоскопічна температура -2°C

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ковбасні вироби - це продукти, виготовлені з м'ясного фаршу з сіллю і спеціями, в оболонці або без неї і піддані термічній обробці або ферментації до готовності до споживання. Ковбасні вироби, як правило, мають більш високу поживну цінність, ніж вихідна сировина, так як в процесі виробництва з останнього видаляють найменш цінні в харчовому відношенні складові частини - кістки, хрящі, сухожилля, плівки, грубу сполучну тканину. Тугоплавкий яловичий жир замінюють більш легко засвоюваним свинячим. Подрібнення м'яса і додавання в фарш спецій покращують смак і аромат ковбасних виробів і підвищують їх засвоюваність.

Таблиця 2.2

Хімічний склад ковбасних виробів

Найменування продуктів	Вміст, %				Енергетична цінність
	вода	білок	жири	мін. речовини	кДж
Ковбаси варені	55-77	10-14	14-30	1,5-3,1	711÷1322
Ковбаси напівкопчені	40-52	18-23	15-45	4,3-4,9	1084÷1950
Ковбаси сирокопчені	25-30	21-28	42-48	6,0-6,6	1979÷2151
Ковбаси варенокопчені	39-40	17-28	27-39	4,6-4,7	1506÷1757

Питома тепломісткість ковбасних виробів $2,5 \div 3,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кгК}}$

Коефіцієнт теплопровідності $0,433 \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}$

Питома ентальпія $17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; Криоскопічна температура -2°C

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму

Зберігання заморожених харчових продуктів не повинно супроводжуватися зміною температури більше ніж на один градус Цельсія. Більш значні коливання приведуть у більшості випадків до порушення волокон м'яса, так як кількість кристалів льоду значно зросте. Коли температура значно підвищується, відбувається танення кристалів льоду у волокнах м'яса, а подальше зниження температури призводить до порушення структури волокон м'яса.

Таблиця 2.3 Температурний режим зберігання продуктів в камерах схову торгово-заготівельних холодильників

Назва камер зберігання	Розрахункові параметри повітря		Температура продукту		Тривалість зберігання
	Температура, °C	Відносна вологість, %	який надходить для зберігання, °C	який виходить після зберігання, °C	
Камери зберігання охолоджених продуктів	0	85-90	12	0	До 6 місяців
Камери морозжених продуктів ємністю менше 3000 ТОН	-20	95-98	-8	-20	8-10 місяців

Тривалість зберігання замороженого м'яса залежить від виду м'яса і температури зберігання.

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4

Вид ковбасних виробів	Сорт	Температура, °С	Відносна вологість повітря, %	Термін придатності
Варена	вищий	0 — 8	75 — 85	72 години
	перший	0 — 8	75 — 85	48 годин
	другий	0 — 8	75 — 85	48 годин
	третій	0 — 8	75 — 85	48 годин
Напівкопчені	всі сорти	12	75-78	15 діб
Варено — копчені	всі сорти	0-4	75-78	1 місяць
Сирокопчені	всі сорти	12 — 15	75-78	4 місяця

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані

Розраховую ємність камер зберігання морозжених вантажів, т, за формулою:

$$B_{м.в.} = 0,75 \times B_k \quad (3.1)$$

$$B_{м.в.} = 0,75 \times 740 = 555 \text{ т}$$

Розраховую ємність камер зберігання універсальних вантажів, т, за формулою:

$$B_{м.в.} = 0,25 \times B_k \quad (3.2)$$

$$B_{м.в.} = 0,25 \times 740 = 185 \text{ т}$$

3.2 Розрахунок будівельних площ

Будівельна площа камер схову, м², розраховується за формулою:

$$F_{б\text{уд}} = \frac{B_k}{q_v \times h_{гр} \times \beta} \quad (3.3)$$

де: q_v – норма навантаження на 1 м³ вантажного обсягу камери;

$h_{гр}$ – вантажна висота штабеля, м;

β – коефіцієнт використання площі камер, що враховує площу камери, зайняту колонами та проходами.

Число будівельних прямокутників розраховується за формулою:

$$n = \frac{F_{б\text{уд}}}{f} \quad (3.4)$$

де: f – будівельна площа одного прямокутника, залежить від вибраної сітки колон, м².

Дійсна місткість камери, т, розраховується за формулою:

$$B_k^д = B_k^р \times \frac{n}{n_d} \quad (3.5)$$

Площа службових приміщень, м², розраховується за формулою:

$$F_{сл пр} = (0,2 \div 0,4) F_{ох} \quad (3.6)$$

Площа машинного відділення, м², розраховується за формулою:

$$F_{м.в} = (0,05 \div 0,35) F_{ох} \quad (3.7)$$

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі розрахунки зводжу до таблиці 3.1

Таблиця 3.1 Розрахунок будівельних площ

Найменування камери	V_{κ}^p , т	Q_v , $\frac{т}{м^3}$	h_{gr} , м	β	$F_{буд}$, м ²	f , м ²	n	n_d	V_{κ}^{ϕ} , т
Камери зберігання мороз. вантажів	555	0,45	4,0	0,75	411	72	5,71	6	583,2
Камери з універсальним режимом	185	0,3	4,0	0,75	205	72	2,85	3	194,7
Охолоджуючий склад	740				616	72	8,56	9	778
Допоміжні приміщення					184,8	72	2,6	3	
Службові приміщення					123,2	72	1,7	2	
Машинне відділення					123,2	72	1,7	2	

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

3.3 Вимоги до планування

Планування холодильника – це розміщення всіх камер схову і допоміжних помешкань холодильника з урахуванням їхнього призначення, кількості і розмірів. Для забезпечення найбільше раціонального планування я притримуюсь наступних правил:

1. Планування відповідає схемі технологічного процесу виробництва та сприяє послідовності операцій холодильної обробки.

А саме передбачає найбільш короткі шляхи перевозок в холодильнику, не допускає зустрічних потоків вантажу.

2. При плануванні я обираю такі розміри і форму холодильника, і так розташувала в ньому камери, щоб тепло припливи зовні та між камерами були мінімальними.

3. Планування відповідає прийнятій системі охолодження.

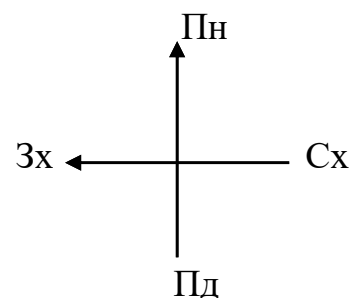
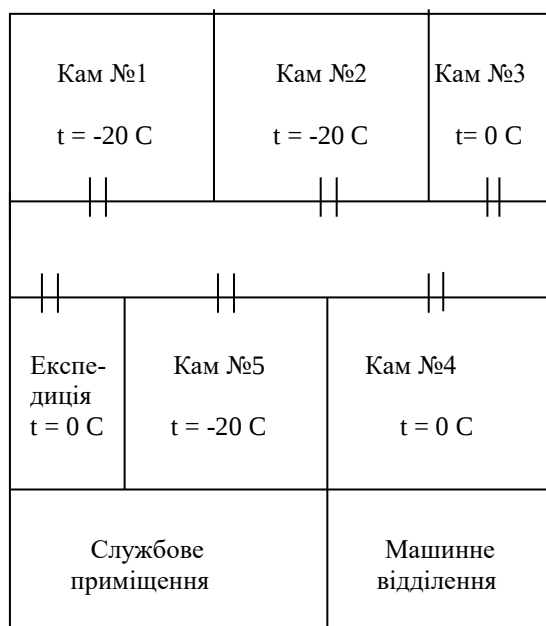
4. Планування холодильника відповідає вимогам правил техніки безпеки та протипожежної безпеки.

5. Планування сприяє зменшенню початкових витрат на будівлю холодильника.

6. При плануванні я враховувала можливість розширення холодильника.

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Планування холодильника



Мал. 3.1. Планування холодильника

3, 4 – Камери зберігання охолоджених вантажів

1, 2, 5 – Камери зберігання морожених вантажів

Машинне відділення

Службове приміщення

Експедиція

3.5 Розрахунок ізоляції огорожень

Товщину ізоляційного шару огороження, мм, розраховується за формулою:

$$\delta_{ізтр} = \lambda_{із} \cdot \left[\frac{1}{K_0} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) \right] \quad (3.8)$$

де: $\lambda_{із}$ λ_i – коефіцієнти теплопровідності ізоляційного шару і будівельних матеріалів що складають конструкцію огороження, $\frac{Вт}{мК}$;

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_o – оптимальний коефіцієнт теплопередачі огороження, прийнятий у залежності від характеру огороження і температур по обох боку від нього, $\frac{Вт}{м^2К}$;

α_3 – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої або більш теплового боку огороження, $\frac{Вт}{м^2К}$;

α_v – коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої або більш холодного боку огороження, $\frac{Вт}{м^2К}$.

Після вибору дійсної товщини ізоляції визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі, $\frac{Вт}{м^2К}$, який розраховується за формулою:

$$K_d = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_v} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}} \quad (3.9)$$

Усі розрахунки товщини теплоізоляційного шару зводжу в таблицю 3.2

Таблиця 3.2 Розрахунок теплоізоляційного шару огорожень

Огороження	t, °C	$\frac{\alpha_v, Вт}{м^2К}$	$\frac{\alpha_3, Вт}{м^2К}$	$\frac{\sum Ri, м^2К}{Вт}$	Товщина теплоіз. шару		Коефіцієнт теплопередачі	
					$\delta_{из}^{тр}, мм$	$\delta_{из}^д, мм$	$\frac{k_o^{тр}, Вт}{м^2К}$	$\frac{k_o^д, Вт}{м^2К}$
1.Зовнішня стіна камер схову	-20	8	23	0,108	0,224	0,225	0,23	0,21
2..Зовнішня стіна камер схову	0	9	23	0,108	0,112	0,125	0,4	0,37
3.Внутрішня стіна між камерами схову та служ. прим.	-20	8	8	0,546	0,138	0,150	0,28	0,26
4. Внутрішня стіна між камерами схову та м/в	0	9	8	0,546	0,068	0,075	0,465	0,44

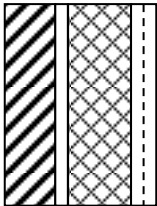
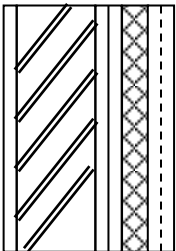
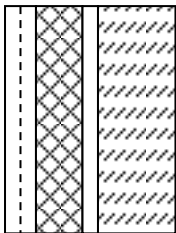
					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Огородження	t, °C	$\frac{\alpha_{в}, \text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$	$\frac{\alpha_{з}, \text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$	$\frac{\sum R_i, \text{м}^2\text{К}}{\text{Вт}}$	Товщина теплоіз. шару		Коефіцієнт теплопередачі	
					$\delta_{из}^{тр}, \text{мм}$	$\delta_{из}^д, \text{мм}$	$\frac{k_o^{тр}, \text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$	$\frac{k_o^д, \text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$
5. Внутрішня стіна між камерами схову и коридором	-20	8	8	0,543	0,138	0,150	0,28	0,26
6. Внутрішня стіна між камерами схову и коридором	0	9	8	0,543	0,068	0,075	0,465	0,44
7. Внутрішня стіна між камерами (перегородка)	-20/-20	8	8	0,077	0,070	0,075	0,58	0,55
8. Внутрішня стіна між камерами (перегородка)	-20/0	8	9	0,077	0,154	0,150	0,295	0,3
9. Покриття		7	23	0,079	0,214	0,225	0,22	0,21
10. Підлога		7	-	2,43	0,109	0,100	0,21	0,22

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 3.3

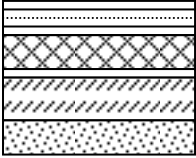
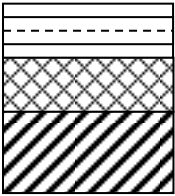
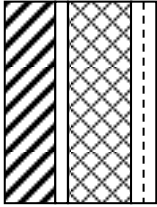
Конструкції огорожень

Найменування і конструкція огорожень	Найменування і матеріал шару	На шару $\delta_i, \text{м}$	Коеф. теплопровідності $\lambda_i, \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}$	Тепловий опір $R_i, \frac{\text{м}^2 \text{К}}{\text{Вт}}$
Зовнішня стінова панель 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці 2. Теплоізоляція ПСБ-С 3. Пароізоляція 2 шари гідроізолю на бітумній мастиці 4. Зовнішній шар з важкого бетону	0,02 треба. визнач 0,004 0,140	0,98 0,05 0,30 1,86	0,020 треба визначити 0,013 0,075 $\Sigma=0,108$
Внутрішня між камерами схову та службовим приміщенням (з цегли) 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці 2. Теплоізоляція ПСБ-С 3. Пароізоляція 2 шару гідроізолю на бітумній мастиці 4. Штукатурка цементно-піщана 5. Кладка цегляна на цементному розчині 6. Штукатурка складним розчином	0,02 треб. визн. 0,004 0,20 0,50 0,02	0,98 0,05 0,30 0,93 0,81 0,93	0,020 треб. визн. 0,013 0,022 0,469 0,022 $\Sigma=0,546$
Внутрішня стінова панель 	1. Панель з керамзитобетону 2. Пароізоляція 2 шари гідроізолю на бітумній мастиці 3. Плитна теплоізоляція ПСБ-С 4. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,24 0,004 треб. визн. 0,020	0,47 0,30 0,05 0,98	0,51 0,013 — 0,020 $\Sigma=0,543$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МХ 56. 013. 003 ДП ПЗ

Арк.

Найменування і конструкція огорожень	Найменування і матеріал шару	На шару $\delta_{i,m}$	Коеф. теплопровідності λ_i , $\frac{Вт}{мК}$	Тепловий опір R_i , $\frac{м^2 К}{Вт}$
Підлога камер схову 	1. Монолітне бетонне покриття з важкого бетону 2. Армобетона стяжка 3. Пароізоляція (1 шар пергаміну) 4. Плитна теплоізоляція ПСБ-С 5. Цементно-піщаний розчин 6. Ущільнений пісок 7. Бетонна підготовка з ел. нагрівання. устр.	0,040 0,080 0,001 треб. визн. 0,025 1,35 —	1,86 1,86 0,15 0,05 0,98 0,58 —	0,022 0,043 не врах. --- 0,026 2,338 — $\Sigma=2,43$
Покриття охолоджуваних приміщень 	1.5 шарів гідроізолю на бітумній мастиці 2. Стяжка з бетону по метал. сітці 3. Пароізоляція (шар пергаміну) 4. Плитна теплоізоляція ПСБ-С 5. Залізобетонна плита покриття	0,012 0,040 0,001 треб. визн. 0,035	0,3 1,86 0,15 0,05 2,04	0,040 0,022 не врах. — 0,017 $\Sigma=0,079$
Перегородка між камерами 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці 2. Теплоізоляція ПСБ-С 3. Пароізоляція 2 шари гідроізолю на бітумній мастиці 4. Зовнішній шар з важкого бетону	0,02 треба визнач 0,004 0,080	0,98 0,05 0,30 1,86	0,020 — 0,013 0,043 $\Sigma=0,077$

3.6 Тепловий розрахунок камер схову

Теплоприпливи через огородження, Q_1 , розраховується за формулою:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1c} \quad (3.10)$$

$$Q_{1T} = K_q^0 \times F \times (t_n - t_e) \quad (3.11)$$

$$Q_{1c} = K_q^0 \times F_{\Delta} \times t_c \quad (3.12)$$

де: K_q^0 – дійсний коефіцієнт теплопередачі огородження, $\frac{Вт}{м^2 \cdot K}$;

Δt_c – надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літню пору, $^{\circ}C$.

Усі розрахунки зводжу до таблиці 3.4

Таблиця 3.4 Розрахунок теплоприпливів в камеру №1

Огородження	$K_q^0, \frac{Вт}{м^2 \cdot K}$	$F, м^2$	$t_n, ^{\circ}C$	$t_e, ^{\circ}C$	$\Delta t, ^{\circ}C$	$\Delta t_c, ^{\circ}C$	$Q_{1T}, Вт$	$Q_{1c}, Вт$	$Q_1, Вт$
ПнЗС	0,21	86,4	+33	-20	53	0	961,6	0	961,6
СхВС	0,55	86,4	-20	-20	0	0	0	0	0
ПдВС	0,26	86,4	-	-20	37,1	0	833,4	0	833,4
ЗхЗС	0,21	86,4	+33	-20	53	0	961,6	0	961,6
Перекриття	0,21	144	+33	-20	53	14,9	1602,7	450,5	2053,2
Підлога	0,22	144	1	-20	21	0	665,28	0	665,3
Всього									5475,1

Таблиця 3.5 Розрахунок теплоприпливів в камеру №2

Огородження	$K_q^0, \frac{Вт}{м^2 \cdot K}$	$F, м^2$	$t_n, ^{\circ}C$	$t_e, ^{\circ}C$	$\Delta t, ^{\circ}C$	$\Delta t_c, ^{\circ}C$	$Q_{1T}, Вт$	$Q_{1c}, Вт$	$Q_1, Вт$
ПнЗС	0,21	86,4	+33	-20	53	0	961,6	0	961,6
СхВС	0,3	86,4	0	-20	20	0	518,4	0	518,4
ПдВС	0,26	86,4	-	-20	37,1	0	833,4	0	833,4
ЗхЗС	0,55	86,4	-20	-20	0	0	0	0	0
Перекриття	0,21	144	+33	-20	53	14,9	1602,7	450,5	2053,2
Підлога	0,22	144	1	-20	21	0	665,3	0	665,3
Всього									5031,9

Таблиця 3.6

Розрахунок теплоприпливів в камеру №3

Огоро- дження	$K_q^0,$ $\frac{Вт}{м^2 К}$	$F,$ $м^2$	$t_n,$ $°C$	$t_o,$ $°C$	$\Delta t,$ $°C$	$\Delta t_c,$ $°C$	$Q_{1m},$ $Вт$	$Q_{1c},$ $Вт$	$Q_1,$ $Вт$
ПнЗС	0,37	43,2	+33	0	33	0	527,5	0	527,5
СхВС	0,37	86,4	+33	0	33	9,8	1054,9	313,3	1368,2
ПдВС	0,44	43,2	-	0	23,1	0	439,1	0	439,1
ЗхЗС	0,3	86,4	-20	0	-20	0	0	0	0
Перек- риття	0,21	72	+33	0	33	14,9	499	225,3	724,3
Підлога	0,22	72	1	0	1	0	15,8	0	15,8
Всього									3074,9

Таблиця 3.7

Розрахунок теплоприпливів в камеру №4

Огоро- дження	$K_q^0,$ $\frac{Вт}{м^2 К}$	$F,$ $м^2$	$t_n,$ $°C$	$t_o,$ $°C$	$\Delta t,$ $°C$	$\Delta t_c,$ $°C$	$Q_{1m},$ $Вт$	$Q_{1c},$ $Вт$	$Q_1,$ $Вт$
ПнЗС	0,44	86,4	-	0	23,1	0	878,2	0	878,2
СхВС	0,37	86,4	+33	0	33	9,8	1054,9	313,3	1368,2
ПдВС	0,44	86,4	-	0	19,8	0	752,7	0	752,7
ЗхЗС	0,3	86,4	-20	0	-20	0	0	0	0
Перек- риття	0,21	144	+33	0	33	14,9	997,9	450,6	1448,5
Підлога	0,22	144	1	0	1	0	31,7	0	31,7
Всього									4479,3

Таблиця 3.8

Розрахунок теплоприпливів в камеру №5

Огоро- дження	$K_q^0,$ $\frac{Вт}{м^2 К}$	$F,$ $м^2$	$t_n,$ $°C$	$t_o,$ $°C$	$\Delta t,$ $°C$	$\Delta t_c,$ $°C$	$Q_{1m},$ $Вт$	$Q_{1c},$ $Вт$	$Q_1,$ $Вт$
ПнЗС	0,26	86,4	-	-20	37,1	0	833,4	0	833,4
СхВС	0,3	86,4	0	-20	20	0	518,4	0	518,4
ПдВС	0,26	86,4	-	-20	31,8	0	714,4	0	714,4
ЗхЗС	0,3	86,4	0	-20	20	0	518,4	0	518,4
Перек- риття	0,21	144	+33	-20	53	14,9	1602,72	450,6	2053,3
Підлога	0,22	144	1	-20	21	0	665,3	0	665,3
Всього									5303,2

Арк.

МХ 56. 013. 003 ДП ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Таблиця 3.9

Розрахунок теплоприпливів в експедицію

Огоро- дження	$K_q^0,$ $\frac{Вт}{м^2 К}$	$F,$ $м^2$	$t_n,$ $°C$	$t_a,$ $°C$	$\Delta t,$ $°C$	$\Delta t_c,$ $°C$	$Q_{1m},$ $Вт$	$Q_{1c},$ $Вт$	$Q_1,$ $Вт$
ПнЗС	0,44	43,2	-	0	23,1	0	439,1	0	439,1
СхВС	0,3	86,4	-20	0	-20	0	0	0	0
ПдВС	0,44	43,2	-	0	19,8	0	376,4	0	376,4
ЗхЗС	0,37	86,4	+33	0	33	0	1054,9	0	1054,9
Перек- риття	0,21	72	+33	0	33	14,9	499	225,3	724,3
Підлога	0,22	72	1	0	1	0	15,8	0	15,8
Всього									2610,5

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

$$Q_2 = Q_{2пр} + Q_{2тар} \quad (3.13)$$

Теплоприпливи від термічної обробки продуктів, кВт, розраховується за формулою:

$$Q_{2пр} = M \times \Delta i \times \frac{1000}{\tau 3600} \quad (3.14)$$

де: M – добове надходження продукту в камеру, $\frac{т}{добу}$;

Δi – ентальпія початкової і кінцевої температури продукту, $\frac{кДж}{кг}$;

τ – тривалість холодильної обробки продукту, ч;

1000 – коефіцієнт переводу із тон у кг;

3600 – коефіцієнт переводу із годин у секунди.

Теплоприплив від тари розраховується за формулою:

$$Q_{2 тар} = M_{тар} \times C_{тар} \times (t_1 - t_2) \times \frac{1000}{24 \times 3600} \quad (3.15)$$

де: $M_{тар}$ – добове надходження тари, $\frac{т}{добу}$;

$C_{тар}$ – питома теплоємність тари, $\frac{кДж}{кгК}$;

t_1, t_2 – температура тари до надходження в камеру і після термообробки, $°C$;

Всі розрахунки зводжу в таблицю 3.10

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 3.10

№ камери	В	М пр	t1	t2	різн t	i 1	i 2	різн i	Q2 пр	Мт	Ст	Q2т	Q2
	тонн	т/сут	С	С	С	кДж/кг	кДж/кг	кДж/кг	кВт	т/сут	кДж/кг*К	кВт	кВт
Камера 1	194,4	15,55	-8	-20	12	91,6	0	91,6	14,17	3,11	0,5	0,21	14,38
Камера 2	194,4	15,55	-8	-20	12	91,6	0	91,6	14,17	3,11	0,5	0,21	14,38
Камера 3	64,9	5,192	12	0	12	296	261	35	2,4	1,038	2,3	0,33	2,73
Камера 4	129,8	10,38	12	0	12	296	261	35	4,8	2,077	2,3	0,66	5,46
Камера 5	194,4	15,55	-8	-20	12	91,6	0,0	91,6	14,17	3,11	0,5	0,21	14,38

777,9

Експлуатаційні теплоприпливи розраховується за формулою:

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad (3.16)$$

Тепло приплив від освітлення розраховується за формулою:

$$q_1 = A \times F \times 10^{-3} \quad (3.17)$$

де: A – кількість тепла, що виділяється освітленням в одиницю часу на m^2 площі підлоги, $\frac{Вт}{m^2}$;

F – площа підлоги, m^2 .

Теплоприпливи від перебування людей розраховується за формулою:

$$q_2 = 0,35 \times n \quad (3.18)$$

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

n – число людей, працюючих в одному помешканні.

Теплоприпливи від працюючих електродвигунів розраховується за формулою:

$$q_3 = N_3 \quad (3.19)$$

де: N_3 – потужність електродвигунів, кВт.

Теплоприпливи при відкритті дверей розраховується за формулою:

$$q_4 = K \times F \times 10^{-3} \quad (3.20)$$

де: K – питомий приплив тепла при відкритті дверей, $\frac{Вт}{m^2}$.

Всі розрахунки зводимо до таблиці 3.11

Таблиця 3.11

№ Камери	F, m^2	A, m^2	q_1 , Вт	n	q_2 , Вт	N_3 , кВт	q_3 , Вт	K, $\frac{Вт}{m^2}$	q_4 , Вт	ΣQ_4 , Вт
1	144	2,3	0,331	2	0,7	0	0	12	1,73	2,76
2	144	2,3	0,331	2	0,7	0	0	12	1,73	2,76
3	72	2,3	0,165	2	0,7	0	0	15	1,08	1,95
4	144	2,3	0,331	2	0,7	0	0	15	2,16	3,19
5	144	2,3	0,331	2	0,7	0	0	12	1,73	2,76

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

3.7 Визначення навантаження на компресор і камерне устаткування

Таблиця 3.12

Камера	Q ₁ , кВт		Q ₂ , кВт		Q ₄ , кВт		ΣQ, кВт	
	Кам. обл.	КМ	Кам. обл.	КМ	Кам. обл.	КМ	Кам. обл.	КМ
3	3,07	2,76	2,73	2,73	1,95	1,46	7,75	6,95
4	4,48	4,03	5,46	5,46	3,19	2,39	13,13	11,88
експед	2,61	2,35	0	0	3,78	2,84	6,39	5,19
								24,02
1	5,47	4,93	14,38	14,39	2,76	2,07	22,61	21,39
2	5,03	4,53	14,38	14,39	2,76	2,07	22,17	20,99
5	5,30	4,77	14,38	14,39	2,76	2,07	22,44	21,23

Холодопродуктивність компресорів, кВт, розраховується за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \times Q_k}{b} \quad (3.21)$$

$$Q_{01} = \frac{1,05 \times 24,2}{0,9} = 28,02 \text{ кВт}$$

$$Q_{02} = \frac{1,07 \times 63,61}{0,9} = 75,63 \text{ кВт}$$

де: k – коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах, апаратах холодильної установки;

Q_к – сумарне навантаження на компресори для даної температури кипіння, прийнята по зведеній таблиці теплоприпливів, кВт;

b – коефіцієнт робочого часу.

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.8 Вибір температурних режимів роботи холодильної машини

Температура кипіння розраховується за формулою:

$$t_o = t_{\text{кам}} - (7 \div 10) \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.22)$$

$$t_{o1} = -20 - 10 = -30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{o2} = 0 - 10 = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Температура води, яка надходить на конденсатор розраховується за формулою:

$$t_{w1} = t_{\text{мт}} + (3 \div 4) \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.23)$$

$$t_w = 26 + 3 = 29 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Температура води, що виходить із конденсатора розраховується за формулою:

$$t_{w2} = t_{w1} + (2 \div 5) \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.24)$$

$$t_{w2} = 29 + 3 = 32 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Температура конденсації розраховується за формулою:

$$t_k = t_{w2} + (2 \div 4) \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ або } t_k = t_{\text{мт}} + 10^{\circ}\text{C} \quad (3.25)$$

$$t_k = 32 + 3 = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Температура переохолодження холодильного агента перед регулюючим вентилям розраховується за формулою:

$$t_{\text{по}} = t_{w1} + (3 \div 5) \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.26)$$

$$t_{\text{по}} = 29 + 3 = 32 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Температура усмоктування розраховується за формулою:

$$t_{\text{вс}} = t_o + (5 \div 10) \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.27)$$

$$t_{\text{вс1}} = -30 + 10 = -20^{\circ}\text{C}$$

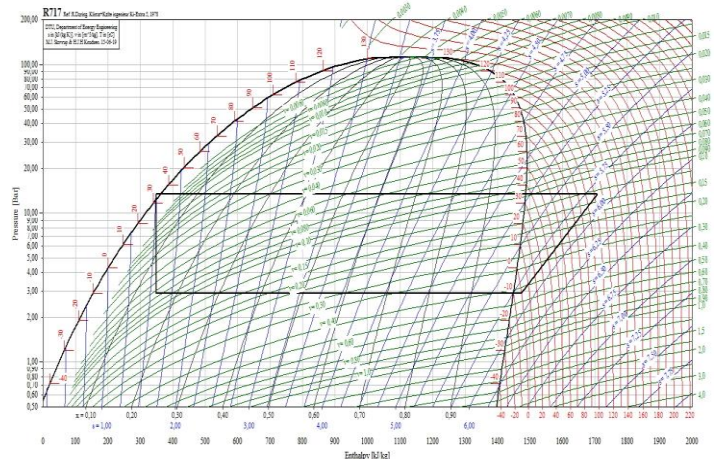
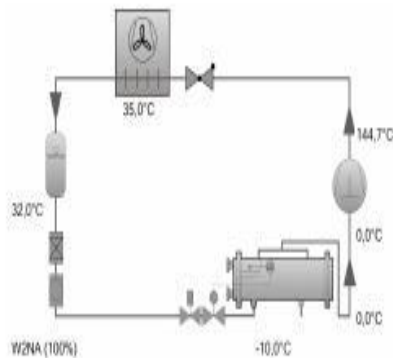
$$t_{\text{вс2}} = -10 + 10 = 0^{\circ}\text{C}$$

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.9 Побудова циклів холодильної машини зняття параметрів вузлових-точок

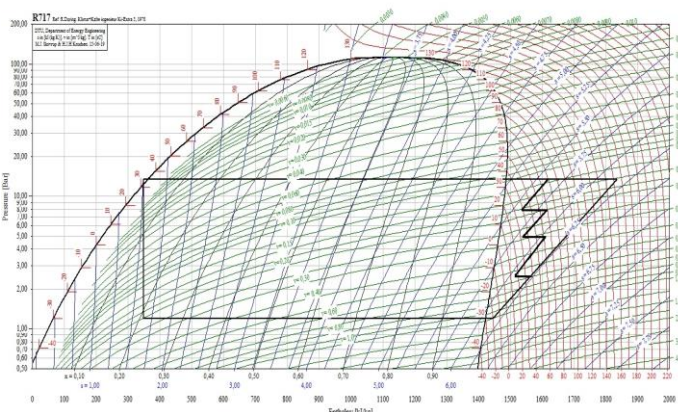
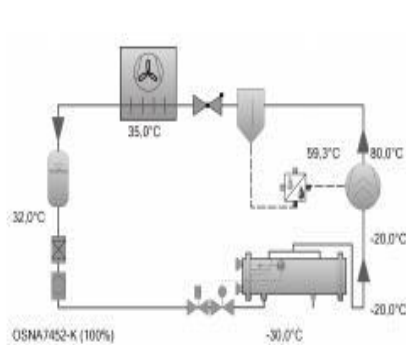
Зображення:

- 1) схеми холодильної машини;
- 2) циклу холодильної машини в i -lg P діаграмі



Таблиця 3.13 Одноступінчастий цикл -10

Номер	Параметри			
	t, °C	P, МПа	h, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	V, $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$
0	-10	0,29	1450	-
1	0	0,29	1474	0,437
2	114	1,35	1708	-
2'	35	1,35	1488	-
3	35	1,35	363	-
3'	32	1,35	349	-
4	-10	0,29	349	-



Таблиця 3.14

Одноступінчастий цикл -30

Номер	Параметри			
	t, °C	P, МПа	h, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	V, $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$
0	-30	0,12	1423	-
1	-20	0,12	1445	1,008
2	80	1,35	1620	-
2'	35	1,35	1488	-
3	35	1,35	363	-
3'	32	1,35	349	-
4	-30	0,12	349	-

3.10 Тепловий розрахунок і добір компресора

Розрахунок одноступінчастого компресору на -10:

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, розраховується за формулою:

$$q_o = h_1 - h_4 \quad (3.28)$$

$$q_o = 1474 - 349 = 1125 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Масова витрата пару, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$, розраховується за формулою:

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_d = \frac{Q_o}{q_o} \quad (3.29)$$

$$M_d = \frac{28,2}{1125} = 0,025 \quad \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

де: Q_o – навантаження на компресор з обліком витрат, кВт.

Дійсна об'ємна подача, $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$, розраховується за формулою:

$$V_d = m_d \times V_1 \quad (3.30)$$

$$V_d = 0,025 \times 0,437 = 0,01 \quad \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

де: V_1 – питомий обсяг усмоктуваного пару, $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$.

Коефіцієнт подачі компресору розраховується за формулою:

$$\lambda = \lambda_i \times \lambda_{\omega 1} \quad (3.31)$$

Індикаторний коефіцієнт подачі компресору розраховується за формулою:

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{\text{вс}}}{p_o} - c \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{\text{вс}}}{p_o} \right) \quad (3.32)$$

$$\lambda_i = \frac{0,29 - 0,005}{0,29} - 0,03 \left(\frac{1,35 + 0,01}{0,29} - \frac{0,29 - 0,005}{0,29} \right) = 0,87$$

Коефіцієнт невидимої витрати компресору розраховується за формулою:

$$\lambda_{\omega} = \frac{T_o}{T_k} \quad (3.33)$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{263}{308} = 0,85$$

Теоретична об'ємна подача, $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$, розраховується за формулою:

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_T = \frac{V_o}{\lambda} \quad (3.34)$$

$$V_T = \frac{0,01}{0,74} = 0,014 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Підбираю 2 компресора W2NA з сумарною теоретичною подачею $0,0078 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$.

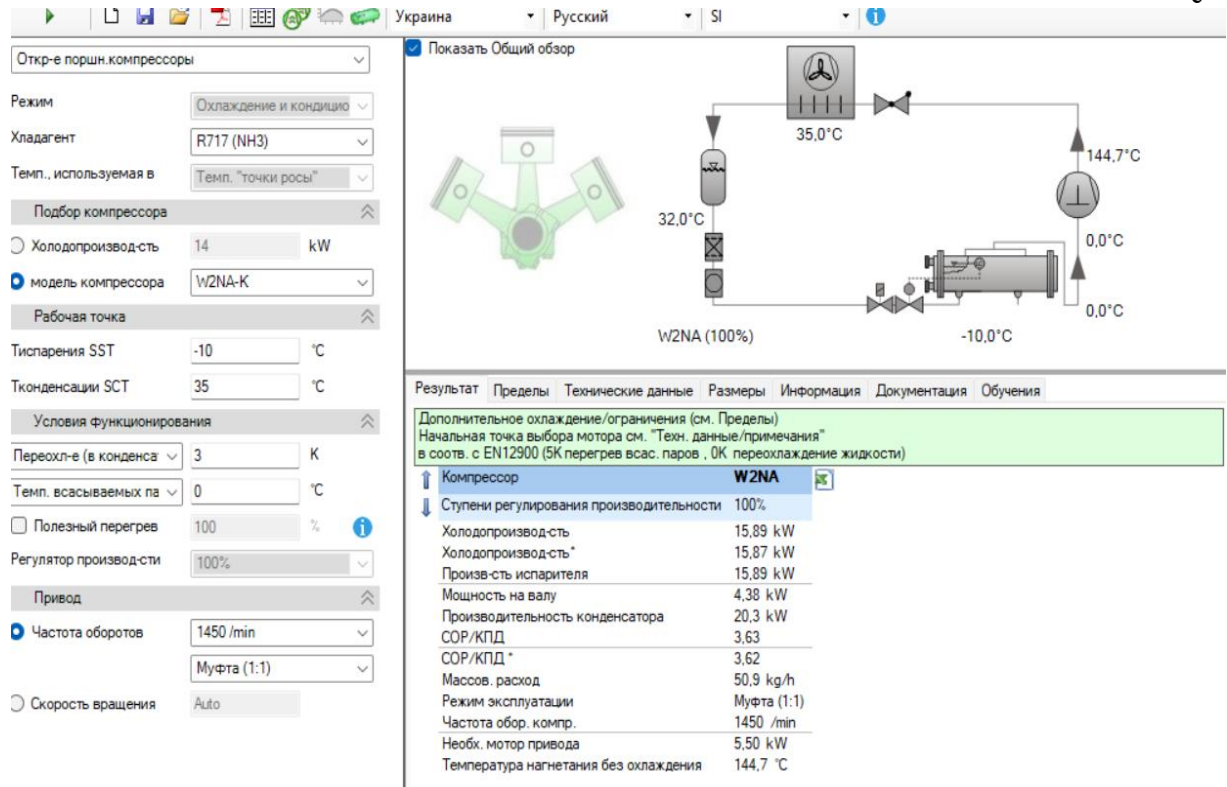


Рис.3.2

Питома об'ємна холодопродуктивність в робочих умовах, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, розраховується за формулою:

$$q_v = \frac{q_o}{v_1} \quad (3.35)$$

$$q_v = \frac{1125}{0,437} = 2574 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Адиабатна потужність, кВт, розраховується за формулою:

$$N_a = m_d \times (h_2 - h_1) \quad (3.36)$$

$$N_a = 0,025 \times (1708 - 1474) = 5,85 \text{ кВт}$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії розраховується за формулою:

$$\eta_i = \lambda_\omega + b \times t_o, \quad b = 0,001 \quad (3.37)$$

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\eta_i = 0,85 + 0,0025 \times 10 = 0,87$$

Індикаторна потужність, кВт, розраховується за формулою:

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i} \quad (3.38)$$

$$N_i = \frac{5,85}{0,87} = 6,72 \text{ кВт}$$

Потужність тертя розраховується, кВт, за формулою:

$$N_{тр} = V_{тр} \times P_{тр}, \quad P_{тр} = 50-60 \text{ Н} \quad (3.39)$$

$$N_{тр} = 0,014 \times 50 = 0,7 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність, кВт, розраховується за формулою:

$$N_e = N_i + N_{тр} \quad (3.40)$$

$$N_e = 6,72 + 0,7 = 7,42 \text{ кВт}$$

Потужність на валу двигуна, кВт, розраховується за формулою:

$$N_{дв} = (1,1 \div 1,12) \times \frac{N_e}{\eta_n} \quad (3.41)$$

$$N_{дв} = 1,1 \times \frac{7,42}{0,96} = 8,5 \text{ кВт}$$

Ефективна питома холодопродуктивність, чи холодильний коефіцієнт розраховується за формулою:

$$\varepsilon_e = \frac{Q_o}{N_e} \quad (3.42)$$

$$\varepsilon_e = \frac{28,2}{7,42} = 3,8$$

Тепловий потік в конденсаторі, кВт, розраховується за формулою:

$$Q_k = m_d \times (h_2 - h_3) \quad (3.43)$$

$$Q_k = 0,025 \times (1708 - 349) = 33,97 \text{ кВт}$$

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

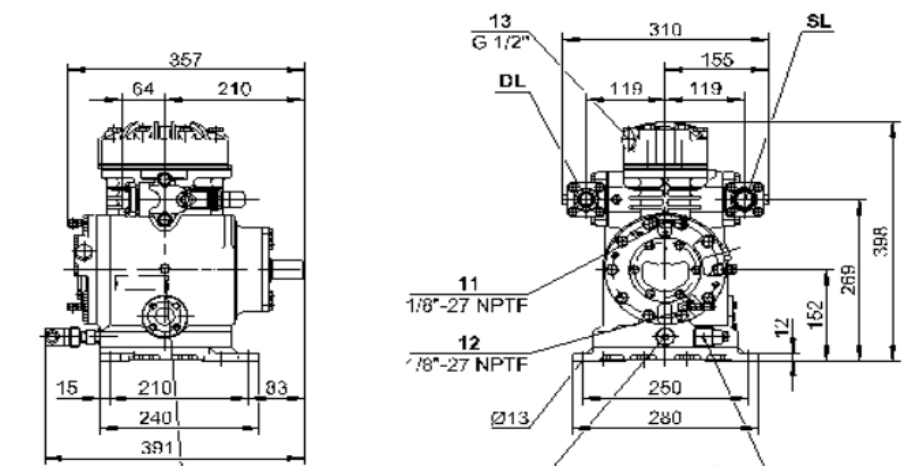


Рис.3. 3

Таблиця 3.15 Технічні характеристики одноступінчатого компресору

Показник	Компресор Bitzer W2NA
Холодопродуктивність, кВт	15,9
Вживана потужність, кВт	14,1
Кількість масла Resino KC68, дм ³	1,75
Теоретична об'ємна холодопродуктивність КМ V _{км} м ³ /с	0,014
Умовний діаметр трубопроводів, мм на вході х/а на виході	NW25 NW20



Рис. 3.4

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок одноступінчатого компресору на -30:

Питома масова холодопродуктивність холодильного агенту, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ розраховується за формулою:

$$q_o = h_1 - h_4 \quad (3.44)$$

$$q_o = 1445 - 349 = 1096 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Дійсна маса всмоктуємого пару, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$, розраховується за формулою:

$$M_d = \frac{Q_o}{q_o} \quad (3.45)$$

$$M_d = \frac{75,6}{1096} = 0,069 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

де: Q_o – навантаження на компресор з врахуванням витрат, кВт.

Дійсна об'ємна подача, $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$, розраховується за формулою:

$$V_d = m_d \times v_1 \quad (3.46)$$

$$V_d = 0,069 \times 1,008 = 0,07 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Індикаторний коефіцієнт подачі розраховується за формулою:

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{\text{вс}}}{p_o} - c \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{\text{вс}}}{p_o} \right) \quad (3.47)$$

$$\lambda_i = \frac{0,12 - 0,005}{0,12} - 0,03 \left(\frac{1,35 + 0,01}{0,12} - \frac{0,12 - 0,005}{0,12} \right) = 0,65$$

Коефіцієнт невидимої витрати розраховується за формулою:

$$\lambda_w = \frac{T_o}{T_k} \quad (3.48)$$

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda_{\omega} = \frac{243}{308} = 0,81$$

Коефіцієнт подачі розраховується за формулою:

$$\lambda = \lambda_i \times \lambda_{\omega} \quad (3.49)$$

$$\lambda = 0,65 \times 0,81 = 0,53$$

Теоретична об'ємна подача, $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$, розраховується за формулою:

$$V_T = \frac{V_d}{\lambda} \quad (3.50)$$

$$V_T = \frac{0,07}{0,53} = 0,11 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Підбираю два компресора марки OSNA7452-K з сумарною теоретичною подачею $0,053 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$.

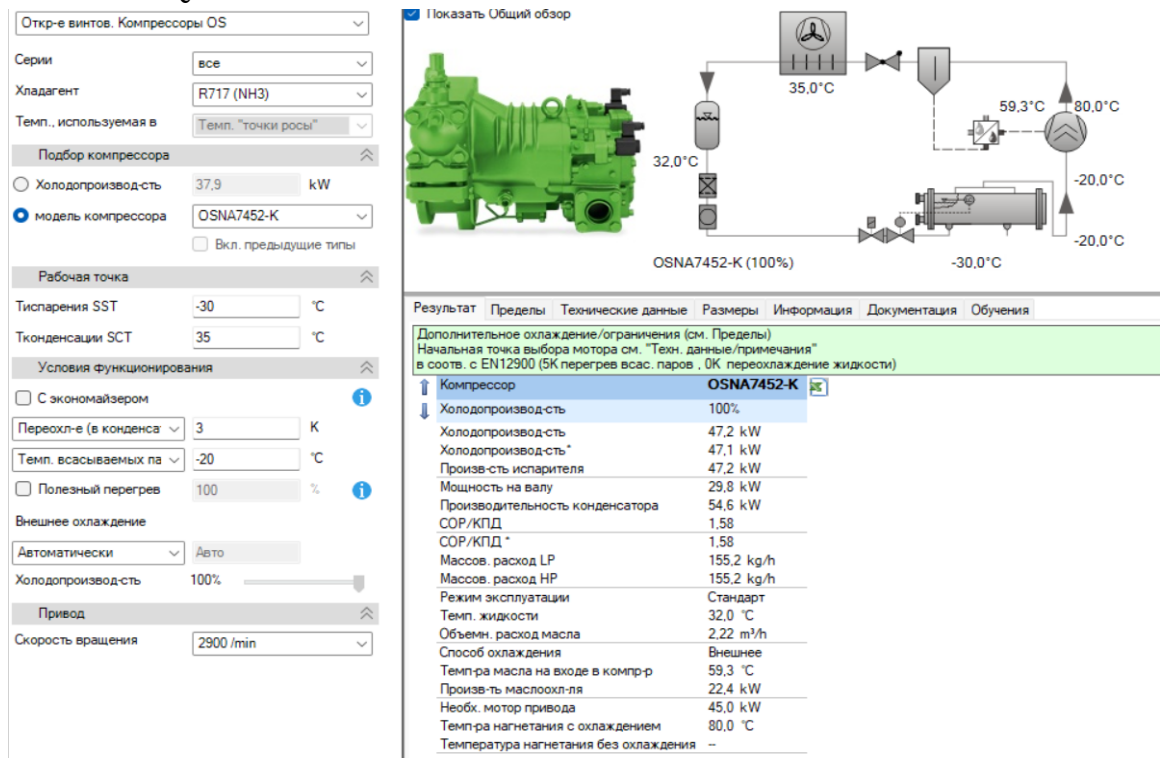


Рис. 3.5

Питома об'ємна холодопродуктивність, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, в робочих умовах розраховується за формулою:

$$q_v = \frac{q_o}{v_1} \quad (3.51)$$

$$q_v = \frac{1096}{1,008} = 1087 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Адіабатна потужність, кВт, розраховується за формулою:

$$N_a = m_d \times (i_2 - i_1) \quad (3.52)$$

$$N_a = 0,069 \times (1620 - 1445) = 12,1 \text{ кВт}$$

Індикаторна потужність, кВт, розраховується за формулою:

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i} \quad (3.53)$$

$$N_i = \frac{12,1}{0,89} + 0,0025 \times 30 = 12,5 \text{ кВт}$$

Потужність тертя, кВт, розраховується за формулою:

$$N_{тр} = V_{т} \times P_{тр} \quad (3.54)$$

$$N_{тр} = 0,09 \times 50 = 4,5 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність, кВт, розраховується за формулою:

$$N_e = N_i + N_{тр} \quad (3.55)$$

$$N_e = 12,5 + 4,5 = 17 \text{ кВт}$$

Потужність двигуна, кВт, розраховується за формулою:

$$N_{дв} = (1,1 \div 1,12) \times \frac{N_e}{\eta_n} \quad (3.56)$$

$$N_{дв} = 1,1 \times \frac{17}{0,96} = 19,5 \text{ кВт}$$

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ефективна питома холодопродуктивність всієї машини розраховується за формулою:

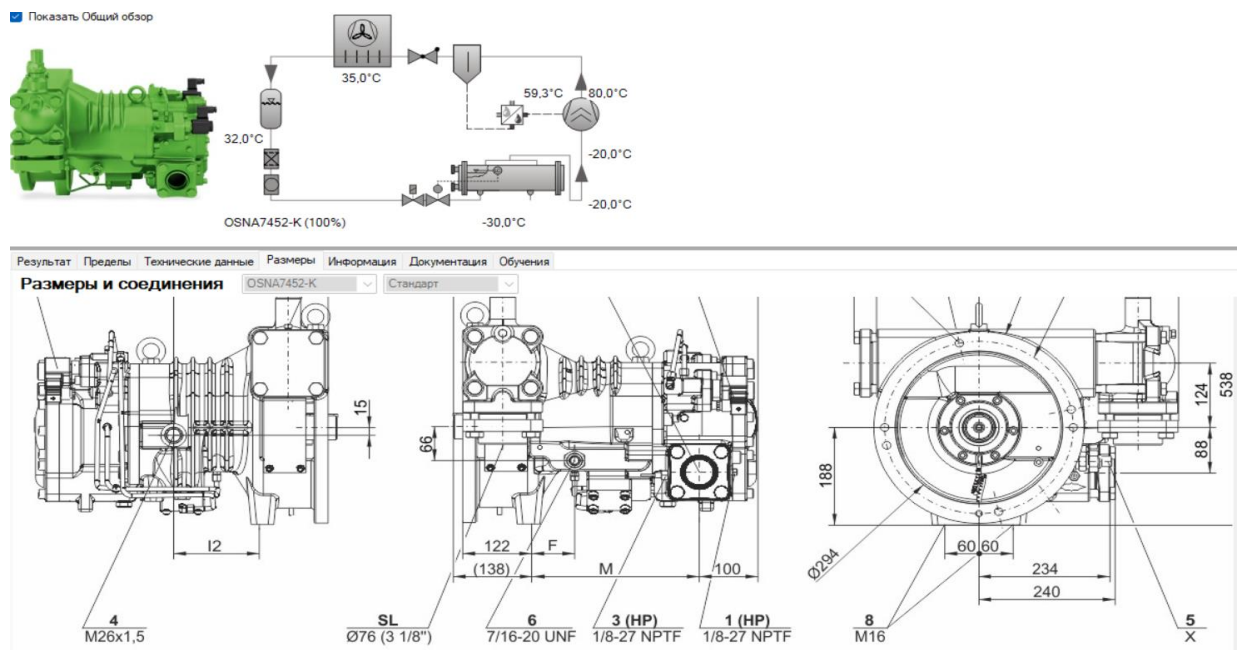
$$\varepsilon_e = \frac{Q_o}{N_e} \quad (3.57)$$

$$\varepsilon_e = \frac{75,6}{17} = 4,4$$

Тепловий потік в конденсаторі, кВт, розраховується за формулою:

$$Q_k = m_d \times (h_2 - h_3) \quad (3.58)$$

$$Q_k = 0,069 \times (1620 - 349) = 87,7 \text{ кВт}$$



Таблиця 3.16 Технічна характеристика компресора Bitzer OSNA7452-K

Показник	Компресор Bitzer OSNA7452-K
Холодопродуктивність, кВт	47,2
Вживана потужність, кВт	37,75
Кількість масла Reniso KC68, дм ³	2,22
Теоретична об'ємна холодопродуктивність КМ, V _{КМ} м ³ /с	0,107

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Умовний діаметр трубопроводів, мм	
на вході х/а	76
на виході	54



Рис. 3.6 Компресор Bitzer OSNA7452-K

3.11 Тепловий розрахунок і добір конденсаторів

Площа поверхні конденсатора, що передає тепло розраховується за формулою:

$$F = \frac{Q_k}{k \times \theta_m} \quad (3.60)$$

де: Q_k – сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт;

k – коефіцієнт теплопередачі конденсатора, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}}$;

θ_m – середня логарифмічна різниця температур між холодильним агентом, що конденсується х/а й охолоджуючим середовищем, °С.

$$F = \frac{121,67}{4,33 \times 0,750} = 37,5 \text{ м}$$

Середня логарифмічна різниця температур розраховується за формулою:

$$\theta_m = \frac{t_{b2} - t_{b1}}{2,3 \lg \frac{t_k - t_{b1}}{t_k - t_{b2}}} \quad (3.61)$$

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\theta_m = \frac{32 - 29}{2,3 \lg \frac{35 - 29}{35 - 32}} = 4,33^\circ \text{C}$$

Витрата охолоджуючої води, що надходить на КД розраховується за формулою:

$$V_B = \frac{Q_k}{C_B \times \rho_B \times (t_{B2} - t_{B1})} \quad (3.62)$$

$$V_B = \frac{121,67}{4,19 \times 1000 \times 3} = 9,7 \times 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 9,7 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

де: Q_k – сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт;

C_B – питома теплоємність води, $C_B = 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}$;

ρ_B – густина води, $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

$t_{B2} - t_{B1}$ – підігрів води в КД, °С.

Підбираю конденсатор КТГ-40 з площею внутрішньої тепло передаючої поверхні 40 м^2 , та три водяних насоси марки к 20/30 , з об'ємною подачею $5,5 \text{ л/с}$, один з яких – запасний.

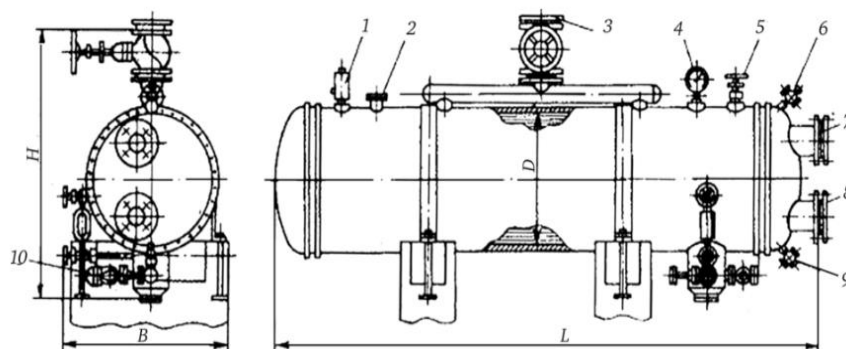


Рис. 3.7

					МХ 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.17

Характеристики конденсатора

Марка	КГТ-40
Площа внутрішньої тепло передаючої поверхні, м ²	40
Габаритні розміри, мм	
Діаметр кожуха	500
Довжина	3520
Ширина	910
Висота	1000
Кількість труб	216
Вода (вхід та вихід)	80
Вхід ХА	65
Вихід ХА	20
Об'єм міжтрубного простору, м ²	0,53
Об'єм трубного простору, м ²	0,25
Маса, кг	1448

Таблиця 3.18

Технічні характеристики насосів

Марка	Подача, л/с	Повний напір, м	ККД	Потужність ел. дв., кВт	Част. обер.хв ⁻¹
K20/30	5,5	31,2	67	4	2900



Рис. 3.8 насос водяний K20/30

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.12 Розрахунок і добір камерного устаткування

Добір батарей і повітроохолоджувачів розраховується за формулою:

$$F = \frac{Q_{o6}}{k \Delta t} \quad (3.63)$$

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

$$k - \text{коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження } \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}};$$
 Δt – Різниця температур між киплячим ХА і повітрям у камері, °С.

Таблица 3.19

Розрахунок батарей

[illegible]

Таблица 3.20

Розрахунок повітроохолоджувачів

[illegible]

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

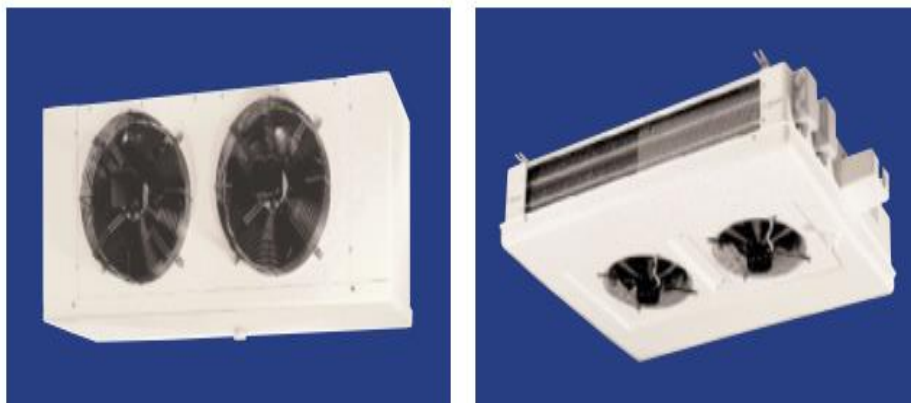


Рис. 3.9

Таблиця 3.21 Характеристика батарей

Характеристика	Показник	
Умовне позначення	СК	СС
Розміри, мм		
довжина	2750	4250
висота	960	960
шаг труб	160	160
Кількість труб	6	6
Площа охолоджуючої поверхні (м ²) при шагу ребер 20 мм	25,1	39

Таблиця 3.22 Характеристика повітроохолоджувачів

Характеристика	TBL65
Площа теплопередаючої поверхні, м ²	22,3
Розміри, мм	
довжина	1920
висота	995
глибина	262
Шаг ребер, мм	7,0

3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування

Лінійний ресивер розраховується за формулою:

а) в насосно-циркуляційних системах з верхньою подачею аміаку

$$V_{\text{л.р.}} = 0,7 \times V_{\text{исп}} \quad (3.64)$$

$$V_{\text{л.р.}} = 0,7 \times 0,864 = 0,605 \text{ м}^3$$

де: $V_{\text{исп}}$ – місткість випарувальної системи, м^3 .

б) в насосно-циркуляційних системах з нижньою подачею аміаку:

$$V_{\text{л.р.}} = 1,45 \times V_{\text{исп}} \quad (3.65)$$

$$V_{\text{л.р.}} = 1,45 \times 0,864 = 1,253 \text{ м}^3$$

Підбираю лінійний ресивер 1,5 РВ.

Циркуляційний ресивер розраховується за формулою:

$$V_{\text{ц.р.}} = V_{\text{бат.}} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \quad (3.66)$$

Таблиця 3.23

Коефіцієнт	Що враховує	В насосно-циркуляційних системах		В безнасосних схемах	
		ниж. подачею	верх. подачею		
K_1	Заповнення труб батарей	0,7	0,25	0,7	
K_2	Заповнення труб повітроохолоджувачів	0,7	0,5	0,7	
K_3	Кількість аміаку, що викидається з приладів охолодження	0,3	-	0,3	
K_4	Місткість колекторів і трубопроводів	1,2	1,2	1,1	
K_5	Робоче заповнення ресиверів для забезпечення стійкої роботи насосів: горизонтальних вертикальних	1,25	1,25	1,05	
		1,55	1,55	1,2	
K_6	Допустиме заповнення ресиверів горизонтальних вертикальних	1,25	1,25	1,25	
		1,45	1,45	1,45	
K_7	Запас місткості	1,2	1,2	1,2	

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{up} = 0,84 \times 0,7 \times 0,3 \times 1,2 \times 1,55 \times 1,45 \times 1,2 = 0,57 \text{ м}^3$$

Для $t_0 = -30 \text{ }^\circ\text{C}$

Всі розрахунки зводжу до таблиці 3.22

Таблиця 3.23

K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	Σ 'батарей	V_{up}
0,7	0,3	1,2	1,55	1,45	1,2	0,84	0,57

Підбираю циркуляційний ресивер марки 1,5 РД.

Дренажний ресивер розраховується за формулою:

$$V_{др} = 1,5 \times (V_6 + V_{воз}) \quad (3.78)$$

$$V_{др} = 1,5 \times (0,28 + 0,0158) = 0,44 \text{ м}^3$$

де: V_6 - місткість батарей самої крупної камери, м^3 ;

$V_{воз}$ - місткість повітроохолоджувачів данної камери, м^3 .

Підбираю дренажний ресивер марки 0,75 РД.

Таблиця 3.24

Характеристика ресиверів

Характеристика	1,5 РВ	1,5 РДВ	0,75 РД
Розміри, мм			
D x S	800x8	800x8	600x6
L	3610	3380	3020
Діаметри патрубків, мм			
d_1	50	150	32
d_2	25	80	25
D_y	1/2"	40	1/2"
Місткість, м^3	1,65	1,4	0,77

Аміачний насос

Об'ємна подача аміачного насосу розраховується за формулою:

$$V_a = m \times v_{ж} \times a \quad (3.67)$$

$$V_n = 0,081 \times 0,00150 \times 5 = 0,000607 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 0,607 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

					MX 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: t – масова витрата хладагента, $\frac{кг}{с}$;

$v_{ж}$ - питомий об'єм рідкого холодильного агенту, $\frac{м^3}{кг}$;

a – кратність циркуляції хладагенту, $\frac{кг}{с}$.

Підбираю два аміачних насоса 1,25ХГ-6-2,8, один з яких резервний.

Таблиця 3.25 Технічна характеристика аміачного насоса

Марка насоса	Подача, $\frac{м^3}{ч}$	Напирання рідкого аміаку	Число ступенів	Частота обертання, $с^{-1}$	Потужність, кВт
1,25ХГ-6-2,8	5.5 - 12	19 - 15	1	49,5	2,8



Рис. 3.10

Оливозбірник

Оливозбірник призначений для перепуску в них мастила з апаратів і наступного виділення мастила із системи при низькому тиску. Підбираємо оливозбірник кожну температуру кипіння по діаметру нагнітаючого патрубку компресору - 50М та 80М.

Характеристику оливозбірник зводжу до таблиці.

					МХ 56. 013. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.26 Характеристика оливозбірників

Марка	50М	80М
Розміри, мм		
D x S	257 x 8	307 x 9
H	1228	1351
d ₁	50	80
Місткість, м ³	0,05	0,08
Маса, кг	98	139

Віддільник рідини

Для захисту компресора від гідравлічного удару до схеми на температуру кипіння –10 °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

3.14 Розрахунок і підбір систем зворотного водопостачання

Площа поперечного перетину розраховується за формулою:

$$F_{\text{п.с.}} = \frac{Q_F}{q_F} \quad (3.68)$$

$$F = 121,67 : 35 = 3,5 \text{ м}^2$$

де: Q_F – теплове навантаження на систему зворотного водопостачання, кВт;

q_F – питоме теплове навантаження на 1 м^2 поперечного перетину насадки в системі зворотного водопостачання.

Підбираю градирню марки ГПВ-160

Таблиця 3.28

Характеристика градирні

Марка	ГПВ-160
Габаритні розміри, мм	
D x S	2210 x 2250
H	1170
Площа поперечного перерізу, м^2	3,92
Об'ємна витрата циркулюючої води, л/с	8,9
Витрата свіжої води	0,089
Витрата повітря	10,2
Місткість резервуару, м^3	1,1
Маса, кг	1170

4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ремонту і монтажу устаткування

У процесі експлуатації холодильної установки відбувається знос усіх її елементів, що призводить до зниження її продуктивності. При значному зносі вузлів і деталей з'являється небезпека аварії. Щоб уникнути цього необхідно своєчасне проведення профілактичних оглядів і ремонтів. Розрізняють механічний, хімічний і тепловий знос. У процесі експлуатації холодильного устаткування виникають раптові і поступові відмови устаткування.

Раптові відмови пов'язані з наявністю прихованих дефектів деталей і помилками, допущеними при монтажі. Виражаються в поломці деталей і вузлів, пар тертя, тріщин і розривів. Такі відмови не піддаються прогнозуванню.

Поступові відмови відбуваються в результаті природного зносу третєвих частин, корозії, засмічення теплообмінної поверхні апаратів. При цьому відбуваються зменшення продуктивності, збільшення витрати електроенергії, води й масла. Прогнозування поступових відмов відбувається виходячи з досвіду експлуатації однотипного устаткування, на підставі даних лабораторних досліджень. Для того щоб холодильне устаткування знаходилося в справному стані, повинне провадитися комплексне виконання робіт із його ремонту й обслуговування. Профілактичні огляди і ремонти відбуваються із метою попередження відмов унаслідок поломки деталей, що швидко зношуються, самовідгвинчуючих різьбових з'єднань, передчасного зносу базових деталей абразивними частинками, раптовою поломкою деталі.

Технічне обслуговування передбачає роботи протягом кожної зміни. Для планування оглядів і ремонтів складають графік ППР.

Його упорядкування варто робити з обліком завантаженості підприємства і потреби в холодильній потужності в різноманітний час року.

Монтаж холодильного устаткування - це комплекс робіт із його настанови, налагодки і пуску в експлуатацію. Розрізняють три основних засоби ведення монтажних робіт. Господарчий, підрядний, і змішаний. Фундаменти машин і апарату-

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тів не повинні бути пов'язані з фундаментами стін і колон будинку машинного відділення. При монтажі компресорів найкращим є таке їхнє розміщення, коли вони встановлені в один або два ряди, а передня частина компресорів виходить у бік центрального проходу, що має мінімальну ширину 1,5 м. Прохід між виступаючими частинами компресора повинний бути не менше 1,0м. Після застигання бетону фундаменту під компресор подальша послідовність робіт повинна бути такої; видаляють шаблон, очищають поверхню фундаменту від забруднень, на поверхні роблять насічку для руйнації цементної плівки, що забезпечує гарне зчеплення з подальшою бетонною підливою, у безпосередній близькості від фундаментних болтів укладаються пакети підкладок, що мають ухил 1:10 або 1:20, різьбу фундаментах болтів очищають і змащують нижню частину, компресора промивають і очищають від бруду, встановлюють на пакети підкладок виставляють компресор у двох взаємно перпендикулярних площинах за рівнем, що розміщують у вертикальних компресорів на верхній поверхні блока циліндрів. Припустима негоризонтальність компресора уздовж осі колінчатого вала 0,1-0,2 мм, поперек -0,2-0,3мм на їм погонної довжини.

Ревізія компресора. Розрізняють повну і неповну ревізію компресора. Неповна ревізія компресора робить при дотриманні правил транспортування і збереження устаткування не більш ніж 6 місяців. Вона містить у собі перевірку якості зборки, стан шатунно-поршневої групи, системи мастила, КВП і автоматики, розміри мертвого простору і висоти підйому пластин усмоктувальних клапанів, легкості обертання колінчатого вала. Повна ревізія робить при збереженні компресора більш 6 міс., або наявності в нього ушкоджень. У цьому випадку компресор розбирають на вузли і деталі для проведення перевірки їхньої справності, чистоти поверхні і відсутності корозії.

Монтаж апаратів. З метою підвищення безпеки експлуатації холодильної установки рекомендуються: конденсатори, лінійні ресивери й мастиловідділювачі /апарати високого тиску/ із великою кількістю холодильного агента розміщати зовні машинного відділення. Це устаткування, як і ресивери для збережен-

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ня запасу холодоагенту, повинні бути огорожені металевим бар'єром із входом, що замикається. Ресивери повинні бути захищені від сонячних променів і осадків. Апарати і судини встановлені в помешканні, можуть розміщатися в компресорному цеху або спеціальному помешканні апаратної, якщо воно має окремий вихід назовні. Прохід між гладкою стіною й апаратом повинний бути не менше 0,8 м, але припускається установка апаратів у стін без проходів. Відстань між виступаючими частинами апаратів повинно бути не менше 1,0 м, а якщо цей прохід є основним 1,5 м. При монтажі посудин і апаратів на кронштейнах або консольних балках останні повинні бути забиті в капітальну стіну на глибину не менше 250 мм. Припускається установка апаратів на колонах за допомогою хомутів. Забороняється пробивати отвори в колонах для кріплення устаткування. Для монтажу і подальшого обслуговування конденсаторів і ресиверів улаштовуються металеві площадки з огороженням і сходами. При довжині площадки більш 6 метрів сходів повинно бути дві. Площадки і сходів повинні мати поруччя. Висота поруччя. Відстань між стійками поруччя не більш 2 м.

Іспити апаратів, посудин і систем трубопроводів на тривалість і щільність провадиться по закінченні монтажних робіт і в термін передбачений «Правилами устрою і безпечної експлуатації холодильних установок».

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Експлуатація холодильного устаткування

Експлуатація холодильної установки містить у собі такі операції: пуск у роботу і вимикання, регулювання режиму роботи, технічне обслуговування і ремонт. У ході експлуатації необхідний аналіз роботи установки з метою своєчасного визначення й усунення неполадок.

Перед пуском компресора перевіряють причину його зупинки по змінному часопису, наявність масла в картері не менше 2 - 3 висоти оглядового скла, наявність манометрів, клейма перевірки на них, справності термометрів, наявність пломб на захисних клапанах і вентилях нагнітальної магістралі, опломбованих у відкритому положенні, можливість повороту компресора вручну, надійність кріплення огорожень частин, що рухаються, наявність заземлення. Насоси холодної води і холодоносія запускають із закритою засувкою на нагнітанні. Засувку повільно відчиняють при досягненні повного тиску насоса. У системі холодильного агента відкривають усі вентиля, за винятком регулюючих. На компресорі при наявності байпаса останній відкритий, всмоктуючий і нагнітаючий вентиля закриті. Пуск компресора проводиться у напівавтоматичному режимі. Перевіряють наявність різниці тисків мастила по манометрах на сальнику і картері.

Перед зупинкою компресора закривають РВ і відсмоктують ХА із випарника, не допускаючи підвищення температури нагнітання більш 160°C. Це роблять із метою зниження рівня ХА у випарнику для полегшення наступного пуску. Потім закривають усмоктувальний вентиль компресора. Відсмоктують пар із картера компресора до тиску 0,1 МПа. Зупиняють компресор, закривають нагнітальний вентиль. Після цього зупиняють насоси води і холодоносія.

Оптимальним називається режим роботи, при якому вартість експлуатації мінімальна, забезпечена довговічність машин і апаратів і безпека роботи всієї холодильної установки.

Найбільше економічний режим роботи установки, коли температура кипіння максимально висока, а температура конденсації - низька.

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У теплообмінних апаратах , що прохолоджуються помешкання для забезпечення нормального теплообміну між середовищами зберігається певна різниця температур або температурний напір. Температура кипіння визначається по довколишньому моновакууметру, установленому на випарнику. Підвищення температури кипіння на один градус призводить до збільшення холодопродуктивності установки на 4-5% і зменшенню відносної витрати електроенергії на 2-3,5 % . Температура конденсації визначається по температурній шкалі манометра, установленного на конденсаторі. Зниження температури конденсації на один градус призводить до збільшення холодопродуктивності на 1-2% і зменшенню відносної витрати електроенергії на 2-3% .

Температури усмоктування і нагнітання визначаються по скляних термометрах, установленим на відстані 200-300 мм від запірних вентилів компресора.

Основні відхилення від оптимального режиму: знижена температура кипіння; підвищена температура конденсації, нагнітання, і вологий хід компресора.

Визначення впливів ХА із системи. При негерметичності системи виникає вплив ХА в повітря помешкання компресорного цеху, охолоджуючих камер, а також води і холодоносія. Визначення й усунення впливів входить в обов'язок чергової зміни.

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Автоматизація холодильної установки

Для ефективної роботи холодильної установка необхідно підтримувати в заданих межах або змінювати значення одного або одночасно декількох параметрів. Фізична величина, значення якої не повинні виходити за визначені межі називається керованим або регульованим розміром.

Під автоматизацією розуміють комплекс технічних заходів частково або цілком виключити участь обслуговуючого персоналу в експлуатації холодильної установки. Розрізняють частково і цілком автоматизовані холодильні установки. При частковій автоматизації устрої автоматично управляють деякими операціями і роблять захист від небезпечних режимів роботи. При частковій автоматизації холодильної установки потрібно безупинне спостереження за установкою протягом її роботи, проте при цьому можливо скорочення чисельності обслуговуючого персоналу завдяки зміні трудомісткості обслуговування.

Проектом передбачається часткова автоматизація холодильної установки. Регулювання температури повітря в камерах за допомогою температурного реле ТР-1-02 і працюючого разом із ним терморегулюючим гвинтилем. Терморегулюючий гвинтиль є виконавчим механізмом, призначеним припиняти подачу ХА у випадку якщо температура повітря в камері зменшиться нижче необхідну і відчиняти подачу ХА. у випарну систему якщо температура в камері підвищується.

При зниженні температури розсолу до заданого значення термореле вимикає компресор, а також закріє СВ подачі води на конденсаторі РД-1 зупинить КМ при аварійному зниженні тиску у випарнику, або підвищенні тиску у КД. При зупинці розсільних насосів - зупиняється КМ.

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	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.

$$B_{хол} = 691,2 * 2800 = 1\,935\,360 \text{ грн.}$$

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	OSNA 7452	2	300 000	600000
2	Компресор	W2NA	2	20 000	100000
3	Конденсатор	КТГ-40	1	80 000	80000
4	Водяний насос	K20/30	2	20 000	40000
5	Повітроохолоджувач	TBL-65	3	30 000	90000
6	Аміачний насос	1,25ХГ-6-2,9	2	18000	36000
7	Гради́рня	ГПВ-160	1	49000	49000
8	Відділювач рідини	70 ОЖ	1	22000	22000
9	Масилозбирач	50М	1	10 000	10000
10	Масилозбирач	80М	1	12 000	12000
11	Ресивер дренажний	0,75РД	1	10000	10000
12	Циркуляційний ресивер	0,75РДВ	1	8 000	8000
13	Лінійний ресивер	1,5РДВ	1	10000	10000
Сумарна вартість обладнання		1067000			
Вартість іншого обладнання 10%		106700			

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова вартість обладнання	1173700
Витрати на транспортування 15%	176055
Витрати на монтаж 20%	234740
Разом вартість обладнання (Воб)	1584495

Тоді сума капітальних вкладень по проекту складає:

$$KB_{\text{хол}} = 1\,935\,360 + 1\,584\,495 = 3\,519\,855 \text{ грн.}$$

5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо виробіток холоду в робочих умовах:

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

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.

k_n - коефіцієнт переведення роботи компресора з робочих умов в стандартні

$$Q_{0\text{роб}} = ((15,9 \cdot 1,1 \cdot 0,76 \cdot 2) + (47,2 \cdot 1,15 \cdot 1,8 \cdot 2)) \cdot 19440000 = 4,32 \cdot 10^9 \text{ кДж}$$

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;
- поточний ремонт обладнання і будівлі;
- інші.

5.3.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів відносяться:

- а) холодоагент;

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) змащувальні матеріали.

Розрахунок вартості річної потреби холодоагенту:

$$B_{xa} = G_{xa} * C_{xa} \quad (5.4)$$

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

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

Річна потреба холодильного агента при ремонті

$$G_{xa} = g_{x.a.} * \sum Q_0 * k' \quad (5.5)$$

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

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

$$G_{xa} = 2,8 * 126,2 * 1,1 = 777,39 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 777,39 * 90 = 69\,965 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості річної потреби змащувальних матеріалів:

$$B_m = G_m * C_m \quad (5.6)$$

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

G_m - річна потреба змащувальних матеріалів, кг

$$G_m = g_m * n * R * k' \quad (5.7)$$

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

$$G_m = 5,0 * 4 * 2 * 1,2 = 12 \text{ кг}$$

$$B_m = 12 * 800 = 9\,600 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2 - Допоміжні матеріали

№ з/п	Стаття витрат	Витрати, грн.
1.	69 965	32 642
2.	9 600	22 800
Разом		79 565
Витрати на інші допоміжні матеріали (5%)		3 978
Всього		83 544

5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою:

$$N_{ел} = N_{ел.дв} * n_{дв} * T * K \quad (5.8)$$

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 силової електроенергії

№	Назва обладнання	Кількість одиниць	Потужність, кВт	Тривалість роботи за рік, годин	Коефіцієнт використання обладнання	Загальна потреба в електроенергії, кВт-годину
1	Компресор	2	4,38	5400	0,7	33 113
2	Компресор	2	28,9	5400	0,7	218 484
3	Градирня	1	3,7	5400	0,7	13 986
4	Повітро-охолоджувач	3	3,4	3000	0,7	21 420
5	Насос аміачний	1	2,8	5000	0,7	9 800
6	Насос водяний	1	4	3000	0,7	8 400
	Разом					305 203

					MX 56 013 000 ДП ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою:

$$B_{ел} = N_{ел} * Ц_{ел} \quad (5.9)$$

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

$$B_{ел} = 305\,203 * 4,3 = 1\,312\,372 \text{ грн.}$$

5.3.3 Розрахунок витрат на воду для виробничих цілей

Вартість річного споживання води визначаємо за формулою:

$$B_{в} = G_{в} * Ц_{в}; \quad (5.10)$$

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

$Ц_{в}$ - вартість 1м³ води, грн.;

Річне споживання води:

$$G_{в} = g_{в} * \frac{Q_{ост}}{1000} * 0,15; \quad (5.11)$$

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

0,15 – коефіцієнт, який враховує наявність оборотного водопостачання

$$G_{в} = (0,0048 * 4,32 * 10^9 / 1000) * 0,15 = 3107,2 \text{ м}^3$$

$$B_{в} = 3107,2 * 45 = 139\,823,5 \text{ грн.}$$

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 середньо-облікового робітника

№з/п	Показники	Число днів
1.	Кількість календарних днів на рік	365
2.	Кількість вихідних днів на рік	104
3.	Кількість святкових днів на рік	0
4.	Номінальний фонд робочого часу	261
5.	Тривалість відпустки	24

6.	Невиходи на роботу через хворобу	5
7.	Інші невиходи на роботу з дозволу адміністрації	1
8.	Число днів корисної роботи одного працівника	231
9.	Середня тривалість робочого дня, годин	8
10.	Ефективний фонд робочого часу, годин	1848

Коефіцієнт перерахування планової кількості робітників в облікову визначається за формулою:

$$K_p = \Phi_n / \Phi_{\text{еф}} \quad (5.12)$$

де Φ_n - номінальний фонд робочого часу, годин

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

$$K_p = (261 * 8) / 1848 = 1,13$$

Кількість машиністів і слюсарів-ремонтників визначається за формулою:

$$K_p = \sum N_{\text{ч}} * n * K * K_p \quad (5.13)$$

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

n - кількість компресорів одного типу в групі;

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

K_p - коефіцієнт перерахування планової чисельності в облікову;

Кількість машиністів холодильної установки:

$$K_m = 1,2 * 4 * 0,8 * 1,13 = 5 \text{ робітників}$$

Кількість слюсарів-ремонтників холодильної установки:

$$K_m = 0,24 * 4 * 0,8 * 1,13 = 1 \text{ робітник}$$

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:

$$З_{\text{Посн}} = ГТС_i * T_{\text{еф}} * K_p \quad (5.14)$$

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	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.

$$\text{ГТС}_i = \text{ГТС}_{\text{мін}} * \text{ТК}_i \quad (5.15)$$

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	5	VI	86,4	1848	798336,00
Слюсар-ремонтник	1	VI	86,4	1848	159667,20
Разом	6	-	-	-	958003,20

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	958003,20
2.	Фонд додаткової заробітної плати	479001,60
3.	Єдиний соціальний внесок	316 141,06
	Всього	1 753 145,86

5.3.6 Амортизація холодильного обладнання

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

$$\text{В}_a = \text{В}_o \text{б} * \text{Н}_a / 100\%, \text{ грн.} \quad (5.16)$$

$$\text{В}_a = 1935360 * 5/100 + 1584495 * 20/100 = 413\,667,0 \text{ грн.}$$

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$Вп.р = 413\,667,0 * 0,1 = 41\,367,0 \text{ грн.}$$

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

$$Він = (83\,544 + 1\,312\,372 + 139\,823 + 1\,753\,146 + 413\,667 + 41\,367) * 0,05 = 180\,205 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 - Експлуатаційні (поточні) витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	83 544
2	Електроенергія	1 312 372
3	Вода	139 823
4	Зарплата виробничих робочих	1 753 146
5	Амортизація холодильного обладнання і будівлі	413 667
6	Витрати на поточний ремонт обладнання і будівлі	41 367
7	Інші поточні витрати	180 205
	Всього	3 924 123

5.3.7 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

$$C_{1000} = Вр * 1000 / Q_{0 \text{ ст}} \quad (5.17)$$

де $Вр$ - річні витрати на виробництво холоду, грн.

$$C_{1000} = (3\,924\,123 * 1000) / (4,32 * 10^9) = 0,91 \text{ грн}$$

5.4 Розрахунок економічної ефективності проекту

Термін окупаємості капітальних вкладень (T), років, розраховується за формулою:

$$T_{ок} = KB / Вр \quad (5.18)$$

де KB – сума капітальних вкладень по проекту, грн..;

$Вр$ – річні витрати на виробництво холоду, грн.

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{ок} = 3\,519\,855 / 3\,924\,123 = 1 \text{ рік}$$

Нормативний термін окупності $T_n \leq 3$ роки.

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.8.

Таблиця 5.8 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Місткість холодильника	N	т	740
2	Холодопродуктивність	Q	кВт	126,2
3	Кількість компресорів	n	шт	4
4	Кількість обслуговуючого персоналу	Kp	осіб	6
5	Капітальні вкладення	KB	грн.	3 519 855
6	Експлуатаційні витрати	Bp	грн.	3 924 123
7	Собівартість 1000кДж холоду	C_{1000}	грн.	0,91
8	Термін окупності	$T_{ок}$	років	1

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Вступ

Холодильна промисловість – це галузь народного господарства, яка швидко розвивається. Нові і вдосконалені обладнання і технології вводяться щорічно, упроваджується автоматизація процесів.

Наявність установок, які працюють під великим надмірним тиском, використання в якості холодоагентів вибухонебезпечних і отруйних речовин вимагають підвищеної уваги до питань охорона праці. Холодильна промисловість відноситься до виробництв з підвищеною небезпекою і це виявляє посилену увагу до безпеки праці працівників.

Безпечні умови праці на виробництвах, які мають холодильні установки, можуть бути забезпечені тільки при суворому дотриманні норм безпеки, виробничої санітарії і протипожежної техніки.

6.1 Аналіз виробничих чинників, що мають небезпечний та шкідливий вплив на працівників

Шкідливими називаються речовини, які в випадку порушення вимог безпеки, при контакті з організмом людини можуть визвати виробничі травми, професійні захворювання або отруєння.

Основні шляхами забруднення повітряного середовища в приміщеннях холодильних установок є: витік газів, пару через нещільності, розлив рідини, дифузія парів або газів через стінки і ущільнення.

В сучасний період на великих холодильних установках з помірно низькими температурами найчастіше використовують аміак.

6.2 Холодоагент

Як холодоагент використовується аміак, який має низку небезпечних і шкідливих властивостей.

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Відчувається наявність аміаку за запахом із вмістом його в повітрі 0,35 мг/м³. Гранично допустима концентрація аміаку у повітрі – 20 мг/м³.

Холодильні установки, у зв'язку з токсичністю і вибухонебезпечністю, з цим холодоагентом відносять до устаткування підвищеної небезпеки.

Результатом отруйної дії аміаку на організм людини є:

- зміна тиску крові;
- дія на судинисто-рухомий центр і серцевий м'яз;
- зміна слизових оболонок шлунку;
- збудження і пригнічення нервової системи

Аміак розчиняється в мінеральних маслах, добре поглинається водою, створюючи нашатирний спирт.

При отруєнні аміаком активізується туберкульоз, можливі параліч і глухота. Максимально-допустима концентрація аміаку в приміщенні при довгому перебуванні людини - 0,07 мг/л, шкідлива дія – 0,1 мг/л, смертельна доза при дії від півгодини до години – 1,5 – 2,7 мг/л.

Обслуговуючий персонал аміачних холодильних установок забезпечують засобами індивідуального захисту: фільтруючі протигази типу КД (коробка сірого кольору) і марки М (коробка червоного кольору), ізолюючі дихальні апарати стислого повітря типу АСВ або ізолюючі протигази типу ІІІ. За їх відсутності – ватно-марлева пов'язка або рушник, попередньо змочені водою або 5% розчином лимонної кислоти.

Час захисної дії протигаза з коробкою КД – 80-120 хв., з коробкою М – 90 хв. Також повинні бути гумові рукавички і чоботи, захисні окуляри) та медикаменти для надання першої долікарської допомоги. Повинно бути не менше трьох костюмів Л-1 або захисних костюмів КІХ-4 для ліквідації аварій загазованих аміаком приміщеннях. В шафах зовні машинного відділення зберігаються

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протигази марки КД і апарати типу АСВ, поряд з вхідними дверима, протигази КД – в машинному (апаратному) відділенні, біля входу, а також в коридорі (вестибюлі), прилеглому до холодильних камер з безпосереднім охолодженням..

6.3 Гігієнічне середовище

Стаціонарні холодильні камери підприємств торгівлі і громадського харчування можуть розташовуватися в підвалах або на першому поверсі у вигляді окремого блоку. Вхід в камеру здійснюється з тамбура, що дозволяє зменшувати притоки, що вносяться з повітрям при відкриванні дверей в камеру. Машинне відділення розташовують поряд з камерою. Випаровувачі повинні не тільки охолоджувати повітря і продукти, але й перешкоджати доступу теплового потоку, що надходить через стіни до продукту.

Машини і апаратні відділення аміачних холодильних установок розміщують в одноповерхових спорудах, прибудованих до корпусу холодильника або виробничої будівлі. При проектуванні передбачено розташування апаратних машинних відділень тільки на першому поверсі. Рекомендується розміщувати ззовні машинного відділення на огорожені площі аміачні холодильні установки, апарати високого тиску, що вміщують велику кількість рідкого холодоагенту, для підвищення безпечності їх експлуатації.

Підлоги машинних і апаратних відділень повинні бути рівні, неслизькі і виконані з вогнетривкого і не іскристого матеріалу. Люки, непрохідні канали повинні бути закриті врівень з підлогою знімними плитами або металевими рифленими листами з лакофарбовим покриттям.

6.3.1 Мікроклімат

Переохолодження організму і, як наслідок, виникнення різноманітних гострих і хронічних захворювань (запалення верхніх дихальних шляхів, інфекційні хвороби, ревматизм, запалення периферичних нервів і м'язів) може виникнути при тривалому перебуванні в умовах низьких температур

Для забезпечення нормованих показників мікроклімату та чистоти повітря передбачені наступні заходи:

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- раціональні об'ємно - планувальні і конструктивні рішення;
- раціональне розміщення обладнання;
- механізація і автоматизація виробничих процесів;
- введення раціональних технологічних процесів і обладнання;
- автоматичний контроль і сигналізація;
- вологе прибирання технологічних приміщень;
- засоби індивідуального захисту

Оптимальними вважають такі сполучення параметрів мікроклімату, які при тривалій і систематичній дії на організм людини забезпечують нормальне функціонування організму без напруги реакцій терморегуляції, створюють умови теплового комфорту і тим самим сприяють високій працездатності вважають оптимальними . Найбільш сприятливими для людини вважається мікроклімат, що відповідає наступним показникам: температура повітря - 18- 23°C, відносна вологість повітря - 40-60%, швидкість руху повітря - 0,1-0,2 м/с .

Для підтримання у виробничих приміщеннях метеорологічних умов і чистоти повітря застосовується вентиляція, яка виконує також і технологічні функції: очищення сировини, охолодження продукту і т.д.

Відділення холодильних установок обладнують припливно-витяжною примусовою вентиляцією. Вони повинні забезпечувати 8-кратний обмін повітря в приміщенні за 1 годину та вмикатись автоматично при аварійному вимкненні силового обладнання.

6.3.2 Освітлення

Для освітлення холодильних камер використовуються спеціальні люмінесцентні лампи з плафонами пило- і волого захисного виконання. Системами сигналізації: пожежною, аварійною і « людина в камері» може бути облаштована Камера-склад.

Робоче, місцеве та аварійне освітлення слід передбачити у приміщеннях машинних і апаратних відділень холодильних установок .

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Без природного освітлення проектується холодильні камери. Наявність вікон у камері призведе до додаткових теплопритоків. Сонячне світло, впливаючи на харчову продукти, скорочує термін їх зберігання. Камери не повинні розташовуватись поруч з туалетами, душовими, гарячими ділянками, тому що через них не можуть проходити ніякі трубопроводи (холодна, гаряча вода, газ, каналізаційні труби. Мінімальна площа будь-якої з камер не повинна бути менше 6 м². Висота становить 2,7-3,3 м.

6.3.3 Вимоги безпеки

Холодильні камери, призначені для зберігання товарного запасу. Основними складовими холодильного обладнання, що забезпечують функціонування холодильної камери є холодильний агрегат і повітроохолоджувач (теплообмінник).

Арматура, запобіжні клапани, контрольно-вимірювальні прилади і засоби автоматичного захисту використовуються для запобігання аваріям в аміачних холодильних установках.

При підключенні промислового холодильника до електромережі і при роботі його режимі заборонено:

- підступи до нього захищувати, розміщуючи в проході сторонні предмети, тому що їх наявність створює проблеми для нормальної циркуляції повітря;
- торкатися до обертовим елементам конструкції в процесі роботи агрегату;
- для видалення інею з випарника механічним способом користуватися ножем або скребком.

Дотримання цих простих правил продовжить термін експлуатації холодильної камери, знизить витрати на сервісне обслуговування, забезпечить тривалу безперебійну роботу агрегату.

6.4 Пожежна безпека

Приміщення, в яких розміщено аміачне обладнання, повинні відповідати вимогам діючих норм пожежної безпеки. Застосування автоматичних засобів

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виявлення пожеж є однією з основних умів забезпечення пожежної безпеки, тому що дозволяє сповістити черговий персонал про пожежу й місце його виникнення.

Для локалізації й гасіння невеликих вогнищ горіння в початковій стадії їх розвитку є первинні засоби пожежогасіння. До них відносять ручні й пересувні вогнегасники, ящики з піском, бочки з водою й цебрами, повстина і т.д. Так як на підприємстві є електрообладнання, обираємо порошкові вогнегасники ОП-2Б, кислотні ОУ. Також на виробництві встановлений пожежний щит.

Не менше двох евакуаційних виходів повинно бути в приміщеннях машинного і апаратного відділення, повинно бути не менше двох евакуаційних виходів, максимально віддалених один від одного, при цьому один з виходів, як мінімум, повинен бути безпосередньо назовні.

На підприємстві передбачено безпечну евакуацію людей при виникненні пожежі або іншої надзвичайної ситуації

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М.Г. Хмельнюк, О.С. 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: Учбовий посібник / 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.- Агропромиздат, 1989.
6. Термодинаміка та теплообмін. Цикли холодильних установок: розрахункова робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / В.В. Дубровська, В.І Шкляр; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021.
7. Мелейчук С.С., Арсеньев В.М. Монтаж, експлуатація, обслуговування холодильних і теплонасосних установок. Навчальний посібник.-Суми: Сумський державний університет, 2011.-183 с.
8. Кіптела Л.В. Автоматизація виробничих процесів: Навчальний посібник /Харк. держ. академія технол. та орг. харчування. – Харків, 2002, – 133с.
9. Кондиціонування та охолодження. Навчальний посібник /Друкований М.Ф., Фіалковська Л.В., Друкований О.М. — Вінниця: ВНАУ, 2012 – 273 с.
10. ДБНУ ДБН В.2.5-67 2013 р. "Опалення, вентиляція та кондиціонування"

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Справочник из серии "Холодильная техника" под редакцией А.В. Быкова, Применение холода в пищевой промышленности, 1979
12. Журналы "Холодильная техника", "Холод", 2021 - 2023 г

Інформаційні ресурси

1. www.wika.ua
2. www.teplostart.com.ua
3. www.danfoss.ua
4. www.siemens.com
5. www.infrost.com.ua
6. <https://assets.danfoss.com/documents/317515/AI367918410656uk-UA0201.pdf>
7. <https://vektorlux.com/about-us>
8. <https://svholod.com/promyslova-shokova-zamorozka/>
9. <https://www.holodok.cv.ua/p/optimamedium-ua/>
10. <https://pholod.com.ua>

					MX 56 013 000 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Позиція		Найменування			Кількість	Примітка		
1		Компресор W2NA (-10 °C)			2			
2		Компресор OSNA 7452 (-30 °C)			1			
3		Конденсатор КТГ- 40			2			
4		Центробіжний водяний насос к20/30			3			
5		Ресивер лінійний 1,5 РД			1			
6		Циркуляційний ресивер 1,5 РДВ			1			
7		Насос аміачний 1,25ХГ-6-2,8			2			
8		Дренажний ресивер 0,75 РД			1			
9		Повітроохолоджувач TBL (-10 °C)			3			
10		Батареї охолодження СК-СС-СК (-30 °C)			18			
11		Оливозбирач 50 М			1			
12		Оливозбирач 80 М			1			
13		Відділювач рідини 70 ОЖ			1			
14		Градирня вентиляторна ГПВ -160			1			

Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016347555

Дата перевірки:
11.06.2024 14:11:47 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
11.06.2024 14:16:41 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 4MX-56 Лашкул Д.Є

Кількість сторінок: 49 Кількість слів: 7424 Кількість символів: 46122 Розмір файлу: 11.51 MB ID файлу: 1016149515

21.5% Схожість

Найбільша схожість: 9.05% з Інтернет-джерелом (<https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6d1f8ccc-405...>)

21.5% Джерела з Інтернету

277

Сторінка 51

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

182

Proof

Bun 01306

Proof

to Son

Ім'я користувача:
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:
1016347555

Дата перевірки:
11.06.2024 14:11:47 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
11.06.2024 14:16:41 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 4MX-56 Лашкул Д.Є

Кількість сторінок: 49 Кількість слів: 7424 Кількість символів: 46122 Розмір файлу: 11.51 MB ID файлу: 1016149515

21.5% Схожість

Найбільша схожість: 9.05% з Інтернет-джерелом (<https://card-file.ontu.edu.ua/scanned-images/6d1f8ccc-405...>)

21.5% Додаток з Інтернету 100%

Сторінка 51

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

182

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

В І Д Г У К

керівника про дипломний проект (роботу) студента
Лашкула Давида Євгенійовича

Спеціальність	<u>№ 142 «Енергетичне машинобудування»</u>
Освітня програма	<u>«Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок»</u>
Тема:	<u>Розробка системи охолодження торгово-заготівельного холодильника ємністю 740 тон, м. Кривий Ріг</u>

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

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

Дипломний проект Лашкула Давида Євгенійовича 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 Лашкул Давид Євгенійович над дипломним проектом працював самостійно, графік виконання окремих розділів пояснювальної записки і графічних аркушів не порушував. В умовах воєнного стану консультації були здійснено дистанційно на платформі Zoom

в) Теоретична підготовка дипломника

Теоретична підготовка студента Лашкула Давида добра. При навчанні за освітньою програмою «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок» в цілому показав високі 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 Лашкул Давид Євгенійович 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.

Лашкул Давид Євгенійовича. отримав освітній рівень фаховий молодший бакалавр з енергетики, заслуговує присвоєння кваліфікації – технік-механік по обслуговуванню холодильно-компресорних машин і установок.

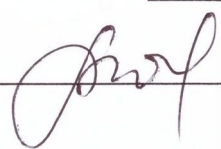
Оцінка розрахункової частини	5 <u>(відмінно)</u>
Оцінка графічної роботи	5 <u>(відмінно)</u>
Загальна оцінка	5 <u>(відмінно)</u>

Прізвище, ім'я, по батькові керівника Рекеда Юрій Дмитрович.

Місце роботи і посада керівника проекту ВСП ОТФК ОНТУ викладач вищої ккатегорії

13 06 2024 р.

Підпис



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

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект (роботу) студента

Лашкула Давида Євгенійовича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»

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

Тема: Розробка системи охолодження торгово-заготівельного холодильника ємністю 740 тон, м. Кривий Ріг

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 Лашкула Давида Євгенійовича виконаний згідно завданню і складається з пояснювальної записки на сторінках і графічного матеріала 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 завдання. Тема дипломного проекту розкрита у повному обсязі. Всі розділи розрахунково-конструкторської частини виконані з урахуванням останніх досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування. Дипломник використовував технічну і довідкову літературу по 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 частини висока

г) Перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

1. Здійснено аналіз розвитку підприємств торгівлі, торгово-заготівельних холодильників
2. Обґрунтування і вибір сучасного компресорного обладнання і вискоефективних теплообмінників у якості повітроохолоджувачів.
3. Застосування аміаку - холодильного агента з самою високою масовою холодопродуктивністю і нульовим потенціалом руйнування озонowego шару
3. Висока якість виконання графічної частини за допомогою програми Auto Cad

д) Основні недоліки дипломного проекту (роботи)

При виборі кожухотрубного аміачного конденсатора і системі охолодження в камері схову морозжених вантажів слід було підібрати більш сучасні зразки обладнання.

Оцінка розрахункової частини	<u>5 (відмінно)</u>
Оцінка графічної частини	<u>5 (відмінно)</u>
Загальна оцінка	<u>5 (відмінно)</u>

Прізвище, ім'я, по батькові Шевченко Сергій Іванович

Місце роботи і посада рецензента

Провідний інженер, АТ «Одеський припортовий завод», член Раді роботодавців спеціальності 142

« 14 06 20 14 »



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

Ми, що нижче підписалися,

Лашкул Давид Євгенієвич,
здобувач освіти гр. 4МХ-56, та

Рекеда Юрій Дмитрович,
керівник дипломного проекту,

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

«Розробка системи охолодження камер торгово-заготівельного холодильника ємністю 740 тон, м. Кривий Ріг» (автор роботи – Лашкул Д.С., керівник роботи – Рекеда Ю.Д.)

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.

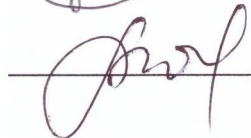
Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець



/ Лашкул Д.С. /

Керівник



/ Рекеда Ю.Д. /

«10» червня 2024 р.