

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

Спеціальність 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: 4 МХ - 55

Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення

МХ55.011 000 ДП

КОЗЛЮКА ВАСИЛЯ
СЕРГІЙОВИЧА

м. Одеса
2023

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

Спеціальність 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Монтаж і обслуговування
холодильно-компресорних машин і
установок»
Група 4МХ – 55

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
МХ 55. 011. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка холодильної установки для приватного кондитерського
виробництва продуктивністю 1,3 т. на добу, м. Львів.

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

Дипломник _____ (Козлюк В.С.)

Керівник проекту _____ (Селіванов А.П.)

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 циклової комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

Захист “ _____ ” _____ 2023 р. Протокол ЕК № _____
Оцінка ЕК _____

Секретар ЕК _____ Куриленко В.О.

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

Дата видачі завдання
«20» лютого 2023 р.
Дата закінчення проекту
«01» липня 2023 р.

Затверджую
Заступник директора з НВР
_____ Беркань Іг.В.
“ 20 ” лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломного проектування

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

Тема дипломного проекту: Розробка холодильної установки для приватного кондитерського виробництва продуктивністю 1,3 т. на добу, м. Львів

Стверджена наказом по коледжу від « 17 » 10 2022 р. № 235-А2- ОД

Вихідні дані для проекту: температура літня 29°C
відносна вологість повітря літня 58 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Пояснювальна записка

Вступ

1. Загальна частина

- 1.1 Вихідні дані
- 1.2 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 монтажу, експлуатація, ремонту та холодильного обладнання

4.2 Автоматизація холодильної установки

5 Економічна частина

6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7. Перелік використаних джерел

Графічна частина

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

Аркуш 2 Розводка трубопроводів

Аркуш 3 Схема автоматизації холодильної установки

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1. Загальна частина	22.05.2023
2. Технологічна частина	23.05.2023
3. Розрахунково-конструкторська частина	24 – 30.05.2023
4. Організаційна частина	31.05.2023
5. Аркуш 1,2	01 - 04.06.2023
6. Економічна частина	05 – 07.06.2023
7. Аркуш 3	08 – 09.06.2023
8. Охорона праці	10 - 12.06.2023
Попередній захист	15.06.2023
Захист дипломного проекту	22 - 24.06.2023

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 2 від “13” вересня 2022

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Селіванов А.П.)

Вступ**1 Загальна частина**

1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкту завдання

1.2 Вихідні дані

1.3 Техніко-економічне обґрунтування

2 Технологічна частина

2.1 Характеристики швидкопсувних продуктів

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму

3 Розрахунково-конструкторська частина

3.1 Розрахункові дані

3.2 Розрахунок будівельних площ

3.3 Вимоги до планувань

3.4 Планування холодильника

3.5 Розрахунок ізоляції

3.6 Тепловий розрахунок

3.7 Визначення навантаження на обладнання

3.8 Вибір температурного режиму роботи холодильної машини

3.9 Побудова циклів холодильних машин. Зняття параметрів вузлових точок циклу.

Подп. і дата					
	Взам. инв. №				
Подп. і дата					
	Инв. № дубл.				
Подп. і дата					
	Инв. № подл.				
МХ55.011.000 ДППЗ					
	Ли	Ізм.	№ докум.	Підп.	Дата
Инв. № подл.	Розроб.	Козлюк			
	Перевір.	Селіванов			
	Н. контр.	Валянська			
	Затв.	Беркань			
Розробка холодильної установки для приватного кондитерського виробництва продуктивністю 1,3 т. на добу, м. Львів					
			Лит	Арк	Аркушів
			ВСП «ОТФК ОНТУ» єр.4МХ-55		

- 3.10 Тепловий розрахунок та добір компресора
- 3.11 Тепловий розрахунок і добір конденсатору
- 3.12 Розрахунок і добір камерного устаткування
- 3.13 Розрахунок і добір допоміжного устаткування
- 3.14 Визначення діаметрів трубопроводів холодильної установки.

4 Організаційна частина

- 4.1 Організація монтажу і ремонту холодильного обладнання
- 4.2 Експлуатація холодильного обладнання
- 4.3 Автоматизація холодильної установки
- 4.4 Захист навколишнього середовища

5 Економічна частина проекту

6 Охорона праці

7 Перелік використаних джерел

Підп. і дата
Взам. инв. №
Инв. № дубл.
Підп. і дата
Инв. № подп

Ли	Ізм.	№ докум.	Підп.	Дат

MX55.011.000 ДППЗ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

XXX-XXX-XXXX

Вступ.

На всьому пострадянському просторі взагалі та особливо на території України залишилась величезна спадщина у вигляді холодильного господарства різного за ємкістю і призначенням. Радянська економіка передбачала комплексний розвиток холодильної промисловості. Сучасна Українська політика спрямована на поширення застосування штучного холоду при обробці та збереженні харчових продуктів .

Збереження діючих холодильників є важливою задачею, але введення в дію нових холодильних потужностей навіть значно важливіше. Адже нові холодильники мають нове обладнання і значно ефективніші та, як слідство, дешевші у експлуатації.

Холодильна техніка досягла сучасного рівня, пройшовши тривалий шлях розвитку. У середині XVIII ст. було створено перший лабораторний апарат для одержання штучного холоду, а у XIX ст. машинне охолодження набуває промислової основи та починає застосовуватись при заготівлі та транспортуванні швидкопсувних продуктів. Перша холодильна установка для заморожування м'яса була побудована в Сідней (Австралія) у 1861 році. У 1876 році вперше на судні-рефрижераторі зі штучним (машинним) охолодженням було здійснено перевезення м'яса із Австралії до Сполучених Штатів. Перші стаціонарні холодильники були побудовані у Бостоні та Лондоні у 1881 році. В Росії штучний холод був вперше застосований у 1888 році на рибних промислах Астрахані, і в тому ж році на Волзі почала експлуатуватись рефрижераторна баржа з повітряною холодильною машиною, що поклала початок розвитку вітчизняного холодильного водного транспорту. У 1889 році були побудовані холодильні установки на пивоварних заводах і кондитерських фабриках, а у 1895 р. у Білгороді був побудований перший заготівельний холодильник місткістю 250 т.

У 50 – 60 роках XX ст. відбувся прорив в холодильній техніці. З'явилися нові робочі речовини, промисловість почала випуск нових теплообмінних поверхонь, ефективних компресорів та іншого обладнання з високим ККД. Розвиток холодильного транспорту дозволив урізноманітнювати асортимент продуктів та тривалість її зберігання.

У останні роки відбувається технічне переозброєння холодильних стаціонарних та транспортних холодильників, оснащення їх цілком автоматизованими високоефективними холодильними установками. Завдяки

					MX55.011.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

постійним науково-дослідницьким роботам сучасні підприємства можуть працювати з новими компактними апаратами, які використовують енергосберігаючі технології.

Штучний холод широко застосовується у всіх галузях народного господарства. Наприклад: харчова та хімічна промисловості, торгівля та будівництво, проходження шахт та тунелів, кондиціонування повітря та загартовування металевих деталей, медицина, швейна та целюлозо-паперова промисловість, фармацевтика та інші.

Культура кондитерського виробництва у західних областях України має багаті традиції. Тому створення нових потужностей саме у Львові має особливий сенс, що і підтверджується наступними розрахунками.

					MX55.011.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкту завдання.

Холодильники при кондитерських цехах та фабриках відносять за класифікацією до виробничих, тобто призначених для зберігання готової продукції та вихідних продуктів. Холодильна установка при виробничому холодильнику призначена для забезпечення температурного та вологісного режиму не тільки в камерах зберігання сировини та готової продукції, а й для забезпечення холодопостачання безпосередньо самого виробництва.

Виробничі холодильники взагалі та холодильники при кондитерських фабриках особисто входять до ланцюга безперервної холодної обробки харчових продуктів.

Будівля холодильника при основному виробництві може бути окремою будівлею або може бути частиною промислового комплексу. Будівельне рішення може бути каркасним або безкаркасним в залежності від типу будівельних матеріалів.

У даному випадку приймається, що холодильник є елементом будівельного промислового комплексу. У якості будівельного рішення прийнято безкаркасне рішення із несучими стінами з цегли (кладка 380 мм у півтори цеглини) оштукатуреними та теплоізованими.

Внутрішні стіни та перегородки виконані цегляними (кладка 240 мм у одну цеглину) оштукатуреними та теплоізованими.

Кладка виконується на цементно-пісчаному розчині. Штукатурка по теплоізоляції виконується по металевій сітці.

Конструкція підлоги виконується з відсіпкою по периметру керамзитовим гравієм шаром перемінної товщини.

					MX55.011.001 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Покриття виконується залізобетонним зі стандартних плит для промислового та жилого будівництва. Теплоізоляція виконується з пінопласту полістирольного самозатухаючого марки ПСБ-С для стелі та огорожуючих стін. Підлога теплоізолювана керамзитовим гравієм. Теплоізоляція наноситься з більш холодного боку огороження.

Гідроізоляція встановлюється між несучою та теплоізоляційною частинами огороження. У якості гідроізоляційного матеріалу використовують гідроізол та бітумну мастику, що наносять на огороження відповідним шаром.

Оскільки покриття виконано плоским безгорищним, уклін для стікання талої та дощової води організовано керамзитовою підсіпкою шаром перемінної товщини.

Будівля не має підвалу, тому теплоізолювання підлоги має бути із запасом, щоб запобігти проморожування ґрунту під фундаментом будівлі.

Висота приміщення розраховується від рівня чистої підлоги до низу несучих конструкцій. У даному випадку огороження мають функцію несучих конструкцій. Тому висота приміщення розраховується до плит покриття.

Висота приміщення приймається 3,6 м.

Зберігання продуктів відбувається у штабелях висотою від 2 до 3 метрів.

Оскільки продукти зберігаються герметично упакованим, приймається примусовий рух повітря в вільному об'ємі камери, тобто за допомогою повітроохолоджувачів.

Холодильник має автомобільну платформу 6 м завширшки, яка оздоблена пандусом з нахилом 1 : 10.

					MX55.011.001 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Планування холодильника коридорне. Коридор 6 м завширшки з'єднує вантажну платформу та виробничий цех і забезпечує нормальні вантажні потоки до виробництва, до холодильника та від підприємства. За рахунок форми у плані, максимально наближеної до квадрата, планування забезпечує мінімізацію теплонадходжень до охолоджених приміщень. З метою зменшення впливу надлишкової сонячної радіації покриття із зовні фарбується у світлі кольори.

Двері камер відкатні напівгерметичні, виходять до вантажного коридору, оздоблені півчастою завісою.

Вантажні роботи проводять механізовано та вручну.

					MX55.011.001 ДППЗ	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1.2 Вихідні дані

Проект холодильника при кондитерській фабриці продуктивністю 1,3 т/добу, м. Львів, передбачає розробку будівельної частини проекту, тепловий розрахунок компресорного та теплообмінного обладнання, добір додаткового устаткування, арматури та трубопроводів, а також службових частин проекту (економічної частини, загальної та організаційної частин, охорони праці та виробничої санітарії). О'б'єм учбового проекту не включає в себе складення генерального плану підприємства та проведення геодезичних робіт. Орієнтування на місцевості також вільне без прив'язування до навколишньої забудови.

Місто Львів географічно знаходиться у південній кліматичній зоні зі середньорічною температурою 7,2 °С. Кліматичні показники міста будівництва континентальні:

- Розрахункова літня температура зовнішнього повітря 29 °С;
- Розрахункова літня відносна вологість зовнішнього повітря 58%;
- Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря -21 °С;
- Розрахункова зимова відносна вологість зовнішнього повітря 82%;
- Глибина сезонного промерзання ґрунту 170 см.

Кондитерський цех, холодильник якого необхідно спроектувати, виробляє цукерки «Улюблені» та «Сонечко».

Цукерки «Улюблені» - шоколадні потребують холодильного зберігання. Камери зберігання готової продукції повинні вмщати 5-тидібну виробничість фабрики.

Камери зберігання сировини повинні забезпечувати безперервну роботу виробництва протягом 20-ти діб.

Загальні рецептурні дані по цукеркам «Улюблені» та «Сонечко» наведені в таблиці 1.2.1.

Таблиця 1.2.1 Рецептурні складові цукерок, що потребують холодильного зберігання.

Найменування готового продукту	Вихідна сировина, що потребує холодильного зберігання	Кількість даного виду сировини на 1т готової продукції, кг
Цукерки «Улюблені»	Молоко сгущене	190,5
	Масло вершкове	19,6
	Ячний білок	5,8
Цукерки «Сонечко»	Вершки пастеризовані	250
	Масло вершкове	70

Таким чином загальна місткість камер:

- Зберіганні готової продукції

					MX55.011.001 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_k = 1,3 \cdot 5 = 6,5 \text{ т}$$

- Зберігання стуженого молока

$$V_k = 0,191 \cdot 0,7 \cdot 20 = 2,667 \text{ т}$$

- Зберігання масла вершкового

$$V_k = (0,0196 \cdot 0,7 \cdot 20 + 0,07 \cdot 0,6) \cdot 20 = 1,114 \text{ т}$$

- Зберігання яєчного білка консервованого

$$V_k = 0,0058 \cdot 0,7 \cdot 20 = 0,081 \text{ т}$$

- Вершки пастеризовані консервовані

$$V_k = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 20 = 3 \text{ т}$$

Холодопостачання потребують такі об'єкти:

- Камера зберігання готової продукції
- Камера зберігання згущеного молока
- Камера зберігання вихідної сировини
- Технологічне охолодження

					MX55.011.001 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Темою диплому передбачено спроектувати холодильну установку при кондитерській фабриці продуктивністю 1,3 т/добу у місті Львів.

Місто Львів є обласним центром та має крупний залізничний вузол, розвинену систему автомобільних доріг, що робить це місто перспективним з боку розвинення споживання готової продукції спроектованого підприємства.

В області розвинута легка та харчова промисловість. За матеріалами незалежних джерел споживання харчових продуктів та виробів кондитерської промисловості зростає в середньому на 10 – 15% щороку.

В регіоні будівництва розвинено виробництво штучних будівельних матеріалів (цегли та залізобетонних конструкцій), тому капітальні витрати на транспортування мінімальні. Мінімізація капітальних витрат також проводиться за рахунок зменшення поверхонь, що потребують теплоізоляції.

Будівлю приймаємо одноповерховою безпідвальною та безгорищною, що в значній мірі знижує початкові капітальні витрати на будівництво холодильника.

Водопостачання здійснюється з міського водопроводу. Компресорне обладнання отримує електроенергію з місцевої мережі енергопостачання та має власну підстанцію для забезпечення безперервної роботи при незапланованому відключенні холодильної установки від центральної мережі.

Для рівномірного завезення та вивезення продукції та сировини передбачена автоплатформа відповідної ширини для всього цеху, оскільки використані технології створення збірних камер, розташованих прямо у технологічному цеху.

Покриття виконується плоским. Нахил не більше 3% утворюється за допомогою керамзитового гравію шаром перемінної товщини.

Прийнято основну сітку будівельних осей 6×12 м. використовуються місцеві будівельні матеріали та типові будівельні конструкції. Камери зібрані з панелей типу «сендвіч» Це допомагає скоротити витрати на проектування та будівництво холодильника.

					MX55.011.001 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У якості теплоізоляційного матеріалу прийнято пінополістирол. Він володіє значними термодинамічними та механічними перевагами, відносно дешевий, не смакує гризунам та не підлягає дії грибків. Коефіцієнт теплопровідності теплоізоляції дорівнює 0,05 Вт/(м • К).

У якості засипної теплоізоляції використовується керамзитовий гравій, який отримується, як побічний продукт чорної металургії.

Для підтримання в камерах заданого режиму і забезпечення холодом технологічних процесів розраховано та підібране холодильне устаткування. У якості холодильного агенту прийнято фреон R404A, який має високі економічні, екологічні та термодинамічні показники.

Підлога камер прийнята будівельним нулем.

Основні техніко-економічні показники проекту наведені в таблиці 1.3.1.

Таблиця 1.3.1 Основні техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Місткість холодильника	N	т	15,3
2	Холодопродуктивність	Q	кВт	32,94
3	Кількість компресорів	п	шт	4
4	Кількість обслуговуючого персоналу	Кр	осіб	1
5	Капітальні вкладення	КВ	грн.	425453
6	Експлуатаційні витрати	Вр	грн.	486 001
7	Собівартість 1000кДж холоду	C ₁₀₀₀	грн.	0,99

Економічні розрахунки показують, що будівництво холодильника економічно доцільно.

					MX55.011.001 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.

2.2 Характеристика швидкопсувних продуктів

Цукерками називають кондитерський виріб на цукровій основі, різноманітний по формі та виготовлений з великого різноманіття кондитерських мас.

На відміну від карамелі, цукерки мають м'яку консистенцію, тому в літературі їх частіше називають «м'якими цукерками».

Цукерки випускаються глазурованими та неглазурованими, а також обсипаними крупкою з горіхових ядер, порошком какао та товченою вафлею.

Корпус цукерки може бути виготовлений з одної цукеркової маси або декількох, розташованих шарами.

Цукерки підрозділяють на групи в залежності від сировини, що входить до їх складу.

Шоколад з начинкою зазвичай виготовляється на фігурному автоматі у вигляді батонів вагою 50 г.

Фігурний автомат виконує всі операції, які необхідні для отримання шоколаду з начинкою, починаючи від темперування форм і закінчуючи виборкою готових виробів з форм.

За своїм складом та якістю шоколадна маса повинна бути такою самою, як для звичайного шоколаду без домішок. Підготовка її відливання у форми складається з темперування (31-32 градуси) та фільтрації. Обидві ці операції виконуються однаково як для цукерок з начинкою, так і для чистого шоколаду.

Перед пуском у виробництво форми повинні бути ретельно оглянуті та очищені від налипів від відпрацьованої маси. Темперування форм відбувається на горизонтальному транспортері до температури 33-35 градусів.

У якості начинок при виготовленні шоколаду з начинкою можуть використовуватись різноманітні маси: помадно-фруктові, пралінова, шоколадна, фруктово-мармеладна, помадно-вершкова та інші.

Всі ці начинки перед відливанням в форми підлягають темперуванню, ароматизації та фільтрації. Темперування проводиться при безперервному перемішуванні при вказаній вище температурі.

Начинки ароматизуються вином, спиртом та есенціями в процесі темперування.

Для фільтрації начинки її пропускають крізь склячасті фільтри з отворами 2,5-3 мм або крізь сіта з отворами 3-4 мм.

В'язкість начинок для шоколаду, що виготовляється на фігурному автоматі при температурі 32 градуса, повинна бути 150-180 пуазов.

Проектування холодопостачання повинно здійснюватись у відповідності з вимогами будівельних норм та правил.

					MX55.011.002 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У якості холодильних агентів використовуються хладони, а у якості холодоносія – водний розчин етиленгліколю.

При використанні в якості холодильних агентів хладонів слід віддавати перевагу тим, що при змішуванні з повітрям не спалахують і не вибухають, що особливо важливо для кондитерських підприємств, розташованих в межах населених пунктів.

Холодopостачання холодильних камер виробництва незалежно від продуктивності передбачають тільки автономне, по безнапірній схемі безпосереднього охолодження.

Температура кипіння холодоагенту в системах безпосереднього охолодження приймають у відповідності з інструкціями по експлуатації заводів-виробників технологічних агрегатів, автономних кондиціонерів та в залежності від температури повітря в холодильній камері.

					MX55.011.002 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму.

Температурні режими кондитерського виробництва, як і на багатьох промислових холодильних підприємствах, підрозділяють на складські та технологічні. До складських режимів відносять температури та вологість повітря в камерах зберігання готової продукції та сировини. Відповідно до технологічних режимів відносять температури, які підтримуються на технологічних лініях виробництва.

Готова продукція зберігається в умовах технологічного кондиціонування при температурі 14°C, а сировина, яка потребує холодильного зберігання зберігається відповідно при:

- Молоко згущене 12 °С;
- Масло вершкове та яєчний білок 2 °С;
- Технологічне охолодження 5 °С.

Для реалізації технологічного режиму використовується охолодження проміжним холодоносієм, а охолодження камер – безпосереднім кипінням холодильного агента в камерних приладах охолодження.

У технологічних процесах кондитерських виробництв холод використовується для прискорення фізико-хімічних процесів, пов'язаних зі зміною агрегатного стану оброблюваних речовин. Конструкція охолоджуючих пристроїв для напівфабрикатів та готових кондитерських виробів залежить від сфери застосування, призначення, холодильного агента, способу обробки та транспортування.

Враховуючи розгалуженість системи охолодження за багато чисельними об'єктами і необхідність підтримання температурного режиму в технологічних процесах практично однакового рівня, в кондитерському виробництві використовують зазвичай централізоване охолодження. Холодильні машини працюють на аміаку або хладоні і мають систему охолодження з проміжним холодоносієм. При децентралізованому охолодженні, холодильні машини у вигляді агрегатів встановлюють безпосередньо біля апаратів або їх груп. У цьому випадку застосовують системи охолодження з безпосереднім кипінням холодильного агента в повітроохолоджуючих апаратах.

					MX55.011.002 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приміщення кондитерських цехів мають значні тепловиділення. Тому необхідно застосовувати системи для кондиціювання повітря. Зазвичай використовують установки централізованого кондиціювання повітря. Для цехів із великими тепловиділеннями від обсмажувальних або варильних агрегатів, цехів великої продуктивності теплових виділень загальнооб'ємне комфортне кондиціювання може являтися економічно не вигідним. У цьому випадку використовується місцеве кондиціювання робочих місць.

Саме такий засіб кондиціювання повітря робочої зони обирається на спроектованому підприємстві. Тому центральний кондиціонер не розраховується, а питання кондиціювання повітря розглядається для кожного робочого місця окремо.

					MX55.011.002 ДППЗ	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.

3.1 Розрахункові дані.

Зберігання вантажів в камерах холодильника відбувається у штабелях у жерстяній тарі для сгущеного молока, вершків та яєчного білка, та у картонних коробках – для масла вершкового.

Норма навантаження на 1 м^3 вантажного об'єму камери для продукту у металевій тарі складає $0,59 \text{ т/м}^3$. Норма навантаження для масла в картонних коробках складає $0,29 \text{ т/м}^3$.

Висота вантажного штабеля складає $1,8 \text{ м}$ для металеві тарі і $1,5 \text{ м}$ для картонної тарі.

Розрахункова температура в регіоні будівництва приймається $29 \text{ }^\circ\text{C}$, а відносна вологість - 58% . Охолодження конденсаторів повітряне.

У якості холодильного агенту приймається фреон R404A. Цикл регенеративний, система охолодження – змішана. Охолодження камер відбувається безпосереднім кипінням холодильного агенту, а технологічного процесу – за допомогою проміжного холодоносія.

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Розрахунок будівельних площ

Будівельну площу камер схову визначаємо по формулі

$$F_{\text{буд}} = \frac{V_k}{q_v h_{\text{гр}} \beta} \quad (3.1)$$

де q_v - норма навантаження на 1 м³ вантажного обсягу камери:
 $h_{\text{гр}}$ - вантажна висота штабеля, м
 V - коефіцієнт використання площі камер, що враховує площу камери, зайняту колонами.проходами,
Число будівельних прямокутників

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

де f – будівельна площа одного прямокутника, залежить від вибраної сітки колон
Дійсна місткість камери

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

Площа службових приміщень:

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

Площа машинного відділення:

$$F_{\text{м.в}} = (0,05 \div 0,35) F_{\text{ох}} \quad (3.5)$$

Всі розрахунки зводимо до таблицю 3.1.

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 Будівельні площі приміщень будівлі холодильника.

Тип приміщення	Місткість камери зберігання, т	Норма навантаження на площу підлоги, т/м ³	Висота вантажного штабеля, м	Коефіцієнт використання будівельних площ	Потрібна площа, м ²	Габарити камери, м*м	Площа камери, м ²	Дійсна місткість камер, т
Камера зберігання готової продукції	6,5	0,2	1,5	0,75	28,89	5*6	30	6,75
Камера зберігання сгущеного молока	2,667	0,59	1,5	0,75	4,02	2*2,5	5	3,317
Камера зберігання вершків та яєчного білка	0,081	0,59	1,5	0,75	4,62	2,5*4	10	0,1
	3	0,59	1,5	0,75				3,72
Масло вершкове	1,114	0,29	1,5	0,75	3,42			1,381

Загальна площа охолоджених приміщень складає 45 м².

					MX55.011.003 ДППЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

3.3 Вимоги до планувань

Під плануванням розуміють розміщення всіх камер схову і допоміжних помешкань холодильника з урахуванням їхнього призначення, кількості і розмірів. Для забезпечення найбільше раціонального планування варто притримуватися наступних правил

1. Планування повинно відповідати схемі технологічного процесу виробництва та сприяти послідовності операцій холодильної обробки (передбачати найбільш короткі шляхи перевозок в холодильнику, не допускати зустрічних потоків вантажу).

2. Планування повинно сприяти зменшенню початкових витрат на будівлю холодильника.

3. При плануванні слід вибирати такі розміри і форму холодильника и так розташувати в ньому камери, щоб тепло припливи зовні та між камерами були мінімальними.

4. Планування повинно відповідати прийнятій системі охолодження.

5. Планування холодильника повинно відповідати вимогам правил техніки безпеки та протипожежної безпеки.

6. При плануванні необхідно враховувати можливість розширення холодильника.

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Планування холодильника

Планування наведене на малюнку 3.4.1

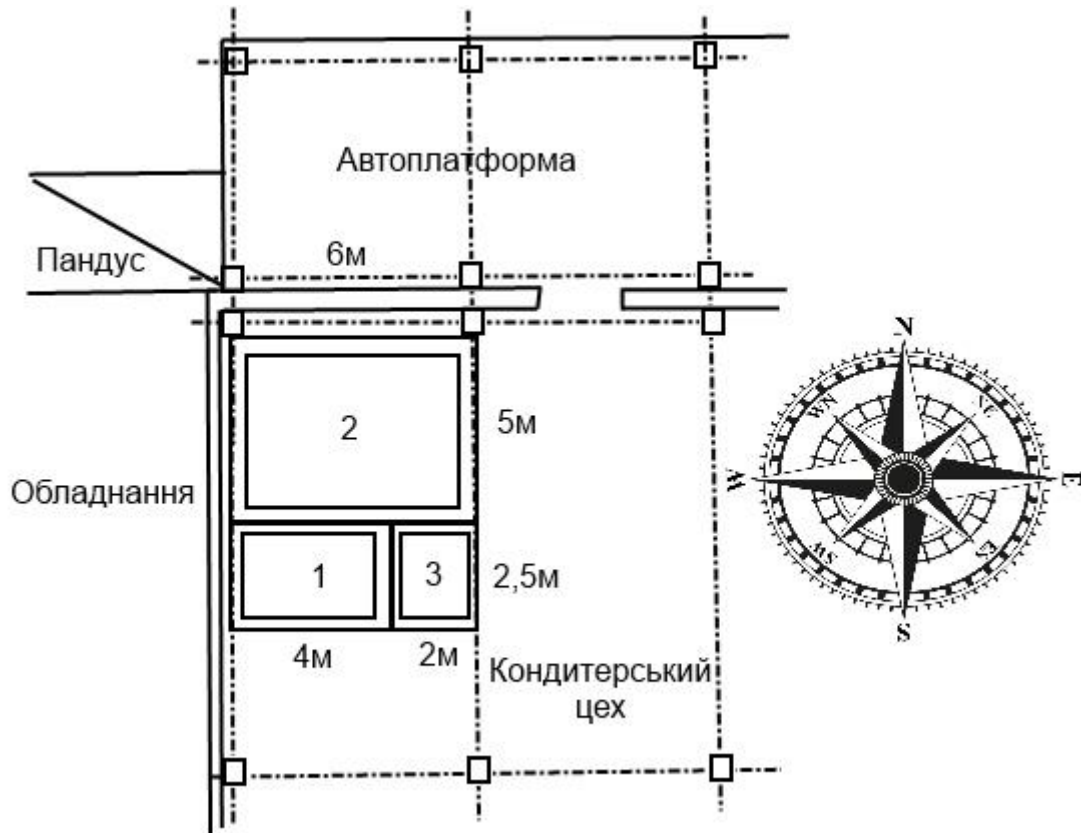


Рис.3.4.1 Планування холодильника: 1-камера зберігання вихідної сировини при 2°C; 2-камера зберігання готових цукерок при 14°C; 3-камера зберігання згущеного молока при 12°C.

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Розрахунок ізоляції.

Призначення холодильної ізоляції - зменшувати зовнішні тепло припливи до холодильних камер, апаратів, що охолоджуються та трубопроводів. На відміну від теплової холодильна ізоляція має наступні властивості:

- ізоляційні матеріали та роботи є багатокоштовними (25..40 % вартості всього холодильника);
- в холодильній техніці можливе використання ефективних ізоляційних матеріалів органічного походження, які неможна використовувати в техніці високих температур;
- можливе зволоження холодильної ізоляції в процесі експлуатації;

Холодильна ізоляція повинна відповідати наступним вимогам:

- низький коефіцієнт теплопровідності;
- мала гігроскопічність та водопоглинання;
- морозостійкість, тобто здатність не руйнуватись в середовищі холодного повітря при мінусових температурах;
- хімічна інертність у відношенні до металів, будівельних та пароізоляційних матеріалів;
- стійкість до гризунів;
- біостійкість, тобто здатність не гнити, не поражатись грибками;
- не мати та не отримувати запахів;
- не підлягати старінню, тобто коефіцієнт теплопровідності ізоляції не повинен збільшуватись із ходом часу;
- невелика вартість матеріалу та монтажно-ізоляційних робіт;
- механічна міцність;
- мала об'ємна маса;
- легке оброблювання;
- транспортабельність;

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потрібна товщина теплоізоляційного шару сандвіч-панелі:

$$\delta_{із}^{пот} = \lambda_{із} \left[\frac{1}{\kappa_0^{nom}} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right], \text{ м} \quad (3.6)$$

де $\lambda_{із}$ - товщина ізоляційного шару, м

κ_0^{nom} - коефіцієнт теплопередачі конструкції, Вт/(м²к);

α_3, α_B - коефіцієнти теплопередачі відповідно зовнішньої і внутрішньої конструкцій, Вт/(м²к);

$\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ - підсумковий термічний опір всіх шарів, крім теплоізоляції, м²к/Вт

Дійсне значення коефіцієнту теплопередачі:

$$\kappa_0^{\delta} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) + \frac{\delta_{із}^{\delta}}{\lambda_{із}}}, \text{ Вт/(м}^2\text{к);} \quad (3.7)$$

де $\delta_{із}^{\delta}$ - прийнята товщина теплоізоляційного шару, м

Розрахунки проводимо по параметрами низькотемпературної камери, щоб спростити проведення будівельних та теплоізоляційних робіт.

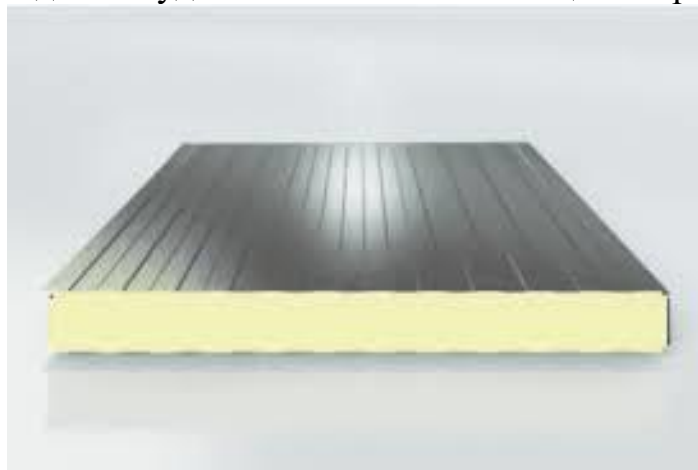


Рис.3.5.1 Зовнішній вигляд сандвіч-панелі вітчизняного виробництва.

Результати розрахунків зводимо до таблиці 3.2

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 Розрахунок товщини теплоізоляції.

Огородження	Коеф. теплопер. потрібн., $K_{потр.},$ Вт/($m^2 \cdot K$)	Коеф. тепловіддачі від зовн. поверхні, $\alpha_3,$ Вт/($m^2 \cdot K$)	Коеф. тепловіддачі від внутр. поверхні, $\alpha_B,$ Вт/($m^2 \cdot K$)	Сумарний термічний опір буд. матеріалів, $\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ ($m^2 \cdot K$)/Вт	Потрібн. товщина теплоізоляції, м	Дійсна товщина теплоізоляції, м	Коеф. теплопер. дійсн., $K_d,$ Вт/($m^2 \cdot K$)
Стіна +12°C	0,54	9	9	-	0,065	0,08	0,45
Стіна +2°C	0,39	9	9	-	0,094	0,1	0,37
Покриття +2°C	0,35	9	9	-	0,105	0,1	0,37
Перегородка +14/+2°C	0,51	9	9	-	0,069	0,08	0,45
Наливна підлога	0,6	-	9	1,41	0,03	0,03	0,59

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6 Тепловий розрахунок

Теплоприпливи через огороження розраховуємо по формулам:

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

$$Q_{1T} = k_d F (t_3 - t_{вн}) 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (3.9)$$

$$Q_{1c} = k_d F \Delta t_c 10^{-3} \text{ кВт}, \quad (3.10)$$

де Δt_c - надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літню пору року, С

t_3 - температура назовні огороження, °С;

$t_{вн}$ – температура з внутрішнього боку огороження, °С;

F – площа огороження, м²

Оскільки запроєктовані збірні камери встановлені в приміщенні, сонячна складова не враховується.

Усі розрахунки проводимо у табличній формі.

Таблиця 3.3 Теплоприпливи через огороження для камери зберігання готової продукції (див. планування)

Огороження	K_d , Вт/(м ² *К)	F, м ²	t_3 , °С	$t_{вн}$, °С	Δt , °С	Q_{1T} , кВт	Q_1 , кВт
СПнВ	0,45	19,2	25	14	11	0,095	0,57
ССВ	0,45	16	25	14	11	0,079	
СПдВ	0,45	19,2	2	14	-	-	
СЗВ	0,45	16	25	14	11	0,079	
Покриття	0,37	30	25	14	11	0,122	
Підлога	0,59	30	25	14	11	0,195	

					МХ55.011.003 ДППЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Таблиця 3.4 Теплоприпливи через огороження для камери зберігання вихідних продуктів (див.планування)

Огородження	K_d , Вт/(м ² *К)	F, м ²	t_z , °С	$t_{вн}$, °С	Δt , °С	Q_{1T} , кВт	Q_1 , кВт
СПнВ	0,45	12,8	14	2	12	0,069	0,503
ССВ	0,45	8	12	2	10	0,036	
СПдВ	0,37	12,8	25	2	23	0,109	
СЗВ	0,37	8	25	2	23	0,068	
Покриття	0,37	10	25	2	23	0,085	
Підлога	0,59	10	25	2	23	0,136	

Таблиця 3.5 Теплоприпливи через огороження для камери зберігання згущеного молока (див.планування)

Огородження	K_d , Вт/(м ² *К)	F, м ²	t_z , °С	$t_{вн}$, °С	Δt , °С	Q_{1T} , кВт	Q_1 , кВт
СПнВ	0,45	6,4	14	12	2	0,006	0,152
ССВ	0,45	8	25	12	13	0,047	
СПдВ	0,45	6,4	25	12	13	0,037	
СЗВ	0,45	8	2	12	-	-	
Покриття	0,37	5	25	12	13	0,024	
Підлога	0,59	5	25	12	13	0,038	

Теплоприпливи від вантажів при холодильній обробці розраховуємо по формулі:

$$Q_2 = Q_{2пр} + Q_{2тар} \text{ , кВт} \quad (3.11)$$

					МХ55.011.003 ДППЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Теплоприплив від термічної обробки продуктів

$$Q_{2\text{пр}} = M \Delta i \frac{1000}{\tau 3600}, \text{ кВт} \quad (3.12)$$

де M - добове надходження продукту в камеру, т/добу.
 Δi - ентальпія початкової і кінцевої температури продукту, Дж/кг
 τ - тривалість холодильної обробки продукту, ч
 1000 – коефіцієнт переводу із тон у кг
 3600 – коефіцієнт переводу із годин у секунди

Теплоприплив від тари

$$Q_{2\text{тар}} = M_{\text{тар}} \text{Стар} (t_1 - t_2) \frac{1000}{24 \cdot 3600}, \text{ кВт} \quad (3.13)$$

де $M_{\text{тар}}$ - добове надходження тари, т/добу
 Стар - питома теплоємність тари, кДж / (кг К)
 t_1, t_2 - температура тари до надходження в камеру і після термообробки, °С

Результати розрахунків зводимо в таблицю 3,6.

Таблиця 3.6 Теплонадходження від продуктів і тари

Камера	Вк, т	Мпр, т	Мт, т	t ₁ , °С	t ₂ , °С	i ₁ , кДж/кг	i ₂ , кДж/кг	Ст., кДж/(кг*К)	Q _{2пр} , кВт	Q _{2т} , кВт	Q ₂ , кВт
Готової прод.	6,75	1,3	0,07	20	14	290	275	2,3	0,226	0,011	0,237
Вихідн. прод.:											
Яйця	0,1	0,006	0,001	12	2	274	243	0,5	0,002	0,0005	0,16
Вершки	3,72	0,223	0,112	12	2	366	327	0,5	0,108	0,006	
Масло	1,381	0,083	0,004	8	2	139	101	2,3	0,037	0,006	
Згуц.молока	3,317	0,199	0,09	20	12	73,7	44,4	0,5	0,067	0,004	0,071

Аналогічний чином розраховується теплове навантаження на технологічні лінії охолодження продуктивністю 1,3 т/добу, які охолоджуються водним розчином етиленгліколю.

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.7 Навантаження від технологічних процесів.

	твн, °C	M _{пр} , $\frac{т}{доб}$	τ годин	i _м , $\frac{кдж}{кг}$	i _к , $\frac{кдж}{кг}$	Δi, $\frac{кдж}{кг}$	Δt, °C	К запаса	Q _{2 пр} , кВт
Перше охолодження	5	1,3	2	78,8	45,12	33,68	12	1,25	4,2
Друге охолодження	5	1,3	1,5	78,8	45,12	33,68	12	1,25	3,2
Охолодження начинки	5	1,3	2	94,2	65,8	28,4	12	1,25	4,25
Охолодження цукерки	5	1,3	1,5	94,2	65,8	28,4	12	1,25	3,24

Сумарне навантаження технологічної лінії 15,28 кВт

Експлуатаційні теплоприпливи

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad , \text{кВт} \quad (3.14)$$

Теплоприплив від освітлення

$$q_1 = A F 10^{-3} \quad , \text{кВт} \quad (3.15)$$

де A - кількість тепла, що виділяється освітленням в одиницю часу на м² площі підлоги, Вт / м²
F – площа підлоги, м²

Теплоприплив від перебування людей

$$q_2 = 0,35 n \quad , \text{кВт} \quad (3.16)$$

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

n – число людей, працюючих в одному помешкані
Теплоприплив від працюючих електродвигунів

$$q_3 = Nэ \quad , \text{кВт} \quad (3.17)$$

де Nэ – потужність електродвигунів, кВт
Теплоприпливи при відкритті дверей

$$q_4 = KF10^{-3} \quad , \text{кВт} \quad (3.18)$$

де K - питомий приплив тепла при відкритті дверей, Вт/м²
Всі розрахунки зводимо до табл.3.7.

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.7 Експлуатаційні теплоприпливи

№ кам	F м ²	A Вт/м ²	n	Ne, кВт	K, Вт/м ²	q1 кВт	q2 кВт	q3, кВт	q4 кВт	ΣQ4 кВт
№1	30	2,3	1	0,5	29	0,069	0,35	0,5	0,87	1,789
№2	10	2,3	1	0,3	29	0,023	0,35	0,3	0,29	0,963
№3	5	2,3	1	0,2	29	0,012	0,35	0,2	0,15	0,712

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.7 Визначення навантаження на обладнання

У маленьких холодильних установках теплове навантаження враховується у повному обсязі як для камерного, так і для компресорного устаткування. Тому зведена таблиця теплопритоків матиме вигляд:

Таблиця 3.8 Зведена таблиця теплопритоків

Камера	Q ₁ , кВт	Q ₂ , кВт	Q ₄ , кВт	Q _{сум} , кВт
Кам №1	0,57	0,237	1,789	2,6
Кам №2	0,503	0,16	0,963	1,6
Кам №3	0,152	0,071	0,712	0,94
Технологічне охолодження	-	15,28	-	15,28

Тоді дійсне навантаження на компресорне обладнання дорівнює:

$$Q_0 = \frac{\kappa \cdot \sum Q_{\text{км}}}{\nu}, \text{ кВт} \quad (3,19)$$

де κ – коефіцієнт компенсації втрат у апаратах та трубопроводах;
 ν – коефіцієнт робочого часу.

Для камер № 1 та 3

$$Q_0 = \frac{1,03 \cdot (2,6 + 0,94)}{0,6} = 6,1 \text{ кВт}$$

Для камери №2

$$Q_0 = \frac{1,05 \cdot 1,6}{0,6} = 2,8 \text{ кВт}$$

Для технологічного охолодження

$$Q_0 = \frac{1,12 \cdot 15,28}{0,8} = 21,4 \text{ кВт}$$

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.8 Вибір температурного режиму роботи холодильної машини.

Температура кипіння:

$$t_o = t_{\text{кам}} - (7 \div 15) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.20)$$

Для камери №1

$$t_o = 14 - 10 = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Для камери №2

$$t_o = 2 - 10 = -8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Для камери №3

$$t_o = 12 - 8 = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура кипіння в системі охолодження технологічного обладнання розраховується таким чином.

Середня температура холодоносія

$$t_s = t_{\text{техн}} - (7 \dots 10) = 5 - 8 = -3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура на вході у випарник

$$t_{s1} = t_{\text{техн}} - (6 \dots 8) = 5 - 7 = -2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура на вході у випарник

$$t_{s2} = t_{s1} - (2 \dots 4) = -2 - 4 = -6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура кипіння в системі технологічного охолодження

$$t_o = t_{s2} - (4 \dots 6) = -6 - 6 = -12 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура замерзання холодоносія за відповідною концентрацією

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_3 = t_0 - (8...12) = -12 - 8 = -20^{\circ}\text{C}$$

Температура конденсації для повітряних конденсаторів

$$t_k = t_{н.сер} + (8...12) = 29 + 11 = 40^{\circ}\text{C}$$

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Температура після глибокого перегріву у регенеративному теплообміннику

$$t_7 = t_6 + (10 \dots 20) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.24)$$

Температура всмоктування в компресор

$$t_1 = t_7 + \Delta t_{\text{еЛ}} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.25)$$

Температура на початку процесу кипіння $t_5 = t_0$, $^\circ\text{C}$

Температура наприкінці конденсації $t_3 = t_k$, $^\circ\text{C}$

Тепловий баланс регенеративного теплообмінника

$$i_7 - i_6 = i_3 - i_4 \quad (3.26)$$

Ентальпія рідини високого тиску на виході з РТО

$$i_4 = i_3 - i_7 + i_6, \text{ кДж/кг} \quad (3.27)$$

Параметри вузлових точок наведені у табличній формі.

Таблиця 3.9 Параметри точок циклу для камер 1 і 3

	0	1	2	3	4	5	6	7
P, МПа	0,68	0,68	1,82	1,82	1,82	0,68	0,68	0,68
t, $^\circ\text{C}$	4	40	76	40	25	4	14	34
i, кДж/кг	370	404	426	264	237	237	380	398
v, м ³ /кг	-	0,035	0,013	-	-	-	-	-

Таблиця 3.10 Параметри точок циклу для камери 2

	0	1	2	3	4	5	6	7
P, МПа	0,46	0,46	1,82	1,82	1,82	0,46	0,46	0,46
t, $^\circ\text{C}$	-8	28	78	40	26	-8	2	22
i, кДж/кг	364	395	428	264	239	239	371	390
v, м ³ /кг	-	0,051	0,013	-	-	-	-	-

					MX55.011.003 ДППЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Таблиця 3.11 Параметри точок циклу установки технологічного охолодження

	0	1	2	3	4	5	6	7
P, МПа	0,4	0,4	1,82	1,82	1,82	0,4	0,4	0,4
t, °C	-12	23	78	40	28	-12	-2	18
i, кДж/кг	361	391	428	264	242	242	370	387
v, м ³ /кг	-	0,058	0,013	-	-	-	-	-

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.10 Тепловий розрахунок і добір компресора

Питома масова холодопродуктивність

$$q_0 = i_6 - i_5, \text{кДж/кг} \quad (3.28)$$

Питома об'ємна холодопродуктивність

$$q_v = \frac{q_0}{v_1}, \text{кДж/м}^3 \quad (3.29)$$

Питома адіабатна робота стискання компресора

$$l_a = i_2 - i_1, \text{кДж/кг} \quad (3.30)$$

Питоме теплове навантаження на конденсатор

$$q_k = i_2 - i_3, \text{кДж/кг} \quad (3.31)$$

Холодильний коефіцієнт дійсного циклу

$$\varepsilon_d = \frac{q_0}{l_a} \quad (3.32)$$

Холодильний коефіцієнт відповідного циклу Карно

$$\varepsilon_k = \frac{T_0}{T_k - T_0} \quad (3.33)$$

Ступінь карнотизації циклу (ступінь термодинамічного бездогання)

$$\eta_{\text{стб}} = \frac{\varepsilon_d}{\varepsilon_k} < 1 \quad (3.34)$$

Масова витрата холодильного агенту

$$M_a = \frac{Q_0}{q_0}, \text{кг/с} \quad (3.35)$$

Дійсна об'ємна витрата холодильного агенту

$$V_d = M_a \times v_1, \text{м}^3/\text{с} \quad (3.36)$$

Коефіцієнт подачі компресору

$$\lambda = \lambda_c \times \lambda_w < 1 \quad (3.37)$$

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт, що враховує вплив «мертвого» простору

$$\lambda_c = 1 - c \times \left[\left(\frac{P_k}{P_0} \right)^{\frac{1}{m}} - 1 \right] < 1 \quad (3.38)$$

$c = (0.015 \dots 0.03)$ для нових компресорів

Коефіцієнт, що враховує неадіабатність стискання

$$\lambda_w = \frac{T_0 + \theta}{\alpha \times T_k + \beta \times \theta} < 1 \quad (3.39)$$

$$\theta = T_1 - T_0, \text{ К} \quad (3.40)$$

Для поршневих компресорів $\alpha = 1,12$; $\beta = 0,5$.

Теоретичний об'єм, що описаний поршнями компресора

$$V_h = \frac{V_d}{\lambda}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.41)$$

Адіабатна потужність стискання

$$N_a = M_a \times I_a, \text{ кВт} \quad (3.42)$$

Індикаторна потужність стискання

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i}, \text{ кВт} \quad (3.43)$$

Індикаторний ККД компресора

$$\eta_i = \lambda_w + b \times t_0 < 1 \quad (3.44)$$

Потужність, що витрачається на тертя

$$N_{тр} = V_h \times P_{тр}, \text{ кВт} \quad (3.45)$$

Ефективна потужність двигуна компресора

$$N_e = N_i + N_{тр}, \text{ кВт} \quad (3.46)$$

Споживана електрична потужність

$$N_{ед} = \frac{N_e}{\eta_{ед}}, \text{ кВт} \quad (3.47)$$

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепловий потік в конденсаторі Q_k в кВт, розраховується за формулою:

$$Q_k = Q_0 + N_i \quad (3.48)$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю.

Таблиця 3.12 Тепловий розрахунок та добір компресорів.

Пераметр	Одиниці вимірювання	Для камер № 1 і 3	Для камери №2	Для технологічного охолодження
Питома масова холодопродуктивність	кДж/кг	143	132	128
Питома об'ємна холодопродуктивність	кДж/м ³	4086	2588	2207
Питома адіабатна робота КМ	кДж/кг	22	33	37
Питоме тепло, відведене в КД	кДж/кг	162	164	164
Масова витрата холодильного агента	кг/с	0,043	0,0212	0,0859
Дійсна об'ємна продуктивність компресора	м ³ /с	0,0015	0,0011	0,005
Коефіцієнт подачі "мертвого простору"		0,953	0,919	0,903
Коефіцієнт подачі, що враховує теплообмін		0,849	0,817	0,804
Коефіцієнт подачі		0,810	0,750	0,726
Теоретичний об'єм, що описаний поршнями компресора	м ³ /с	0,0018	0,0014	0,0069
Адіабатна потужність компресора	кВт	0,935	0,7	3,18
Індикаторний ККД		0,859	0,797	0,774
Індикаторна потужність	кВт	1,092	0,879	4,107
Потужність тертя	кВт	0,074	0,058	0,275
Ефективна потужність	кВт	1,166	0,936	4,382
ККД електродвигуна		0,95	0,95	0,95
Електрична потужність	кВт	1,227	0,986	4,612
ККД регенератора		0,808	0,526	0,476
Холодильний коефіцієнт дійсного циклу		6,5	4	3,46
Холодильний коефіцієнт циклу Карно		7,69	5,52	5,02
Ступінь Карнотизації		0,845	0,725	0,689
Підібраний компресор	Bitzer	2NES-2Y	2JES-07 Y	4EES-4
Кількість компресорів	шт	1	1	2
Повне теплове навантаження на конденсатор	кВт	7,2	3,7	15,1

Характеристики підібраних компресорів наведені нижче

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

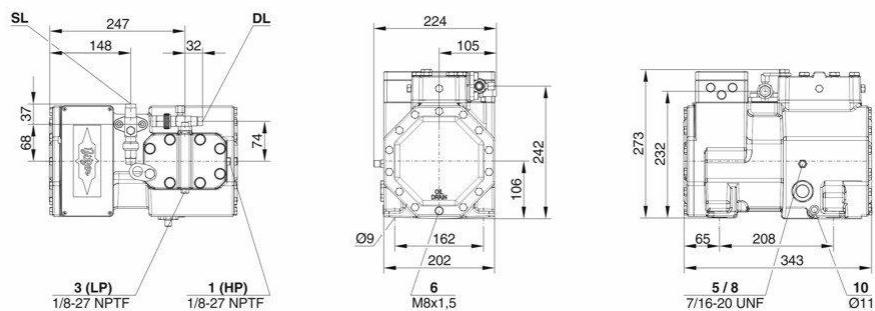


Рис.3.10.1 Габаритне креслення компресору 2HES-2Y

Об'ємна продуктивність (1450 об/мин 50Гц) 6,51 m³/h

Кількість цилиндрів x Діаметр x Хід поршню 2 x 38 mm x 33 mm

Вага 49 kg

Макс. Надлишковий тиск (НД/ВД) 19 / 32bar

Тип мастила для R404A

BSE32

Мах. енергоспоживання 2,4 kW

Заправка масла 1,00 dm³

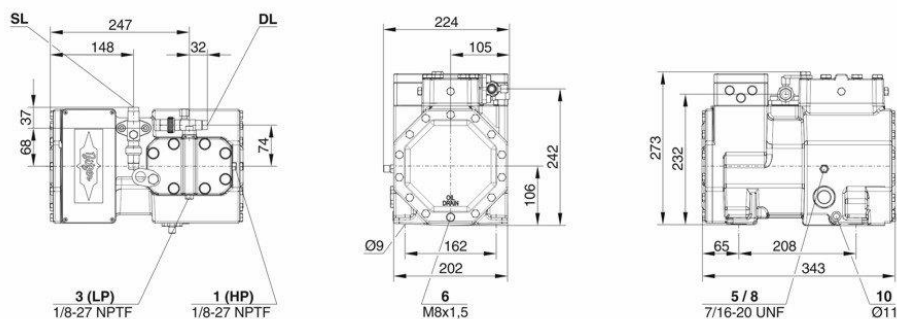


Рис.3.10.2 Габаритне креслення компресору 2JES-07

Об'ємна продуктивність (1450 об/мин 50Гц) 5,21 m³/h

Кількість цилиндрів x Діаметр x Хід поршню 2 x 34 mm x 33 mm

Вага 47 kg

Макс. Надлишковий тиск (НД/ВД) 19 / 32bar

Тип мастила для R404A

BSE32

Мах. енергоспоживання 1,9 kW

Заправка масла 1,00 dm³

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

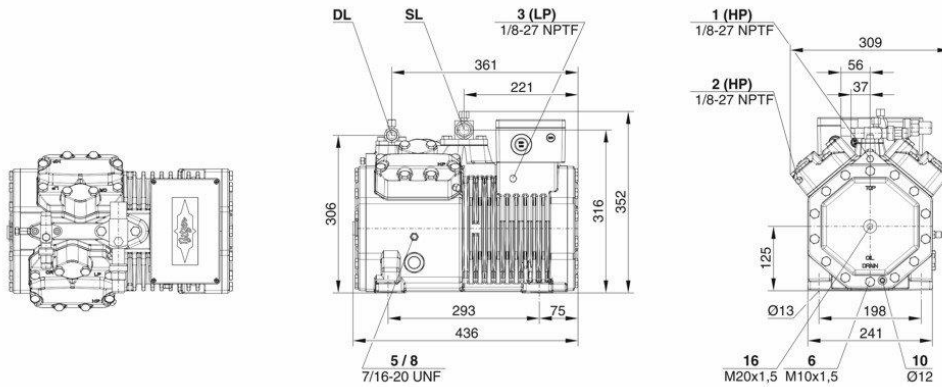


Рис.3.10.3 Габаритне креслення компресору 4EES-4

Об'ємна продуктивність (1450 об/мин 50Гц) 22,72 м³/h

Кількість цилиндрів x Діаметр x Хід поршню 4 x 46 mm x 39,3 mm

Вага 93 kg

Макс. Надлишковий тиск (НД/ВД) 19 / 32bar

Тип мастила для R404A

BSE32

Мах. енергоспоживання 6,9 kW

Заправка масла 2,00 dm³

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.11 Тепловий розрахунок та добір конденсатору

Площа теплообміну горизонтального кожухотрубного апарату з конденсацією в міжтрубному просторі F в м^2 , розраховується за формулою:

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \Theta_M} \quad (3.49)$$

де Q_k – дійсний тепловий потік в конденсатор, кВт

k – загальний коефіцієнт теплопередачі, $\text{кВт}/\text{м}^2\text{К}$

Θ_M – середній температурний потік, $^\circ\text{C}$

За результатами розрахунків до кожної одноступінчатої холодильної машини добирається повітряний конденсатор фірми Belief.

Для температури кипіння 4°C

$$F = \frac{7200}{30 \cdot 11} = 21,8 \text{ м}^2$$

Для температури кипіння -8°C

$$F = \frac{3700}{30 \cdot 11} = 11,2 \text{ м}^2$$

Для температури кипіння -12°C

$$F = \frac{15100}{30 \cdot 11} = 45,8 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.13 Добір повітряних конденсаторів

Температура кипіння	Виробник	Марка	Кількість
4	Belief	BS-ACV-K9 235 A17	1
-8	Belief	BS-ACV-K2 135 B8	1
-12	Belief	BS-ACV-K9 235 A17	2

Характеристики обраного обладнання наведені нижче.

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.13 Характеристики повітряних конденсаторів Belief

Параметр	Одиниці вимірювання	BS-ACV-K9 235 A17	BS-ACV-K2 135 B8
Продуктивність	кВт	9,3	3,8
Швидкість обертання вентилятора	об/хв	620	620
Рівень шуму на відстані 10 м	дБа	30	27
Поверхня теплообміну	м ²	27,2	11,5
Внутрішній об'єм труб	дм ³	3,77	1,98
Шаг оребрення	мм	2,1	2,6
Кількість і діаметр вентиляторів	шт.*мм	2*350	1*350
Витрата повітря	м3/год	2500	1250

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.12 Розрахунок і добір камерного устаткування

Потрібна площа теплопередаючої поверхні батарей та $F_{тр}$ в $м^2$, повітроохолоджувачів розраховується за формулою:

$$F_{тр} = \frac{Q_{кам}}{k * \Theta} \quad (3.50)$$

де $Q_{кам}$ - теплове навантаження на камерне устаткування, кВт

k – розрахунковий коефіцієнт теплопередачі камерного устаткування, кВт/м²К

Θ – розрахункова різниця температур між повітрям і хол.агентом

Для камер №1

$$F_{тр} = \frac{2600}{21*10} = 12,2 \text{ м}^2$$

$$F_{тр} = \frac{1600}{17*10} = 9,4 \text{ м}^2$$

$$F_{тр} = \frac{940}{21*8} = 5,6 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.14 Добір повітроохолоджувачів

Температура кипіння	Виробник	Марка	Кількість
Кам 1	Belief	BS-TEF-027MED	1
Кам 2	Belief	BS-TEF-027MED	1
Кам 3	Belief	BS-TEF-021MED	1

Таблиця 3.15 Характеристики повітроохолоджувачів Belief

Параметр	Одиниці вимірювання	BS-TEF-027MED	BS-TEF-021MED
Шаг ребер	мм	4,5	4,5
Поверхня теплообміну	м ²	12,2	8,2
Внутрішній об'єм труб	дм ³	2,9	2,0
Кількість і діаметр вентиляторів	шт.*мм	1*300	1*300
Повітряний потік	м3/год	1035	1100
Потужність двигуна вентилятора	Вт	1*90	1*90
Потужність ТЕНу відтайки	Вт	1250	1250

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок та вибір випарника для проміжного холодоносія.

Розрахунок проводиться аналогічним чином іншим теплообмінним апаратам.
Площа поверхні теплообмінника, що передає тепло

$$F = \frac{Q_0}{k \theta_m} \quad (3.51)$$

де Q_0 - сумарний тепловий потік у охолоджувачі води, кВт
 k - коефіцієнт теплопередачі водоохолоджувача, Вт/м² К
 θ_m - середня логарифмічна різниця температур між холодильним агентом й «льодяною» водою, °С
Середня логарифмічна різниця температур

$$\theta_m = \frac{ts_1 - ts_2}{2,31g \frac{ts_1 - t_0}{ts_2 - t_0}} \quad (3.52)$$

Витрата охолодженої води, що надходить на технологію

$$V_B = \frac{Q_0}{C_s \cdot \rho_s \cdot (ts_1 - ts_2)} \quad (3.53)$$

де Q_0 - сумарний тепловий потік у охолоджувачі, кВт
 C_s - питома теплоємність ропи, $C_s = 3,01$ кДж/кг К
 ρ_s - густина ропи, $\rho_s = 1200$ кг/м³
 $ts_1 - ts_2$ - охолодження ропи у випарнику, °С

$$\theta_m = \frac{-2 - (-6)}{2,31g \frac{-2 - (-12)}{-6 - (-12)}} = 7,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$F = \frac{15280}{656 \cdot 7,8} = 3,6 \text{ м}^2$$

$$V_B = \frac{15,28}{3,56 \cdot 1045 \cdot (-2 - (-6))} = 0,001 \text{ л/с (3,5 м}^3\text{/год)}$$

Приймаємо до використання випарник компанії Dalgakiran марки ЕСН-20 та два консольні насоси Ebara марки JE(X)M80, один з яких робочий, а другий – запасний.

Характеристики обладнання наведені у наступних таблицях.

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.16 Характеристики випарника

Тип		ESH-8	ESH-12	ESH-17	ESH-20
Встановлена потужність*	кВт	9	14,9	19,5	22,3
Витрата води	м ³ /ГОД	1,5	2,6	3,4	3,8
Втрати тиску	кПа	1,1	3,1	5,1	1,8
Об'єм газу	дм ³	3	3,6	4,1	5,6
Об'єм води	дм ³	7,1	8,6	9,7	13,6
Вага	кг	42	46	48	60

Таблиця 3.17 Характеристики насосів

Тип помпи		Потужність		Конденсатор		Споживання струму (А)			л/хв м ³ /год	Q = Продуктивність								
Однофазний 230В 50Гц	Трьохфазний 230/400В 50Гц	кВт	к.с.	μF	V _c	1~	3~ 230В 400В			5	20	30	40	45	50	60	70	75
JES(X)M 5	JES(X) 5	0,37	0,5	10	450	2,1	1,5	0,85		0,3	1,2	1,8	2,4	2,7	3	3,6	4,2	4,5
JES(X)M 6	JES(X) 6	0,44	0,6	10	450	2,4	1,9	1,1		H = Висота подачі (м)								
JES(X)M 8	JES(X) 8	0,6	0,8	12,5	450	3	2,25	1,3		28	23	20	15	11,5	-	-	-	-
JE(X)M 80	JE(X) 80	0,6	0,8	16	450	4,7	3,3	1,9		31,5	26	22	17	13,5	-	-	-	-
										37	29	25	20	16	-	-	-	-
										39	33	29	26,5	25	23,5	20,5	18	-

					MX55.011.003 ДППЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

3.13 Розрахунок і добір допоміжного устаткування

Лінійний ресивер.

В агрегованих холодильних машинах ресивер має бути такого об'єму, щоб вмістити всю кількість холодильного агенту з врахуванням об'єму трубопроводів та запасу на температурне розширення. Об'єм ресивера розраховується таким чином:

$$V_{\text{лр}} = \frac{1,2 \cdot V_{\text{вип}}}{0,8}, \text{ м}^3 \quad (3.54)$$

де $V_{\text{вип}}$ – об'єм випарної частини агрегату, (л) м^3

Для температури кипіння 4°C

$$V_{\text{лр}} = \frac{1,2 \cdot 4,7}{0,8} = 7,05 \text{ л}$$

Приймається один ресивер Весоол марки ВС-LR-10.0 (об'єм 10 л)

Для температури кипіння -8°C

$$V_{\text{лр}} = \frac{1,2 \cdot 2,7}{0,8} = 4,05 \text{ л}$$

Приймається один ресивер Весоол марки ВС-LR-6,3 (об'єм 6,3 л)

Для температури кипіння -12°C

$$V_{\text{лр}} = \frac{1,2 \cdot 5,6}{0,8} = 8,4 \text{ л}$$

Приймається два ресивера Весоол марки ВС-LR-6,3 (об'єм 6,3 л кожен)

Регенеративні теплообмінники підбираються за площею теплообмінної поверхні зміювика або за тепловим навантаженням. Використовуємо другий спосіб.

Теплове навантаження на теплообмінник $Q_{\text{т.о.}}$ в кВт, розраховується за формулою:

$$Q_{\text{т.о.}} = M(i_7 - i_6) \quad (3.54)$$

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для температури кипіння 4°C

$$Q_{т.о.} = 0,043(398 - 380)=0,774 \text{ кВт}$$

Приймаються регенеративний теплообмінник фірми "Dousette industries" марки SHLE 1^{1/2}

Для температури кипіння -8°C

$$Q_{т.о.} = 0,021(390 - 371)=0,4 \text{ кВт}$$

Приймаються регенеративний теплообмінник фірми "Dousette industries" марки SHLE 3/4

Для температури кипіння -12°C

$$Q_{т.о.} = 0,086(387 - 370)=0,774 \text{ кВт}$$

Приймаються два регенеративних теплообмінника фірми "Dousette industries" марки SHLE 1

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.14 Визначення діаметрів трубопроводів холодильної установки.

Для фреонових установок невеликої продуктивності приймається використання мідних безшовних труб.

Діаметр трубопроводів визначаємо за формулою:

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4G}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}} \quad (3,55)$$

де V – об'ємна витрата рідини або газу, м³/с

G – масова витрата рідини або газу, кг/с

ω - швидкість руху рідини або газу, м/с

ρ - щільність рідини або газу, кг/м³

Сортамент мідних безшовних труб, які використовуються для хладонових холодильних установок надається по результатам розрахунків в таблиці 3.18

Таблиця 3.18 Сортамент безшовних труб магістрального призначення

Призначення трубопроводу	Масова витрата, кг/с	Щільність речовини, кг/м ³	Швидкість потоку, м/с	Потрібний діаметр, м	Діаметр * товщина стінки обраної труби, мм
Для температури кипіння 4°C					
Всмоктування	0,043	27,8	12	0,013	16 * 1
Нагнітання	0,043	76,9	20	0,006	9 * 1
Рідина	0,043	1096	0,5	0,01	12 * 1
Для температури кипіння -8°C					
Всмоктування	0,021	19,6	12	0,011	16 * 1
Нагнітання	0,021	76,9	20	0,004	9 * 1
Рідина	0,021	1149	0,5	0,007	9 * 1
Для температури кипіння -12°C					
Всмоктування	0,086	17,2	12	0,023	28 * 1,5
Нагнітання	0,086	76,9	20	0,0084	10 * 1
Рідина	0,086	1165	0,5	0,014	16 * 1

					MX55.011.003 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація монтажу та ремонту холодильного обладнання

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, партертялояві тріщин і розривів. Такі відмови не піддаються прогнозуванню.

Поступові відмови відбуваються в результаті природного зносу третьових частин, корозії, засмічення теплообмінної поверхні апаратів. При ньому 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, самевідгвинчуючих 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, налагоді і пуску в експлуатацію. Розрізняють три основних засоби ведення монтажних робіт. Господарчий, підрядний, і змішаний. Фундаменти машин і апаратів не

					MX55.011.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 убік центрального проходу, що має мінімальну ширину 1,5 м. Прохід між виступаючими частинами компресора повинний бути не менше 1,0м. Після за стівання 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 тужавлення з подальшою бетонною підливою, у безпосередній близькості від фундаментних болтів укладаються пакети підкладок . що мають ухил 1:10 або 1:20, різьбу фундаментних болтів очищають і змащують нижню частину, компресора промивають і очищають від бруду, устанавлюють на пакети підкладок виставляють компресор у двох взаємно перпендикуляр них площинах за рівнем ,що розміщують у вертикальних компресорів на верхній поверхні блока циліндрів. Припустима не горизонтальність 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 б мес. Вона містить у собі перевірку якості зборки, стан шатунно-поршневої групи .системи мастила, КОТ і автоматики, розміри мертвого простору і висоти підйому пластин усмоктувальних клаланів.легкості обертання колінчатого вала. Повна ревізія робить при збереженні компресора більш б 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

					MX55.011.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

масловідокремлювачі /апарати високого тиску/ із великою кількістю холодильного

агента розміщати зовні машинного відділення. Це устаткування, як і ресивери для збереження запасу холодоагенту ,повинні бути обгороджені металевим бар'єром із входом, що замикається. Ресивери повинні бути захищені від сонячних променів і осадків. Апарати і судини .встановлювані 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 1,0м, 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 циркуляційних 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 ім. Відстань між стійками поруччя не більш 2 м. Испити 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".

					MX55.011.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Експлуатація холодильного обладнання

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 припинення 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 охолодної 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 закрив. Пуск компресора провадиться у напівавтоматичному режимі. Перевіряють наявність різниці тисків олії по манометрах на сальнику і картері. При наявності у компресора байпаса відкривають нагнітальний вентиль перевірявши різницю тисків масла, закривають байпасний вентиль і, спостерігаючи за манометром усмоктування. відкривають усмоктувальний гвинтіль компресора.

Перед зупинкою компресора закривають РВ і відсмокчуть 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. Відсмокчуть пар із картера компресора до тиску 0 МПа. Зупиняють компресор, закривають нагнітальний вентиль і відкривають байпас. Після цього зупиняють насоси холодоагенту води і холодоносія.

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

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

					MX55.011.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У теплообмінних апаратах і що прохолоджуються помешканнях для забезпечення нормального теплообміну між середовищами зберігається певна різниця температур або температурний напір. Температура кипіння визначається по двохшкальному мановакуумметру,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,установленого 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 китня;підвищена температура конденсації,нагнітання, і вологий хід компресора.

Визначення відпливів ХА із системи. При негерметичності системи виникає відплив ХА в повітря помешкання компресорного цеху або що прохолоджуються камер, а також воду або холодоносій. Визначення й усунення відпливів входить в обов'язок чергової зміни.

					MX55.011.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Автоматизація холодильної установки

Автоматизація - це оснащення холодильних машин і агрегатів приладами, які дозволяють проводити технологічні процеси охолодження, заморожування і зберігання харчових продуктів без участі людини. Автоматизація забезпечує: - зниження експлуатаційних витрат; - збільшення продуктивності праці; - підтримання необхідного температурного режиму в охолоджуваних камерах; - безпечність і безаварійність роботи холодильних установок. В холодильному обладнанні прилади автоматики розподіляються на 4 групи: - прилади автоматичного регулювання, до яких відносяться: автоматичні регулятори температури (АРТ), терморегулюючі клапани (ТРВ), реле тиску - пресостат (РД), водорегулюючі клапани; - прилади автоматичного захисту, до яких відносяться: реле тиску - маноконтролер (РД), соленоїдні клапани (СВ) та ін.; - прилади автоматичного контролю, до яких відносяться: поплавкові рівнеміри, таймери, соленоїдні клапани (СВ) та ін.;

- прилади сигналізації - дзвінки, світлові лампи та ін. В схему автоматизації холодильних машин можуть включатися соленоїдні клапани, реле контролю змащування компресора, прилади для автоматичного відтаювання снігової "шуби" з поверхні випарника, прилади захисту електродвигуна від перенавантажень та короткого замикання та ін. Терморегулюючі клапани (ТРВ) регулюють надходження рідкого холодильного агента у відновлювач. Підтримання в випарнику холодильного агента на заданому рівні в автоматизованих холодильних установках здійснює терморегулюючий клапан. Найбільше використання знайшли мембранні терморегулюючі клапани. Вони складаються із: фільтра; корпусу; мембрани; кришки; трубки капілярної; термобалону; толкачу; сидла; клапана; пружини; щитка; штуцера. Реле тиску (РД) цей прилад перетворюючий зміну тиску тільки в засмоктуючій лінії (випарнику) або нагнітальній (конденсаторі) замиканні та розмиканні контактів електричного кола

					MX55.011.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

керування котушкою магнітного пускача, через який здійснюється живлення електродвигуна компресора. В холодильних машинах з відкритими компресорами використовуються реле тиску типу РД-1 та РД-1-01. Реле температури (АРТ-2) призначене для регулювання температури в холодильних машинах з герметичним компресором. Регулювання температури в охолоджуючих об'ємах проводиться шляхом пуски та зупинки компресора. Контакти прилада включені послідовно в електричну мережу, живлячу електродвигун компресора. В побутових холодильниках режим роботи машини встановлюють поворотом ручки приладу. В інших видах холодильного обладнання настрій реле температури перевіряють термометром.

В малих холодильних машинах (з холодопродуктивністю до 10 кВт) використовуються мембранні ТРВ наступних типів: ТРВ-0,5М, ТРВ-1М, ТРВ-2М, ТРВ-4М та ін., які відрізняються розміром отворів у сідлі і холодопродуктивністю. Термосистема ТРВ (термопатрон і капілярна трубка) можуть заповнюватись холодильним агентом R-12 (при діапазоні температур кипіння $-30...10^{\circ}\text{C}$), або холодильним агентом R-22 для режиму кипіння $-50...-10^{\circ}\text{C}$.

Реле тиску перетворює зміну тиску в усмоктуючій або нагнітаючій магістралях холодильної машини в електричний сигнал, який керує роботою компресора. Реле тиску РД-1 або РД-3-01 монтується біля компресора і складається з реле низького тиску - пресостата, та реле високого тиску - маноконтролера, які вмонтовані в один корпус. Пресостат підключається імпульсною трубкою до всмоктуючого боку компресора, а маноконтролер - до нагнітаючого. На діючих машинах прослідкувати схему підключення цього приладу. Пресостат забезпечує регулювання тиску у випарнику (таким чином регулює температуру кипіння) шляхом включення або відключення компресора. Маноконтролер виконує функцію захисту нагнітаючої сторони машини (конденсатора) від надмірного тиску (більше 1,1 МПа). У тому випадку, коли тиск нагнітання перевищує допустимий тиск, він відключає

					MX55.011.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компресор. А такий випадок може настати тоді, коли вода або повітря перестане подаватись на конденсатор. Оглядаючи пресостат в зібраному приладі і на рисунках в літературі, знайти контакт, куди підводиться струм, струмонесучу пластину і контакт, від якого відводиться струм. Прослідкувати переміщення системи важелів і пружин при збільшенні тиску у випарнику. Зробити ескіз цієї системи важелів з вказанням позицій. Ріжковим ключем (викруткою) прокрутити гвинт на 4...5 обертів, який регулює пружність пружини пресостата. Уявити, до чого це приведе. Дати висновок в лабораторному звіті, до чого приводить обертання регулюючого гвинта за годинною стрілкою та проти неї. Прослідкувати, які важелі і пружини переміщуються у маноконтролері при підвищеному тиску у нагнітаючій стороні компресора і до чого це призводить. Знайти регулюючий гвинт (коронну гайку) і дати висновок про результати обертання цієї гайки за годинною стрілкою та проти неї.

Для домашніх холодильників, торгового холодильного обладнання, малих холодильних машин для охолодження 1...4 холодильних камер використовуються автоматичні реле температури - АРТ. Їх призначення - підтримка необхідної температури повітря в охолоджуваній камері шляхом: - включення та відключення компресора в тому випадку, коли машина охолоджує одну камеру; - подачі або відключення напруги на котушку соленоїдного вентиля, який вмонтовано на рідинному трубопроводі і по якому подається холодильний агент до ТРВ; - включення та відключення електродвигуна з вентилятором, встановленого перед випарником (коли машина охолоджує кілька камер).

Оглядаючи АРТ в напіврозібраному стані, рисунки в літературі і рис. 4 знайти капілярну трубку, яка заповнена парорідинною сумішшю фреону, сильфон, систему важелів і пружин, контакти, регулюючі гвинти. Уявити, як замикаються контакти, до чого призведе обертання основного регулюючого гвинта, додаткового гвинта і гвинта диференціала.

					MX55.011.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Соленоїдні вентиля – це виконавчий прилад, яким може керувати АРТ, таймер, поплавковий рівнемір, пресостат реле тиску або інший прилад, який здатен замикати, розмикати контакти і подавати напругу на котушку соленоїдного вентиля. Встановлюється він в холодильних машинах на рідинних і парових трубопроводах. Він може подавати рідкий холодильний агент, пару до випарника, або не подавати, в залежності від того, який прилад керує цим вентиляем.

Автоматизацією називається комплекс технічних заходів, що дозволяють повністю або частково виключити участь людини в управлінні процесом.

Охолоджуваний обсяг розглядається як об'єкт, в якому повинен підтримуватися постійний температурний режим. Оскільки час доби і пору року впливають на температуру навколишнього повітря, а температура повітря в камері повинна бути однією і тією ж, то кількість тепла, що надходить в камеру через огороження (стіни, підлога, стеля), постійно змінюється. Підвищення температури повітря в камері зменшує терміни зберігання продуктів, а значне її зниження призводить не тільки до перевитрати електроенергії, але і до заморожування продуктів. Тому автоматизація установки повинна передбачати зміну режиму роботи випарника в залежності від теплового навантаження. Прилади автоматики повинні забезпечувати не лише ефективну, але і надійну роботу всіх елементів холодильної машини.

Автоматизація холодильних машин здійснюється за трьома основними напрямками: автоматизація процесів регулювання за допомогою систем; автоматизація захисту; автоматизація сигналізації.

Окремі елементи холодильної установки (компресори, теплообмінні апарати, прилади управління і т.д.) часто доцільно об'єднати в один пристрій. Таке конструктивне об'єднання окремих елементів холодильного обладнання називають агрегатом. Агрегативання забезпечує компактність машини, зменшення довжини з'єднувальних трубопроводів при якісному

					MX55.011.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(заводському) з'єднанні, зручність обслуговування. Істотно зменшується обсяг монтажних робіт на місці установки машини, оскільки найбільш складні та відповідальні операції виконуються на заводах. Там же в більшості випадків виробляють продувку агрегатів, видалення з них повітря і заповнення холодоагентом і маслом.

У машинах малої і середньої продуктивності в основному використовують компресорно-конденсаторні агрегати, що складаються з компресора з відповідною арматурою і приводом, конденсатора, допоміжних апаратів, приладів автоматики та контрольно-вимірювальних приладів, зібраних на загальній рамі.

					MX55.011.004 ДППЗ	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4.4 Захист навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища може здійснюватися створенням замкнених технологічних процесів без стоків і викидів або очищенням доступними методами викидів і стоків із наступним створенням навколо підприємств захисних зон.

Джерела забруднення атмосфери можуть бути природними і штучними. До природних джерел забруднення повітря відносяться постійне утримання в ньому деякої кількості пилу. Вона утворюється в результаті природних процесів.

Одним з основних джерел забруднення атмосферного повітря є промислові викиди .відходи від експлуатації різноманітних видів транспорту і сжигання енергоносіїв. Заходи, спрямовані на попередження заоруднення навколишнього середовища і зниження шкідливих домішок можна привести в трьох групи:

- поліпшення існуючих і впровадження нових технологічних процесів, щовиключають виділення шкідливих речовин в самому джерелі їхній утворення.поліпшення состава палива.апаратів, зменшення або усунення влучення шкідливих викидів в атмосферу за допомогою очисних споруд.

- запобігання забруднення атмосфери шляхом створення зелених зон навколо підприємств із шкідливими виробництвами. Холодильні установки споживають щорічно 1320 млн.м3 води і тільки 70% якої іде на оборотне водопостачання. Холодильні підприємства є енергоємним виробництвом при виробітку електроенергії необхідної для, роботи холодильної установки порушується екологічна рівновага. Необхідно знижувати енергоємність холодильних підприємств за рахунок використання сучасних апаратів і техніки. Зменшення забруднення навколишнього середовища холодильними установками досягається підтримкою герметичності систем хладоносіїв, використанням оборотного водопостачання.застосуванням конденсаторів повітряного охолодження-скороченням витрат електроенергії на роботу холодильної установки.

					MX55.011.004 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні витрати складаються з витрат на обладнання холодильної установки.

Таблиця 5.1 Вартість обладнання

№ з/п	Найменування обладнання	Марка	Кількість	Вартість одиниці обладнання, грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
1	Компресор	2HES-2	1	30 000	30000
2	Компресор	2JES-2	1	30 000	30000
3	Компресор	4EES-4	2	50 000	100000
4	Конденсатор	BS-ACV-K9-235A17	3	10 000	30000
5	Конденсатор	BS-ACV-K2-135B8	1	8 000	8000
6	Повітроохолоджувач	BS-TEF-027MED	2	10 000	20000
7	Повітроохолоджувач	BS-TEF-021MED	1	10 000	10000
8	Рекуперативний теплообмінник	SLHE 11/2	1	5500	5500
9	Рекуперативний теплообмінник	SLHE 3/4	1	4500	4500
10	Рекуперативний теплообмінник	SLHE 1	2	5000	10000
11	Випарник	ECH-20	1	10000	10000
12	Насос	JEM80	2	5000	10000
13	Ресивер	BC-LR-10	1	5000	5000
14	Ресивер	BC-LR-6.3	3	4500	13500
Сумарна вартість обладнання			286500		
Вартість іншого обладнання 10%			28650		
Розрахункова вартість обладнання			315150		
Витрати транспортування 15%			47273		
Витрати на монтаж 20%			63030		
Разом вартість обладнання (Воб)			425453		

					MX55.011.005 ДПІЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо виробіток холоду в робочих умовах:

$$Q_{0роб} = Q_0 * k * t * n \quad (5.1)$$

де Q_0 - холодопродуктивність компресора в робочих умовах, кВт;

k – коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах;

t - час роботи компресора за рік, секунд;

n - кількість компресорів даного типу, од.

$$Q_{0роб} = 6,25 * 1 * 19\,440\,000 * 1 = 0,12 * 10^9 \text{ кДж}$$

$$Q_{0роб} = 2,97 * 1,05 * 19\,440\,000 * 1 = 0,06 * 10^9 \text{ кДж}$$

$$Q_{0роб} = 11,86 * 1,1 * 19\,440\,000 * 2 = 0,51 * 10^9 \text{ кДж}$$

Річний виробіток холоду в стандартних умовах:

$$Q_{0ст} = Q_{0роб} * k_n; \quad (5.2)$$

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

$$\begin{aligned} Q_{0ст} &= (0,12 * 10^9 * 0,2) + (0,06 * 10^9 * 0,6) + (0,51 * 10^9 * 0,85) = \\ &= 0,49 * 10^9 \text{ кДж} \end{aligned}$$

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

До експлуатаційних (поточних) витрат відносяться витрати на:

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

5.3.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів відносяться:

- а) холодоагент;
- б) змащувальні матеріали.

Розрахунок вартості річної потреби холодоагенту:

$$B_{ха} = G_{ха} * Ц_{ха} \quad (5.3)$$

					MX55.011.005 ДППЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Річна потреба холодильного агента при ремонті

$$G_{xa} = (g_{x.a.} * \sum Q_0 * k') / 1000 \quad (5.4)$$

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

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

$$G_{xa} = (2,0 * 32,94 * 1,2) / 1000 = 79,06 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 79,06 * 450 = 35575 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості річної потреби змащувальних матеріалів:

$$B_m = G_m * C_m \quad (5.5)$$

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

G_m - річна потреба змащувальних матеріалів, кг

$$G_m = g_m * n * R * k' \quad (5.6)$$

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

$$G_m = 3,0 * 4 * 2 * 1,2 = 28,8 \text{ кг}$$

$$B_m = 28,8 * 300 = 8640 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 Допоміжні матеріали

№ з/п	Стаття витрат	Витрати, грн.
1.	Вартість холодоагенту	35 575
2.	Вартість змащувальних матеріалів	8 640
Разом		44 215
Витрати на інші допоміжні матеріали (5%)		2 211
Всього		46 426

					MX55.011.005 ДППЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою (5.7):

$$N_{ел} = N_{ел.дв} * n_{дв} * T * K \quad (5.7)$$

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

$n_{дв}$ – кількість електродвигунів;

T – тривалість роботи при максимальному навантаженні;

K – коефіцієнт використання обладнання

Таблиця 5.3 Розрахунок споживання силовій електроенергії

№	Назва обладнання	Кількість одиниць	Потужність, кВт	Тривалість роботи за рік, годин	Коефіцієнт використання обладнання	Загальна потреба в електроенергії, кВт-годину
1	Компресор	1	1,69	5400	0,7	6 388
2	Компресор	1	1,17	5400	0,7	4 423
3	Компресор	2	4,9	5400	0,7	37 044
4	Конденсатор	3	0,7	5400	0,7	7 938
5	Конденсатор	1	0,25	5400	0,7	945
6	Повітроохолоджувач	2	0,3	3000	0,7	1 260
7	Повітроохолоджувач	1	0,2	3000	0,7	420
8	Насос	2	0,5	5400	0,7	3 780
	Разом					62 198

Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою (5.8):

$$B_{ел} = N_{ел} * Ц_{ел} \quad (5.8)$$

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

$$B_{ел} = 62198 * 4,3 = 267451 \text{ грн.}$$

					MX55.011.005 ДППЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3.3 Визначення кількості виробничого персоналу

З урахуванням повної автоматизації приймаємо 1 працівника по обслуговуванню холодильної установки VI розряду з річним фондом робочого часу 440 годин.

5.3.4 Розрахунок витрат на заробітну плату

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

Основна заробітна плата визначається за формулою:

$$ЗПосн = ГТС_i * Теф * Кр \quad (5.9)$$

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

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

$ГТС_i$ - годинна тарифна ставка по відповідному розряду, грн.;

$$ГТС_i = ГТС_{мин} * ТК_i \quad (5.10)$$

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

$ТК_i$ - тарифний коефіцієнт відповідного розряду

Годинна тарифна ставка працівника VI розряду:

$$ГТС_{VI} = 40,46 * 1,7 = 68,78 \text{ грн.}$$

Основна заробітна плата визначається за формулою:

$$ЗПосн = 68,78 * 440 * 1 = 30\,263,2 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становлять 50 % від основної заробітної плати.

$$ЗПдод = 30\,263,2 * 0,5 = 15\,131,6 \text{ грн.}$$

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

Таблиця 5.4 Заробітна плата виробничих робочих з нарахуваннями

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1.	Фонд основної заробітної плати	30263,20
2.	Фонд додаткової заробітної плати	15131,60
3.	Єдиний соціальний внесок	9 986,86
	Всього	55 381,66

					MX55.011.005 ДППЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3.5 Амортизація холодильного обладнання

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

$$V_a = V_{об} * N_a / 100\%, \text{ грн.} \quad (5.11)$$

$$V_a = 425453 * 20\% / 100\% = 85091 \text{ грн.}$$

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

$$V_{п.р} = 85091 * 0,1 = 8509 \text{ грн.}$$

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

$$V_{ін} = (46\,426 + 267\,451 + 55\,382 + 85\,091 + 8\,509) * 0,05 = 23\,143 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблицю 5.5.

Таблиця 5.5 Експлуатаційні (поточні) річні витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	46 426
2	Електроенергія	267 451
3	Зарплата виробничих робочих	55 382
4	Амортизація холодильного обладнання	85 091
5	Витрати на поточний ремонт	8 509
6	Інші поточні витрати	23 143
	Всього	486 001

5.3.6 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

$$C_{1000} = \frac{V_p}{Q_{ост}} \cdot 1000 \quad (5.12)$$

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

$$C_{1000} = (486001 / 0,49 * 10^9) * 1000 = 0,99 \text{ грн.}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.6.

					MX55.011.005 ДППЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.6 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Місткість холодильника	N	т	15,3
2	Холодопродуктивність	Q	кВт	32,94
3	Кількість компресорів	п	шт	4
4	Кількість обслуговуючого персоналу	Кр	осіб	1
5	Капітальні вкладення	КВ	грн.	425453
6	Експлуатаційні витрати	Вр	грн.	486 001
7	Собівартість 1000кДж холоду	C_{1000}	грн.	0,99

					MX55.011.005 ДППЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Вступ

Проведенням технічних, санітарно-гігієнічних і правових заходів на підприємствах забезпечується охороною праці. Її основне завдання – звести до мінімуму вірогідність нещасного випадку або захворювання працюючого. Також до сфери її діяльності відноситься контроль за створенням безпечних і здорових умов високопродуктивної праці. Питання охорони праці людини необхідно вирішувати на всіх стадіях трудового процесу, незалежно від професійної діяльності

Забезпечення безпечних і здорових умов праці в значній мірі залежить від правильної оцінки небезпечних шкідливих виробничих факторів. Однакові по складності зміни в організмі людини можуть бути викликані різними причинами. Це можуть бути фактори виробничого середовища, надмірне фізичне і розумове навантаження, нервово-емоційна напруга, а також різне сполучення цих причин.

У даному розділі дипломного проекту розглядається розробка холодильної установки для приватного кондитерського виробництва продуктивністю 1,3 тон на добу.

6. 1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що впливають на працівників під час роботи.

Аналіз умов праці показує, що на працівників можуть негативно впливати наступні фізичні та психофізіологічні фактори:

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

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

					MX55.011.006 ДПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

6.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища.

При невеликій холодопродуктивності хладонової установки спеціальне машинне відділення для неї не вимагається. Хладонову установку можна розмістити спільно з іншим технологічним устаткуванням за умови, що обслуговуючий його персонал пройшов відповідне навчання і вміст хладону у повітрі при повному витокі з системи не перевищить 10% об'єму приміщення. Забороняється встановлювати холодильні установки на сходових майданчиках, під сходами, у коридорах, у вузьких проходах, у пильних або сирих приміщеннях.

Приміщення хладонових установок належать до категорії вибухонебезпечних, тому в одному приміщенні з хладоною установкою не допускається розміщувати пристрої з відкритим вогнем і з температурою поверхонь більше 300⁰С, а також вибухонебезпечне устаткування.

Приміщення хладонових установок належать до категорії вибухобезпечних. Проте в одному приміщенні з хладоною холодильною установкою не допускається розміщувати пристрої з відкритим вогнем і з температурою поверхонь більше 300⁰С, а також вибухонебезпечне устаткування.

Машинні відділення хладонових установок розташовують на будь-якому поверсі або в підвалі. Двері машинного відділення повинні виходити назовні або в коридор (вестибюль), відділений дверима від інших приміщень, та відкриватись у напрямку до виходу.

Компресорні розташовуються в окремих приміщеннях. Не дозволяється розташування компресорів в приміщеннях, суміжних з вибухонебезпечними і хімічними виробництвами, які викликають корозію обладнання і шкідливо впливають на організм людини. Проходи в компресорні можуть бути вільними та забезпечувати можливість монтажу і обслуговування. Підлога має бути рівною, неслизькою, мастиlostійкою, а вікна і двері відчинятися назовні. Компресорна обладнується ефективною вентиляцією і достатнім освітленням. Вхід у компресорну стороннім особам заборонено

					MX55.011.006 ДПЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Кожний компресор обладнують системою аварійного захисту, манометром, запобіжними клапанами, блокуючими пристроями і автоматичною сигналізацією. Компресорні установки забезпечують надійною системою повітряного чи водяного охолодження. Усі рухомі частини компресорів, електродвигунів і інших механізмів огороджують.

6.3 Безпека праці

Виробництво багатьох кондитерських виробів, а точніше – глазуrowаних кондитерських виробів, неможливе без охолоджуючого устаткування. Холодильне обладнання в кондитерській промисловості є необхідним, якщо випускаються глазуrowані шоколадом цукерки, торти, печиво, зефір, і т.д

Холодильні камери призначені для зберігання, охолодження та заморозки продуктів при середніх та низьких температурах (від +5°C до -40°C). Застосовуються в торгово-складських приміщеннях, їдальнях, барах і ресторанах, на продовольчих ринках і харчових виробництвах.



Існує кілька основних видів холодильного обладнання: виробниче, торговельне і складське.

- Виробниче холодильне обладнання використовується на виробничих підприємствах харчової спрямованості, а також у закладах громадського харчування.
- Торговельне холодильне обладнання – морозильні скрині, холодильні камери, демонстраційні холодильні шафи, морозильні та холодильні вітрини. Призначено

					MX55.011.006 ДППЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

для охолодження і демонстрації продукції в торгових точках.

- Складське холодильне обладнання використовується для тривалого, а також для короткочасного зберігання харчових продуктів в магазинах, на виробничих підприємствах, в кафе, барах та інших закладах.



Безпека праці в цілому досягається безпекою виробничого устаткування, виробничих процесів, а також будівель і споруд. Питання охорони праці вирішуються на стадіях проектування, будівництва (виготовлення) і експлуатації різноманітних об'єктів виробничого призначення. Будівництво (реконструкція, технічне переоснащення) виробничих об'єктів, виготовлення і впровадження нових технологічних засобів колективного та індивідуального захисту працівників здійснюється тільки після попередньої експертизи (перевірки) проектної документації щодо їх відповідності нормативним актам про охорону праці. Введення в експлуатацію нових і реконструйованих об'єктів виробничого і соціально-культурного призначення, виготовлення і передача у виробництво зразків нових машин, механізмів, обладнання та інших засобів виробництва, впровадження нових технологій допускається за наявності дозволу органів державного нагляду за охороною праці.

					MX55.011.006 ДППЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документау	Підпис	Дата		

Машини, механізми, устаткування, транспортні засоби та технологічні процеси, які впроваджуються у виробництво, і у стандартах на які наявні вимоги щодо забезпечення безпеки праці, життя та здоров'я людей, мають мати сертифікати, що засвідчують безпечність їх використання.

Холодильні установки призначені для підтримання визначеної температури у холодильних камерах. У зв'язку з наявністю у холодильних установках холодоагентів – аміаку або хладонів, що знаходяться під значним тиском і мають небезпечні властивості, експлуатація їх вимагає суворого дотримання техніки безпеки і технічних умов. При розгерметизації холодильної установки в навколишнє середовище може виділитись одночасно велика маса холодоагенту і мастила, що являє собою реальну небезпеку для людей та навколишнього природного середовища.

Трубопроводи і теплообмінна апаратура з труб піддаються випробуванням на міцність і щільність.

Трубопроводи холодильних установок фарбують у колір, відповідний їх призначенню. Вони мають фарбування:

- всмоктувальні – синє;
- нагнітальні – червоне;
- розсольні (ропні) – сіре;
- водяні – зелене.

На трубопроводах чорними стрілками повинні бути вказані напрямки руху холодоагенту, розсолу і води. Трубопроводи у холодильних камерах і технологічних приміщеннях не повинні перетинати вантажний об'єм заради уникнення пошкодження їх вантажами або транспортними засобами. Холодильні камери з температурою 0°C і нижче повинні бути обладнані системою світло-звукової сигналізації "Людина у камері".

Холодильні установки обладнані приладами автоматичного захисту, що зупиняють компресори при небезпечних режимах роботи.

					MX55.011.006 ДППЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Конструкція апаратів (посудин) кожної холодильної установки, їх експлуатація і технічне опосвідчення підприємством-власником (обслуговуючою організацією) повинні відповідати вимогам Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском.

До обслуговування холодильних установок допускаються особи не молодші 18 років, що пройшли медичне опосвідчення і мають свідоцтво про закінчення спеціального навчального закладу або курсів: з експлуатації холодильних установок – для машиністів, з автоматизації холодильних установок – для слюсарів, з експлуатації та автоматизації холодильних установок – для електромеханіків. Машиніст і електромеханік допускаються до самостійного обслуговування холодильних установок тільки після проходження стажування протягом 1 місяця і відповідної перевірки знань. Допуск їх до стажування і самостійної роботи здійснюється розпорядженням по підприємству.

Не рідше одного разу на рік комісія підприємства перевіряє знання обслуговуючим персоналом правил технічного обслуговування холодильної установки, техніки безпеки, інструкцій з експлуатації обладнання та охорони праці, а також наявність навичок надання долікарської допомоги у разі нещасних випадків. Результати такої перевірки реєструються у журналі та в посвідченнях обслуговуючого персоналу..

6.4. Пожежна безпека

У будівлях холодильників передбачається пожежна сигналізація. У приміщеннях холодильних установок повинні бути засоби пожежогасіння.

Протипожежний захист приміщення забезпечується застосуванням автоматичної установки пожежної сигналізації, наявністю засобів пожежогасіння, застосуванням основних будівельних конструкцій будинку з регламентованими межами вогнестійкості, організацією своєчасної евакуації людей.

В приміщеннях машинних і апаратних відділень холодильних установок забороняється використовувати нагрівальні прилади з відкритим вогнем, в тому числі електричні рефлектори.

					MX55.011.006 ДППЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

					MX55.011.006 ДППЗ	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

7. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

7.1 З холодильної частини:

1. Б.К. Явнель Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989-315с.
2. В.К. Якобсон Малые холодильные машины – Из-во “Пищевая промышленность”, 1977.
3. Кондрашова Н.Г. , Лашутина Н.Г. Холодильно-компрессорные машины и установки.- М.: Высшая школа, 1980.
4. Кошкин Н.М. и др. Тепловые и конструктивные расчеты холодильных машин. – Л., Машиностроение, 1976.
5. Мальгин Ю.В., Мальгина Е.В., Суедов В.П. Холодильные машины и установки.- М.:Пищевая промышленность, 1980.
6. Крылов Ю.С. Пирог П.И. и др. Проектирование холодильников – М.: Пищевая промышленность, 1972.
7. Проектирование холодильных сооружений. Справочник холодильная техника. – М.:Пищевая промышленность 1978.
8. Закон України “Про охорону праці”.
9. Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, затверджене наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 04.04.1994р., №30.
10. Закон України “Про пожежну безпеку”.
11. “Охрана труда при обслуживании холодильных установок”, Самойлов А.И., Игнатъев В.П., М.,1989г.
12. ”Основи охорони праці” Купчик М.П.. Гандзюк М.П., К., 2000р.
13. Журнали “Холодильная техника”, “Холод”, “Холодильное дело”.
14. Діаграми і таблиці стану аміаку.

					MX55.011.007 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.2 З Економічної частини:

1. Золоторьов А. Раціональне використання оборотних засобів у промисловості.
2. Закон України. 2001.-№7 Економіка України “Про оплату плаці”.
3. Пір В. Енергетична ефективність економіки України.
4. Глівенко С.В. Соколов М.О. Економічне прогнозування: нав. посібник 2004-210с.
5. Комплексна державна програма енергозбереження пріоритетний напрямок державної політики України 1996р.
6. Шульга Ю.І. Енергоефективність-проблема державна. Енергозбереження в регіонах. –К.2003
7. Концепція державної електроенергетичної політики України на період до2020 року.
8. Економіка підприємства: Підручник Л.Г. Мельник.
9. Облік фінансових результатів: Білухін.

					MX55.011.007 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		