

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОПШ: «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: МХ-56

# **Дипломний проект**

**здобувача освіти денного відділення**  
**МХ 56. 0008. 000 ДП**

**Дзюбича Дениса**  
**Ігоровича**

**м. Одеса - 2024 р.**

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

Спеціальність 142  
«Енергетичне машинобудування»  
ОПШ: «Монтаж і обслуговування  
холодильно-компресорних машин та  
установок»  
Група МХ-56

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**МХ 56. 0008. 000 ДП**

До дипломного проекту на тему:  
Розробка холодильної установки для камер зберігання напівфабрикатів  
при птахофабриці продуктивністю 14 тон виробів на добу, Київська обл.

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки  
на 102 сторінках та графічного матеріалу на 3 аркушах.

Дипломник [підпис] (Дзюбич Д.І.)

Керівник проекту [підпис] (Торба С.Г.)

**Консультанти:**

з економічної частини [підпис] (Шимко О.В.)

з будівельної частини [підпис] (Волянська С.В.)

з охорони праці [підпис] (Чорновол Н.І.)

по дотриманню  
вимог ЄСКД [підпис] (Волянська С.В.)

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

Завідуючий відділенням [підпис] (Бригадир Л.Г.)

Захист "21" 06 2024 р. Протокол ЕК № 01 МХ  
Оцінка ЕК 5 (відмінно)

Секретар ЕК [підпис] Хоцяновський С.Ю.

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

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

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

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ**

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

Тема дипломного проекту: Розробка холодильної установки для камер зберігання напівфабрикатів при птахофабриці продуктивністю 14 тон виробів на добу, Київська обл. .

Стверджена наказом по коледжу від « 02 » 11 2023 р. № 244-А2- ОД

Вихідні дані для проекту: температура літня 31 °С  
відносна вологість повітря літня 52 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

**Пояснювальна записка**

**1. Загальна частина**

- 1.1 Вихідні дані
- 1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

**2. Технологічна частина**

- 2.1 Характеристика швидкокопсувних продуктів
- 2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання

**3. Розрахунково- конструкторська частина**

- 3.1 Розрахункові дані
- 3.2 Розрахунок будівельних площ
- 3.3 Вимоги до планування 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	22.05.2024
2 Технологічна частина	23.05 – 25.05.24
3 Розрахунково-конструкторська частина	26.05 – 06.06.24
4 Організаційна частина	07.06 – 09.06.24
5 Аркуш 1,2	10.06 – 13.06.24
6 Економічна частина	14.06 – 19.06.24
7 Аркуш 3	20.06.2024
8 Охорона праці	21.06.2024
Попередній захист	19.06.2024
Захист дипломного проекту	20-30.06.2024

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 3 від “17” жовтня 2023

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

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту \_\_\_\_\_ (Торба С.Г.)



## ЗМІСТ

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

					<i>МХ 56.0008.000.00 ДП.ПЗ</i>			
Зм	А	№ докум.	Підп	Дат	Розробка холодильної установки для камер зберігання напівфабрикатів при птахофабриці продуктивністю 14 тон виробів на добу, Київська обл.	Літ.	Арку	Аркушів
Розроб		Дзюбич Д.І						
Переві		Торба С.Г						
Н.конт		Волянська С						
Затв.		Беркань Ір.В				ВСП «ОТФК ОНТУ» <i>МХ-56</i>		

## **ВСТУП.**

Темою дипломного проекту передбачено розробка холодильної установки для камер зберігання напівфабрикатів при птахофабриці продуктивністю 14 тон виробів на добу, Київська обл.. Приймаємо, що холодильник для напівфабрикатів утворюється в межах розширення асортименту діючого підприємства та не є частиною початкового виробничого комплексу. Тому може бути створений з легкозбірних конструкцій на вільній ділянці на території підприємства. До легкозбірних конструкцій відносяться будівельні панелі типу «сандвіч».

«Сандвічпанелі» застосовуються не лише для зведення складів, житлових будинків і комерційних об'єктів, але і холодильних, морозильних установок. Цей матеріал з роками стає все популярніше, поступово витісняючи з ринку бетонні блоки і цеглину. Сандвічпанелі випускаються в широкому асортименті, тому при виборі відповідних плит для будівництва холодильних установок треба враховувати цілий ряд важливих чинників. Матеріал має бути легеньким, здатним підтримувати потрібну температуру з найменшими втратами.

«Сандвічпанелі» – це тришаровий "бутерброд". Складається з двох листів міцної сталі. Між ними розташований теплоізоляційний наповнювач пенополиуретан. Листи сталі покриваються поліефірним складом або оцинковуються. Товщина металу складає близько 2,5 мм. Поліефірний склад відрізняється хорошою адгезією, рівномірно і щільно лягає на поверхню сталевих листів. Він надійно захищає матеріал від механічних ушкоджень і іржі, а також покращує теплоізоляційні показники ППУпанелей. Останні використовуються для будівництва холодильних, морозильних камер. Асортимент розмірів панелі дозволяє створити установку потрібного розміру і ємності.

Використання панелей типу «сандвіч» має декілька переваг:

Порівняно з аналогічними конструкціями з утеплювачем мінеральну вату пінополіуретанові панелі мають меншою масою. Прошарок теплоізоляцій-

					<b>MX56.008 000 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ного матеріалу щільний, але легкий. Завдяки цьому показнику панелі підходять для будівництва споруд на піщаних і інших видах ґрунту.

Високий показник теплоізоляції. Якщо порівняти пінополіуретанові панелі з цегляною кладкою, то стіна товщиною в 1,5 метра має ті ж властивості, що і плита завтовшки всього 10 см У результаті витрати на зведення будівлі з пінополіуретанових панелей будуть істотно менше.

Висока термоустойчивість. Діапазон температур пінополіуретанових панелей варіюється від 80 до 120 градусів Цельсія. Завдяки цій характеристиці усередині приміщення нескладно створити оптимальні умови для зберігання різних типів товарів.

Довгий термін служби. Плити оброблені спеціальним антикорозійним покриттям. Воно захищає матеріал від негативної дії вологи.

Термін експлуатації складає біля півстоліття. При цьому матеріал зберігає свої первинні характеристики упродовж перших 10 років.

Стійкість до зовнішньої дії. Пінополіуретанові сэндвичпанелі добре захищені і від впливу бактерій, грибка, агресивних середовищ.

Міцність. Матеріал здатний витримати механічні навантаження. Не деформується з часом.

Простота складання. За рахунок спеціальних замків для зведення складу не знадобляться бетонні розчини і додаткові кріпильні елементи. Такий спосіб монтажу дозволяє повторне застосування панелей. У разі потреби їх можна розібрати, перевезти на іншу ділянку і зібрати наново.

При цьому будівля матиме такі ж характеристики, як і при першому монтажі.

Регіон будівництва – Київська область. Київська область (Київщина) — область у Північній Україні. Обласний центр — місто Київ — адміністративно до її складу не входить.

Площа області — 28 131 км<sup>2</sup> (4,66 % території України, 8-ма за цим показником у країні), населення станом на кінець 2022 року становить 1,8 млн осіб.

					<b>MX56.008 000 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Розташована в басейні середньої течії Дніпра, більшою частиною на Правобережжі. На сході межує з Чернігівською і Полтавською, на південному сході та півдні з Черкаською, на південному заході — з Вінницькою, на заході — з Житомирською областями України, на півночі — з Гомельською областю Республіки Білорусь.

Економіка області — складний багатогалузевий комплекс, спеціалізація якого визначається переважним розвитком важкої індустрії у поєднанні з легкою і харчовою промисловістю і високоінтенсивним сільським господарством зерно-бурякового і м'ясо-молочного напрямів.

На території області багато фермерських господарств, які успішно конкурують із великими підприємствами харчової промисловості. Підприємства харчової промисловості: цукрові (основні — в Яготині і смт Гребінки), молочні, маслоробні, спиртові, крохмальні, консервні заводи, м'ясо-птахокомбінати.

На підприємствах виробляється чимала кількість промислової продукції України. Для розвитку промисловості тут є сприятливі умови: достатня кількість трудових ресурсів, нерудних копалин, сільськогосподарської сировини. На їх основі сформувались галузі харчової, легкої, машинобудівної промисловості, виробництво будівельних матеріалів.

Завдяки економічним показникам Київської області, навіть в умовах воєнного часу, не зупиняються такі потужні птахопереробні підприємства Київщини, як ТОВ «Ясенвіт», «Агромарс», «Миронівський хлібопродукт», СТОВ «Старинська птахофабрика», ТОВ «Макарівська птахофабрика», ПрАТ «Агрофірма Березанська птахофабрика», ПрАТ «Птахофабрика Васильківська», ТОВ «Промьрейдсервіс «Квітнева Птахофабрика»», ПрАТ «Білоцерківське Птахопідприємство». Багато з цих підприємств або створені, або переоснащені після 2000 року. І будь-якому потрібні нові потужності.

					<b>MX56.008 000 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

# 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.

## 1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкту завдання.

Об'єктом завдання є холодильна установка камер зберігання напівфабрикатів при птахофабриці продуктивністю 14 тон виробів на добу, Київська обл.. Було прийнято, що будівля холодильника буде створена з легкозбірних конструкцій, оскільки йдеться про розширення потужностей існуючого підприємства. У якості легкозбірних конструкцій використовуються трьохшарові панелі типу «сандвіч». Панелі цього типу монтуються на металевому внутрішньому каркасі з швелерного або двотаврового профілю. Ємність холодильника та тип його конструкцій дозволяє його використовувати у широкому діапазоні температур, адже напівфабрикати можуть бути як у охолодженому, так і у замороженому вигляді. Тому прийнято призначення холодильника – універсальний.

Сендвіч-панель (англ. sandwich — багатошаровий бутерброд) — будівельний матеріал, що має тришарову структуру: два листи жорсткого матеріалу (метал, ПВХ, ДВП, магнезитова плита) і шар утеплювача між ними. Усі деталі сендвіч-панелей склеюються між собою за допомогою гарячого або холодного пресування. Залежно від призначення виділяються покрівельні та стінні панелі. Замість звичного пінополістиролу у якості теплоізоляційного матеріалу використовується поліізоціанурат.

Поліізоціанурат або PIR - теплоізоляційний матеріал сендвіч панелей, який складається на 99% із закритих пор, має низький коефіцієнт теплопровідності ( $\lambda=0,021$  Вт/м\*С). Основна його відмінність з пінополіуретан (ППУ) в тому, що поліізоціанурат можна експлуатувати при температурі до 140 градусів вище нуля. Можна сказати, що PIR є різновидом ППУ в тому, що володіє підвищеною стійкістю до вогню. При загорянні зовнішній шар матеріалу обуглюється. Новоутворена вуглецева матриця, що має пористу структуру, захищає внутрішні шари від подальшого горіння.

					<b>MX56.008 001 ДП ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Елементи та монтажна схема стінових та стельових конструкцій показані на рис..1.1.

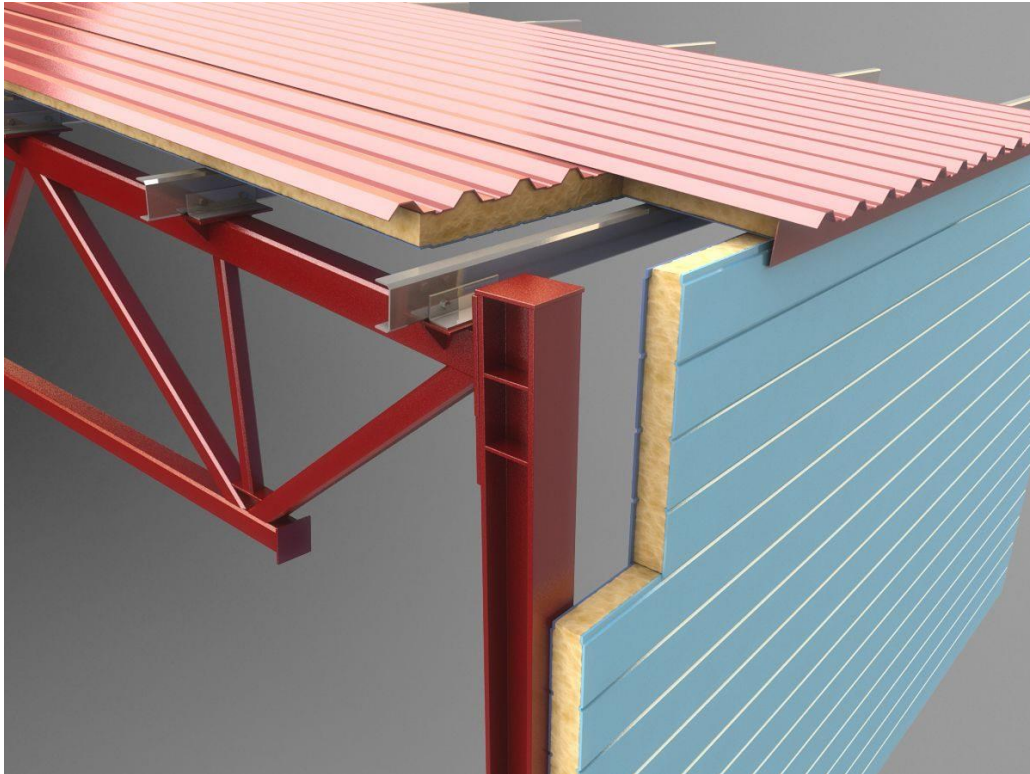


Рис1.1. Монтажна схема стінових та стельових панелей типу «сандвіч»

Основа будівлі традиційна для складських приміщень – цокольна конструкція на рівні вантажних робіт з борту вантажного автомобілю (ця відмітка використовується, як будівельний нуль) з теплоізоляцією відсіпним керамзитовим ґравієм по периметру. Така конструкція мінімізує витрати на створення надійної теплоізолюваної основи для всього охолодженого складу.

Стикові грані панелей та місце стикування стіни та підлоги ущільнене гумовою деформаційною прокладкою, яка заповнює проміжок між елементами будівельних конструкцій.

Приклад використання деформаційної прокладки (стрічки) показаний на рис..1.2

					<b>MX56.008 001 ДП ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис..1.2 Використання ущільнювальної стрічки у вузлі «стіна-фундамент»

У первісних проектах будівель з панелей типу «сандвіч» для монтажу використовувались спеціальні монтажні накладні деталі. Це значно ускладнювало та зменшувало надійність конструкції. Останніми роками всі виробники таких конструкцій рекомендують наскрізне кріплення безпосередньо до каркасу будівлі. При цьому створюються, так звані, «теплові містки», для ізоляції яких використовуються панелі із з'єднанням внахлест. Приклад такого з'єднання показаний на Рис..1.3.

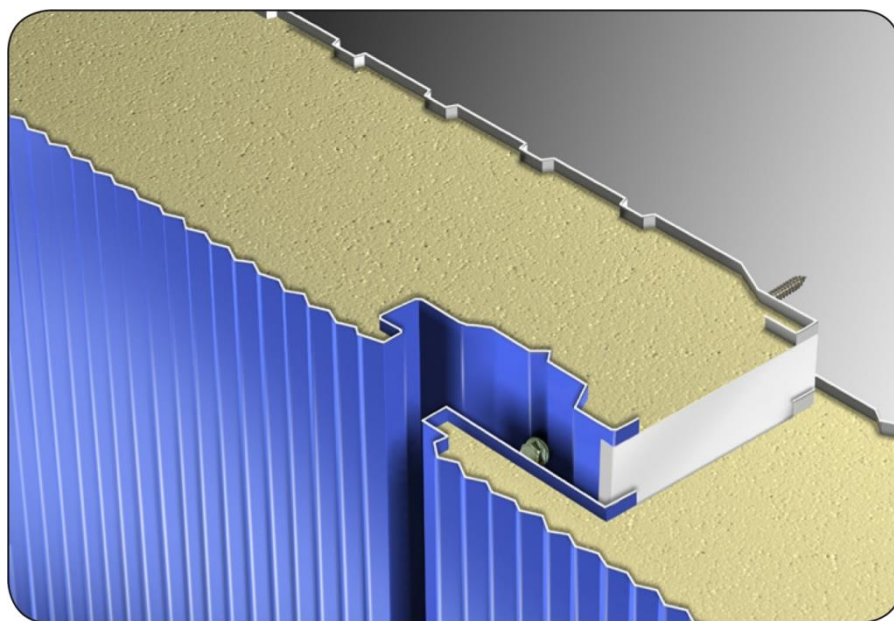


Рис..1.3 Приклад ізоляції теплового містка при наскрізному монтажу панелей типу «сандвіч».

					<b>MX56.008 001 ДП ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Безпосередньо об'єкт завдання призначений для зберігання м'ясних напівфабрикатів з м'яса птиці у діапазоні температур від 0 до -20 °С та оснащений повітроохолоджувачами (для короткотривалого зберігання охолоджених та заморожених продуктів при температурах, близьких до нуля та нижче криоскопічних).

Завантаження та розвантаження холодильника передбачається тільки з автомобільного транспорту. Безпосередньо вантажні роботи частково автоматизовані і не передбачають наявності габаритного вантажного обладнання у охолоджуваному периметрі складських приміщень. Переміщення напівфабрикатів від технологічних ліній до місця складування відбувається вантажним транспортом підприємства.

					<b>MX56.008 001 ДП ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2 Вихідні дані.

Місце проектування – Київська область. Регіон має яскраво виражений континентальний клімат із доволі сухим повітрям.

Розрахункова літня температура – 31 °С

Середньорічна температура – 7,2 °С

Розрахункова літня відносна вологість – 52%

Холодильник з легкозбірних конструкцій (панелей типу «сандвіч») монтується на бетонному постаменті зі стрічковим фундаментом. Холодильник складатиметься з універсальних камер з температурним діапазоном 0/-20 °С.

Режим підтримуватиметься двома агрегованими холодильними машинами (відповідно на реалізацію режиму 0 °С та реалізацію режиму -20 °С), розташованими під навісом назовні. Машинне відділення не передбачається.

					<b>MX56.008 001 ДП ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту.

Поверхня Київської області — горбиста рівнина із загальним нахилом до долини Дніпра. За характером рельєфу ділиться на три частини. Північна частина зайнята Поліською низовиною (висота до 198 м). Лівобережжя займає Придніпровська низовина з розвиненими річковими долинами. Південно-західна частина зайнята Придніпровською височиною — найбільш розчленованою і піднятою частиною області з абсолютними висотами до 273 м.

Клімат помірно континентальний, м'який, з достатнім зволоженням. Середня температура січня  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , липня  $+19,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Тривалість вегетаційного періоду 198—204 дні. Сума активних температур поступово збільшується з Півночі на Південь від 2500 до 2700°. За рік на території області випадає 500—600 мм опадів, головним чином влітку.

Панелі типу «сандвіч» мають значно меншу вагу та, відповідно, значно зменшують загальну масу будівлі. Тому будівництво такої споруди можливе там, де капітальне будівництво заборонено з точки зору геологічної небезпеки та з точки зору близького розташування рівня ґрунтових вод або техногенного водяного горизонту.

Інвестиційний період проекту не перевищує термін окупності. Після закінчення інвестиційного періоду додаткові вкладення проекту не потрібні, він фінансує себе сам.

Для фінансування проекту використовуються засоби організаторів проекту і прибуток, генерований самим проектом. При оцінці попиту доцільно в першу чергу розглянути питання забезпеченості складськими площами основного підприємства, при якому створюється холодильник. При розширенні номенклатури підприємства неприпустимо зупиняти основне виробництво для проведення будівельних робіт та модернізації системи. Тому було прийнято рішення, яке вже реалізоване на підприємствах «МХП», створити окремий холодильник, розташований поблизу від технологічного цеху або місцем розташування технологічної лінії.

					<b>МХ56.008 001 ДП ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Холодильник створено виключно з камер зберігання.

Залежно від вимог і умов виділяють 4 основні класи холодильних складських приміщень:

Клас А. Такі складські приміщення будують з металоконструкцій і обробляють сандвіч-панелями з теплоізоляцією. Пол на такому складі має бути рівним, з допустимим навантаженням 5т/м<sup>2</sup> і більше. Передбачаються сучасні автоматизовані комунікаційні системи, автоматичні ворота і просторі площі для роботи вантажного транспорту. Є наявність службових і офісних приміщень. Також склади цього класу розміщуються біля центральної магістралі.

Клас В. Для складів цього типу допускається реконструкція будівель які вже були у використанні. Пол бетонують і передбачають пандуси для розвантаження і завантаження автотранспорту. При складі є приміщення для персоналу.

Клас D. Для складу цього класу використовується підвал або ж об'єкт цивільної оборони. Можливе розміщення в не опалюваному ангарі або виробничих будівлях.

Таким чином, запроектований холодильник відноситься до Класу А. Конструкції, використані при будівництві, відповідають діючій нормативній базі України.

					<b>MX56.008 001 ДП ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.

### 2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів.

У харчовій технології дуже часто виникає необхідність охолоджувати гази, пару, рідини і тверді тіла. Основними параметрами при цьому є кінцева температура продуктів і швидкість їхнього охолодження. Кінцева температура залежить від вихідного стану продукту, його виду і вимоги технологічного процесу. Швидкість процесу визначається в основному видом продукту, що охолоджується. Особливо актуальне питання вибору швидкості при охолодженні та заморожуванні харчових продуктів з метою збільшення термінів їх зберігання без зниження харчової цінності. Якщо швидкість недостатньо велика, то в продукті часто відбуваються небажані зміни внаслідок руйнівної дії мікробіологічних і ферментативних процесів, що можуть випереджати процес охолодження. Практика показує, що чим швидше та глибше охолоджені свіжі продукти, тим краще зберігаються їхні первісні якості і менші витрати їхньої маси. Це відноситься до всіх продуктів рослинного й тваринного походження, наприклад таких, як м'ясо, риба, морепродукти, деякі молочні й кулінарні вироби.

У промисловій практиці користуються такими трьома способами холодильного оброблення і зберігання продуктів за їх середньооб'ємною температурою:

- 1) на 1-4° С вище від криоскопічної - це охолодження і зберігання охолоджених продуктів;
- 2) на 1-3° С нижче від криоскопічної - це підморожування і зберігання підморожених продуктів;
- 3) значно нижче криоскопічної - це заморожування і зберігання заморожених продуктів.

Під криоскопічною температурою розуміють температуру початку утворення кристалів льоду з тканинних соків продукту; її дуже часто

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

називають температурою замерзання. Для більшості харчових продуктів ця температура знаходиться близько мінус 1,5° С

Продукти охолоджують у випадках відносно короткого терміну їх зберігання (до 10-15 діб), причому охолоджені продукти за своїми властивостями майже не відрізняються від неохолоджених.

Охолодження дуже часто є одним з етапів технологічного процесу виробництва різноманітних харчових продуктів. Охолодженню піддають карамель, глазури та шоколад з метою переведення їх з пластичного стану в твердий у кондитерському виробництві; маргаринову емульсію перед кристалізацією; пивне сусле та пиво перед освітленням; патоку та глюкозу після вакуум-випарювання з метою запобігання колірності; ковбаси після термічного оброблення; вина з метою прискорення їхнього визрівання та стабілізації; молочні продукти (масло, сир) і т. д.

Підморожування - процес охолодження продуктів до середньо-об'ємної температури на 1-3°С нижче від криоскопічної. До підморожування звертаються в тих випадках, коли необхідно продовжити термін зберігання харчових продуктів. При цьому тільки невелика частина води, наявна в продукті, перетворюється на лід.

Заморожування являє собою відведення теплоти від харчових продуктів з перетворенням у лід більшої частини рідини, що міститься в них. До заморожування вдаються звичайно для досягнення таких основних цілей: 1) забезпечення стійкості продуктів під час тривалого зберігання за низької температури (до них належать м'ясо, птиця, риба, тісто, випечені хлібобулочні вироби, торти, сир, пельмені, ягоди, плоди, овочі та ін.); 2) відділення вологи під час концентрування пива, фруктових соків та інших рідких харчових продуктів або під час сублімаційного сушіння продуктів; 3) виробництво продуктів зі своєрідним смаком (морозиво, креми, морожені плоди та ягоди); 4) виробництво харчового льоду.

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Відзначимо деякі особливості заморожування продуктів з метою їх тривалого зберігання. Кінцевою метою технології заморожування, на жаль, недосяжною на сьогодні, є збереження оборотності процесу. Перетворення тканинної рідини на лід під час заморожування продукту призводить до фізико-хімічних змін, що впливають на його якість. Щоб звести до мінімуму шкідливий вплив низьких температур на продукт у результаті заморожування, слід передбачати оптимальне поєднання температури, швидкості та тривалості процесу заморожування.

Передусім необхідно враховувати, що розчини солей та цукрів, що містяться в тканинах харчових продуктів, замерзають за більш низької температури, ніж чиста вода (інколи за мінус 60° С). Встановлено, що за температури мінус 4° С виморожується 3/4 води, що міститься в м'ясі, рибі, яйцях, і 1/2 - в плодах і картоплі. Під час подальшого зниження температури кількість вимороженої води різко скорочується. Під час заморожування продуктів в них утворюються кристали льоду. Під час повільного заморожування кристали льоду зароджуються насамперед у міжклітинному просторі, що зумовлено меншою концентрацією цукрів і солей у ньому, ніж у клітинах. Тому міжклітинна рідина замерзає при вищій температурі, ніж та, що міститься в клітинах. У процесі зростання кристалів льоду, що утворилися і підвищення концентрації рідини в міжклітинному просторі волога з клітин мігрує в міжклітинний простір і викликає подальше зростання кристалів. Великі кристали льоду деформують і своїми гострими гранями руйнують тканину клітини.

Під час швидкого заморожування в тканинах виникає велика кількість центрів кристалізації, причому вони виникають як у міжклітинному просторі, так і в клітинах. Це пояснюється великою швидкістю зниження температури. Утворення великої кількості центрів кристалізації зумовлює невелике збільшення розмірів кристалів і відсутність руйнування оболонок клітин. Під час швидкого заморожування швидкість утворення кристалів вища ніж

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

швидкість переміщення вологи, тому значна частина рідини заморожується там, де вона знаходилася до заморожування. Для запобігання пошкодження клітинної структури необхідно застосовувати температуру заморожування мінус 40° С. При цьому в лід переходить майже 90% вологи, що міститься в плодах, ягодах і овочах, до 85% вологи - при заморожуванні м'яса. Аналогічне явище спостерігається і при замо-рожуванні продуктів коагуляційної структури (сир і інші).

Таким чином, при високому темпі заморожування утворюються дрібні кристали і завдяки цьому створюються умови для максимальної оборотності структури і властивостей продукту під час розморожування. Температурний режим зберігання для заморожених продуктів залежить від виду продукту і тривалості його зберігання. В рекомендаціях Міжнародного інституту холоду температуру мінус 12° С названо як максимально допустиму, а температуру мінус 18° С і нижчу - як рекомендовану.

Концентрування рідких продуктів (пива, соків, вина, оцту та ін.) шляхом заморожуванням (кріоконцентруванням) ґрунтується на тому, що за низької температури вимерзає розчинник (вода), а екстрактивні речовини (цукор, сіль, кислоти, фарбуючі речовини і т. ін.) залишаються в розчині й не кристалізуються. При цьому рідину, що концентрується, заморожують за температури мінус 10 - мінус 12° С і на центрифугах відокремлюють від льоду.

Охолодження може бути природним і штучним. Під час природного охолодження тіло може бути охолоджене тільки до температури довкілля, наприклад, до температури повітря або води. Нижчі температури досягаються штучним охолодженням. Для штучного охолодження може бути використаний будь-який фізичний процес, пов'язаний з вилученням теплоти (плавлення, сублімація, кипіння та ін.).

Найбільш поширеними й доступними теплоносіями, що охолоджують, є вода, повітря й лід, які дають змогу охолодити до 0° С. Для охолодження

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

до температур нижче 0°C застосовують суміші льоду з сіллю, сухий лід, холодильні розсоли (розчини  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ), зріджені аміак, фреони та ін.

Вибір того або іншого способу охолодження залежить від техніко-економічних показників різноманітних способів і визначається цільовим призначенням процесу, видом продукту і його кількістю.

Процес охолодження продуктів здійснюється в газовому (повітряному) й рідкому середовищах, в апаратах з теплопередаючою поверхнею, у вакуумі.

Повітряне охолодження. Повітря - найбільш розповсюджений холодоагент. Воно не має запаху і на більшість харчових продуктів не виявляє шкідливого впливу (за винятком окислюючої дії кисню).

До недоліку охолодження в повітрі можна віднести низький коефіцієнт тепловіддачі з боку повітря (до 58 Вт/(м<sup>2</sup>·К)), порівняно низька питома теплоємність повітря [близько 1 кДж/(кг·К)], випаровування вологи з поверхні продукту, що супроводжується втратою їхньої маси за недостатньої вологості повітря.

Для інтенсифікації теплообміну підвищують швидкість переміщення повітря (за допомогою вентилятора) і збільшують перепад температур між ним і продуктом, що охолоджується. Кількість теплоти (у Вт), що втрачає рідкий продукт при випаровуванні в повітряне середовище в апаратах відкритого типу, визначають за формулою:

Водяне охолодження. Вода має більшу теплоємність і вищі коефіцієнти тепловіддачі, ніж повітря. Залежно від часу року і кліматичних умов температура води з водойми становить 12-25° С. Артезіанська вода має температуру 4—15° С. Для економії води і охорони навколишнього середовища вводиться система водообігу, що дає можливість різко скоротити споживання свіжої води і зменшити стік. При цьому воду після теплообмінного обладнання охолоджують у градирнях за рахунок часткового випаровування в повітря, що рухається протитечією, і після очищення знову спрямовують на використання в якості холодоагенту.

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Охолодження в холодній воді або розсолі може бути контактним або безконтактним. При контактному охолодженні продукт розміщують у рідкому охолоджувальному середовищі. Наприклад, охолоджують тушки птиці й варені ковбасні вироби до 4-6°C, розміщуючи їх у спеціальні ванни або зрошуючи холодною (льодяною) водою (температурою 1-4°C). При безконтактному охолодженні продукт відділений від рідкого охолоджувача металевою стінкою або волого-непроникною оболонкою. Широко використовується льодяна вода для охолодження молока в пластинчатих охолоджувачах.

Охолодження льодом. Лід застосовують для одержання температури близько 0° С, оскільки за цієї температури він плавиться і віднімає теплоту від продукту.

Якщо додати до льоду або снігу кристалічну поварену сіль (NaCl), то температура танення цієї суміші буде нижча ніж 0°C, і величина її визначається кількістю солі в суміші. Найнижчу температуру (-21,2° С) можна отримати при вмісті солі 29% у суміші.

У тих випадках, коли продукт, що охолоджується, рідкий, хімічно не взаємодіє з водою і для нього допускається розведення, лід вноситься в нього безпосередньо. При цьому лід нагрівається рідиною до 0° С, а після цього плавиться, віднімаючи теплоту плавлення від рідини, що охолоджується.

Тривалість охолодження льодом залежить від умов проведення процесу; вона зменшується зі зменшенням розмірів шматків льоду і збільшенням інтенсивності перемішування рідини.

Штучне охолодження широко застосовують у різних галузях народного господарства, наприклад, для кондиціонування повітря, збереження харчових продуктів. До хіміко-технологічних процесів, здійснюваних при штучному охолодженні, відносяться процеси кристалізації, поділу газів, сублімаційного сушіння, деякі реакторні процеси. Холодильні процеси використовуються також у металургії, електротехніці й електроніці, ядерній, ракетній та інших

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

галузях техніки. Охолодження завжди пов'язане з перенесенням теплоти від тіла з більш низькою температурою до тіла з більш високою температурою. Відповідно до другого початку термодинаміки, таке перенесення потребує витрати енергії. Тому для одержання холоду необхідно безупинно підводити енергію до холодильної установки.

Способи одержання штучного холоду класифікуються за необхідною температурою охолодження. Умовно розрізняють помірне охолодження (діапазон температур від +20 до -100°C) і глибоке охолодження (температури нижчі ніж -100° С). Температури, близькі до абсолютного нуля (4 К и нижчі), одержують тільки в лабораторних умовах.

У процесах штучного охолодження теплота від охолоджуваного тіла відводиться до холодильного агента, що виконує роль переносника теплоти. Температуру холодильного агента знижують за допомогою випаровування рідин з низькою температурою кипіння, наприклад NH<sub>3</sub>, фреонів (CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, CHCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>) тощо, або розширення попередньо стиснутих газів. Так, якщо випаровувати N<sub>113</sub> при тиску 0,1 МПа, то він буде кипіти при температурі -34°C. Розширення газів і зниження тиску здійснюються в дроселюючих устроях або в детандерах.

Процес розширення ідеального газу відбувається без зміни ентальпії, і температура його не змінюється. Дроселювання ж реальних газів супроводжується зниженням температури, незважаючи на постійність ентальпії. Явище зміни температури реального газу при його дроселюванні називається дросельним ефектом. При проходженні газу через детандер (машину, подібну до компресора) він розширюючися, здійснює роботу.

Крім випаровування низькокиплячих речовин і розширення газів, для охолодження використовують тепловий ефект плавлення, звичайно льоду, але його можна використовувати тільки до температури його плавлення, тобто до 0° С. Для безперервного помірною охолодження найчастіше використовують компресійні холодильні машини. У цих машинах у якості

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

холодильних агентів використовують речовини з низькою температурою кипіння, що здатні випаровуватися за температури нижчої від 0° С при підведенні теплоти від охолоджуваного тіла. Внаслідок наступного стиснення пари й охолодження до звичайної температури вона знову перетворюється на рідину. Стиснення пари здійснюється в поршневих чи турбокомпресорах.

Робота компресійної холодильної машини побудована за принципом замкнутого циклу. Компресор видаляє з випарника пару холодильного агента і стискує її до тиску, за якого вона може бути зріджена при охолодженні водою в конденсаторі. Рідкий холодильний агент із конденсатора подається через дросельний вентиль у випарник, де випаровується за низької температури, віднімаючи теплоту від охолоджуваного середовища. При дроселюванні ентальпія агента не змінюється, а тиск і температура знижуються. Пара холодильного агента, що виходить із випарника, знаходить у компресор, стискується, і цикл повторюється.

Основними вимогами до речовин, які застосовуються як холодильні агенти, є велика прихована теплота випаровування та можливо менший питомий об'єм пари. Велика прихована теплота випаровування дозволяє зменшити кількість агента, що циркулює в системі, необхідну для досягнення заданої холодопродуктивності, а малий питомий об'єм пари приводить до зменшення розмірів холодильної машини. Крім того, холодильний агент не повинен бути хімічно агресивний, має задовольняти вимозі пожежної безпеки і бути по можливості нешкідливим. Зараз найбільше як холодильні агенти використовують фреони й аміак. Фреони являють собою фторхлорпохідні метану. Фреони нешкідливі, пожежо- і вибухобезпечні, не спричиняють корозії конструкційних матеріалів. Недолік фреонів - їхня висока плинність, що потребує забезпечення високої герметичності системи, і здатність розчиняти мастила.

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

У деяких технологічних процесах потрібні нижчі температури, ніж ті, котрі можуть бути отримані при використанні одноступінчастих холодильних машин. Наприклад, одноступінчата машина з аміаком дозволяє одержати температуру не нижче ніж  $-34^{\circ}\text{C}$ . Для досягнення нижчих температур одноступінчасті машини малоефективні або зовсім непридатні. Тому для одержання нижчих температур застосовують двоступінчасті або триступінчасті машини. Шляхом двоступінчастого стиснення аміачної пари можна одержати температури до  $-50^{\circ}\text{C}$ , шляхом триступінчастого - до  $-70^{\circ}\text{C}$ . У виробничих умовах холодильна установка звичайно обслуговує кілька апаратів, для охолодження яких використовують проміжні холодоносії. Як проміжні холодоносії використовуються охолоджувальні розсоли - водні розчини солей  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ , що замерзають тільки за низьких температур. Охолоджувальні розсоли подаються с допомогою насосів від випарника холодильної машини, де вони охолоджуються, до споживачів холоду, де вони віддають холод і самі нагріваються. Вибір розсолу і його концентрації залежить від необхідної температури охолодження, що повинна бути вища за температуру замерзання розсолу.

Основні способи заморожування в сучасній технології, як і охолодження, поділяються на заморожування в рідкому середовищі і заморожування в повітряному середовищі. Найчастіше застосовують контактне заморожування в повітрі. Розрізняють заморожування з природним переміщенням повітря (в камерах) та зі змушеним рухом повітря (тунельні морозилки, гравітаційно-конвейєрні та флюїдизаційні швидкоморозильні апарати). Найбільш перспективне заморожування продуктів охолодженим повітрям в псевдозрідженому шарі. Цей вид заморожування називається флюїдизацією, а швидкоморозильні апарати, в яких здійснюється процес, називаються флюїдизаційними. Істотні переваги цих апаратів порівняно із звичайними - скорочення часу заморожування і вища якість заморожених продуктів.

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Рідкими середовищами для контактеного заморожування продуктів (риби, м'яса) є розчини солі (наприклад, кухонної солі). Водночас із перевагами (простота й доступність, прискорення процесу і відсутність втрати маси) цей спосіб заморожування має й недолік - проникнення солі в продукт, що приводить до зміни його кольору і погіршення зовнішнього вигляду. Застосовують і розсольне охолодження продуктів, які упаковані в різноманітні плівки.

Заморожування киплячими холодоагентами буває безконтактним і контактним. Безконтактне заморожування здійснюється здебільшого в швидкоморозильних апаратах, де продукти затискаються між порожніми металевими плитами, в яких "кипить" холодоагент. Під час контактеного заморожування використовують криогенну рідину - азот або фреони (хладони). Цей метод холодильного оброблення різноманітних продуктів (м'ясних, молочних, кулінарних виробів) найперспективніший, бо процес заморожування протікає швидко і за дуже низьких температур. Існує декілька способів заморожування харчових продуктів за допомогою рідкого азоту: під час безпосереднього контакту з газоподібним азотом; зануренням в азот; зрошенням рідким азотом. Азот - інертний газ без запаху і смаку; під час контакту з харчовими продуктами шкідливо на них не впливає. Зазначимо, що температура кипіння азоту під час нормального атмосферного тиску мінус 196°C, а заморожування в рідкому азоті обходиться в 3<sup>^</sup> рази дорожче, ніж заморожування в повітряному середовищі.

Залежно від призначення розрізняють апарати для охолодження і апарати для заморожування продуктів. За видом продуктів, що піддаються охолодженню і замороженню, розрізняють апарати для рідких, пластичних і твердих продуктів. Залежно від агрегатного стану охолоджувального середовища розрізняють: обладнання для охолодження і заморожування в повітряному середовищі, в рідкому середовищі, а також таке, що використовує твердий теплоносій (лід та "сухий" лід) і вакуум.

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Охолодження і заморожування харчових продуктів у повітряному середовищі - найбільш розповсюджений засіб. Розрізняють установки з природним переміщенням повітря (камери і тунелі) та зі змушеним рухом повітря (тунельні морозилки, гравітаційно-конвейєрні і флюїдизаційні швидкоморозильні апарати).

Якщо потрібно заморозити чи охолодити невелику кількість продукту, то використовують найпростіші апарати й пристрої. В умовах централізованого виробництва охолоджених і кулінарних виробів застосовують спеціалізовані апарати періодичної та безперервної дії.

Серед безперервно діючих апаратів для охолодження рідких продуктів застосовуються пластинчасті, трубчасті і зрошувальні охолоджувачі, їхнє влаштування принципово не відрізняється від приладів теплообмінних апаратів, призначених для нагрівання.

До трубчастих теплообмінників (охолоджувачів) відносяться й спеціальні апарати - ультраохолоджувачі, в яких для охолодження використовують безпосередньо випаровуваний холодоагент. Вони являють собою апарат, у якому є декілька горизонтально розташованих елементів типу "труба в трубі". По внутрішній трубці кожного елемента протікає продукт, що обробляється, а по міжтрубному простору - холодоносій (аміак або фреон). Для запобігання продукту (вина, соку та ін.) від замерзання в порожнину внутрішньої труби вставлена мішалка. Значна швидкість руху оброблюваного продукту і його перемішування забезпечують швидке охолодження без замерзання. Ультраохолоджувачі можуть бути використані і для концентрування вин, соків та інших рідких продуктів їхнім виморожуванням.

Льодогенератор для одержання лускоподібного (снігового) льоду. В ньому застосовано принцип механічної інтенсифікації теп-лообміну за рахунок знімання шару льоду з охолоджувальної оболонки механічним способом (скрібками).

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Апарат являє собою порожній циліндр - корпус, оточений охолоджувальною оболонкою. В оболонку через штуцер надходить рідкий холодоагент. На внутрішню поверхню циліндра насосом подають воду через форсунки. Стікаючи, вода замерзає тонким шаром льоду, який зрізується ножом, закріпленим на вертикальній осі що обертається. Ніж та трубка з форсунками для розбризкування води обертаються з однаковою частотою, оскільки їх насаджено на спільну раму. Отриманий лід разом з водою падає в піддон, звідки надходить у виробництво або для виготовлення брикетів.

Апарати для охолодження і заморожування твердих продуктів за видом контакту продукту з холодоносієм бувають контактними та безконтактними. У контактних апаратах продукт (без упаковки або разом з нею) має безпосередню межу розподілу з холодоносієм, а в безконтактних безпосереднього контакту продукту з холодоносієм немає.

Як приклад контактного апарату з повітряним охолодженням розглянемо холодильну шафу. Такі апарати застосовують для охолодження і заморожування різноманітних за формою і розмірами продуктів, що надходять на оброблення у порівняно невеликих кількостях. Апарати універсальні, прості й надійні в експлуатації, не потребують значних затрат ручної праці. Всередині теплоізоляційної камери / знаходяться повітроохолоджувач, вагонетка та канал з відбивачами у верхній частині апарата для організації поперечного руху повітря. Повітря з каналу всмоктується вентилятором, проходить через повітроохолоджувач, після цього обдуває продукти і знову надходить у канал. Продукт (м'ясо, риба, птиця, овочі, плоди) в упаковці або без неї вкладають на металеві листи (лотки) з проміжком, необхідним для циркуляції повітря, і встановлюють на вагонетку, яку за-кочують в апарат через завантажувальні двері. У подібних апаратах режим оброблення продукту залежить від температури, що створюється в повітроохолоджувачі.

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Заморожування в рідких холодоносіях або криогенних рідинах більш ефективно, ніж у повітряному середовищі, оскільки інтенсивність теплопроводу від продукту при цьому різко зростає. Продукт у них заморожується швидко, що забезпечує його гарну якість і невеликий розмір втрат маси (до 0,5%).

Апарату для заморожування продуктів рідким азотом являє собою решітчастий конвейєр, теплоізолюваний камерою, в якій розміщені вентилятор і зрошувальний пристрій. Для максимального використання охолоджувального ефекту азоту апарат по довжині розділений на три зони.

Пара азоту із середньої зони II за допомогою вентилятора спрямовується в зону попереднього охолодження, де продукт (може бути упакований в тонку, щільно прилеглу плівку) охолоджується до  $-1^{\circ}\text{C}$ . Після цього - продукт надходить у зону зрошення, де відбувається його повне заморожування (температура в центрі до мінус  $10^{\circ}\text{C}$ ). Рідкий азот, який не випарувався, стікає в резервуар для рідкого азоту і насосом подається знову в форсунки. В зоні температура продукту вирівнюється по об'єму в середовищі газу. Продукт виводиться з апарата з температурою близько мінус  $20^{\circ}\text{C}$ . Азот виходить з установки з температурою мінус  $50-60^{\circ}\text{C}$ .

Вартість криогенного заморожування харчових продуктів рідким азотом дуже висока через високу ціну азоту (в 3—4 рази дорожче, ніж заморожування в повітрі). У таких апаратах доцільно заморожувати ті продукти, натуральні властивості яких можна зберегти лише під час дуже швидкого заморожування і дуже низьких температурах, наприклад рослинні продукти з ніжною консистенцією (малина, полуниця, цитрусові), продукти з панірованою поверхнею, пельмені.

Широке розповсюдження в харчових виробництвах отримали контактні морозильні апарати, що ґрунтуються на методі відведення теплоти з продукту під час безпосереднього контакту з охолодженою металевою поверхнею.

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Останнім часом поширюється спосіб вакуумного охолодження, в якому відведення теплоти здійснюється за рахунок прихованої теплоти фазового переходу частини вологи, що міститься в продукті. Такий спосіб застосовують для охолодження плодів, риби, сиру, м'ясного фаршу, курей, кулінарних виробів. Процес вакуумного охолодження рідких і пастоподібних продуктів, які містяться у відкритих функціональних ємностях, супроводжується їх розбризуванням і віднесенням з паровими бульбашками, що утворюються під час кипіння. Спливаючи до вільної поверхні, бульбашки швидко збільшуються в об'ємі і, руйнуючись, викидають краплі продукту з ємності. Інтенсивність кипіння продукту, що охолоджується, залежить від швидкості зміни тиску в вакуум-камері.

Процес вакуумного охолодження і заморожування продуктів здійснюється у вакуум-охолоджувачах і вакуум-заморожувачах. У них продукт охолоджується внаслідок випаровування частини води, бо при цьому витрачається теплова енергія на пароутворення. Кінцева температура залежить від глибини розрідження і відповідає температурі пари при тиску в апараті. Наприклад, при розрідженні в охолоджувачі 680 мм рт. ст. (остаточний тиск 80 мм рт. ст.) продукт за рахунок самовипаровування охолоджується до 50° С. Вакуум-охолоджувач являє собою герметичну посудину, з'єднану з конденсатором і вакуум-насосом. З цією метою може бути використаний вакуум-випарний апарат з двотільною нагрівальною камерою.

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання.

Для розробки прийнято холодильник з універсальних камер, в яких є можливість підтримки двох режимів: 0°C та -20 °C. Для розрахунків прийняти параметри, так званого, універсального продукту, що дає можливість не визначати тип напівфабрикатів у широкому діапазоні продуктів та температур.

Підтримка високотемпературного режиму робиться холодильним агрегатом на основі напівгерметичного поршневого компресора та повітряного конденсатора. У якості камерних приладів охолодження прийняті повітроохолоджувачі.

Підтримка низькотемпературного режиму робиться холодильним агрегатом на основі напівгерметичного поршневого компресора та повітряного конденсатора. У якості камерних приладів охолодження прийняті оребрені батареї.

Холодильним агентом прийнятий фреон R404A.

					<b>MX56.008 002 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.

#### 3.1 Розрахункові дані.

Завданням на дипломний проект є розробка холодильної установки для камер зберігання напівфабрикатів при птахофабриці продуктивністю 14 тон виробів на добу, Київська обл.

Приймаємо, що ємність камер зберігання напівфабрикатів повинна містити 5-добову продуктивність технологічної лінії з виробництва напівфабрикатів.

Тобто, місткість камер холодильника

$$V_k = 14 \times 5 = 70 \text{ тон}$$

Прийнято будівлю з панелей типу сандвіч на теплоізолюваному постаменті, який співпадає з будівельним нулем, тобто чистою підлогою камер.

В камерах підтримується два режими:  $0^{\circ}\text{C}$  та  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Середньорічна температура регіону  $7,2^{\circ}\text{C}$ .

Розрахункова літня температура  $31^{\circ}\text{C}$ .

Розрахункова літня відносна вологість 52 %.

Навантаження на  $1 \text{ м}^3$  камери  $0,35 \text{ т/м}^3$

Вантажна висота штабелю 2,8 м.

Будівельна висота камери 4,2 м.

Сітка осей  $6 \times 6$  м.

Коефіцієнт використання будівельної площі 0,75.

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	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 м<sup>3</sup> вантажного обсягу камери:

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

$\beta$  - 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.

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 Розрахунок будівельних площ камер холодильника

Тип приміщення	Місткість камери зберігання, т	Норма навантаження на площу підлоги, т/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт використання будівельних площ	Площа стандартного будівельного прямокутника, м <sup>2</sup>	Кількість прийнятих прямокутників	Дійсна місткість камер, т
Камера зберігання	70	0,35	0,75	36	3	79,6
Службові приміщення					2	

Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

**MX56.008 003 ДП ПЗ**

Арк.

### 3.3 Вимоги до планування холодильника.

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.

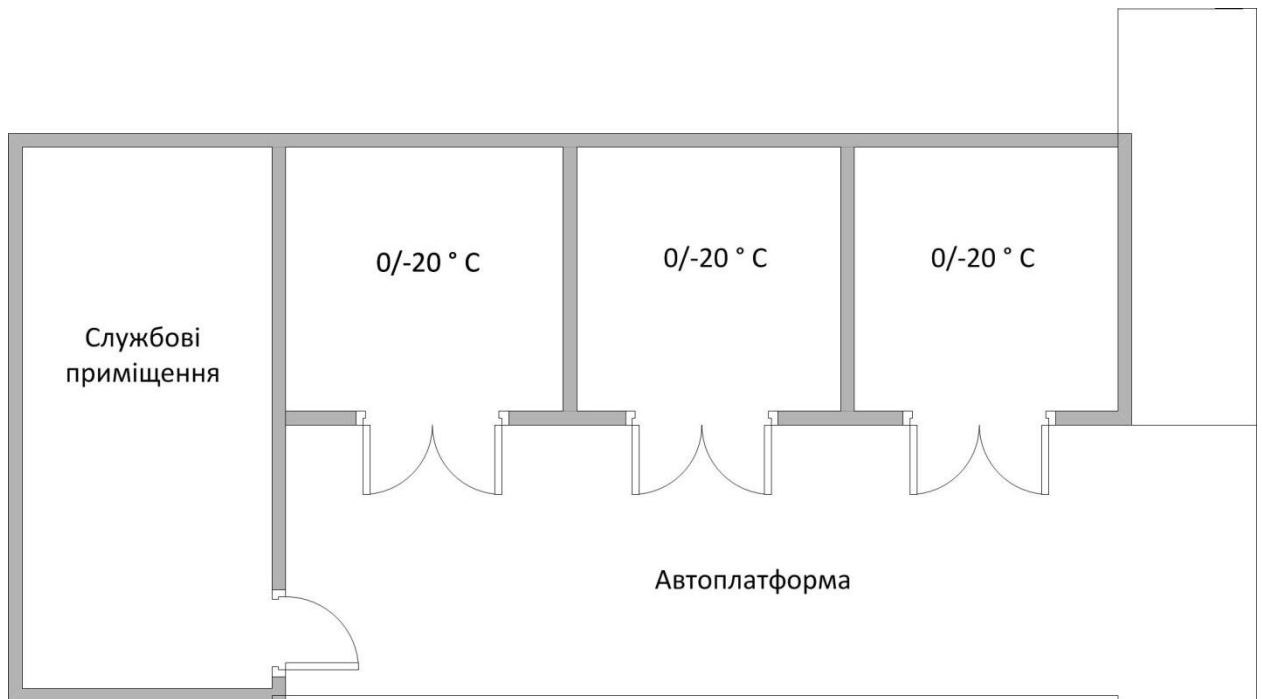
4. Планування повинно відповідати прийнятій системі охолодження.

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

6. При плануванні необхідно враховувати можливість розширення холодильника.

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.4 Планування холодильника.



Будівництво машинного відділення не передбачається. Холодильні агрегати встановлюються біля північної стіни будівлі під навісом.

Вантажні роботи можуть проводитись як вручну, так і бути механізованими. Для цього передбачено пандус у ухилом 1:10 для заїзду електровантажників.

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.5 Розрахунок ізоляційного шару огорожень.

Товщину ізоляційного шару огороження визначаємо по формулі:

$$\delta_{\text{ізтр}} = \lambda_{\text{із}} \cdot \left[ \frac{1}{K_0} - \left( \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) \right] \quad (3.6)$$

де  $\lambda_{i_3} \lambda i$  - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного шару і будівельних матеріалів що складають конструкцію огороження, Вт/(м К)

$K_0$  - оптимальний коефіцієнт теплопередачі огороження, прийнятий у залежності від характеру огороження і температур по обох боку від нього, Вт/(м<sup>2</sup> К)

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

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

Після вибору дійсної товщини ізоляції визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$K_0 = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) + \frac{\delta_{\text{ізз}}}{\lambda_{\text{із}}}} \quad (3.7)$$

Усі розрахунки зводимо в таблицю.

Таблиця 3.4 Розрахунок теплоізоляційного шару огорожень

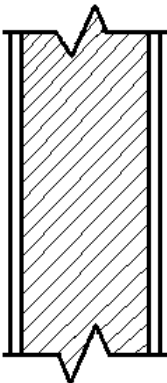
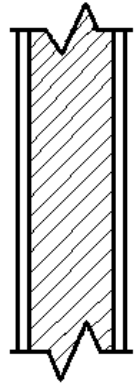
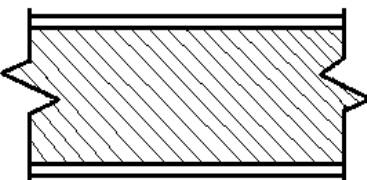
Огороження	$t_{\text{кам}},$ °С	$\alpha_в,$ Вт/м <sup>2</sup> К	$\alpha_3,$ Вт/м <sup>2</sup> К	$\Sigma R_i,$ м <sup>2</sup> К/Вт	Товщина теплоізоляції шару		Коефіцієнт теплопередачі	
					$\delta_{\text{ізтр}},$ мм	$\delta_{\text{ізД}},$ мм	$k_{\text{отр}},$ Вт/м <sup>2</sup> К	$k_{\text{оД}},$ Вт/м <sup>2</sup> К
Зовнішня стінова сандвіч-панель	0	9	23	0,004	95	100	0,32	0,3
	-20	6	23	0,004	189	200	0,23	0,21
Внутрішня стіна між камерою та СП	0	9	6	0,004	74	75	0,48	0,47
	-20	6	6	0,004	96	100	0,29	0,28

Продовження таблиці 3.4

Огородження	$t_{\text{кам}},$ $^{\circ}\text{C}$	$\alpha_{\text{в}},$ $\text{Вт/м}^2\text{К}$	$\alpha_{\text{з}},$ $\text{Вт/м}^2\text{К}$	$\Sigma R_i,$ $\text{м}^2\text{К/Вт}$	Товщина теплоізоляції шару		Коефіцієнт теплопередачі	
					$\delta_{\text{із}^{\text{тр}}},$ $\text{мм}$	$\delta_{\text{із}^{\text{д}}},$ $\text{мм}$	$k_{\text{о}^{\text{тр}}},$ $\text{Вт/м}^2\text{К}$	$k_{\text{о}^{\text{д}}},$ $\text{Вт/м}^2\text{К}$
Внутрішня перегородка	0/0	9	9	0,004	50	50	0,29	0,29
	0/ -20	9	6	0,004	75	75	0,29	0,29
Покриття	0	9	23	0,004	112	125	0,33	0,29
	-20	6	23	0,004	196	200	0,21	0,2
Підлога	0	9	-	0,004	69	75	0,5	0,47
	-20	6	-	0,004	109	125	0,21	0,19

Приймається максимальна величина товщини шару теплоізоляції для реалізації найбільш напруженого режиму.

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Найменування і конструкція огорожень	Найменування і матеріал шару	Товщина шару $\delta_i$ , м.	Коеф. тепло провідності $\lambda_i, \frac{\text{Вт}}{\text{м}\times\text{К}}$	Тепловий опір $R_i, \frac{\text{м}^3\times\text{К}}{\text{Вт}}$
<p>Внутрішня стіна між камерами схожу і</p>  <p>приміщенням</p>	<p>1.Оцинкований сталевий лист</p> <p>2.Пенополістерол</p>	<p>0,001</p> <p>0,15</p>	<p>0,45</p> <p>0,07</p>	<p>0,004</p> <p>3,85</p>
<p>Перегорodka</p> 	<p>1.Оцинкований сталевий лист</p> <p>2.Пенополістерол</p>	<p>0,001</p> <p>0,12</p>	<p>0,45</p> <p>0,07</p>	<p>0,004</p> <p>3,08</p>
<p>Покриття</p> 	<p>1.Оцинкований сталевий лист</p> <p>2.Пенополістерол</p>	<p>0,001</p> <p>0,16</p>	<p>0,45</p> <p>0,07</p>	<p>0,004</p> <p>4,08</p>

Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

**MX56.008 003 ДП ПЗ**

Арк.

### 3.6 Тепловий розрахунок.

Теплоприплив через огорожувальні конструкції  $Q_1$  в кВт, визначаємо за формулою:

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

де  $Q_{1c}$  – теплоприплив від сонячної радіації

$Q_{1T}$  – теплоприплив від стін, перегородок, полу, перекриття

Теплоприплив через огороження  $Q_{1T}$  в кВт, розраховуємо за формулою:

$$Q_{1T} = k_d F \theta * 10^{-3} = k_d F * (t_3 - t_b) * 10^{-3} \quad (3.9)$$

де  $k_d$ - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження визначаємий при розрахунку товщини ізоляційного шару, Вт/м<sup>2</sup>К

F- площа поверхні огороження, м<sup>2</sup>

$t_3$ - розрахункова температура повітря із зовнішньої сторони, °С

$t_b$ - розрахункова температура повітря всередині охолоджуваного приміщення

$\theta$ - розрахункова різниця температур (температурний напір),°С

При розрахунку теплоприпливів через внутрішні огороження, які виходять приміщення температурний напір  $\theta$  приймаємо, як частину розрахункової різниці для зовнішніх стін  $0,7(t_3 - t_b)$ , якщо ці приміщення з'єднуються із зовнішнім повітрям,  $0,6(t_3 - t_b)$ ,якщо не з'єднуються .

Теплоприплив від сонячної радіації  $Q_{1c}$  в кВт, визначаємо за формулою:

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

де  $\Delta t_c$ - надлишкова різниця

Розрахунки проводяться для двох режимів, оскільки ці режими здійснюють дві окремі холодильні установки. Розрахунки проводяться в табличній формі.

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 Теплоприпливи через огороження для камери №1

	F, м <sup>2</sup>	кд, Вт/(м <sup>2</sup> К)	t <sub>зов</sub> , °С	t <sub>вн</sub> , °С	Δt, °С	Δtc, °С	Q <sub>1</sub> кВт
Режим 0 °С							
СПнЗ	25,2	0,3	33	0	33	-	1,888
ССВ	25,2	0,29	0	0	0	-	
СПдЗ	25,2	0,3	33	0	33	-	
СЗВ	25,2	0,47	-	0	22,4	-	
Покр.	36	0,29	33	0	33	17,7	
Підл.	36	0,47	33	0	33	-	
Режим -20 °С							
СПнЗ	25,2	0,21	33	-20	53	-	2,612
ССВ	25,2	0,29	0	-20	20	-	
СПдЗ	25,2	0,21	33	-20	53	-	
СЗВ	25,2	0,28	0	-20	20	-	
Покр.	36	0,2	33	-20	53	17,7	
Підл.	36	0,19	33	-20	53	-	

Таблиця 3.6 Теплоприпливи через огороження для камери №2

	F, м <sup>2</sup>	кд, Вт/(м <sup>2</sup> К)	t <sub>зов</sub> , °С	t <sub>вн</sub> , °С	Δt, °С	Δtc, °С	Q <sub>1</sub> кВт
Режим 0 °С							
СПнЗ	25,2	0,3	33	0	33	-	1,595
ССВ	25,2	0,29	0	0	0	-	
СПдЗ	25,2	0,3	33	0	33	-	
СЗВ	25,2	0,47	-	0	22,4	-	
Покр.	36	0,29	33	0	33	17,7	
Підл.	36	0,47	33	0	33	-	
Режим -20 °С							
СПнЗ	25,2	0,21	33	-20	53	-	2,464
ССВ	25,2	0,29	0	-20	20	-	
СПдЗ	25,2	0,21	33	-20	53	-	
СЗВ	25,2	0,28	0	-20	20	-	
Покр.	36	0,2	33	-20	53	17,7	
Підл.	36	0,19	33	-20	53	-	

Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

MX56.008 003 ДП ПЗ

Арк.

Таблиця 3.7 Теплоприпливи через огороження для камери №3

	F, м <sup>2</sup>	кд, Вт/(м <sup>2</sup> К)	t <sub>зов</sub> , °С	t <sub>вн</sub> , °С	Δt, °С	Δtc, °С	Q <sub>1</sub> кВт
Режим 0 °С							
СПнЗ	25,2	03	33	0	33	-	2,074
ССЗ	25,2	0,29	0	0	0	11,6	
СПдЗ	25,2	0,3	33	0	33	9,8	
СЗВ	25,2	0,47	-	0	22,4	-	
Покр.	36	0,29	33	0	33	17,7	
Підл.	36	0,47	33	0	33	-	
Режим -20 °С							
СПнЗ	25,2	0,21	33	-20	53	-	2,749
ССЗ	25,2	0,29	33	-20	53	11,6	
СПдЗ	25,2	0,21	33	-20	53	9,8	
СЗВ	25,2	0,28	0	-20	20	-	
Покр.	36	0,2	33	-20	53	17,7	
Підл.	36	0,19	33	-20	53	-	

Теплоприпливи від вантажів при холодильній обробці  $Q_2$  в кВт, визначаємо за формулою:

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

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

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

де  $M$  - добове надходження продукту в камеру, т/добу.

$\Delta i$  - ентальпія початкової і кінцевої температури продукту, Дж/кг

$\tau$  – тривалість холодильної обробки продукту, ч

1000 – коефіцієнт переведення із тон у кг

3600 - коефіцієнт переведення із годин у секунди

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

$$Q_{2\text{тар}} = M_{\text{тар}} C_{\text{тар}} (t_1 - t_2) \frac{1000}{24 * 3600} \quad (3.13)$$

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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

$C_{\text{тар}}$  – питома теплоємність тари, кДж/кг\*К

$t_1, t_2$  – температура тари до надходження і після обробки, °С

Для режиму 0°С приймаються параметри фруктів та плодів найбільш розповсюджених у південному регіоні України. Для режиму -20°С приймаються параметри свинини. В структурі холодильника наявні тільки камери зберігання.

Результати розрахунків зведені в таблиці 3.8

Таблиця 3.8 Теплоприпливи від вантажу при холодильній обробці

№ камери	В, т	М, т/добу	$t_1$ , °С	$t_2$ , °С	$\Delta t$ , °С	$i_1$ , Дж/кг	$i_2$ , Дж/кг	$\Delta i$ , Дж/кг	$M_T$ , т/добу	$C_T$ , кДж/кг гК	$Q_{2T}$ , кВт	$Q_{2пр}$ , кВт	$Q_2$ , кВт
Режим 0°С													
1	28	3,4	20	0	20	350	250	100	0,3	2,3	3,935	0,16	4,095
2	28	3,4	20	0	20	350	250	100	0,3	2,3	3,935	0,16	4,095
3	28	3,4	20	0	20	350	250	100	0,3	2,3	3,935	0,16	4,095
Режим -20°С													
1	28	3,4	0	-8	8	40	0	40	0,3	2,3	1,574	0,096	1,67
2	28	3,4	0	-8	8	40	0	40	0,3	2,3	1,574	0,096	1,67
3	28	3,4	0	-8	8	40	0	40	0,3	2,3	1,574	0,096	1,67

Теплоприпливи від зовнішнього повітря  $Q_3$  в кВт, визначаємо тільки для режиму зберігання плодоовочевої продукції за формулою:

$$Q_3 = M_{\text{вз}}(i_3 - i_{\text{в}}) \quad (3.14)$$

де  $M_{\text{вз}}$  - масова витрата вентиляційного повітря, кг/с.

$i_z, i_b$  – питома ентальпія зовнішнього повітря та повітря в камері,  
кДж/кг.

Масову витрату вентиляційного повітря  $M_{вз}$  в кг/с, визначаємо за формулою:

$$M_{вз} = \frac{V_k * a * \rho_b}{24 * 1000} \quad (3.15)$$

де  $V_k$ - обсяг вентиляованого приміщення, м<sup>3</sup>

$a$ - кратність повітрообміну

$\rho_b$ - щільність повітря при температурі і відносній вологості  
повітря в камері, кг/м<sup>3</sup>

Даний тип тепло надходжень визначається тільки для режиму зберігання охолоджених напівфабрикатів, оскільки вони можуть у своїй рецептурі мати компоненти із власним вираженим запахом.

Результати розрахунків зведені в таблицю 3.9

Таблиця 3.9 Теплоприпливи від зовнішнього повітря

№Камери	$V_k$	$a$	$\rho_b$	$M_{вз}$	$i_n$	$i_b$	$Q_3$
1	151,2	3	1,005	0,005	70	12	0,29
2	151,2	3	1,005	0,005	70	12	0,29
3	151,2	3	1,005	0,005	70	12	0,29

Експлуатаційні тепло припливи, кВт

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

Теплоприплив від освітлення

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

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

де  $A$  - кількість тепла, що виділяється освітленням в одиницю часу на  $m^2$

площі підлоги,  $Вт / m^2$

$F$  - площа підлоги,  $m^2$

Теплоприплив від перебування людей

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

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

$n$  - число людей, працюючих в одному помешкані

Теплоприплив від працюючих електродвигунів

$$q_3 = N_э \quad (3.19)$$

де  $N_э$  - потужність електродвигунів,  $кВт$

Теплоприпливи при відкритті дверей

$$q_4 = KF10^{-3} \quad (3.20)$$

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

Всі розрахунки зводимо до табл..

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 3.10 Експлуатаційні тепло припливи в камери

№ кам	F, м <sup>2</sup>	A, Вт/м <sup>2</sup>	n	Ne, кВт	K, Вт/м <sup>2</sup>	q1, кВт	q2, кВт	q3, кВт	q4, кВт	Q4, кВт
Режим 0°C										
1	36	2,3	2	0,5	15	0,082	0,7	0,5	0,54	1,2
2	36	2,3	2	0,5	15	0,082	0,7	0,5	0,54	1,2
3	36	2,3	2	0,5	15	0,082	0,7	0,5	0,54	1,2
Режим -20°C										
1	36	2,3	2	-	15	0,082	0,7	-	0,54	0,7
2	36	2,3	2	-	15	0,082	0,7	-	0,54	0,7
3	36	2,3	2	-	15	0,082	0,7	-	0,54	0,7

### 3.7 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер.

Камерні прилади охолодження приймають 100% теплового навантаження від всіх видів тепло приливів.

При певній мірі навантаження на компресор, ряд теплоприливів розраховується неповністю а частково в залежності від технологічного призначення холодильника.

Для даного холодильника приймається:

$$Q_{1\text{км}}=0,8*Q_{\text{обл}}$$

$$Q_{2\text{км}}=0.8*Q_{\text{обл}}$$

$$Q_{3\text{км}}=Q_{\text{обл}}$$

$$Q_{4\text{км}}=0,7*Q_{\text{обл}}$$

$$Q_{5\text{км}} = Q_{\text{обл}}$$

Всі дані зводимо до таблиці

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 3.12 Визначення навантаження на компресор і камерне устаткування

	Q <sub>1</sub>		Q <sub>2</sub>		Q <sub>3</sub>		Q <sub>4</sub>		Σ q	
	Q <sub>об</sub>	Q <sub>км</sub>	Q <sub>об</sub>	Q <sub>км</sub>	Q <sub>об</sub>	Q <sub>км</sub>	Q <sub>об</sub>	Q <sub>км</sub>	Q <sub>об</sub>	Q <sub>км</sub>
	100%	100%	100%	60%	100%	100%	100%	75%		
Режим 0°C										
Кам.№1	1,888	1,888	4,095	2,475	0,29	0,29	1,2	0,9	8,131	29,6
Кам.№2	1,595	1,595	4,095	2,475	0,29	0,29	1,2	0,9	8,377	
Кам.№3	2,074	2,074	4,095	2,475	0,29	0,29	1,2	0,9	8,856	
Режим -20°C										
Кам.№1	2,612	2,612	1,67	1,002	-	-	0,7	0,525	7,047	19,8
Кам.№2	2,464	2,464	1,67	1,002	-	-	0,7	0,525	5,031	
Кам.№3	2,749	2,749	1,67	1,002	-	-	0,7	0,525	5,316	

Розрахункова холодопродуктивність для підбору компресора Q<sub>о</sub> в кВт, визначаємо за формулою:

$$Q_o = \frac{k * \sum Q_{км}}{b} \quad (3.22)$$

Таблиця 3.13 Розрахункова холодопродуктивність для підбору компресора

Q <sub>км</sub>	t <sub>з</sub> , °C	b	k	Q <sub>о</sub>
29,6	0	0,6	1,05	51,8
19,8	-20	0,6	1,07	35,3

### 3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки.

Робочий режим холодильної установки характеризується температурами кипіння, конденсації, переохолодження, всмоктування.

Температура кипіння  $t_0$  в  $^{\circ}\text{C}$ , розраховується за формулою:

$$t_0 = t_{\text{кам}} - (8 \dots 15) \quad (3.23)$$

$$t_0 = 0 - 10 = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_0 = -20 - 10 = -30^{\circ}\text{C}$$

Температура конденсації при використанні повітряних конденсаторів розраховується за наступними формулами:

$$t_{\text{к}} = t_{\text{нав.сер}} + (8 \dots 12) \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.24)$$

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

Машина працює в регенеративної циклі з безсальниковим компресором.

Температура на виході з випарника  $t_6$  в  $^{\circ}\text{C}$ , розраховується за формулою:

$$t_6 = t_0 + (5 \dots 10) \quad (3.25)$$

$$t_6 = -10 + 10 = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_6 = -30 + 10 = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Температура на виході з регенеративного теплообмінника  $t_7$  в  $^{\circ}\text{C}$  розраховується за формулою:

$$t_7 = t_6 + (10 \dots 20) \quad (3.26)$$

Температура на всмоктуванні в робочу порожнину компресора  $t_1$  в  $^{\circ}\text{C}$ , розраховується за формулою:

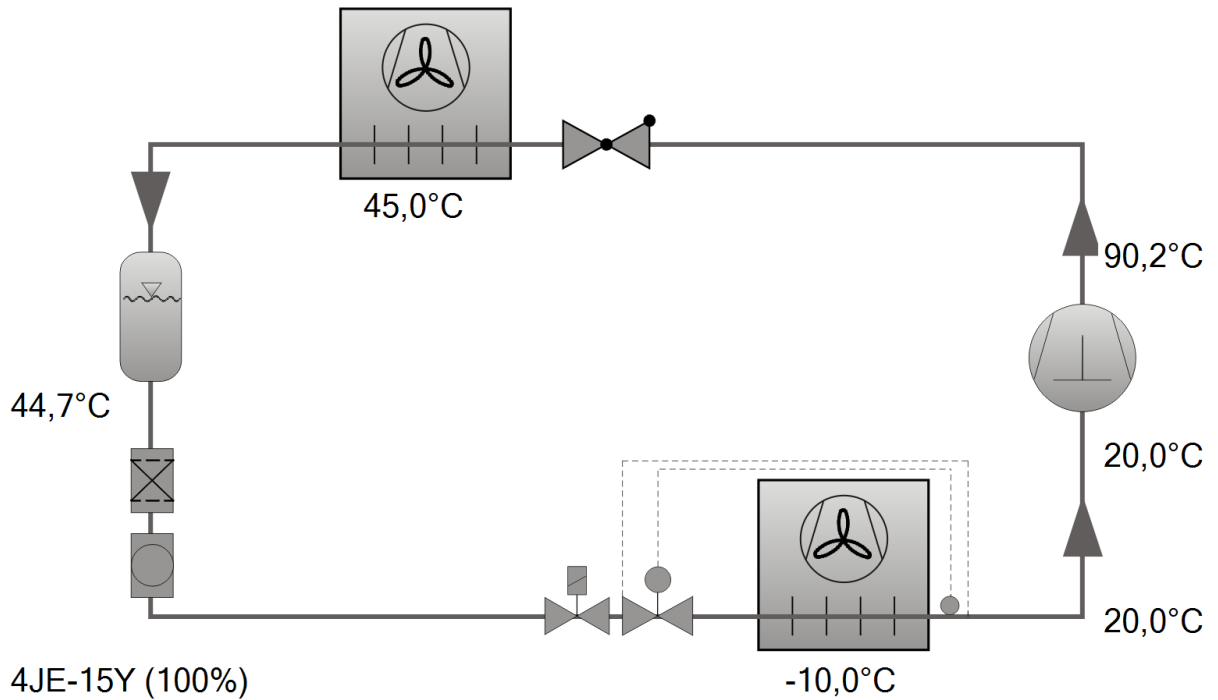
					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$t_1 = t_7 + (3 \dots 7) \quad (3.27)$$

В якості робочої речовини приймається фреон R404A, має стабільні фізико-хімічними властивостями в широкому діапазоні температур. Не токсичний, не вибухонебезпечний, екологічно нешкідливий. Має відносно низьку вартість в серії фреонів R400 .... Так само широко використовується провідними виробниками компресорного та теплообмінного обладнання.

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок.



Мал.3.2 Схема одноступінчатого агрегату для реалізації температури кипіння  $-10^{\circ}\text{C}$

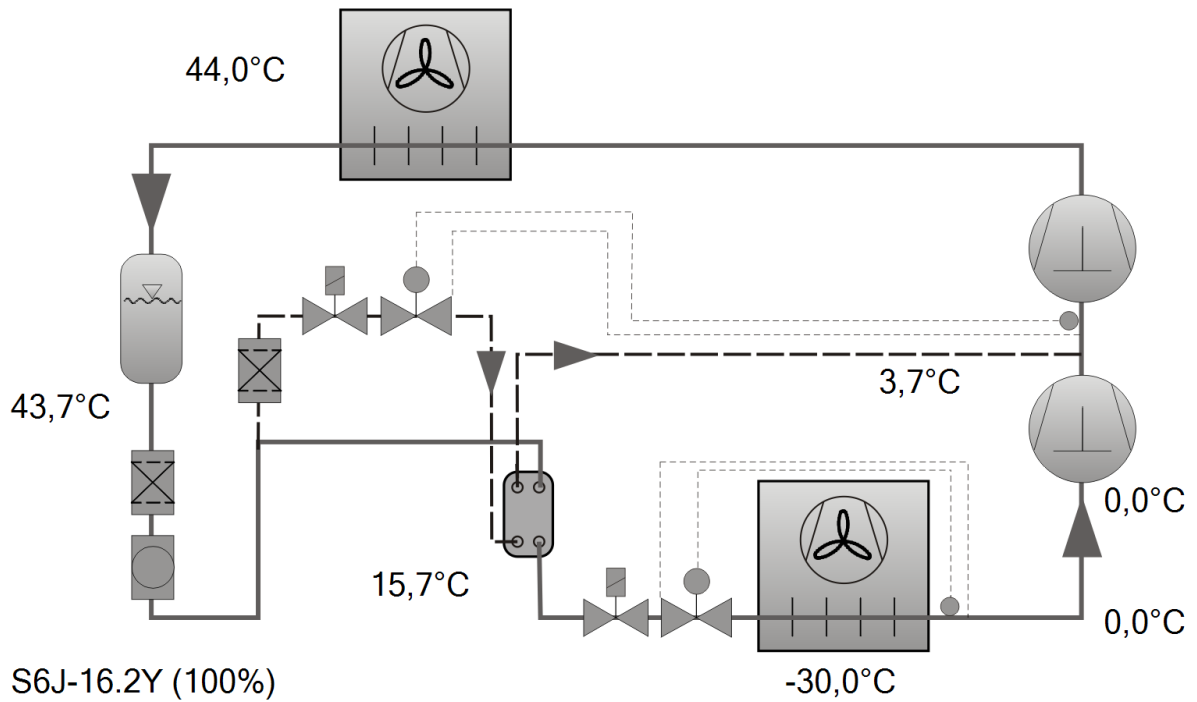
Параметри точки 4 визначаються з теплового балансу РТО:

$$i_7 - i_6 = i_3 - i_4 \text{ кДж/кг}$$

$$i_4 = i_3 - i_7 + i_6 \text{ кДж/кг}$$

Таблиця 3.14 Параметри вузлових точок циклу

	0	1	2	3	4	5	6
Р, МПа	0,44	0,44	1,9	1,9	1,9	0,44	0,44
t, °C	-10	17	71	42	32	-10	10
i, кДж/кг	363	387	420	265	248	248	380
v, м <sup>3</sup> /кг		0,053	0,0125				



Мал.3.3 Схема одноступінчатого агрегату для реалізації температури кипіння  $-30^{\circ}\text{C}$

Таблиця 3.15 Параметри вузлових точок циклу

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P$ , МПа	0,21	0,21	0,63	0,63	0,63	1,9	1,9	0,63	1,9	0,21
$t$ , $^{\circ}\text{C}$	-30	-15	19	3	8	62	42	3	-27	-30
$i$ , кДж/кг	348	360	385	368	373	399	265	265	162	162
$v$ , м <sup>3</sup> /кг	-	0,105	0,035	-	0,032	0,0105	-	-	-	-

Проміжний тиск  $P_{\text{пр}}$  в МПа, розраховується за формулою:

$$P_{\text{пр}} = \sqrt{P_{\text{к}} + P_{\text{о}}} \quad (3.28)$$

Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата
------	------	-------------	--------	------

**MX56.008 003 ДП ПЗ**

Арк.

### 3.10 Тепловий розрахунок і вибір компресора.

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента  $q_0$  в кДж/кг, розраховується за формулою:

$$q_0 = i_1 + i_4 \quad (3.33)$$

Питома масова робота стиснення  $l_a$  в кДж/кг, розраховується за формулою:

$$l_a = i_2 - i_1 \quad (3.34)$$

Питома об'ємна холодопродуктивність  $q_v$  в кДж/кг, розраховується за формулою:

$$q_v = \frac{q_0}{V_1} \quad (3.35)$$

де  $V_1$  - питомий обсяг усмоктуваного пару, м<sup>3</sup>/кг

Масова витрата пару  $M_a$  в кг/с, розраховується за формулою:

$$M_a = \frac{Q_0}{q_0} \quad (3.36)$$

де  $Q_0$  – навантаження на компресор з обліком витрат, кВт

Коефіцієнт подачі компресору  $\lambda$  розраховується за формулою:

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_w \quad (3.37)$$

Індикаторний коефіцієнт подачі компресору  $\lambda_i$  розраховується за формулою:

$$\lambda_i = \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_0} - c \left( \frac{P_к + \Delta P_н}{P_0} - \frac{P_0 - \Delta P_{вс}}{P_0} \right) \quad (3.38)$$

Коефіцієнт невидимої витрати компресору  $\lambda_w$  розраховується за формулою:

$$\lambda_w = \frac{T_0 + \theta}{a * T_к + \beta * \theta} \quad (3.39)$$

Дійсна об'ємна подача  $V_d$  в м<sup>3</sup>/с, розраховується за формулою:

$$V_d = M_a V_1 \quad (3.40)$$

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Теоретична об'ємна подача  $V_T$  в м<sup>3</sup>/с, розраховується за формулою:

$$V_T = \frac{V_d}{\lambda} \quad (3.41)$$

Адіабатна потужність  $N_a$  в кВт, розраховується за формулою:

$$N_a = l_a * M_a \quad (3.42)$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії  $\eta_i$  розраховується за формулою:

$$\eta_i = \lambda_w + b t_o \quad (3.43)$$

де  $b = 0.0025$

Індикаторна потужність  $N_i$  в кВт, розраховується за формулою:

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i} \quad (3.44)$$

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

$$N_{тр} = V_T P_{тр} \quad (3.45)$$

Ефективна потужність  $N_e$  в кВт, розраховується за формулою:

$$N_e = N_i + N_{тр} \quad (3.46)$$

Електрична потужність з мережі  $N_э$  в кВт, розраховується за формулою:

$$N_э = \frac{N_e}{\eta_э} \quad (3.47)$$

Холодильний коефіцієнт циклу карно  $E_k$  розраховується за формулою:

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

Холодильний коефіцієнт дійсного циклу  $E_e$  розраховується за формулою:

$$E_e = \frac{q_o}{l_a} \quad (3.49)$$

Ступінь термодинамічної досконалості  $\eta_{стд}$  розраховується за формулою:

$$\eta_{стд} = \frac{E_e}{E_k} \quad (3.50)$$

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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

$$Q_k = Q_0 + N_i \quad (3.51)$$

Всі розрахунки зводимо до таблиці

Таблиця 3.16 Тепловий розрахунок та добір одноступінчатого напівгерметичного компресора

Параметр	Позначення	одиниця виміру	Величина
			$t_0 = -10 \text{ }^\circ\text{C}$
Питома масова холодопродуктивність холодильного агента	$q_0$	кДж/кг	115
Питома масова робота стиснення	$l_a$	кДж/кг	33
Питома об'ємна холодопродуктивність	$q_v$	кДж/кг	2170
Масова витрата пару	$M_a$	кг/с	0,406
Коефіцієнт подачі компресору	$\lambda$	-	0,728
Індикаторний коефіцієнт подачі компресору	$\lambda_i$	-	0,92
Коефіцієнт невидимої витрати компресору	$\lambda_w$	-	0,79
Дійсна об'ємна подача $V_d$	$V_d$	$\text{м}^3/\text{с}$	0,022

Кінець таблиці 3.16 Тепловий розрахунок та добір одноступінчатого напівгерметичного компресора

Параметр	Позначення	одиниця виміру	Величина
			$t_0 = -10\text{ }^\circ\text{C}$
Теоретична об'ємна подача	$V_T$	$\text{м}^3/\text{с}$	0,03
Адіабатна потужність	$Na$	кВт	13,4
Індикаторний коефіцієнт корисної дії	$\eta_i$	-	0,78
Індикаторна потужність	$N_i$	кВт	17,2
Потужність тертя	$N_{тр}$	кВт	0,9
Ефективна потужність	$N_e$	кВт	18,1
Електрична потужність з мережі	$N_э$	кВт	20
Холодильний коефіцієнт циклу карно	$E_k$	-	5,06
Холодильний коефіцієнт дійсного циклу	$E_e$	-	3,48
Ступінь термодинамічної досконалості	$\eta_{стд}$	-	0,69
Тепловий потік в конденсаторі	$Q_k$	кВт	45,3

За результатами розрахунків підібрано один компресор марки JE-15Y-40P фірми BITZER . Технічні дані обладнання додаються.

Холодопроизвод-сть 33,1 kW

Потребл. мощность 14,11 kW

Производительность конденсатора 47,3 kW

Массов. расход 993 kg/h

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Температура нагнетания без охлаждения 90,2 °С

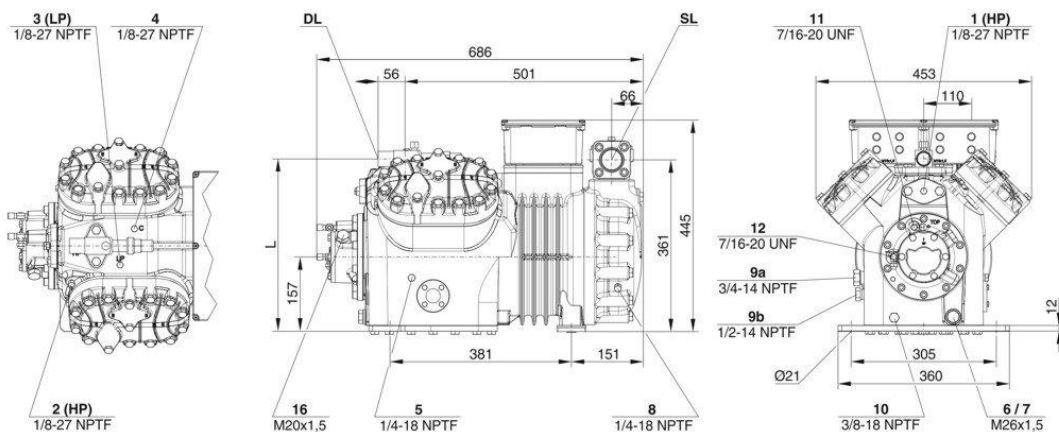
Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц) 63,5 м<sup>3</sup>/h

Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня 4 x 65 mm x 55 mm

Вес 192 kg

Тип масла для R404A BSE32

Заправка масла 4,00 dm<sup>3</sup>



Мал.3.4 Зовнішній вигляд компресора JE-15Y-40P

### Розрахунок двоступінчатого компресору

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента  $q_o$  в кДж/кг, розраховується за формулою:

$$q_o = i_1 + i_6' \quad (3.52)$$

Питома об'ємна холодопродуктивність  $q_v$  в кДж/кг, розраховується за формулою:

$$q_v = \frac{q_o}{V_1} \quad (3.53)$$

де  $V_1$  - питомих обсяг усмоктуваного пару, м<sup>3</sup>/кг

Питома масова робота стиснення СНТ  $l_a$  в кДж/кг, розраховується за формулою:

$$l_a^{\text{СНТ}} = i_2 - i_1 \quad (3.54)$$

Арк.

**MX56.008 003 ДП ПЗ**

Ізм. Лист № документа Підпис Дата

Питома масова робота стиснення СВТ  $l_a$  в кДж/кг, розраховується за формулою:

$$l_a^{СВТ} = i_4 - i_3 \quad (3.55)$$

Масова витрата пару через СНТ  $M_a$  в кг/с, розраховується за формулою:

$$M_a^{СНТ} = \frac{Q_0}{q_0} \quad (3.56)$$

Масова витрата пару через СВТ  $M_a$  в кг/с, розраховується за формулою:

$$M_a^{СВТ} = M_a^{СНТ} * \frac{(i_2 - i_{10}) - (i_7 - i_8)}{i_3 - i_6} \quad (3.57)$$

Коефіцієнт подачі компресору СНТ  $\lambda$  розраховується за формулою:

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_w \quad (3.58)$$

Індикаторний коефіцієнт подачі компресору СНТ  $\lambda_i$  розраховується за формулою:

$$\lambda_i = \frac{P_0 - \Delta P_{BC}}{P_0} - c \left( \frac{P_K + \Delta P_H}{P_0} - \frac{P_0 - \Delta P_{BC}}{P_0} \right) \quad (3.59)$$

Коефіцієнт невидимої витрати компресору СНТ  $\lambda_w$  розраховується за формулою:

$$\lambda_w = \frac{T_0 + \theta}{\alpha * T_K + \beta * \theta} \quad (3.60)$$

Коефіцієнт подачі компресору СВТ  $\lambda$  розраховується за формулою:

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_w \quad (3.61)$$

Індикаторний коефіцієнт подачі компресору СВТ  $\lambda_i$  розраховується за формулою:

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$\lambda_i = \frac{P_0 - \Delta P_{\text{вс}}}{P_0} - c \left( \frac{P_{\text{к}} + \Delta P_{\text{н}}}{P_0} - \frac{P_0 - \Delta P_{\text{вс}}}{P_0} \right) \quad (3.62)$$

Коефіцієнт невидимої витрати компресору СВТ  $\lambda_w$  розраховується за формулою:

$$\lambda_w = \frac{T_{\text{пр}} + (T_3 - T_{10})}{a * T_{\text{к}} + \beta (T_3 - T_{10})} \quad (3.63)$$

Дійсна об'ємна подача СНТ  $V_d$  в м<sup>3</sup>/с, розраховується за формулою:

$$V_d^{\text{СНТ}} = M_a^{\text{СНТ}} V_1 \quad (3.64)$$

Дійсна об'ємна подача СВТ  $V_d$  в м<sup>3</sup>/с, розраховується за формулою:

$$V_d^{\text{СВТ}} = M_a^{\text{СВТ}} V_3 \quad (3.65)$$

Теоретична об'ємна подача СНТ  $V_T$  в м<sup>3</sup>/с, розраховується за формулою:

$$V_T^{\text{СНТ}} = \frac{V_d^{\text{СНТ}}}{\lambda_{\text{СНТ}}} \quad (3.66)$$

Теоретична об'ємна подача СВТ  $V_T$  в м<sup>3</sup>/с, розраховується за формулою:

$$V_T^{\text{СВТ}} = \frac{V_d^{\text{СВТ}}}{\lambda_{\text{СВТ}}} \quad (3.67)$$

Адіабатна потужність  $N_a$  в кВт, розраховується за формулою:

$$N_a = (l_a^{\text{СНТ}} + l_a^{\text{СВТ}}) M_a^{\text{СВТ}} \quad (3.68)$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії  $\eta_i$  розраховується за формулою:

$$\eta_i = \lambda_w^{\text{СВТ}} + b t_{\text{пр}} \quad (3.69)$$

де  $b = 0.0025$

Індикаторна потужність  $N_i$  в кВт, розраховується за формулою:

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i} \quad (3.70)$$

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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

$$N_{тр} = P_p(V_T^{снт} + V_T^{свт}) \quad (3.71)$$

Ефективна потужність  $N_e$  в кВт, розраховується за формулою:

$$N_e = N_i + N_{тр} \quad (3.72)$$

Електрична потужність з мережі  $N_э$  в кВт, розраховується за формулою:

$$N_э = \frac{N_e}{\eta_э} \quad (3.73)$$

Холодильний коефіцієнт циклу карно  $E_k$  розраховується за формулою:

$$E_k = \frac{T_0}{T_k - T_0} \quad (3.74)$$

Холодильний коефіцієнт дійсного циклу  $E_e$  розраховується за формулою:

$$E_e = \frac{q_0}{l_a^{снт} + l_a^{свт}} \quad (3.75)$$

Ступінь термодинамічної досконалості  $\eta_{стд}$  розраховується за формулою:

$$\eta_{стд} = \frac{E_e}{E_k} \quad (3.76)$$

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

$$Q_k = Q_0 + N_i + N_{тр} \quad (3.77)$$

Всі розрахунки зводимо до таблиці

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 3.17 Розрахунок двоступінчатого компресору

Параметр	Позначення	одиниця виміру	Величина
			$t_0 = -30\text{ }^\circ\text{C}$
Питома масова холодопродуктивність холодильного агенту	$q_o$	кДж/кг	186
Питома об'ємна холодопродуктивність	$q_v$	кДж/кг	1771
Питома масова робота стиснення СНТ	$l_a$	кДж/кг	25
Питома масова робота стиснення СВТ	$l_a$	кДж/кг	26
Масова витрата пару через СНТ	$M_a$	кг/с	0,146
Масова витрата пару через СВТ	$M_a$	кг/с	0,316
Коефіцієнт подачі компресору СНТ	$\lambda$		0,77
Індикаторний коефіцієнт подачі компресору СНТ	$\lambda_i$		0,94
Коефіцієнт невидимої витрати компресору СНТ	$\lambda_w$		0,82
Коефіцієнт подачі компресору СВТ	$\lambda$		0,74
Індикаторний коефіцієнт подачі компресору СВТ	$\lambda_i$		0,94
Коефіцієнт невидимої витрати компресору СВТ	$\lambda_w$		0,79
Дійсна об'ємна подача СНТ	$V_d$	м <sup>3</sup> /с	0,015

Кінець таблиці 3.21 Розрахунок двоступінчатого компресору

Параметр	Позначення	одиниця виміру	Величина
			$t_0 = -30\text{ °C}$
Дійсна об'ємна подача СВД	$V_D$	м <sup>3</sup> /с	0,01
Теоретична об'ємна подача СНТ	$V_T$	м <sup>3</sup> /с	0,0195
Теоретична об'ємна подача СВТ	$V_T$	м <sup>3</sup> /с	0,0135
Адіабатна потужність СНТ	$N_a$	кВт	3,65
Індикаторний коефіцієнт корисної дії СНТ	$\eta_i$		0,74
Індикаторна потужність СНТ	$N_i$	кВт	4,93
Потужність тертя СНТ	$N_{тр}$	кВт	0,585
Ефективна потужність СНТ	$N_e$	кВт	5,515
Електрична потужність з мережі СНТ	$N_э$	кВт	6,13
Адіабатна потужність СВТ	$N_a$	кВт	8,22
Індикаторний коефіцієнт корисної дії СВТ	$\eta_i$		0,743
Індикаторна потужність СВТ	$N_i$	кВт	11,11
Потужність тертя СВТ	$N_{тр}$	кВт	0,405
Ефективна потужність СВТ	$N_e$	кВт	11,515
Електрична потужність з мережі СВТ	$N_э$	кВт	12,79
Тепловий потік в конденсаторі	$Q_k$	кВт	32,103

За результатами розрахунків добирається один двоступінчатий напівгерметичний компресор марки S6J-16.2Y-40P фірми BITZER. Технічні характеристики обладнання наведені нижче.

Ступени регулювання продуктивності 100%

Холодопродуктивність 21,7 kW

Потребл. потужність 15,25 kW

Продуктивність конденсатора 37,0 kW

Промежут. тиск 6,78 bar(a)

Середня темп. 3,67 °C

Темп. рідини 15,66 °C

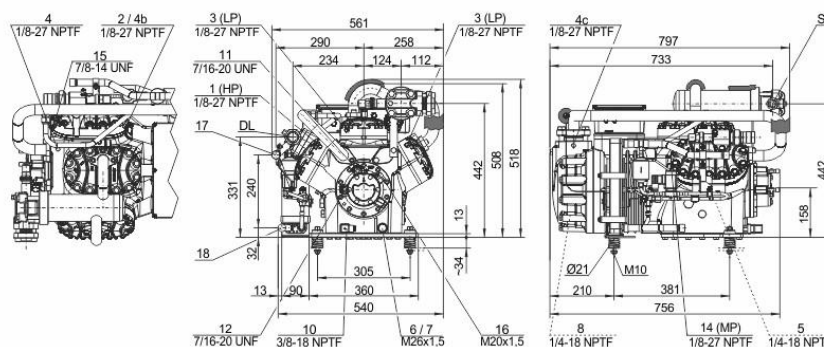
Об'ємна произв-сть (1450 об/мин 50Гц) 63.50 / 31.80 m<sup>3</sup>/h

Циліндри x Діаметр НД/ВД x Ход поршня 6 x 65/ 65 mm x 55 mm

Вага 209 kg

Тип масла для R404A BSE32 (Standard)

Заправка масла 4.75 dm<sup>3</sup>



Мал.3.5 Зовнішній вигляд компресору S6J-16.2Y-40P

Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

**MX56.008 003 ДП ПЗ**

Арк.

### 3.11 Тепловий розрахунок і вибір конденсатора.

Прийнятий конденсатор з водяним охолодженням, для розрахунку якого необхідно визначити середньо логарифмічний температурний напір в апараті.

Середньоарифметичний температурний напір в конденсаторі  $\Theta_M$  в  $^{\circ}\text{C}$  розраховується за формулою:

$$\Theta_M = \frac{t_{п2} - t_{п1}}{2.3 \lg \frac{t_k - t_{п1}}{t_k - t_{п2}}} \quad (3.78)$$

де  $t_{в2}, t_{в1}$  – температура повітря вході та виході з конденсатору  
 $t_k$  – температура конденсації хол.агента

Площа теплообміну горизонтального кожухотрубного апарату з конденсацією в міжтрубному просторі  $F$  в  $\text{м}^2$ , розраховується за формулою:

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \Theta_M} \quad (3.79)$$

де  $Q_k$  – дійсний тепловий потік в конденсатор, кВт  
 $k$  – загальний коефіцієнт теплопередачі,  $\text{кВт}/\text{м}^2\text{К}$   
 $\Theta_M$  – середній температурний потік,  $^{\circ}\text{C}$

За результатами розрахунків до одноступінчатої холодильної машини добирається один даховий повітряний конденсатор фірми Gunter, характеристики якого наведені нижче.

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

---

**Конденсатор** GCHC RD 050.2/13-49-0179991M

---

<b>Мощность:</b>	50.0 kW	<b>Хладагент:</b>	R404A <sup>(1)</sup>
Объемн. расход возд.:20962 m <sup>3</sup> /h		Т горячего газа:	75.0 °C
Воздух на входе:	34.0 °C	Темп. конденсации (точка росы):	44.3 °C
Высота над ур. моря:	0 m	Т выхода конденсата:	43.7 °C
Скорость воздуха:	2.8 m/s	Об. расход гор. Газы:	11.20 m <sup>3</sup> /h
К теплопередачи:	87.77 W/(m <sup>2</sup> ·K)	Массовый расход:	1153 kg/h
Вентиляторы (АС):	3 Шт. 1~230V 50Hz	Потери давления:	0.23 bar / 0.36 K
Технические характеристики вент. узла:		Уровень звукового давления:	49 dB(A) <sup>(2)</sup>
Скор. вращ.:	1300 min-1	на расстоянии:	10.0 m
Мощность (эл.):	0.68 kW	Уровень звуковой мощности:	80 dB(A)
Потребл. ток:	3.00 A <sup>(4)</sup>	ErP:	Compliant <sup>(3)</sup>

---

Общее потребл. эл. энергии: 1.97 kW

класс энергетич. эффективности:D (2014)

Корпус:	Оцинк. сталь, RAL 7035	Трубы:	microox / Алюминий <sup>(5)</sup>
Площадь пов-ти:	79.0 m <sup>2</sup>	Оребрение:	Алюминий <sup>(5)</sup>
Объем труб:	5.4 l	Подключения (на один аппарат):	Медь <sup>(5)</sup>
Шаг оребрения:	--	Вход:	42.0 * 1.60 mm
Нходов:	1	Выход:	42.0 * 1.60 mm
Вес (пустой):	138 kg <sup>(6)</sup>	Распределители:	--
Макс. рабочее давление:	32.0 bar	PED classification:	Категория I, module A <sup>(7)</sup>
Размеры: <sup>(6)</sup>			
Длина:	2700 mm		
Ширина:	888 mm		
Высота:	921 mm <sup>(6)</sup>		
Кол-во ножек:	4		

---

За результатами розрахунків до двоступінчатої холодильної машини добирається один даховий повітряний конденсатор фірми Gunter, характеристики якого наведені нижче.

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

<b>Мощность:</b>	40.0 kW	<b>Хладагент:</b>	<b>R404A<sup>(1)</sup></b>
Объемн. расход возд.:16250 m <sup>3</sup> /h		Т горячего газа:	75.0 °C
Воздух на входе:	34.0 °C	Темп. конденсации (точка росы):	45.9 °C
Высота над ур. моря:	0 m	Т выхода конденсата:	42.2 °C
Скорость воздуха:	3.9 m/s	Об. расход гор. Газы:	8.60 m <sup>3</sup> /h
К теплопередачи:	112.47 W/(m <sup>2</sup> ·K)	Массовый расход:	936 kg/h
		Потери давления:	1.74 bar / 3.37 K

Вентиляторы (AC): 1 Шт. 3~400V 50HzΔ/(Y)	Уровень звукового давления:	56 dB(A) <sup>(2)</sup>
Технические характеристики вент. узла:	на расстоянии:	10.0 m
Скор. вращ.: 1330 min-1 / (1040 min-1)	Уровень звуковой мощности:	87 dB(A)
Мощность (эл.): 2.70 kW	ErP:	Compliant <sup>(3)</sup>
Потребл. ток: 5.00 A <sup>(4)</sup>		

Общее потребл. эл. энергии: 2.46 kW      класс энергетич. эффективности: E (2014)

Корпус:	Оцинк. сталь, RAL 7035	Трубы:	microox / Алюминий <sup>(5)</sup>
Площадь пов-ти:	44.4 m <sup>2</sup>	Оребрение:	Алюминий <sup>(5)</sup>
Объем труб:	4.7 l	Подключения (на один аппарат):	Медь <sup>(5)</sup>
Шаг оребрения:	--	Вход:	42.0 * 1.60 mm
Нходов:	4	Выход:	42.0 * 1.60 mm
Вес (пустой):	100 kg <sup>(6)</sup>	Распределители:	--
Макс. рабочее давление:	32.0 bar	PED classification:	Категория I, module A <sup>(7)</sup>
<b>Размеры:</b> <sup>(6)</sup>			
Длина:	1200 mm		
Ширина:	1088 mm		
Высота:	956 mm <sup>(6)</sup>		
Кол-во ножек:	4		

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Изм.	Лист	№ документа	Подпис	Дата		

### 3.12 Тепловий розрахунок і вибір обладнання камер.

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

$$F_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{кам}}}{k * \Theta} \quad (3.81)$$

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

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

$\Theta$  – розрахункова різниця температур між повітрям і хол.агентом

Загальну довжину труб випарника  $L$  в м, розраховують за формулою:

$$L = \frac{F_{\text{тр}}}{\pi * d} \quad (3.82)$$

Вибравши довжину однієї труби  $l$  в м, визначають кількість труб у випарнику за формулою:

$$n = \frac{L}{l} \quad (3.83)$$

Витрата охолоджуючої води, що надходить до конденсатору з водяним охолодженням  $V_6$  в  $\text{м}^3$  розраховується за формулою:

$$V_6 = \frac{\pi * d_{\text{вн}}^2}{4} l_{\text{тр}} * n_{\text{тр}} \quad (3.84)$$

Всі розрахунки зводимо до таблиці

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 3.22 Добір камерних батарей

№ Камери	1	2	3
$Q_{\text{кам}}, \text{кВт}$	7,89	5,758	6,15
$k, \text{кВт/м}^2\text{К}$	4,5	4,5	4,5
$\Delta t, \text{°C}$	10	10	10
$F_{\text{тр}}, \text{м}^2$	48	39	42
$d_{\text{н}}, \text{мм}$	18	18	18
$d_{\text{в}}, \text{мм}$	16	16	16
$L, \text{м}$	1026	1963	2110
$l, \text{м}$	4,4	4,4	4,4
$n, \text{шт}$	233	446,14	452,15
$n_{\text{д}}, \text{шт}$	234	447	453
$n_{\text{б}}, \text{шт}$	4,4	3,7	3,9
$n_{\text{д}}^{\text{б}}, \text{шт}$	5	5	5
$V_{\text{б}, \text{м}}^3$	0,212	0,403	0,409

За результатами розрахунків підбираємо для режиму зберігання охолодженої продукції для камер №1, 2 та 3 повітроохолоджувачі фірми Gunter, характеристики яких наведені нижче.

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

---

**Испаритель (dx) GHF 040.2D/24-ANW50.E Только для расчета!**

---

<b>Мощность:</b>	10.0 kW <sup>(1)</sup>	<b>Хладагент:</b>	R404A <sup>(2)</sup>
Резерв поверхности:	6.5 %	Темп. испарения (точка росы):	-10.0 °C
Объемн. расход возд.:	6280 m <sup>3</sup> /h	Перегрев:	5.0 K
Скорость воздуха:	2.6 m/s		
Воздух на входе:	0.0 °C	Темп. конденсации (точка росы):	35.0 °C
Воздух на выходе:	-3.8 °C	Т переохлаждения:	29.6 °C
Давление воздуха:	1013 mbar		

---

Вентиляторы (AC):	2 Шт. 1~230V 50Hz	Уровень звукового давления:	55 dB(A) в 3.0 m <sup>(3)</sup>
Технические характеристики вент. узла:		Уровень звуковой мощности:	77 dB(A)
Скор. вращ.:	1390 min-1	Струя воздуха:	около 28 m <sup>(4)</sup>
Мощность (мех./эл.):	0.22 kW/0.23 kW	Иней:	0.0 mm
Потребл. ток:	1.05 A <sup>(5)</sup>		
ErP:	Compliant <sup>(6)</sup>		

---

Общее потребл. эл. энергии: 0.42 kW      класс энергетич. эффективности: D (2014)

---

Корпус: AlMg, Порошковое покрытие RAL 9003	Трубы:	Медь <sup>(7)</sup>
Площадь пов-ти:	Оребрение:	Алюминий <sup>(7)</sup>
Объем труб:	Потери давл. в "пауке":	2.9 bar
Шаг оребрения:	Выход:	28.0 * 1.50 mm
Вес (пустой):	Вход:	16.0 mm
Макс. рабочее давление:	PED classification:	Art. 4, par. 3 <sup>(9)</sup>

---

**Размеры:<sup>(8)</sup>**

Длина:	1770 mm
Ширина:	580 mm
Высота:	550 mm <sup>(8)</sup>
Кол-во подвесок:	6

---

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Изм.	Лист	№ документа	Подпис	Дата		

### 3.13 Тепловий розрахунок і вибір допоміжного устаткування.

Лінійний ресивер  $V_{л.р.}$  в  $м^3$ , розраховується за формулою:

$$V_{л.р.} = (0,3 \dots 0,5)V_{вип} \quad (3.85)$$

де  $V_{вип.}$  - місткість випарювальної системи,  $м^3$

$(0,3 \dots 0,5)$  - коефіцієнт враховуючий норму заповнення лінійного ресивера

Таблиця 3.23 Розрахунок лінійного ресиверу

Температурний режим	$V_{вип.}, м^3$	Коефіцієнт	$V_{л.р.}, м^3$	Підібраний ресивер	Кількість
$t_0 = -10 \text{ } ^\circ\text{C}$	0,0355	0,4	0,0142	BC-LR-16,0	1
$t_0 = -30 \text{ } ^\circ\text{C}$	0,0468	0,4	0,0187	BC-LR-20,0	1

**Теплообмінники** підбираються за площею теплообмінної поверхні змійовика. Тому, площа теплообмінної поверхні  $F_{т.о.}$  в  $м^2$ , розраховується за формулою:

$$F_{т.о.} = \frac{Q_{т.о.}}{k \cdot \theta} \quad (3.87)$$

де  $Q_{т.о.}$  – теплове навантаження на теплообмінник, кВт

$k$  – загальний коефіцієнт теплопередачі,  $кВт/м^2К$

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

Теплове навантаження на теплообмінник для температури кипіння  $-10 \text{ } ^\circ\text{C}$

$Q_{т.о.}$  в кВт, розраховується за формулою:

$$Q_{т.о.} = M(i_7 - i_6) \quad (3.88)$$

Теплове навантаження на теплообмінник для температури кипіння  $-30$

$^\circ\text{C}$   $Q_{т.о.}$  в кВт, розраховується за формулою:

$$Q_{т.о.} = M(i_{1'} - i_0) \quad (3.89)$$

					<b>MX56.008 003 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Приймаються регенеративні теплообмінники фірми "Dousette industries". Для  $t_0 = -10\text{ }^\circ\text{C}$  SLHE  $\frac{1}{2}$  в кількості 1 одиниці. Для  $t_0 = -30\text{ }^\circ\text{C}$  SLHE  $\frac{3}{4}$  в кількості 1 одиниці. Підбір здійснений за тепловим навантаженням. Технічна характеристика приведена у таблиці 3.24.

Таблиця 3.24 Технічна характеристика підібраних регенеративних теплообмінників

Марка		SLHE $\frac{1}{2}$	SLHE $\frac{3}{4}$
Номінальна продуктивність, кВт		0,37	0,55
Діаметр патрубків, дюйм	Ж	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$
	Г	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$
Діаметр трубок всередині, дюйм		$\frac{5}{8}$	$\frac{7}{8}$
Кількість труб, шт		1	1
Сумарне прохідний перетин газової частини, см <sup>2</sup>		13,8	19,9
Об'єм рідкої частини, л		0,03	0,04
Максимальний робочий тиск, бар		34,7	34,7

### 3.14 Визначення діаметрів трубопроводів холодильної установки.

Діаметр трубопроводу  $d_{вн}$  в м, визначаємо за формулою:

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}} \quad (3.91)$$

де  $V$  – об’ємна витрата рідини або газу, м<sup>3</sup>/с  
 $G$  – масова витрата рідини або газу, кг/с  
 $\omega$  – швидкість руху рідини або газу, м/с  
 $\rho$  – щільність рідини або газу, кг/с

Всі розрахунки зводимо до таблиці

Таблиця 3.25 Діаметри трубопроводів

	Режим камер 0°C			Режим камер -20°C					
				СНТ			СВТ		
	Всмокт.	Нагн.	Рідина	Всмокт.	Нагн.	Рідина	Всмокт.	Нагн.	Рідина
G, кг/с	0,406	0,406	0,406	0,146	0,146	-	0,316	0,316	0,316
$\omega$ , м/с	15	20	1,25	15	20	-	15	20	1,25
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	18,9	8	1187	28,57	9,52	-	10,12	7,32	1254
$d_{вн}$ , м	0,027	0,019	0,009	0,031	0,021	-	0,032	0,022	0,006
ДСТУ	0,03	0,020	0,01	0,03	0,02	-	0,03	0,020	0,01

## 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 тертьових 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

					<b>MX56.008 004 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	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 фундаментах 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

					<b>MX56.008 004 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	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 окремих 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 їм. 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".

					<b>MX56.008 004 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	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 крип. 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 перевіривши різницю тисків масла, закривають байпасний вентиль і, спостерігаючи за манометрам усмоктування.відкривають усмоктувальний гвинтиль 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

					<b>MX56.008 004 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

компрессор, закривають нагнітальний вентиль і відкривають байпас. Після цього зупиняють насоси холодоагенту води і холодоносія.

Оптимальним називається режим роботи, при якому вартість експлуатації мінімальна, 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.

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 кипіння; підвищена температура конденсації, нагнітання, і вологий хід компресора.

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

					<b>MX56.008 004 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	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 охолоджуваніх 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 вентилі (ТРВ), реле тиску - пресостат (РД), водорегулюючі вентилі; - прилади автоматичного захисту, до яких відносяться: реле тиску - маноконтролер (РД), соленоїдні вентилі (СВ) та ін.; - прилади автоматичного контролю, до яких відносяться: поплавкові рівнеміри, таймери, соленоїдні вентилі (СВ) та ін.;

- прилади сигналізації - дзвінки, світлові лампи та ін. В схему автоматизації холодильних машин можуть включатися соленоїдні вентилі, реле контролю змащування компресора, прилади для автоматичного відтаювання снігової "шуби" з поверхні випарника, прилади захисту електродвигуна від перенавантажень та короткого замикання та ін. Терморегулюючі вентилі (ТРВ) регулюють надходження рідкого холодильного агента у відновлювач. Підтримання в випарнику холодильного агента на заданому рівні в автоматизованих холодильних установках здійснює терморегулюючий вентиль. Найбільше використання знайшли мембранні терморегулюючі вентилі. 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

					<b>МХ56.008 004 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

керування котушкою магнітного пускача, через який здійснюється живлення електродвигуна компресора. В холодильних машинах з напіввідкритими компресорами використовуються реле тиску типу KP17WB. Реле температури (KP-61 та RT-101) 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 електромережу, 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 використовуються мембранні ТРВ наступних типів: TD1 та ін., які відрізняються розміром отворів у сідлі і холодопродуктивністю. Термосистема ТРВ (термопатрон і капілярна трубка) можуть заповнюватись холодильним агентом R134a (при діапазоні температур кипіння  $-30...10^{\circ}\text{C}$ ), або холодильним агентом R507C 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 KP17WB 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 компресор. А

					<b>MX56.008 004 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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, 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.

					<b>MX56.008 004 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	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,

					<b>MX56.008 004 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

зменшення довжини з'єднувальних трубопроводів при якісному (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.



#### KP61

<b>Product family name:</b>	KP thermostat
<b>Тип датчика:</b>	Capillary tube sensor
<b>Charge type:</b>	Vapour
<b>Contact function:</b>	SPDT
<b>Reset function:</b>	Auto
<b>Temperature range [°C]:</b>	-30.0 - 15.0
<b>Differential (F5) [K]:</b>	
<b>Reset function, left side:</b>	
<b>Temp. range left side [°C]:</b>	
<b>Reset function, right side:</b>	
<b>Temp. range right side [°C]:</b>	
<b>Max. sensor temperature [°C]:</b>	120.0
<b>Differential type:</b>	Adjustable
<b>Enclosure rating IP:</b>	IP44
<b>Кількість:</b>	12
<b>Capillary tube material:</b>	
<b>Capillary tube length [mm]:</b>	2000.0
<b>Parts included:</b>	
<b>Обладнання:</b>	Top plate for IP44
<b>Approval:</b>	BV,CCC,CE,DNV,EAC,GL,LR,LVD,PZH,RINA,RMRS,RoHS China,"c UL us UL873, CS C22.2"

Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

**MX56.008 004 ДП ПЗ**

Арк.



### RT101

<b>Тип датчика:</b>	Remote bulb
<b>Charge type:</b>	Adsorption
<b>Contact function:</b>	SPDT
<b>Reset function:</b>	Auto
<b>Temperature range [°C]:</b>	25.0 - 90.0
<b>Enclosure rating IP:</b>	IP66
<b>Кількість:</b>	12
<b>Capillary tube length [mm]:</b>	2000.0
<b>Sensor pocket length min. [mm]:</b>	112.0
<b>Обладнання:</b>	
<b>Approval:</b>	BV,CCC,CE,DNV,EAC,GL,LVD,NKK,PZH,RMRS,RoHS,RoHS China,TYSK



### KP17WB

<b>Холодоагент:</b>	R22, R113, R124, R134a, R404A, R407A, R407C, R407F, R407H, R422B, R422D, R438A, R448A, R449A, R449B, R450A, R452A, R507A, R513
<b>Product description:</b>	Dual Pressure Control
<b>Pressure range category:</b>	
<b>Contact function:</b>	SPDT+SPST(NO)
<b>Reset function, left side:</b>	Auto
<b>Regulation left side [bar]Pe:</b>	-0.2 - 7.5
<b>Regulation left side range Pe:</b>	6 inHg - 108 psig
<b>Differential left side [bar]:</b>	0.7 - 4.0
<b>Reset function, right side:</b>	MAX CONVERTIBLE
<b>Regulation right side [bar]Pe:</b>	8.0 - 32.0
<b>Differential right side [bar]:</b>	4.0
<b>Pressure connection type:</b>	Flare
<b>Pressure connection size:</b>	1/4
<b>Pressure Male/Female:</b>	Male
<b>Enclosure rating IP:</b>	IP44
<b>Кількість:</b>	1
<b>Approval:</b>	CCC,CE,DNV,EAC,LVD,PED,PZH,RINA,RMRS,RoHS China,"c UL us UL873, CS C22.2"

					<b>MX56.008 004 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 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.

					<b>MX56.008 004 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні витрати складаються з витрат на обладнання і будівлі холодительника:

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

Вартість будівлі холодительника визначається по укрупненим показникам:

$$B_{\text{хол}} = V * C_{\text{хол}} \quad (5.2)$$

де  $V$  - об'єм будівлі холодительника,  $\text{м}^3$ ;

$C_{\text{хол}}$  - вартість будівлі холодительника, грн.

$$B_{\text{хол}} = 108 * 2800 = 302\,400 \text{ грн.}$$

Вартість обладнання визначаємо по прейскуранту і зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 Вартість обладнання

№ з/п	Найменування обладнання	Марка	Кількість	Вартість одиниці обладнання, грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
1	Компресор	4JE-15Y-40P	1	147 342	147342
2	Компресор	S6J-16.2Y-40P	1	228 852	228852
3	Конденсатор	GCHC RD 050.2/13-49- 0179991M	1	80 000	80000
4	Конденсатор	GCHC RD 063.2/11-56- 0180228M	1	70 000	70000

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.					Лит.	Лист	Листов
Пров.							
Н.контр.							
Утв.							

5	Повітро-охолоджувач	GHF 040.2D/24- ANW50.E	3	100 000	300000
6	Теплообмінник	SLHE3	1	20 000	20000
7	Теплообмінник	SLHE5	1	15 000	15000
8	Фреонові оребрени батареї		15	5 000	75000
9	Лінійний ресивер	BC-LR-20,0	1	20 000	20000
10	Лінійний ресивер	BC-LR-16.0	1	16 000	16000
Сумарна вартість обладнання		972194			
Вартість іншого обладнання 10%		97219,4			
Розрахункова вартість обладнання		1069413,4			
Витрати на транспортування 15%		160412,01			
Витрати на монтаж 20%		213882,68			
Разом вартість обладнання (Воб)		1443708,09			

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**MX 56 008 005 ДП ПЗ**

Лист

## 5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо виробіток холоду в робочих умовах:

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

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

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

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

$n$  - кількість компресорів даного типу, од.

$$Q_{0роб} = 33,1 * 1,1 * 19\,440\,000 * 1 = 0,71 * 10^9 \text{ кДж}$$

$$Q_{0роб} = 21,7 * 1,15 * 19\,440\,000 * 1 = 0,49 * 10^9 \text{ кДж}$$

Сумарний виробіток холоду за рік:

$$Q_{0ст} = Q_{0роб} \cdot k_{п}; \quad (5.4)$$

де  $k_{п}$  - коефіцієнт переведення роботи компресора з робочих умов в стандартні

$$Q_{0ст} = 0,71 * 10^9 * 0,76 + 0,49 * 10^9 * 1,8 = 1,42 * 10^9 \text{ кДж}$$

## 5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

До експлуатаційних (поточних) витрат відносяться витрати на:

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

### 5.3.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів відносяться:

- а) холодоагент;
- б) змащувальні матеріали.

Розрахунок вартості річної потреби холодоагенту:

$$B_{ха} = G_{ха} * Ц_{ха} \quad (5.4)$$

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

**MX 56 008 005 ДП ПЗ**

Лист

$C_{ха}$  - ціна холодильного агенту за 1т, грн.

Річна потреба холодильного агенту при ремонті

$$G_{ха} = (g_{х.а.} * \sum Q_0 * k') / 1000 \quad (5.5)$$

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

$g_{х.а.}$  - норма витрат холодоагенту, кг/1кВт

$$G_{ха} = 1,6 * 54,8 * 1,2 = 105,22 \text{ кг}$$

$$B_{ха} = 105,22 * 450 = 47\ 347 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості річної потреби змащувальних матеріалів:

$$B_M = G_M * C_M \quad (5.6)$$

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

$G_M$  - річна потреба змащувальних матеріалів, кг

$$G_M = g_M * n * R * k' \quad (5.7)$$

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

$n$  - кількість компресорів;

$R$  - кількість разів заміни масла на рік;

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

$$G_M = 4,38 * 2 * 2 * 1,2 = 21,024 \text{ кг}$$

$$B_M = 21,024 * 300 = 6\ 307 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 Допоміжні матеріали

№ з/п	Стаття витрат	Витрати, грн.
1.	Вартість холодоагенту	47 347
2.	Вартість змащувальних матеріалів	6 307
	Разом	53 654
	Витрати на інші допоміжні матеріали ( 5% )	2 683
	Всього	56 337

**MX 56 008 005 ДП ПЗ**

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ГОСТ 2.104-68 Форма 2а

Копировал

Формат А4

### 5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою (5.7):

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

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

$p_{дв}$  – 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	14,11	5400	0,7	53 336
2	Компресор	1	15,25	5400	0,7	57 645
3	Конденсатор	1	2,04	5400	0,7	7 711
4	Конденсатор	1	2,7	5400	0,7	10 206
5	Повітроохолоджувач	3	0,46	3000	0,7	2 898
	Разом					131 796

Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою:

$$V_{ел} = N_{ел} * C_{ел} \quad (5.9)$$

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

$$V_{ел} = 131 796 * 4,3 = 566 723 \text{ грн.}$$

### 5.3.3 Визначення кількості виробничого персоналу

**MX 56 008 005 ДП ПЗ**

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ГОСТ 2.104-68 Форма 2а

Копировал

Формат А4

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

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

Таблиця 5.4 Розрахунок балансу робочого часу на рік одного середньооблікового робітника

№з/п	Показники	Число днів
1.	Кількість календарних днів на рік	365
2.	Кількість вихідних днів на рік	104
3.	Кількість святкових днів на рік	0
4.	Номінальний фонд робочого часу	261
5.	Тривалість відпустки	24
6.	Невиходи на роботу через хворобу	5
7.	Інші невиходи на роботу з дозволу адміністрації	1
8.	Число днів корисної роботи одного працівника	231
9.	Середня тривалість робочого дня, годин	8
10.	Ефективний фонд робочого часу, годин	1848

Коефіцієнт перерахування планової кількості робітників в облікову визначається за формулою:

$$K_{п} = \Phi_{н} / \Phi_{еф} \quad (5.10)$$

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

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

$$K_{п} = (261 * 8) / 1848 = 1,13$$

Кількість машиністів і слюсарів-ремонтників визначається за формулою:

$$K_{р} = \sum N_{ч} * п * K * K_{п} \quad (5.11)$$

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

$п$  - кількість компресорів;

**MX 56 008 005 ДП ПЗ**

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

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

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

Кп - коефіцієнт перерахування планової чисельності в облікову;

Кількість машиністів холодильної установки:

$$K_m = 1,06 * 2 * 0,8 * 1,13 = 2 \text{ робітника}$$

Кількість слюсарів-ремонтників холодильної установки:

$$K_m = 0,138 * 2 * 0,8 * 1,13 = 0,25 = 1 \text{ робітник}$$

#### 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:

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

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

Кр - кількість робітників, обслуговуючих холодильне обладнання, осіб

ГТС<sub>i</sub> - годинна тарифна ставка відповідного розряду, грн.

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

де ГТС<sub>мін</sub> – мінімальна годинна тарифна ставка, грн.;

ТК<sub>i</sub> - тарифний коефіцієнт відповідного розряду

Таблиця 5.5 Розрахунок заробітної плати робітників

Назва професії	Кількість робітників	Розряд	ГТС, грн	Ефективний фонд робочого часу, годин	Основна зарплата, грн.
Машиніст	2	VI	86,4	1848	319334,40
Слюсар-ремонтник	1	VI	86,4	1848	159667,20
Разом	3	-	-	-	479001,60

Додаткова заробітна плата складає 50 % від основної заробітної плати.

**MX 56 008 005 ДП ПЗ**

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ГОСТ 2.104-68 Форма 2а

Копировал

Формат А4

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

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

Таблиця 5.6 Заробітна плата виробничих робочих з нарахуваннями

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1.	Фонд основної заробітної плати	479001,60
2.	Фонд додаткової заробітної плати	239500,80
3.	Єдиний соціальний внесок	158 070,53
	Всього	876 572,93

### 5.3.5 Амортизація холодильного обладнання

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

$$V_a = V_{об} * N_a / 100\%, \text{ грн.} \quad (5.14)$$

$$V_a = 302\,400 * 5 / 100 + 1\,443\,708 * 20 / 100 = 303\,862 \text{ грн.}$$

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

$$V_{п.р} = 303\,862 * 0,1 = 30\,386 \text{ грн.}$$

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

$$V_{ін} = (70\,959 + 32\,861 + 55\,381,7 + 72\,020 + 7\,202) * 0,05 = 11\,921 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 Експлуатаційні (поточні) витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	56 337
2	Електроенергія силова	566 723
3	Зарплата виробничих робочих	876 573
4	Амортизація холодильного обладнання	303 862

**МХ 56 008 005 ДП ПЗ**

Лист

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

ГОСТ 2.104-68 Форма 2а

Копировал

Формат А4

5	Витрати на поточний ремонт	30 386
6	Інші поточні витрати	91 694
Всього		1 925 575

### 5.3.6 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

$$C_{1000} = V_p * 1000 / Q_{0\text{ст}} \quad (5.15)$$

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

$$C_{1000} = (1\,925\,575 * 1000) / (1,428 * 10^9) = 1,36 \text{ грн}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.8.

Таблиця 5.8 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Продуктивність холодильної установки	N	т/добу	14
2	Холодопродуктивність	N	кВт	54,8
3	Кількість компресорних агрегатів в зборі	п	шт	2
4	Кількість обслуговуючого персоналу холодильної установки	Кр	осіб	3
5	Капітальні вкладення	КВ	грн.	1 746 108
6	Експлуатаційні витрати	$V_p$	грн.	1 925 575
7	Собівартість 1000кДж холоду	$C_{1000}$	грн.	1,36

Підп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инд. № подл.	

<b>MX 56 008 005 ДП ПЗ</b>					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

## 6. ОХОРОНА ПРАЦІ.

### Вступ

Застосування штучного холоду значно розширилося і в даний час охоплює багато областей, починаючи з торгівлі, будівництва, транспорту до консервації живих органів, моделювання космічного простору та отримання надпровідності.

Одне з провідних місць в холодильній техніці займають малі холодильні машини, що отримали широке розповсюдження як у промисловому використанні, так і в побуті (холодильні камери, шафи, прилавки, вітрини, льодогенератори, кондиціонери, побутові холодильники та морозильники і т.д.).

Виробництво штучного холоду за допомогою холодильних машин називається машинним охолодженням. Воно отримало в промисловості найбільше поширення у зв'язку з низкою переваг: автоматична підтримка постійної температури зберігання в залежності від виду продуктів, раціональне використання корисної ємності для охолодження продуктів, зручність обслуговування, висока економічність і створення необхідних санітарно-гігієнічних умов зберігання продуктів.

Дипломним проектом розглядається розробка холодильної установки для зберігання напівфабрикатів при птахофабриці продуктивністю 14 т/добу. Тому у даному розділі дипломного проекту приведено аналіз необхідних умов для роботи виробничого персоналу і фактори, що діють на нього в процесі роботи, а також рекомендації до усунення або зменшення небезпечних і шкідливих виробничих чинників та приведені рекомендації по зменшенню пожежонебезпеки виробничих приміщень.

### 6.1 Аналіз умов та знарядь праці на підприємстві.

					<b>MX56.008 006 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

На холодильних установках до основних функцій обслуговуючого персоналу відноситься управління технологічним процесом, нагляд і контроль за роботою машин та приборів автоматики.

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

## **6.2 Розробка заходів з охорони праці**

Для нормальної життєдіяльності людини в умовах виробництва треба створити санітарні умови, які б дали змогу їй плідно працювати не перевтомлюючись та зберігати своє здоров'я.

### **6.2.1 Виробничі приміщення.**

При плануванні виробничих приміщень потрібно враховувати санітарну характеристику виробничих процесів, дотримуватися норм корисної площі та об'єму для працівників, а також норм площі ділянок для розташування обладнання та необхідної ширини проходів та прорізів, що забезпечують безпечну роботу та зручне обслуговування обладнання

Об'ємно-планувальні рішення будівель та приміщень для підприємства відповідають вимогам СНіП 2.09.02-85 « Производственные здания».

Допускається розміщення хладонових холодильних установок в виробничих приміщеннях сумісно з іншим технологічним обладнанням при умові, що в цих приміщеннях знаходиться персонал, який пройшов інструктаж по техніці безпеки на хладонових холодильних установках

Машинні відділення розміщують на будь-якому поверсі або в підвалах.

					<b>MX56.008 006 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Двері машинних відділень повинні виходити назовні або в коридори, відділені дверима від інших приміщень, і відкриватися в сторону виходу.

При монтажі холодильного устаткування і трубопроводів необхідно дотримуватись вимог ГОСТ 12.2.016-81 ССТБ «Оборудование компрессорное. Общие требования безопасности».

Для запобігання, поглинання і накопичення токсичних речовин і руйнування агресивними речовинами, внутрішні поверхні приміщень захищають глазурованими керамічними плитками, кислототривкими штукатурками, масляними фарбами і іншими покриттями, що легко піддаються очищенню

Підлоги машинних і апаратних відділень повинні бути рівними, неслизькими, без щілин і баюр, зручними для санітарного прибирання, виконані із вогнестійкого жиростійкого матеріалу, який не підлягає швидкому зносу. Технологічні заглиблення в підлозі приміщення повинні бути зачинені кришками, закріпленими на рівні підлоги. При виході із машинного відділення назовні повинна бути площадка зі сходинок.

Вхід сторонніх людей в машинне відділення не дозволяється. На вхідних дверях вивішується табличка «Компресорний цех. Стороннім вхід заборонено.». Для виклику машиніста встановлюється дзвінок. Поза приміщення біля входу в компресорний цех на стіні встановлюють кнопки аварійного відключення всього обладнання машинного відділення.

Одночасно з зупинкою компресорів, насосів і вентиляторів включається аварійна вентиляція від окремого джерела живлення. В холодильних камерах з температурою нижче 00С повинна бути організована система світлової і звукової сигналізації «Людина в камері». Вона встановлюється біля дверей камери на висоті не більше 50 см від полу і виводиться в компресорний цех на пульт управління або сигнальний щит.

					<b>MX56.008 006 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### **6.2.2 Мікроклімат**

Мікроклімат виробничих приміщень впливає на тепловий стан організму людини, його теплообмін з навколишнім середовищем.

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

температура - 18- 22-24 С;

відносна вологість – 40-60 %;

швидкість руху повітря – 0,1-0,2 м/с;

Для підтримки необхідної температури й вологості робоче приміщення оснащено системами опалення й вентиляції, що забезпечують постійне й рівномірне нагрівання, циркуляцію, а також очищення повітря від пилу й шкідливих речовин. Дипломним проектом передбачено установа в машинному відділенню примусової припливної і витяжної механічної вентиляції з кратністю повітрообміну в годину, не менше 3 для притоку і 4 для витоку повітря. Витяжна вентиляція одночасно є аварійною. Вимоги до параметрів мікроклімату в цілому виконані.

### **6.2.3 Виробниче освітлення**

Проектом передбачено використання в виробничих приміщеннях холодильників змішаного освітлення, тобто сполучення природного і штучного освітлення.

Припустимий рівень шуму – 80 Дцб, рівень вібрації – 92 Гц. Зони, де рівень шуму вищий 80 Дцб позначені знаками небезпеки.

### **6.2.4 Техніка безпеки.**

Безпечні умови праці на підприємстві досягаються за рахунок забезпечення безпеки виробничих процесів, які обґрунтовані і прийняті в технологічній частині дипломного проекту.

					<b>MX56.008 006 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

При експлуатації холодильних установок необхідно керуватися НАОП 2.2.00-1.10-88 «Правила будови і безпечної експлуатації фреонових холодильних установок».

Виробництво штучного холоду за допомогою холодильних машин називається машинним охолодженням. Воно отримало в торгівлі найбільше поширення у зв'язку з низкою переваг: автоматична підтримка постійної температури зберігання в залежності від виду продуктів, раціональне використання корисної ємності для охолодження продуктів, зручність обслуговування, висока економічність і створення необхідних санітарно-гігієнічних умов зберігання продуктів.

Компресор (від лат. compression — стиснення) - це машина для отримання стисненого повітря, що є енергетичним джерелом для приведення в дію багатьох технологічних процесів, пневматичних інструментів та механізації інших механізації інших трудомістких видів робіт.

Компресори є основним типом машин для створення високого тиску (до 2000 кг/ см<sup>2</sup>). Вони бувають стаціонарними і пересувними.

Вимоги, до безпечної експлуатації компресорних установок, визначені Правилами влаштування і безпечної експлуатації стаціонарних установок повітропроводів і газопроводів.

Контроль і регулювання величини тиску стисненого повітря у компресорі здійснюється запобіжними клапанами, які встановлюються на всіх ступенях стиснення і автоматичним регулятором тиску, який при перевищенні допустимого тиску переводить компресор на холостий хід.

Запобіжні клапани автоматично знижують тиск до нормального і випускають надлишок повітря в атмосферу. Тиск повітря (при робочому від 3 до 60 атм.) регулюється так, щоб не перевищувати робочий понад 15 %. Запобіжні клапани перевіряються під тиском один раз на місяць. Один раз на 6 місяців випробовуються всі манометри контрольним манометром, який у свою чергу перевіряється один раз на рік.

					<b>MX56.008 006 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Холодильні установки оглядаються і випробовуються 1 раз на 3 роки під тиском азоту або діоксиду вуглецю, оскільки потрапляння води в систему може призвести до її псування. Гідравлічне випробування трубопроводів на міцність і щільність швів та з'єднань проводиться пробним тиском, який дорівнює 1,25 робочого тиску.

Перед початком роботи необхідно перевірити стан і надійність кріплення арматури, захисного заземлення, контрольно-вимірювальних і сигнальних приладів, а також наявність і справність пломб на запобіжних клапанах, манометрах та іншій апаратурі, яка має бути опломбованою.

Кожний запобіжний клапан компресорної установки має бути відрегульований і опломбований, мати пристрій для його примусового відкриття під час роботи, натяжні гайки пружинних запобіжних клапанів також мають бути опломбованими. Вантаж важільних запобіжних клапанів після регулювання закріплюють, закривають металевими кожухами і опломбовують. Після регулювання запобіжних клапанів необхідно скласти відповідний акт.

Відносна вологість повітря, що засмоктується у компресор, не може перевищувати 60 %. До подачі повітря у циліндри компресора, його необхідно очистити від пилу, бризок масла, водяної пари і інших забруднень. Потрапляння забрудненого повітря у компресор веде до тертя, що утворює заряд статичного струму. Довжина іскри при цьому може досягати 20 мм. Захистом від статичного струму передбачено влаштування заземлення.

До індивідуальних засобів захисту на хладонових холодильних установках відносять апарати стисненого повітря типу АСП або ізолюючі шлангові протигази типу ПШ. Рядом з установкою в закленій шафі зберігають не менше двох пар гумових перчаток, захисні очки і рукавиці.

В компресорному цеху повинна бути аптечка з необхідним набором медикаментів і засоби для надання долікарської допомоги.

					<b>MX56.008 006 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Перед входом в машинне відділення хладонової установки включають вентиляцію. При значному витокі хладона і роботі в загазованому приміщенні вентиляція повинна працювати постійно.

### **6.2.5 Холодоагент**

В основу машинного охолодження покладено властивість деяких речовин кипіти при низькій температурі, поглинаючи при цьому велику кількість теплоти з навколишнього середовища. Такі речовини називають холодильними агентами. Робочою речовиною даної холодильної установки є фреон. По своїм токсичним властивостям відноситься до найменш небезпечних хладагентів. Слід відмітити, що при нагрівання фреони можуть розкладатися зі створенням ядовитих речовин, а інколи самі фреони можуть вмішувати ядовиті домішки

Фреон R404A – безбарвний нетоксичний газ. Відноситься до категорії озонозберігаючої речовини. Проте у разі порушення герметичності системи і попаданні в неї повітря можуть утворюватися горючі суміші. Не можна змішувати фреон R404A з іншими робочими речовинами.

Головне завдання фреону - забезпечити стабільну роботу холодильника і тривале зберігання продуктів. Без цього газу агрегат фактично не зміг би виконувати свої основні функції і став би абсолютно марним. Важливо розуміти, що не існує холодильників, які просто охолоджують повітря в камері, це неможливо - сучасні установки працюють за рахунок того, що холодоагент просто забирає у продуктів і відділень агрегату зайве тепло, а потім віддає його в навколишнє середовище.

					<b>MX56.008 006 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 6.2.6 Вимоги обслуговування компресорних установок

Усім робітникам, що обслуговують компресорні установки, видається інструкція з безпечної їх експлуатації. До обслуговування компресорних установок допускаються особи не молодші 18 років, які мають посвідчення на право їх експлуатації, відповідний стан здоров'я та знання з питань промислової і пожежної безпеки.

Перед початком роботи машиніст зобов'язаний впевнитись у справності установки, перевірити систему змащування, охолодження і здійснити пуск відповідно до Інструкції.

Перед пуском компресора у роботу необхідно встановити продувальні крани холодильника і повітрязбірника, а також роздавальний вентиль у положення "Відкрито". Включивши двигун перевірити роботу компресора на холостому ходу, закрити спочатку роздавальний вентиль, а потім продувні крани. Після цього за допомогою роздавального вентиля або продувних кранів відрегулювати робочий тиск повітря у повітрязбірнику (ресивері).

При роботі компресорних установок обслуговуючий персонал веде щозмінний запис про витрату компресорного масла. Витрата масла для змащування циліндрів і сальників контролюється кожену зміну. Вона не має перевищувати величину, вказану у заводській інструкції

## 6.4 Пожежна безпека.

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

					<b>MX56.008 006 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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.

					<b>MX56.008 006 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 7. ПЕРЕЛІК 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., Игнатьев 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 фреону.

					<b>MX56.008 007 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

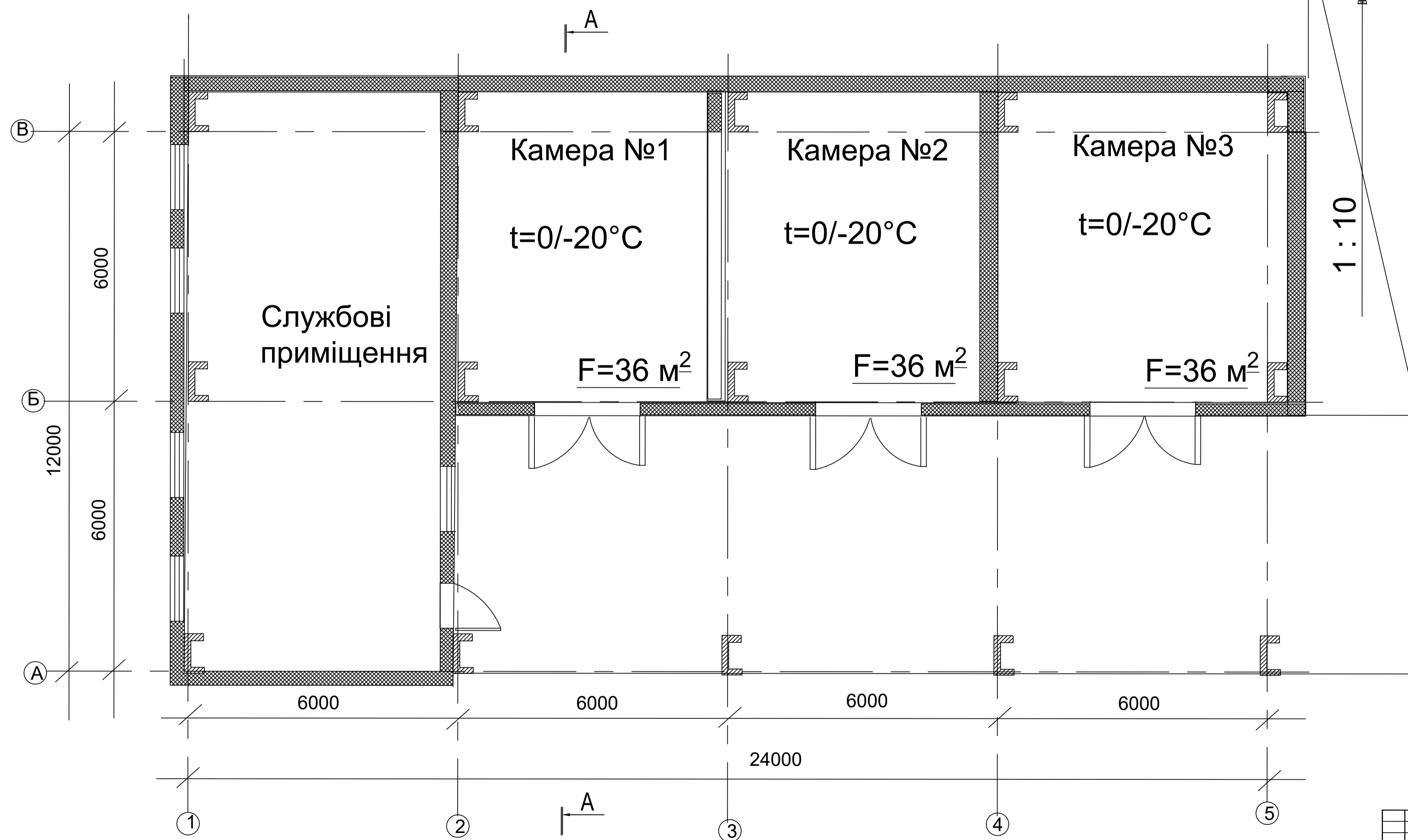
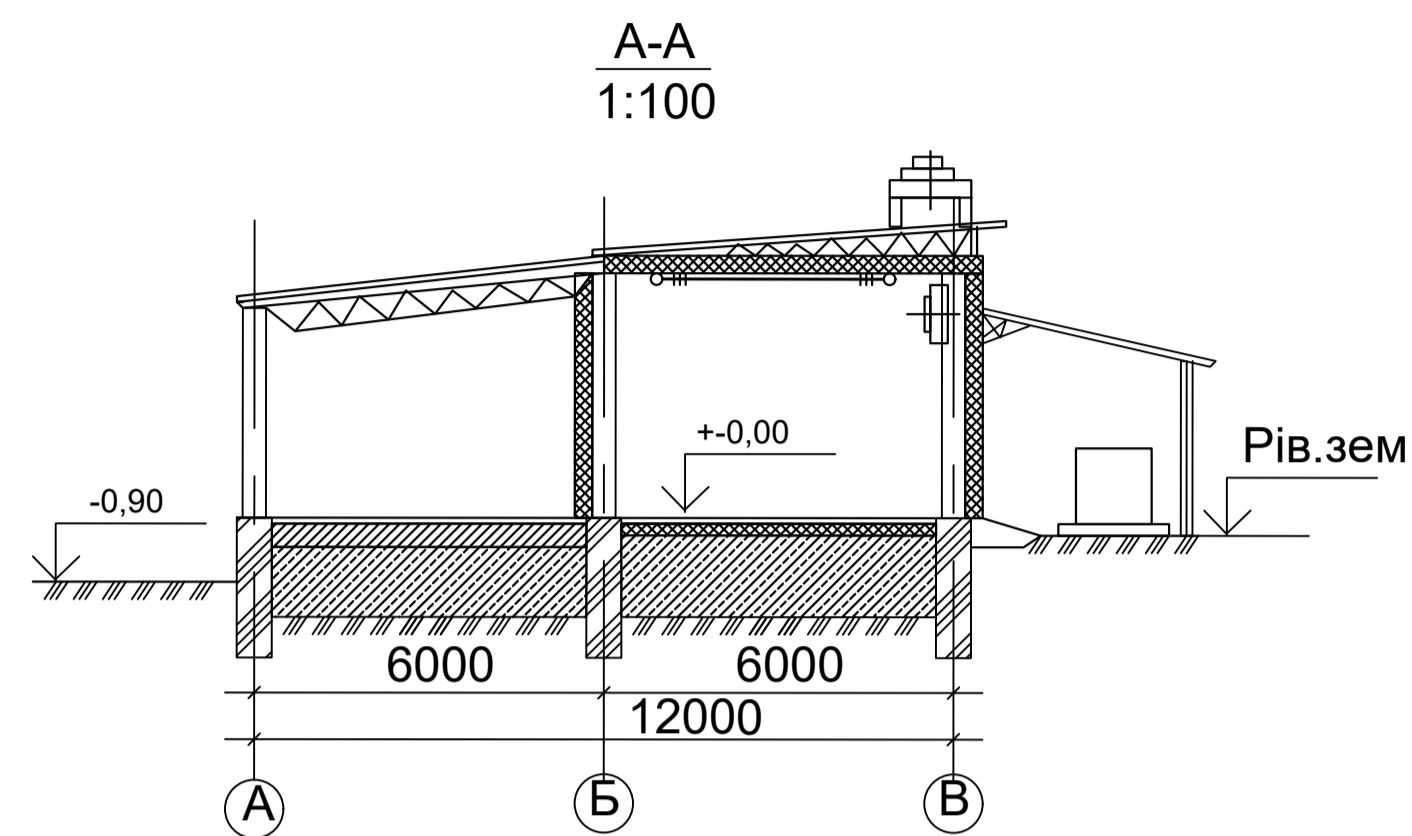
## 7.2 З Економічної частини:

1. Золоторьов А. Рациональне використання оборотних засобів у промисловості.
2. Закон України. 2001.-№7 Економіка України “Про оплату праці”.
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.

					<b>MX56.008 007 ДП ПЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

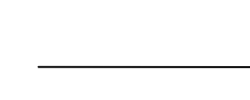
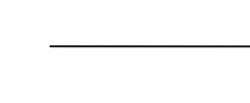


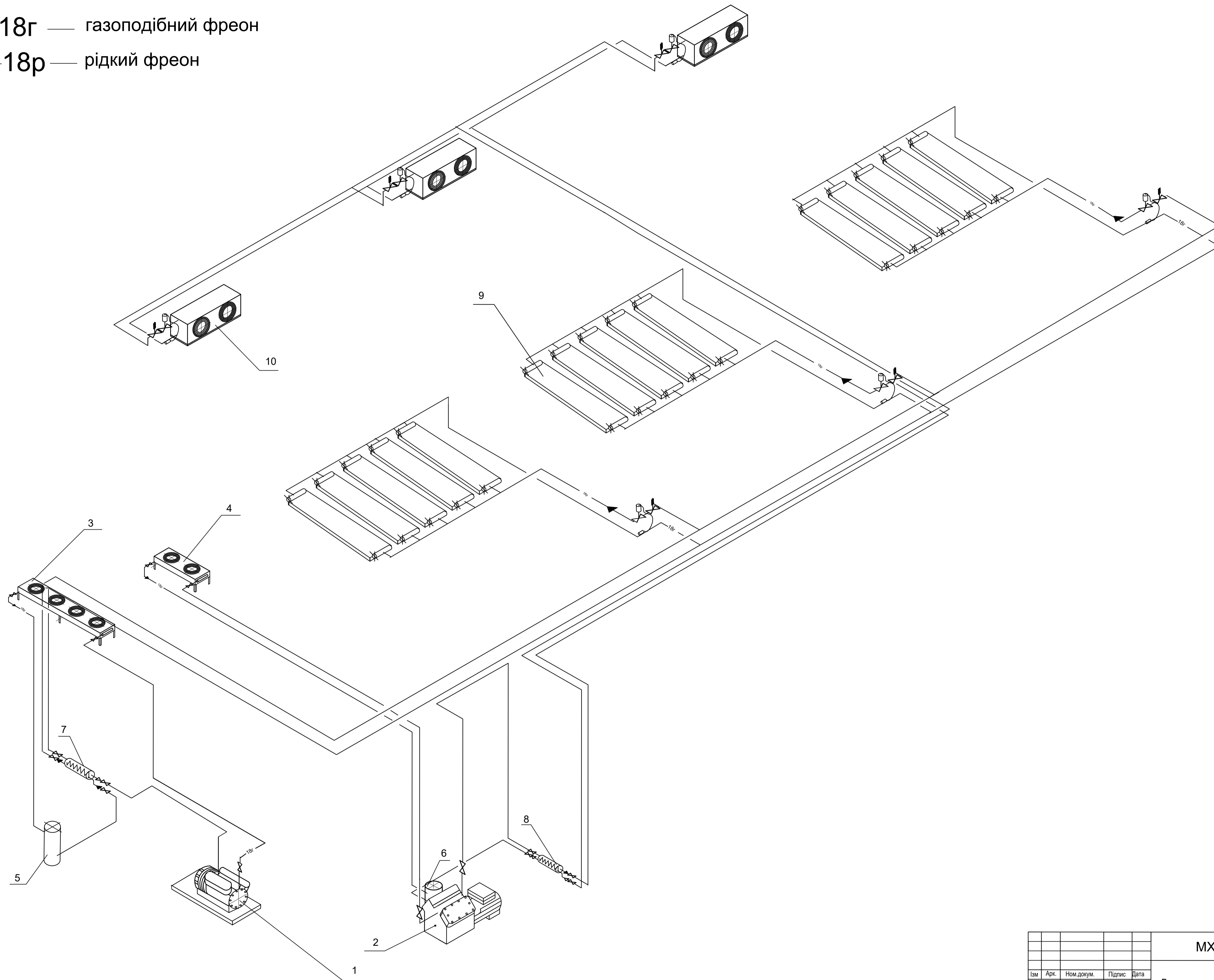
MX56.0080001.ДПБК



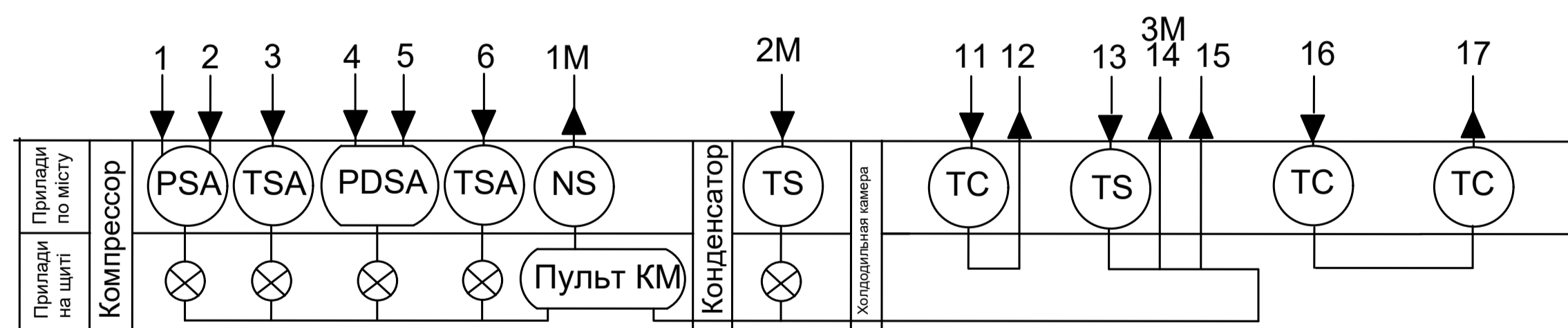
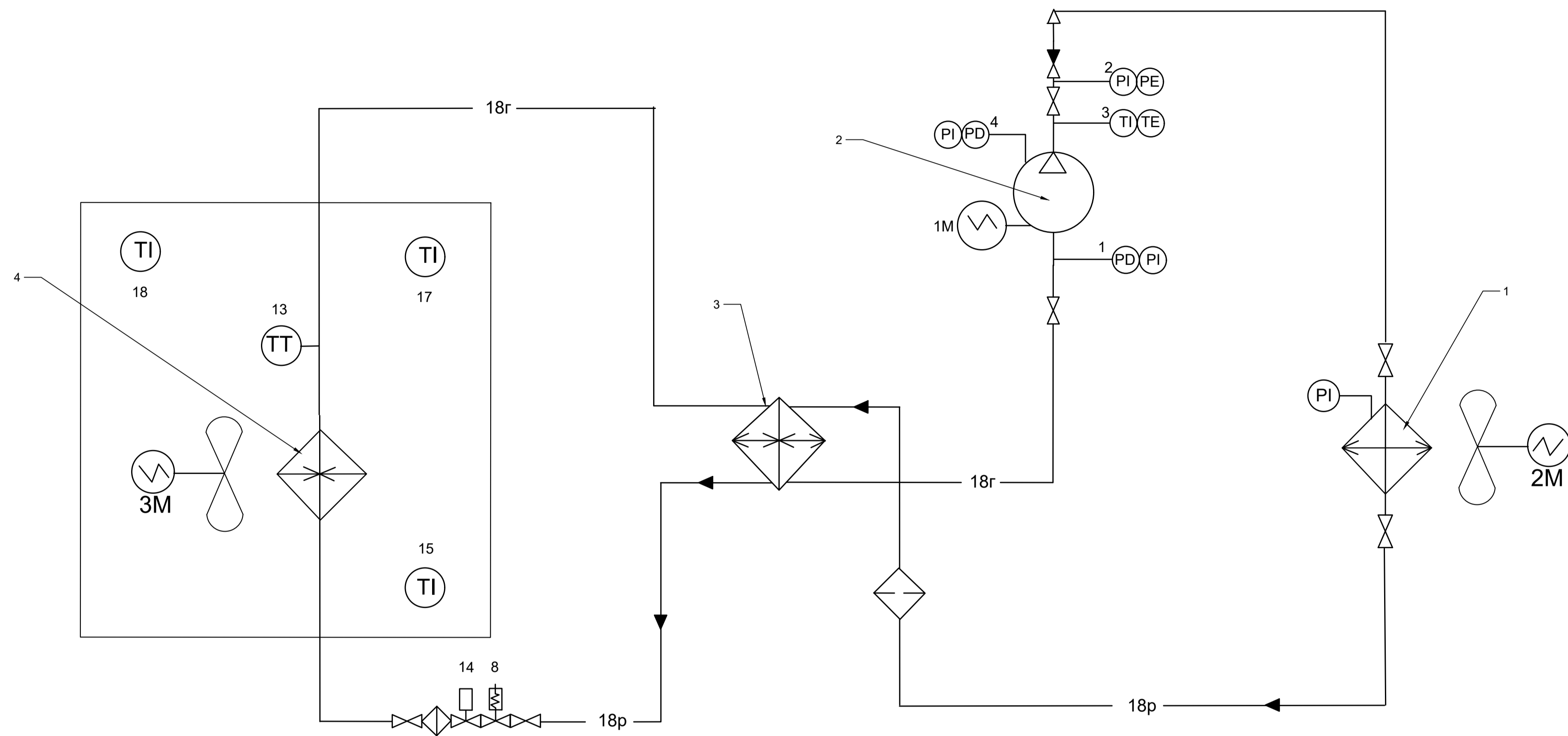
MX56.008 000 01.ДП БК						Стадія	Маса	Масштаб
Ізм.	Кільк.	Архив	Док.	Підпис	Дата	План та розріз будівлі холодильника		1:50
Розробив	Дзюбін					Аркуш 1	Аркуш 3	
Перевірив	Горба							
Консульт.	Волянська							
Н.контр.	Волянська					ВСП ОТК ОНАХТ		
Завт.	Беріань					пр. 4МХ-56		

формат А1

 18г — газоподібний фреон  
 18р — рідкий фреон



					<b>MX56.008 000 02.ДП С7</b>			
Ізм.	Арх.	Ном.докум.	Підпис	Дата	Розводка трубопроводів	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив	Дзюбич					Аркуш 2	Аркуш 3	
Перевірив	Торба					ВСП ОТФК ОНАХТ гр. 4МХ-56		
Н.контр.	Волянська							формат А1
Затв.	Беркань							



MX56.008 000 03.ДП С7					Літ	Маса	Масштаб
Ізм.	Арк.	Ном. докум.	Підпис	Дата	Схема автоматизації		
Розробив	Давид						
Перевірив	Торба				Аркуш 3	Аркуш 4	
Н. контр.	Волянська				ВСП ОТФХ ОНАХТ		
Затв.	Бердань				гр. АМХ-56		

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

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування

ОП «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин і установок»

Гр. 4МХ-56

Розробка холодильної установки для камер  
зберігання напівфабрикатів при  
птахофабриці продуктивністю 14 тон  
виробів на добу,  
Київська обл.

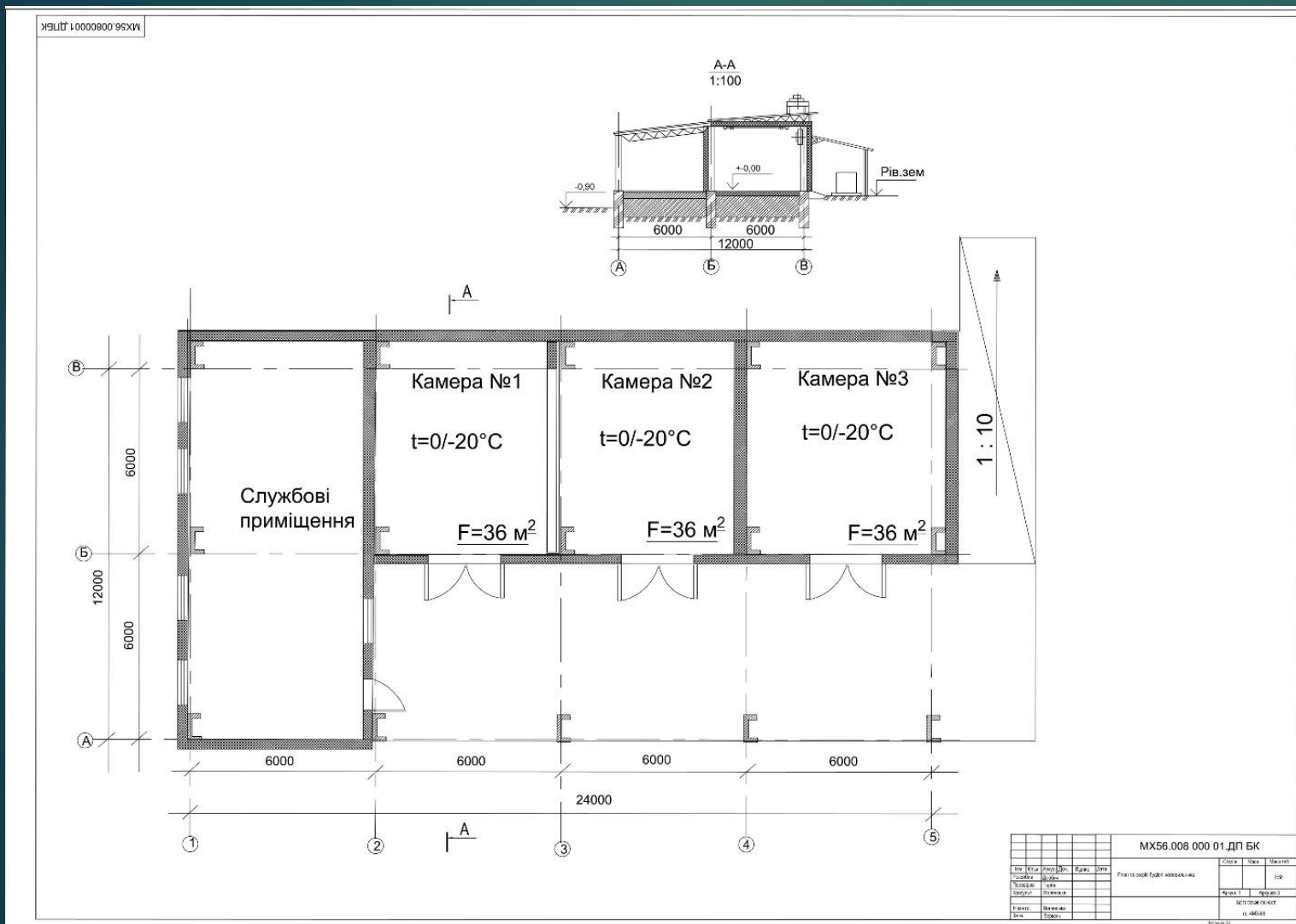
РОЗРОБИВ: ДЕНИС ДЗЮБИЧ

КЕРІВНИК ПРОЕКТУ : СВІТЛАНА ТОРБА

# Призначення об'єкту завдання

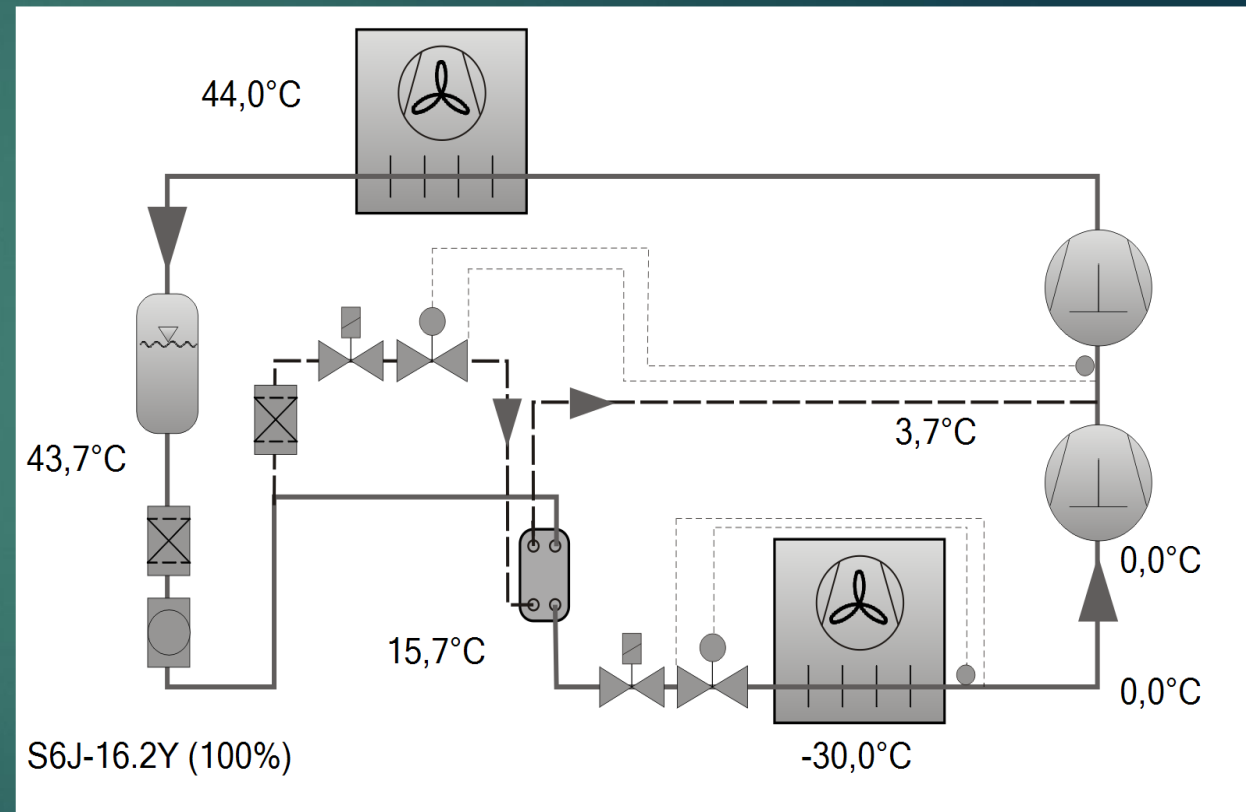
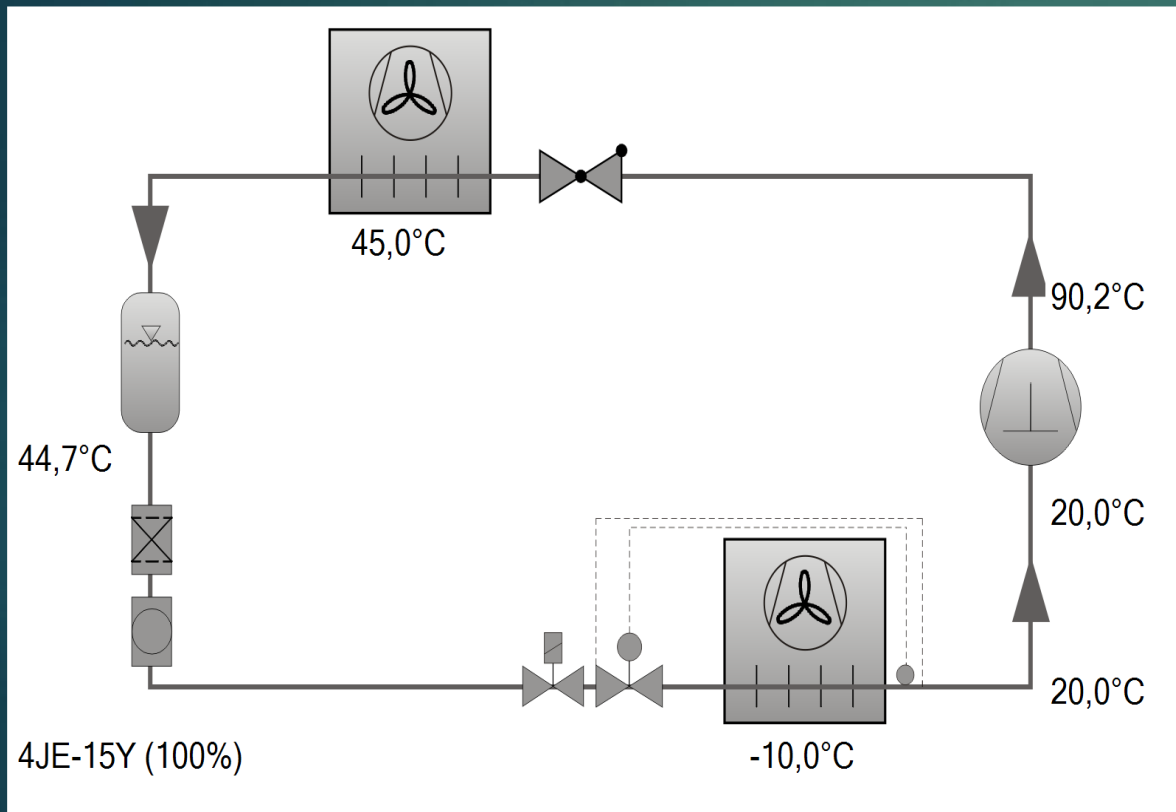
- ▶ Холодильник створюється в межах розширення номенклатури підприємства, тобто є не частиною діючого комплексу, а окремим холодильним об'єктом, що розташовується поблизу від технологічної лінії і зібраний з панелей типу сандвіч. Напівфабрикати можуть бути як у охолодженому, так і замороженому вигляді, тому було прийнято рішення про проектування холодильника з універсальних камер, в якому можуть підтримуватися температури 0 та -20 градусів. Було прийнято, що у холодильних камерах має зберігатися не більш як п'ятиденна продуктивність підприємства.

# План та розріз будівлі холодильника



Запроектовано три камери розміром 6\*6 метрів, які зібрані на металевому швелерному каркасі. Планування холодильника безкоридорне, тобто двері камер виходять безпосередньо на вантажну платформу. Переміщення вантажів від технологічного цеху чи лінії до місця зберігання відбувається транспортом основного підприємства, тому передбачено пандус для заїзду автовантажників. Для захисту фронту вантажних робіт та дверей камер від прямих сонячних промінів, вантажну платформу виконано критою із використанням зварних металевих ферм.

# Схеми одно- та двоступінчатої ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

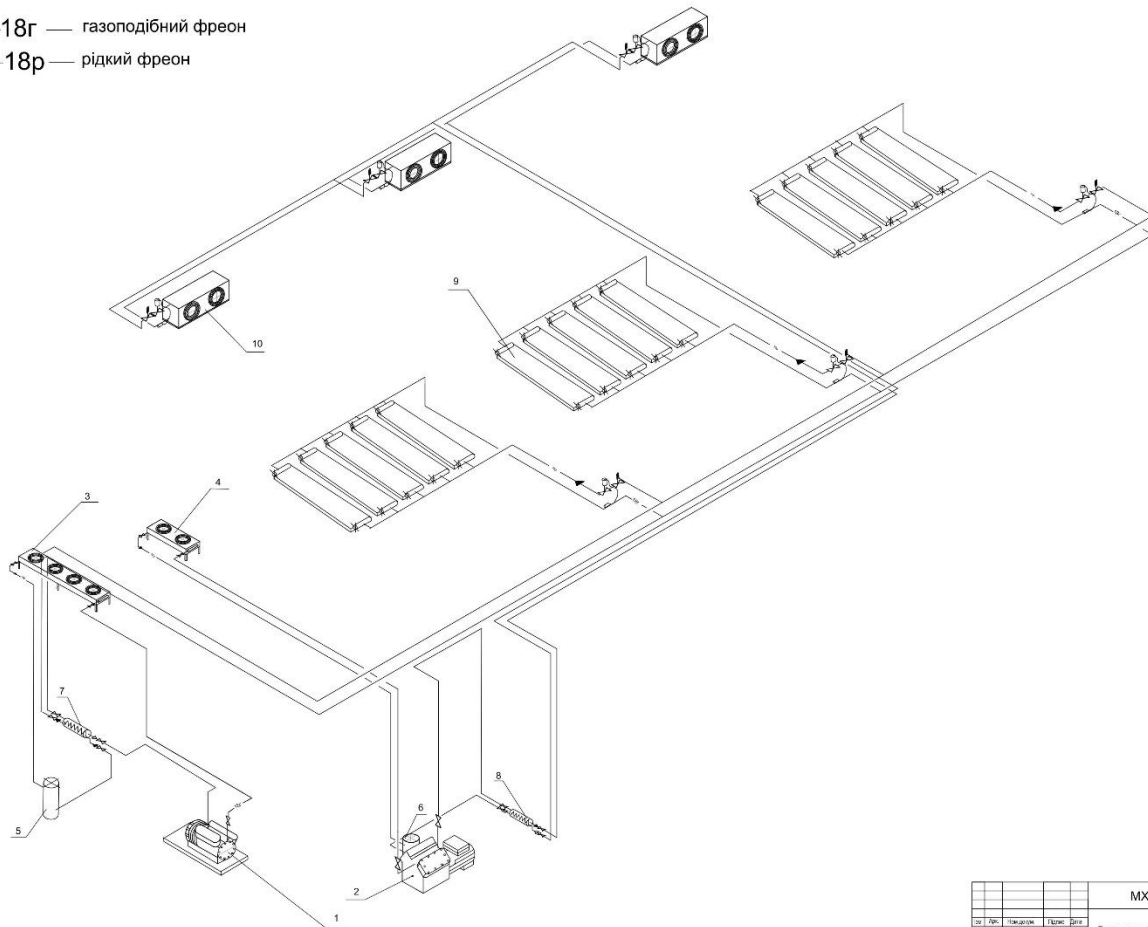


► Холодильний агент R404A

# Розводка трубопроводів

MX56.0080002.DP.C7

- ▷ 18г — газоподібний фреон
- ▶ 18р — рідкий фреон



MX56.008 000 02 ДП С7			
№	Позначення	Підрозд.	Метр
1	Компресор		
2	Конденсатор		
3	Конденсатор		
4	Конденсатор		
5	Евaporатор		
6	Евaporатор		
7	Евaporатор		
8	Евaporатор		
9	Конденсатор		
10	Конденсатор		

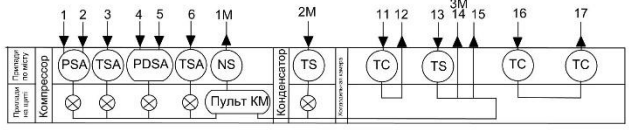
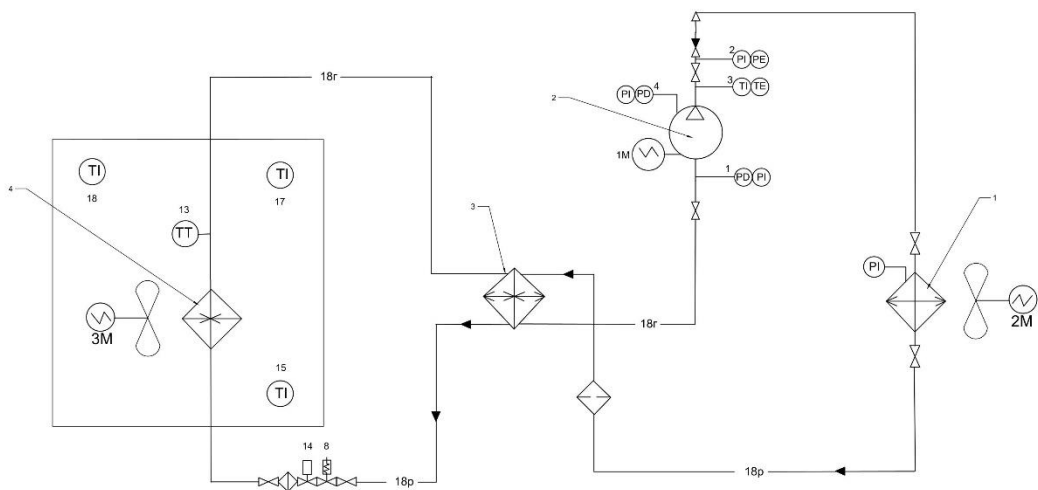
Чотирьохциліндровий безсальникових одноступінчатий компресор фірми Bitzer та шостициліндровий двоступінчатий компресор, розташовані безпосередньо біля камер, на даху яких розташовані два повітряних конденсатора фірми Guntner.

Той самий виробник був обраний для обладнання камер. У кожній холодильній камері встановлений повітроохолоджувач, який створює рівномірне температурне поле в об'ємі камери при зберіганні охолоджених напівфабрикатів. Для зберіганні напівфабрикатів у замороженому вигляді передбачені батареї.

Схема регенеративна. Для регенерації теплоти використані теплообмінники типу «труба в трубі» фірми Douset Industries.

# Схема автоматизації холодильної машини

За допомогою приладів фірми Danfoss систему захищено від неприпустимо високих та неприпустимо низьких тисків та температур всмоктування та нагнітання. Подача холодильного агенту у камерні прилади охолодження відбувається позиційно за допомогою соленоїдного вентиля та плавно за допомогою терморегулюючого вентиля. Чуттєвий елемент (термобалон) TRV розташовується на виході з камерних приладів охолодження і реагує на величину перегріву пари. Поточне регулювання також здійснюється вмиканням та вимиканням вентиляторів конденсаторів та повітроохолоджувачів. Функція захисту реалізована вимиканням компресору та перекриттям подачі хладагенту у випарну систему.



МХ56.008 000 03 ДП С7			
№	№	№	№
№	№	№	№
Схема автоматизації			
№		№	
№		№	
МХ56.008 000 03 ДП С7			
© 2008 ДС			

# ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Продуктивність холодильної установки	N	т/добу	14
2	Холодопродуктивність	N	кВт	54,8
3	Кількість компресорних агрегатів в зборі	п	шт	2
4	Кількість обслуговуючого персоналу холодильної установки	Кр	осіб	3
5	Капітальні вкладення	КВ	грн.	1 746 108
6	Експлуатаційні витрати	Вр	грн.	1 925 575
7	Собівартість 1000кДж холоду	C <sub>1000</sub>	грн.	1,36

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

Ім'я користувача:  
Катерина Григоріївна Краснокутська

ID перевірки:  
1016377411

Дата перевірки:  
20.06.2024 10:03:50 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
20.06.2024 10:06:02 EEST

ID користувача:  
100011688

Назва документа: 4МХ-56\_ДЗЮБИЧ

Кількість сторінок: 51 Кількість слів: 6864 Кількість символів: 44323 Розмір файлу: 3.67 MB ID файлу: 1016185860

## 15.9% Схожість

Найбільша схожість: 4.75% з Інтернет-джерелом (<https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6d1f8ccc-405...>)

15.9% Джерела з Інтернету 464

Сторінка 53

Не знайдено джерел з Електронних бібліотек

## 0% Цитат

Вилучення цитат вимкнено

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнено

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Модифікації

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

Замінені символи 359

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

**В І Д Г У К**

керівника про дипломний проект здобувача освіти

Дзюбича Дениса Ігоровича

**Спеціальність**

№ 142 «Енергетичне машинобудування»

**ОПП**

«Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок»

**Тема:** «Розробка холодильної установки для камер зберігання напівфабрикатів при птахофабриці продуктивністю 14 тон виробів на добу, Київська обл. ».

**ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)**

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

Дипломний проект Дзюбича Д.І. виконано згідно завдання і складається з пояснювальної записки на 109 сторінках і графічного матеріалу на 3 аркушах, формату А-1. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Самостійність роботи над проектом (роботою)

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

в) Теоретична підготовка дипломника

Теоретична підготовка студента Дзюбич Д.І. - добра.

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

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

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

Дзюбич Д.І. отримав ОПС «Фаховий молодший бакалавр» з енергетики, заслуговує присвоєння кваліфікації – фахівець з холодильно-компресорних машин і установок.

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

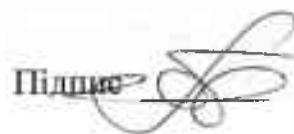
Прізвище, ім'я, по батькові керівника \_\_\_\_\_ Торба С.Г.

Місце роботи і посада керівника проекту

викладач циклової комісії спеціалістів холодительного циклу

«16» 06 2024 р.

Підпис



**ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»**

**РЕЦЕНЗІЯ**

на дипломний проект (роботу) студента

Дзюбича Дениса Ігоровича

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

**Тема:**            «Розробка холодильної установки для камер зберігання напівфабрикатів  
при птахофабриці продуктивністю 14 тон виробів на добу, Київська обл. .».

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки                    109                    сторінки

Обсяг графічної частини проекту    3                    аркуші

**ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ**

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

Дипломний проект Дзюбич Д.І., виконаний згідно завданню і складається з  
пояснювальної записки на 85 сторінках і графічного матеріалу на 3 аркушах.  
Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

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

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

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

Якість виконання пояснювальної записки і графічної частина добра

г) Перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

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

д) Основні недоліки дипломного проекту (роботи)

1. Не показана конструкція будівельних конструкцій у розділі 3 пояснювальної записки.
2. На графічному аркуші №1 «План та розріз будівлі» не показані будівельні шар конструкцій камери.

Оцінка розрахункової частини

5 (відм)

Оцінка графічної частини

5 (відм)

Загальна оцінка

5 (відм)

Прізвище, ім'я, по батькові:

Чушак Юрій Федоров

Місце роботи і посада рецензента:

АТ «ДПЗ», м.ч. цеха експлуатації апарату

«18» 06 2024 р.

Підпис

Чушак

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

Ми, що нижче підписалися,

*Дзюбич Денис Ігорович,*  
здобувач освіти гр. 4МХ-56, та

*Торба Світлана Григорівна,*  
керівник дипломного проекту,


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

***«Розробка холодильної установки для камер зберігання напівфабрикатів при птахофабриці продуктивністю 14 тон виробів на добу, Київська обл.» (автор роботи – Дзюбич Д.І., керівник роботи – Торба С.Г.)***

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2024 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

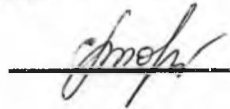
Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець



/ Дзюбич Д.І. /

Керівник



/ Торба С.Г. /

«10» червня 2024 р.