

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

Спеціальність 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: 4 МХ - 55

# Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення

МХ55.013 000 ДП

**КУЗНЄЦОВА  
ВЛАДИСЛАВА  
ОЛЕКСАНДРОВИЧА**

м. Одеса  
2023

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

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

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
МХ 55. 013. 000 ДП**

До дипломного проекту на тему:

**Проект камери охолодження м'яса в напівтушах продуктивністю 3  
т. на добу для фермерського господарства, м. Ужгород**

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

Дипломник \_\_\_\_\_ (Кузнєцов В.О.)

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

**Консультанти:**

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

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

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

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

До захисту допущено  
Голова циклової комісії \_\_\_\_\_ (Беркань Ір.В.)

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

Захист “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р. Протокол ЕК № \_\_\_\_\_  
Оцінка ЕК \_\_\_\_\_

Секретар ЕК \_\_\_\_\_ Куриленко В.О.

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

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

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

**ЗАВДАННЯ**

**до дипломного проектування**

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

Тема дипломного проекту: Проект камери охолодження м'яса в напівтушах продуктивністю 3 т. на добу для фермерського господарства, м. Ужгород

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

Вихідні данні для проекту: температура літня 31°C  
відносна вологість повітря літня 58 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

**Пояснювальна записка**

Вступ

**1. Загальна частина**

- 1.1 Вихідні дані
- 1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

**2. Технологічна частина**

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

**3. Розрахунково- конструкторська частина**

- 3.1 Розрахункові дані
- 3.2 Розрахунок будівельних площ
- 3.3 Вимоги до планування холодильника
- 3.4 Планування холодильника.
- 3.5 Розрахунок ізоляційного шару огорожень
- 3.6 Тепловий розрахунок
- 3.7 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер
- 3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки
- 3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок
- 3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресора
- 3.11 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора
- 3.12 Розрахунок та вибір обладнання камер
- 3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування
- 3.14 Розрахунок та відбір градирні

#### 4. Організаційна частина

4.1 Організація монтажу, експлуатація, ремонту та холодильного обладнання

4.2 Автоматизація холодильної установки

#### 5 Економічна частина

#### 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

#### 7. Перелік використаних джерел

### Графічна частина

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

Аркуш 2 Розводка трубопроводів

Аркуш 3 Схема автоматизації холодильної установки

### Графік виконання проекту

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

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 2 від “13” вересня 2022

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

Попередній захист проведено, зауваження враховано

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





**Вступ****1 Загальна частина**

1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкту завдання

1.2 Вихідні дані

1.3 Техніко-економічне обґрунтування

**2 Технологічна частина**

2.1 Характеристики швидкопсувних продуктів

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму

**3 Розрахунково-конструкторська частина**

3.1 Розрахункові дані

3.2 Розрахунок будівельних площ

3.3 Вимоги до планувань

3.4 Планування холодильника

3.5 Розрахунок ізоляції

3.6 Тепловий розрахунок

3.7 Визначення навантаження на обладнання

3.8 Вибір температурного режиму роботи холодильної машини

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

Попл. и дата						Попл. и дата			
Взам. инв. №						Инв. № дубл.			
Попл. и дата						Инв. № подл.			
<b>MX55.013.000 ДППЗ</b>									
		Ли	Изм.	№ докум.	Підп.	Дата			
		Розроб.		Кузнєцов			Лит		
		Перевір.		Торба С.Г.			Арк		
		Н. контр.		Валянська			Аркушів		
		Затв.		Беркань					
							ВСП «ОТФК ОНТУ» гр.4МХ-55		
							Проект камери охолодження м'яса в напівтушах продуктивністю 3 т. на добу для фермерського господарства м. Ужгород		

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

**4 Організаційна частина**

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

**5 Економічна частина проекту**

**6 Охорона праці**

**7 Перелік використаних джерел**

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

Ли	Ізм.	№ докум.	Підп.	Дат

**MX55.013.000 ДППЗ**

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

Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дат

XXX-XXX-XXXX

## Вступ.



Темою проекту передбачається проектування камери охолодження м'яса у напівтушах, продуктивністю 3 т/добу у м. Ужгороді.

Ужгород – обласний центр на західному кордоні України, безпосередньо на кордоні із Словаччиною. Багаті традиції малого бізнесу цього привітного невеликого містечка відомі ще з часів Австро-Угорської імперії. Саме тому невелика продуктивність запроектованої камери як найбільше підходить саме для цього регіону.

Тваринництво на Прикарпатті та на Закарпатті розвинені із давніх часів і будь-які, традиційні чи новітні, технології потребують найскорішого охолодження м'яса після забою сільгосптварини.



Охолодження м'яса у напівтушах передбачає його розташування на підвішених шляхах. Це один з найефективніших способів, оскільки основна доля шкідливої флори, що знаходиться у внутрішніх органах – видалена. Але при

цьому цілісність тканин майже не порушена і м'ясо зберігає в собі всі корисні та поживні речовини. Далі, за допомогою швидкого зниження температури, ми намагаємося сповільнити дію залишкової мікрофлори та максимально підвищити час зберігання м'яса без кристалізації харчових рідин у м'язових тканинах, адже заморожування змінює не тільки процеси життєдіяльності мікроорганізмів, а й харчову цінність, смакові властивості м'яса. Саме тому актуальність цієї розробки не викликає сумніву.

Середня вага дійної корови близько 500 кг, бика – 700-800 кг, вага м'ясної худоби – близько 100-200 кг. Таким чином, 3 тони на добу є

					MX55.013.000 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нормальною продуктивністю середнього тваринницького фермерського господарства у цьому регіоні. Близькість кордону дає можливість для міжнародного співробітництва, адже за рахунок нижчої, ніж у Європі, оплати труда, ціна за кілограм якісної яловичини, наприклад, в Україні все ще нижче, ніж у Словаччині, хоча у обох країнах це є чи не найдорожче м'ясо.

В Ужгороді безліч закладів громадського харчування, де основою є м'ясні страви і попит на них не залежить від сезону, адже туристичні принади Закарпаття – цілорічні.

Цей проект розкриває термодинамічні, технічні та економічні аспекти для створення відповідного бізнес-плану по створенню такого підприємства.

					<b>MX55.013.000 ДППЗ</b>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 1.ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.

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

Провідні виробники холодильного обладнання стверджують, що м'ясо – дуже специфічний продукт, до зберігання якого треба ставитися вкрай відповідально, адже йому достатнього всього декілька годин пролежати під високою температурою і його вже не можна вживати в якості їжі.

Крім того, м'ясо – це один із найбільш необхідних продуктів на полицях супермаркетів та магазинів українців. Більшість населення України вживає м'ясо кожного дня не дивлячись на ціни, які постійно ростуть. Саме тому займатися зберіганням та реалізацією вкрай вигідно – це дуже рентабельний бізнес, який може принести величезні прибутки тим, хто ризикне придбати сучасне холодильне обладнання.

Оскільки м'ясо дуже швидко псується, його необхідно дуже швидко перевезти в камери схову після оброблення туші тієї ж свині чи звичайної курки.

Всі камери для зберігання м'яса слід розділяти на два типи:

- камери для охолодження м'яса після забою тварин;
- камери для шокової заморозки та довгострокового зберігання м'яса.

На м'ясокомбінатах використовують і ті, і інші види холодильних камер. Перші камери використовують просто для охолодження м'ясного продукту не з ціллю його довгострокового зберігання. Такі камери зберігають м'ясо до того періоду, поки його не почнуть реалізовувати або поки не відправлять до камер для довгострокового зберігання.

Температура в камерах після забою не повинна опускатися нижче нуля, так як при мінусових температурах структура м'яса руйнується та після розморозки воно втратить презентабельний вигляд та смакові якості.

Для створення камери використані будівельні панель типу «сендвіч». Збірна камера встановлюється безпосередньо у технологічному приміщенні. Це може бути навіть цех забою худоби, що значно пришвидшує потрапляння до першої ланки безперервного холодильного ланцюга від моменту виробництва до моменту споживання. Ця концепція використовується з того моменту, як штучний холод розпочали використовувати у харчовій промисловості.

					MX55.013.001 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки камера знаходиться у технологічному приміщенні, проблема підготовки будівельного майданчика вирішена – камера збирається на підлозі технологічного цеху. Окрім того, стабілізується температура навколишнього середовища для камери, оскільки навколишнім середовищем є повітря технологічного цеху, а вона приблизно стабільна завдяки технологічному кондиціюванню і вентиляції за нормами для приміщень підприємств м'ясопереробної промисловості.

					<b>MX55.013.001 ДППЗ</b>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 1.2 Вихідні дані.

Для розрахунків приймається, що температура у технологічному цеху, де змонтована камера, стабілізована на рівні 18...22 °С. Температура в камері -3°С. Об'єм проекту передбачає створення Загальної частини проекту, Технологічної частини, Розрахункової, організаційної, Економічної частини та частини Охорони праці. Всі розділи мають розкривати особливості об'єкту проектування.

Обладнання, підібране за результатами розрахунків має відповідати всім міжнародним стандартам з врахуванням спрямованості нашої країни на поєднання до європейських цінностей і стандартів.

Для розрахунків режиму теплообміну в конденсаторі приймається температура навколишнього середовища по даним довідника «Будівельна кліматологія» для літнього періоду у місті Ужгород:

- Температура 31°С
- Відносна вологість 58%

					MX55.013.001 ДППЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту.



Панелі типу «сендвіч», з яких збирається камера являють собою два металевих листа із пінополістиролом між ними. Перевагою такого рішення є можливість створення камери будь-якого об'єму і конфігурації, незалежності від розмірів стандартних будівельних конструкцій.

Стандартна висота підвішування рейок 3,35 м, отже висоту камери можна прийняти із врахуванням необхідного запасу 3,6 м. У якості системи охолодження прийнята фреонова холодильна регенеративна холодильна машина на фреоні R410A. Система охолодження камери повітряна, що дає можливість скорочення виходу камери на режим. Приймається час виходу на режим 16 годин.

За час повного циклу при температурі повітря у приміщенні камери  $-3^{\circ}\text{C}$ , температура у товщі стегнової частини напівтуші має знизитись від  $39^{\circ}\text{C}$  до  $4^{\circ}\text{C}$ .

Вантажна інфраструктура у камери не передбачається, оскільки вона є частиною технологічного комплексу або цеху.

Компресорне обладнання та допоміжні елементи установки знаходяться у цеху поряд із камерою. Конденсатор повітряного охолодження винесений назовні і примусово охолоджується повітрям навколишнього середовища.

Компоновка спрямована на мінімізацію агентоємності та металоємності системи.

Основні техніко-економічні показники проекту наведені у табл.. 1.1

Таблиця 1.1 Основні техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Продуктивність холодильної камери	N	т/добу	3
2	Холодопродуктивність	Q	кВт	18,13
3	Кількість компресорів	п	шт	1
4	Кількість обслуговуючого персоналу	Кр	осіб	1
5	Капітальні вкладення	КВ	грн.	343035
6	Експлуатаційні витрати	Вр	грн.	297 027
7	Собівартість 1000кДж холоду	$C_{1000}$	грн.	0,74

Проект може вважатись рентабельним.

					<b>MX55.013.001 ДППЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.

### 2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів.

Після забою тварини в її організмі розвивається комплекс посмертних змін. Для м'язової тканини найбільш важливими з них є після забійне залякання і автоліз.

Залякання тушки – після забійне посмертне застигання м'язів – викликається скороченням м'язових волокон. При заляканні тушки в наслідок розпаду глікогену і накопичення молочної кислоти підвищується кислотність м'язової тканини.

При автолізі (з грецьк. – само розчинення) відбувається подальший розпад тканин під впливом власних ферментів клітин. Розвиток автолізу в м'язовій тканині призводить до дозрівання м'яса. Під дозріванням м'яса розуміють процес поступового розм'якшення м'язової тканини і привласнення нею відповідних смакових і ароматичних якостей, пов'язаних із накопиченням низькомолекулярних летучих жирних кислот.

Дозріле м'ясо дуже сильно відрізняється від недозрілого. Після кулінарної обробки воно привласнює приємний смак і запах. Не дозріле м'ясо після кулінарної обробки має неприємний смак і запах, воно жорстке і сухе. Після забою тварини, в наслідок протікання процесів обумовлених розщепленням речовин, що входять до складу м'язової тканини визволяється енергія. Ця енергія виділяється у вигляді теплоти, що призведе до підвищення температури м'язової тканини. Підвищення температури м'яса сприяє скороченню строків його дозрівання, однак при високій температурі на вологій поверхні м'яса створюються умови, благоприємні для життєдіяльності мікроорганізмів. В наслідок свого розвитку мікроорганізми виробляють ферменти. Під дією цих ферментів і ферментів самого м'яса виникає розпад білків, вуглеводів і жирів – м'яса і накопичуються продукти розпаду: аміак, сірководород, аміни, діоксид вуглеводу, жирні кислоти та ін. Явище, що характеризується зміною кольору м'яса і наявністю специфічного

					MX55.013.002 ДППЗ	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

неприємного запаху в глибинних шарах товстих частин м'язової тканини, називається загаром.

З метою зниження активності мікроорганізмів та швидкості реакцій розпаду м'язової тканини, які протікають під дією ферментів, і збільшення строків зберігання, м'ясо тварин в тушках, напівтушках і четвертинах з цеху забою і розділу тушок одразу ж направляють на холодильну обробку. Найбільш ефективно гальмування небажаних процесів в м'ясі досягається при швидкому охолодженні.

					<b>MX55.013.002 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання.

Камери термічної обробки, до яких відносять камери охолодження – це камери періодичної дії і не призначені для довготривалого зберігання продуктів. Тобто ємкість камери дорівнює продуктивності підприємства. Камера повністю завантажується, відбувається зниження температури за регламентований час, і камера повністю звільняється для нової порції продукту.

Оскільки час процесу встановлено 16 годин, камера може працювати в залежності від завантаженості підприємства, і кожного дня у тому числі.

Температура повітря в камері  $-3^{\circ}\text{C}$ , відносна вологість 92-95% для зниження уносу вологи з поверхні м'яса при активному русі повітря.

					<b>MX55.013.002 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### **3.РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.**

#### **3.1 Розрахункові дані.**

М'ясо у напівтушах має таким чином розташовуватись на гілках рейок, щоб відстань між стегновими частинами напівтуш була, щонайменше, 30 мм для забезпечення вільного руху повітря в камері та створення рівномірного температурного поля.

Приймається норма навантаження на 1 м підвішеного шляху 0,15 т. Оскільки камера періодичної дії, проходи та відступи від стін не закладаються, тобто така величина, як коефіцієнт використання площі камери, не враховується.

					<b>MX55.013.003 ДППЗ</b>	<i>Арк.</i>
<i>Ізм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

### 3.2 Розрахунок будівельних площ.

Будівельна площа камери охолодження розраховується за формулою:

$$F_{ko} = \frac{M \cdot \tau}{q_F \cdot 24}, \text{ м}^2 \quad (3.1)$$

де  $M$  – добова продуктивність камери (підприємства), т/добу;

$\tau$  – час регламентованого охолодження, год.;

$q_F$  – норма навантаження на 1 м підвішеного шляху, т/м.

$$F_{ko} = \frac{3 \cdot 16}{0,15 \cdot 24} = 13,3 \text{ м}^2$$

Приймається збірна камера з панелей типу «сендвіч» розміром 4 \* 4 метри у плані. Таким чином дійсна площа камери становить 16м<sup>2</sup>.

Дійсна ємкість камери

$$V_{kd} = M \frac{F_{ko}}{F_{ram}} = 3 \frac{16}{13,3} = 3,6 \text{ т/добу}$$

Машинне відділення та службові приміщення не передбачаються.

					<b>MX55.013.003 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.3 Вимоги до планування холодильника.

Коли йдеться про камери із швидкозбірних конструкцій, необхідно брати до уваги особливі вимоги до герметичності монтажу швів між панелями. У випадку неякісного монтажу або в результаті температурного розширення металу, можлива розгерметизація стиків панелей і, як результат, інфільтрація зовнішнього повітря безпосередньо до охолоджуваного об'єму камери.

Планування камери наведено до мінімального значення площі зовнішніх поверхонь – приведена до форми квадрату. Розташування в цеху дає можливість обслуговувати камеру з усіх боків та розташовувати комунікації по мінімальному шляху для скорочення потрібної металоємкості.

Запропонована камера має відкритий фронт вантажних робіт. Розташування обладнання передбачається із західного боку камери, біля стіни корпусу з внутрішнього боку.

Конденсатор винесений на північну стіну корпусу у куті, де розташована камера. З внутрішнього боку біля камери розташовуватиметься додаткове та допоміжне обладнання.

					<b>MX55.013.003 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.4 Планування холодильника.

Планування запроектованого холодильника виглядає таким чином:

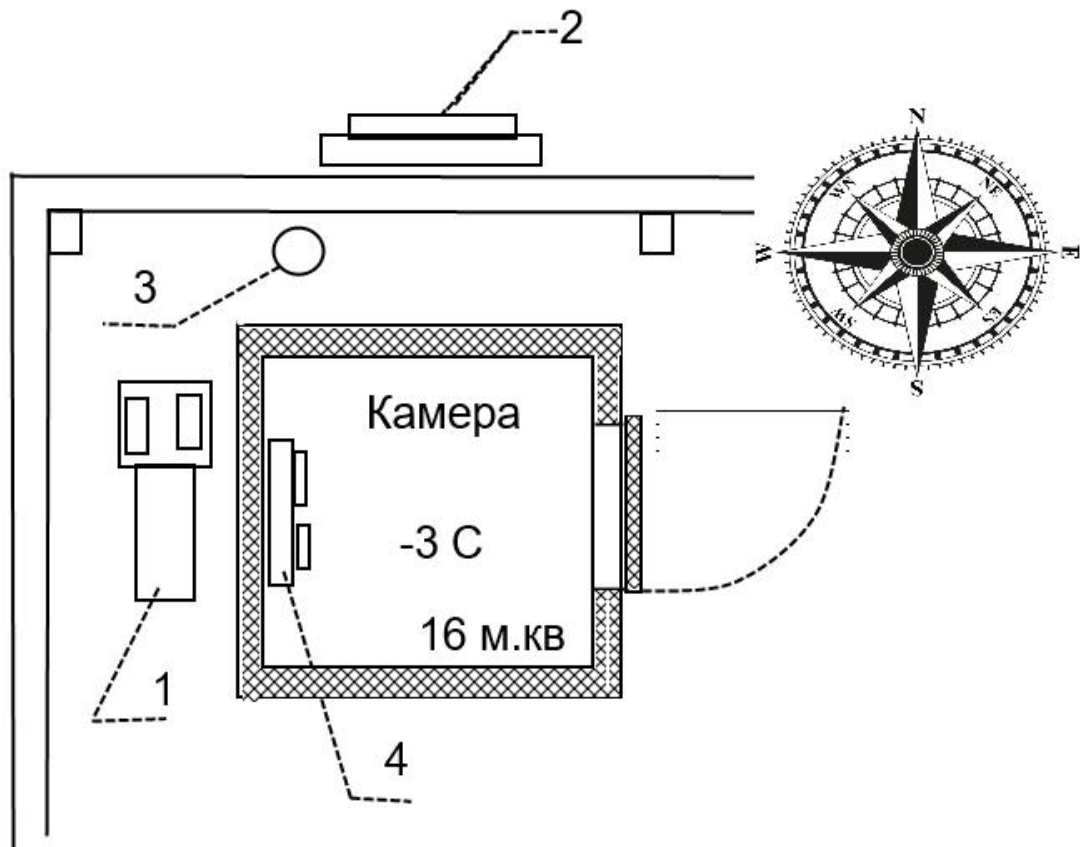


Рис.3.1 Планування холодильної камери із розташуванням обладнання:  
1-компресор, 2-конденсатор, 3-лінійний ресивер,4-повітроохолоджувач.

					MX55.013.003 ДППЗ	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.5 Розрахунок ізоляційного шару огорожень.

Камера знаходиться у приміщенні із температурою 18...22°C.

Конструкція будівельно-ізоляційних панелей показано на рис.3.2

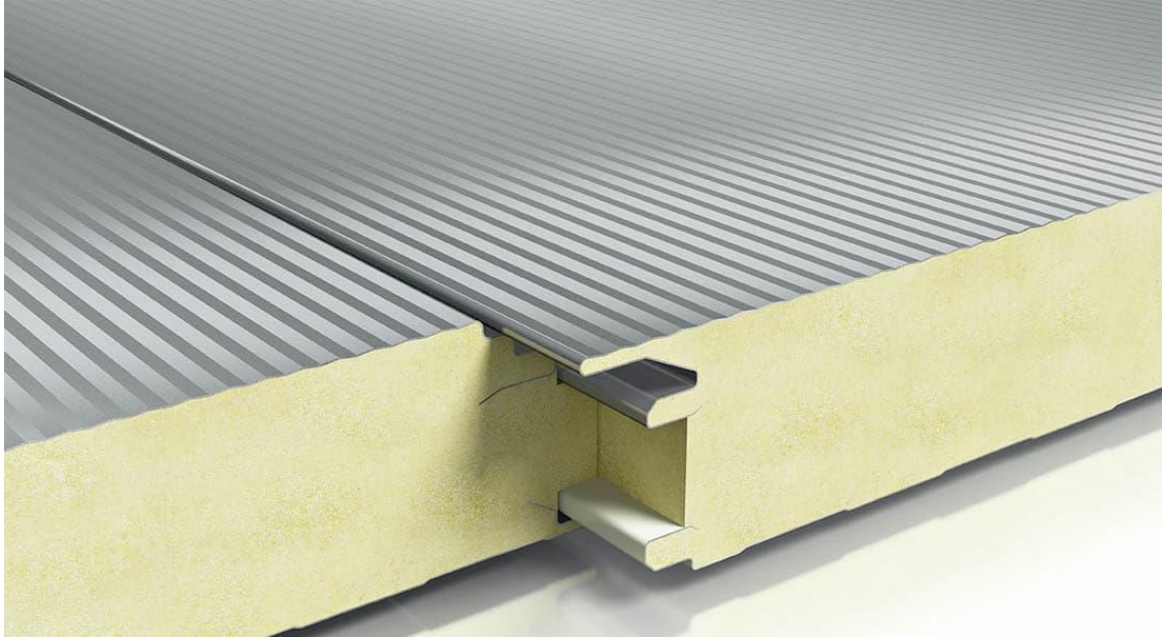


Рис.3.2 Конструкція панелі типу «сандвіч»

Якісне ущільнення стиків є принциповим моментом при використанні такого способу будівництва.

Потрібна товщина теплоізоляційного шару сандвіч-панелі:

$$\delta_{із}^{пот} = \lambda_{із} \left[ \frac{1}{\kappa_0^{nom}} - \left( \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right], \text{ м} \quad (3.2)$$

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

$\kappa_0^{nom}$  - коефіцієнт теплопередачі конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>к);

$\alpha_3, \alpha_B$  - коефіцієнти теплопередачі відповідно зовнішньої і внутрішньої конструкцій, Вт/(м<sup>2</sup>к);

$\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$  - підсумковий термічний опір всіх шарів, крім теплоізоляції, м<sup>2</sup>к/Вт

					MX55.013.003 ДППЗ	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Дійсне значення коефіцієнту теплопередачі:

$$k_0^{\delta} = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) + \frac{\delta_{из}^{\delta}}{\lambda_{из}}}, \text{ Вт/(м}^2\text{К)}; \quad (3.3)$$

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

При товщині металу 0,5 мм і коефіцієнті теплопровідності для сталі 50 Вт/(м\*Л), термічний опір будівельних матеріалів дуже несуттєвий і становить  $1 \cdot 10^{-5}$  (м<sup>2</sup>\*К)/Вт.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 3,1

Таблиця 3.1 Розрахунок товщини сандвіч-панелі.

Огородження	$\alpha_B$ Вт/ м <sup>2</sup> К	$\alpha_3$ Вт/ м <sup>2</sup> К	Товщина теплоізоляц. шару		Коефіцієнт теплопередачі	
			$\delta_{из}^{тр}$ , мм	$\delta_{из}^д$ , мм	$k_o^{тр}$ , Вт/м <sup>2</sup> К	$K_{д_2}$ Вт/м <sup>2</sup> К
Зовнішня панель	8	9	0,085	0,1	0,42	0,365
Покриття	8	9	0,085	0,1	0,42	0,365
Підлога	-	9	0,09	0,1	0,42	0,383

### 3.6 Тепловий розрахунок.

Теплоприпливи через огородження розраховуємо по формулам:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C}, \text{ кВт} \quad (3.4)$$

$$Q_{1T} = k_d F (t_3 - t_{вн}) 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (3.5)$$

$$Q_{1C} = k_d F \Delta t_c 10^{-3} \text{ кВт}, \quad (3.6)$$

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

$t_3$  - температура назовні огородження, °С;

$t_{вн}$  - температура з внутрішнього боку огородження, °С;

$F$  - площа огородження, м<sup>2</sup>

Усі розрахунки проводимо у табличній формі.

Таблиця 3.2 Теплоприпливи через огородження для камери охолодження (див. планування)

Огородження	$K_d$ , Вт/(м <sup>2</sup> *К)	$F$ , м <sup>2</sup>	$t_3$ , °С	$t_{вн}$ , °С	$\Delta t$ , °С	$\Delta t_c$ , °С	$Q_{1T}$ , кВт	$Q_{1C}$ , кВт	$Q_1$ , кВт
СПнВ	0,365	14,4	-	-3	23,8	-	0,125	-	0,785
ССВ	0,365	14,4	-	-3	23,8	-	0,125	-	
СПдВ	0,365	14,4	-	-3	23,8	-	0,125	-	
СЗВ	0,365	14,4	-	-3	23,8	-	0,125	-	
Покриття	0,365	16	-	-3	23,8	-	0,139	-	
Підлога	0,383	16	-	-3	23,8	-	0,146	-	

Теплоприпливи від вантажів при холодильній обробці розраховуємо по формулі:

$$Q_2 = Q_{2пр} + Q_{2тар}, \text{ кВт} \quad (3.7)$$

Теплоприплив від термічної обробки продуктів

$$Q_{2пр} = 1,3 M \Delta i \frac{1000}{\tau 3600}, \text{ кВт} \quad (3.8)$$

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

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

					<b>MX55.013.003 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$\tau$  - тривалість холодильної обробки продукту, ч  
 1000 – коефіцієнт переводу із тон у кг  
 3600 – коефіцієнт переводу із годин у секунди

Теплоприплив від тари не враховується, оскільки охолодження відбувається на рейках підвішених шляхів.

$$Q_{2пр} = 1,33,6 * (361 - 246) \frac{1000}{16 * 3600} = 9,344 \text{ кВт}$$

Експлуатаційні теплоприпливи

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \text{ , кВт} \quad (3.9)$$

Теплоприплив від освітлення

$$q_1 = A F 10^{-3} \text{ , кВт} \quad (3.10)$$

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

$$q_2 = 0,35 n \text{ , кВт} \quad (3.11)$$

де  $0,35$  – тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, кВт  
 $n$  – число людей, працюючих в одному помешкані  
 Теплоприплив від працюючих електродвигунів

$$q_3 = Nэ \text{ , кВт} \quad (3.12)$$

де  $Nэ$  – потужність електродвигунів, кВт  
 Теплоприпливи при відкритті дверей

$$q_4 = KF 10^{-3} \text{ , кВт} \quad (3.13)$$

де  $K$  - питомий приплив тепла при відкритті дверей, Вт/ $m^2$   
 Всі розрахунки зводимо до табл.3.3.

Таблиця 3.3 Експлуатаційні теплоприпливи

№ кам	F $m^2$	A Вт/ $m^2$	n	Ne, кВт	K, Вт/ $m^2$	q1 кВт	q2 кВт	q3, кВт	q4 кВт	$\Sigma Q_4$ кВт
Кам	16	4,7	1	1,5	23	0,075	0,35	1,5	0,368	2,293

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

Результати теплових розрахунків зводимо у загальну таблицю 3,4

Таблиця 3.4 Зведена таблиця тепло надходжень

Об'єкт	Q1, кВт		Q2, кВт		Q4, кВт		Qсум, кВт	
	кам	км	кам	км	кам	км	кам	км
Кам	0,785	0,785	9,344	9,344	2,293	2,293	12,42	12,42

Тоді дійсне навантаження на компресорне обладнання дорівнює:

$$Q_0 = \frac{\kappa \cdot \sum Q_{км}}{\nu}, \text{ кВт} \quad (3,14)$$

де  $\kappa$  – коефіцієнт компенсації втрат у апаратах та трубопроводах;  
 $\nu$  – коефіцієнт робочого часу.

Для камери охолодження

$$Q_0 = \frac{1,06 \cdot 12,42}{0,8} = 16,5 \text{ кВт}$$

					<b>MX55.013.003 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки.

Температура кипіння:

$$t_o = t_{\text{кам}} - (7 \div 15) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.15)$$

Для збірної камери охолодження

$$t_o = -3 - 12 = -15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура конденсації для повітряних конденсаторів

$$t_k = t_{\text{н.сер}} + (8 \dots 12) = 31 + 11 = 42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Приймається одноступінчата регенеративна холодильна машина із холодильним агентом.

					<b>MX55.013.003 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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

Схема і цикл обраної холодильної машини виглядає таким чином:

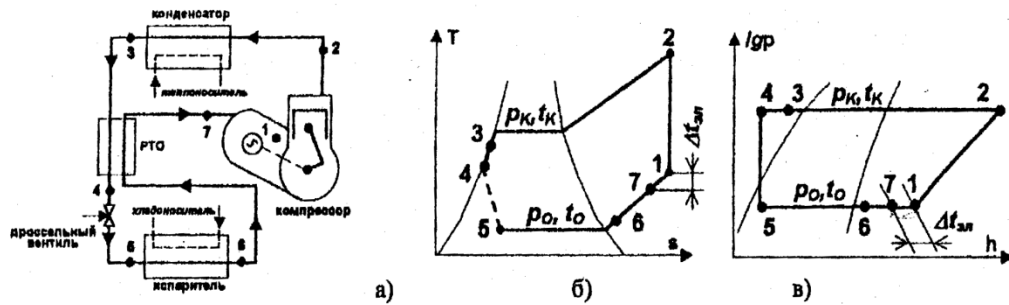


Рис.3.4 Схема і цикл обраної холодильної машини

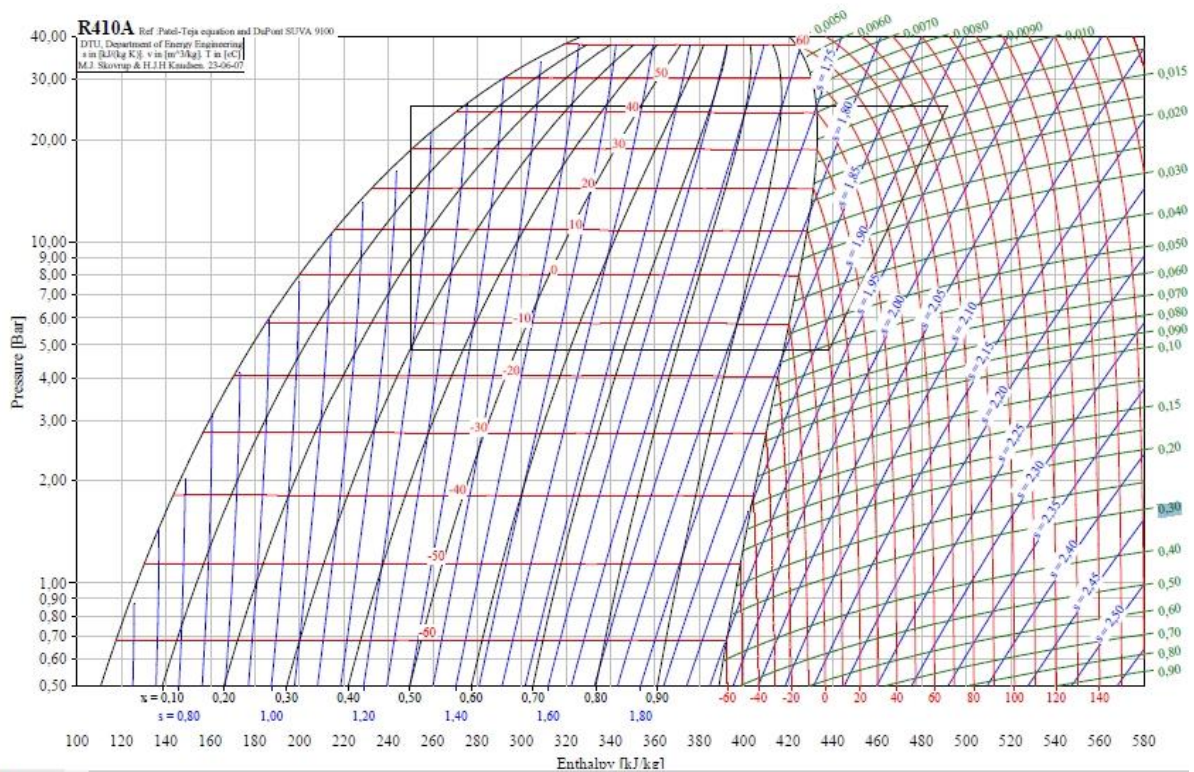


Рис.3.5 Відображення циклу у діаграмі стану робочої речовини.

Параметри вузлових точок циклу зведені в таблицю 3.5.

Таблиця 3.5. Параметри вузлових точок циклу

	1	2	3	4	5	6	7
Тиск, МПа	0,486	2,52	2,52	2,52	0,486	0,486	0,486
Температура, °С	10	95	42	30	-15	-15	0
Ентальпія, кДж/кг	439	492	275	258	258	418	435
Питомий об'єм, м <sup>3</sup> /кг	0,062	0,014	-	-	-	-	-

### 3.10 Тепловий розрахунок і вибір компресора.

Питома масова холодопродуктивність

$$q_0 = i_6 - i_5, \text{ кДж/кг} \quad (3.16)$$

Питома об'ємна холодопродуктивність

$$q_v = \frac{q_0}{v_1}, \text{ кДж/м}^3 \quad (3.17)$$

Питома адиабатна робота стискання компресора

$$l_a = i_2 - i_1, \text{ кДж/кг} \quad (3.18)$$

Питоме теплове навантаження на конденсатор

$$q_k = i_2 - i_3, \text{ кДж/кг} \quad (3.19)$$

Холодильний коефіцієнт дійсного циклу

$$\varepsilon_d = \frac{q_0}{l_a} \quad (3.20)$$

Холодильний коефіцієнт відповідного циклу Карно

$$\varepsilon_k = \frac{T_0}{T_k - T_0} \quad (3.21)$$

Ступінь карнотизації циклу (ступінь термодинамічного бездогання)

$$\eta_{\text{стб}} = \frac{\varepsilon_d}{\varepsilon_k} < 1 \quad (3.22)$$

Масова витрата холодильного агенту

$$M_a = \frac{Q_0}{q_0}, \text{ кг/с} \quad (3.23)$$

Дійсна об'ємна витрата холодильного агенту

$$V_d = M_a \times v_1, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.24)$$

Коефіцієнт подачі компресору

$$\lambda = \lambda_c \times \lambda_w < 1 \quad (3.25)$$

Коефіцієнт, що враховує вплив «мертвого» простору

					<b>MX55.013.003 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$\lambda_c = 1 - c \times \left[ \left( \frac{P_k}{P_0} \right)^{\frac{1}{m}} - 1 \right] < 1 \quad (3.26)$$

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

Коефіцієнт, що враховує неадіабатність стискання

$$\lambda_w = \frac{T_0 + \theta}{\alpha \times T_k + \beta \times \theta} < 1 \quad (3.27)$$

$$\theta = T_1 - T_0, \text{ К} \quad (3.28)$$

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

Теоретичний об'єм, що описаний поршнями компресора

$$V_h = \frac{V_d}{\lambda}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.29)$$

Адіабатна потужність стискання

$$N_a = M_a \times I_a, \text{ кВт} \quad (3.30)$$

Індикаторна потужність стискання

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i}, \text{ кВт} \quad (3.31)$$

Індикаторний ККД компресора

$$\eta_i = \lambda_w + b \times t_0 < 1 \quad (3.32)$$

Потужність, що витрачається на тертя

$$N_{тр} = V_h \times P_{тр}, \text{ кВт} \quad (3.33)$$

Ефективна потужність двигуна компресора

$$N_e = N_i + N_{тр}, \text{ кВт} \quad (3.34)$$

Споживана електрична потужність

$$N_{ед} = \frac{N_e}{\eta_{ед}}, \text{ кВт} \quad (3.35)$$

					<b>MX55.013.003 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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

$$Q_k = Q_0 + N_i \quad (3.36)$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю.

Таблиця 3.12 Тепловий розрахунок та добір компресорів.

Пераметр	Одиниці вимірювання	Величина
Питома масова холодопродуктивність	кДж/кг	160
Питома об'ємна холодопродуктивність	кДж/м <sup>3</sup>	2581
Питома адіабатна робота КМ	кДж/кг	53
Питоме тепло, відведене в КД	кДж/кг	217
Масова витрата холодильного агенту	кг/с	0,103
Дійсна об'ємна продуктивність компресора	м <sup>3</sup> /с	0,0064
Коефіцієнт подачі "мертвого простору"		0,886
Коефіцієнт подачі, що враховує теплообмін		0,774
Коефіцієнт подачі		0,687
Теоретичний об'єм, що описаний поршнями компресора	м <sup>3</sup> /с	0,0093
Адіабатна потужність компресора	кВт	5,47
Індикаторний ККД		0,737
Індикаторна потужність	кВт	7,41
Потужність тертя	кВт	0,372
Ефективна потужність	кВт	7,79
ККД електродвигуна		0,95
Електрична потужність	кВт	8,20
Холодильний коефіцієнт дійсного циклу		3,02
Холодильний коефіцієнт циклу Карно		4,53
Ступінь Карнотизації		0,667
Підбраний компресор	Bitzer	4VDC10Y-40P
Кількість компресорів	шт	1
Повне теплове навантаження на конденсатор	кВт	23,9

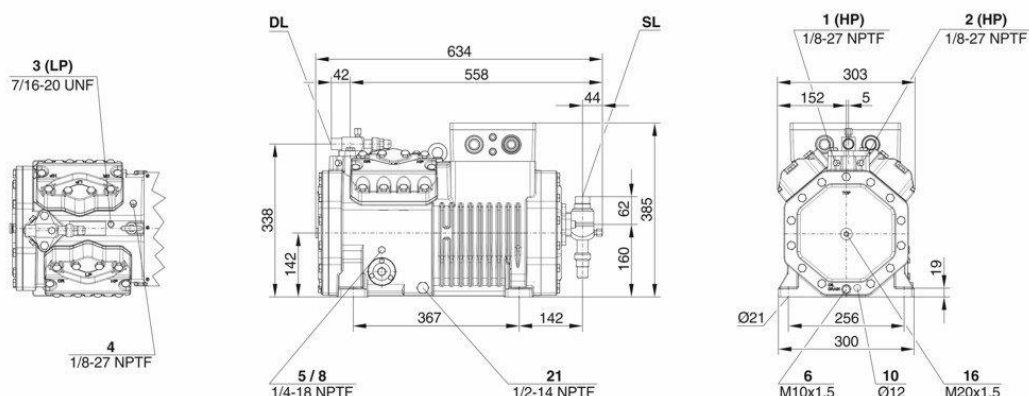


Рис.3.6 Габаритне зображення обраного компресора

Модель компресора **4VDC-10Y**

Режим охолодження та кондиціонування повітря

Хладагент R410A

Ткипіння SST -15,00 °C

Тконденсації SCT 42,0 °C

Темп. Пари на всмоктуванні 10,00 °C

Режим експлуатації Авто

Холодопроизвод-сть 18,13 kW

Потребл. мощность 7,24 kW

Производительность конденсатора 25,4 kW

Массов. расход 342 kg/h

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц) 28,9 m<sup>3</sup>/h

					<b>MX55.013.003 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.11 Тепловий розрахунок і вибір конденсатор.

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

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \Theta_M} \quad (3.37)$$

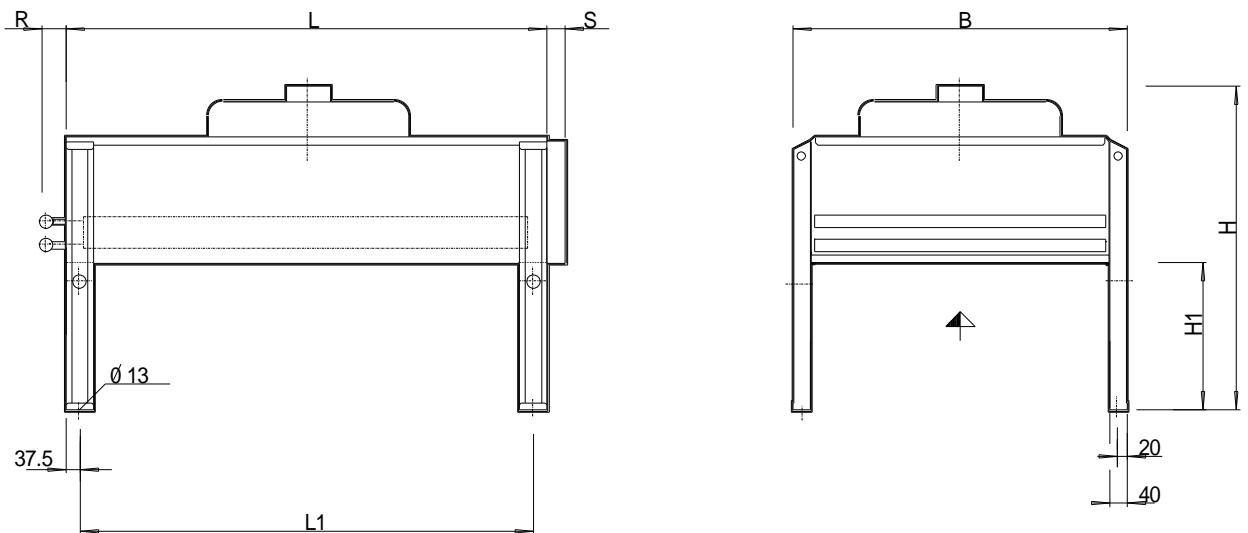
де  $Q_k$  – дійсний тепловий потік в конденсатор, кВт  
 $k$  – загальний коефіцієнт теплопередачі,  $\text{кВт}/\text{м}^2\text{К}$   
 $\Theta_M$  – середній температурний потік,  $^\circ\text{C}$

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

Потрібна площа конденсатора


$$F = \frac{24000}{28 \cdot 12} = 77,9 \text{ м}^2$$

Добирається один конденсатор Guntner MCH 0676/1-N(L)



L	=	1125 mm	B	=	1145 mm	H	=	950 mm
R	=	100 mm	L1	=	1050 mm	H1	=	400 mm
S	=	50 mm						

**Condenser****MCH 057B/1-N(L) For calculation only!**

<b>Capacity:</b>	24.0 kW	<b>Refrigerant:</b>	<b>R410A</b>
Capacity per temp.diff.:		Hot gas temp.:	72.0 °C
Air flow:	15400 m <sup>3</sup> /h	Begin of condensation:	41.9 °C
Air inlet:	31.0 °C	Condensate outlet:	33.3 °C
Altitude:	0 m	Hot gas flow:	10.39 m <sup>3</sup> /h
Air velocity:	3.8 m/s	Mass flow:	445 kg/h
Heat transf. coeff.:	45.06 W/(m <sup>2</sup> ·K)	Ref. pressure drop:	0.15 bar / 0.57 K
Fans:	1 Piece(s) 3~460V 60HzY/(-)	Fan diameter:	650 mm
Data per motor (nominal data):		Noise pressure level: at a distance of:	59 dB(A) 10.0 m
Speed:	1600 min <sup>-1</sup> / (-)		
Capacity:	3.10 kW, 3 hp mech.		
Current:	5.40 A		
Casing:	Galv. Steel, light grey	Tubes:	Copper <sup>(1)</sup>
Surface:	81.2 m <sup>2</sup>	Fins:	Aluminum <sup>(1)</sup>
Tube volume:	15.1 l	Connections per unit:	
Fin spacing:	2.20 mm	Inlet connection:	1 3/8 in
Passes:	16	Outlet:	1 1/8 in
Dry weight:	112 kg <sup>(2)</sup>	Distributions:	10
Max. operating pressure:	30.8 bar		
<b>Dimensions:</b> 		Face Area:	1.1 m <sup>2</sup>
Length:	1275 mm		
Width:	1145 mm		
Height:	950 mm <sup>(2)</sup>		
No. of legs:	4		

					<b>MX55.013.003 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	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:

$$F_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{кам}}}{k * \Theta} \quad (3.38)$$

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

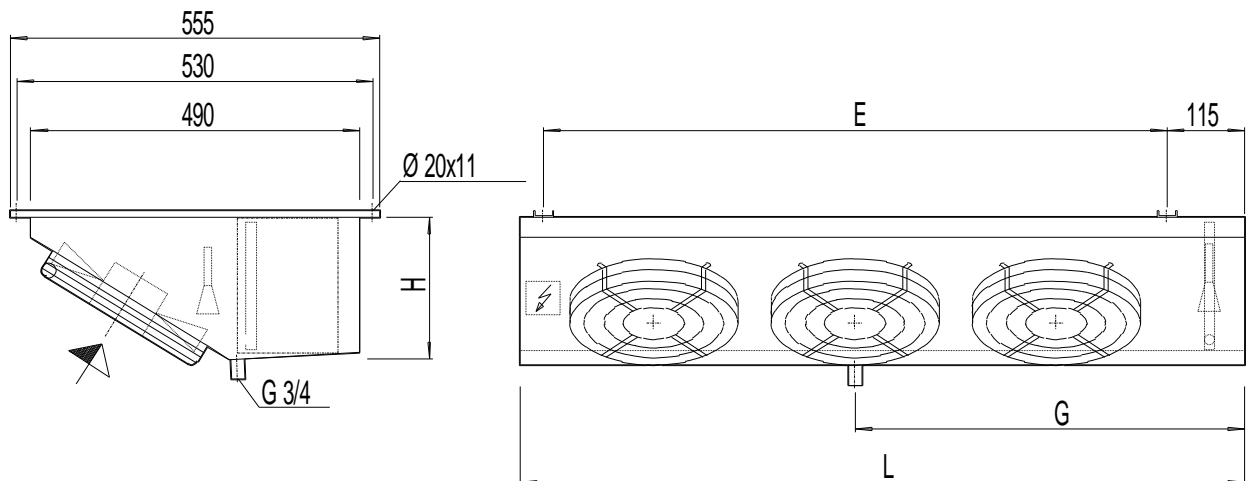
$k$  – розрахунковий коефіцієнт теплопередачі камерного устаткування,  $\text{кВт}/\text{м}^2\text{К}$

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

Для камер №1

$$F_{\text{тр}} = \frac{12500}{24*12} = 43.4 \text{ м}^2$$

Добирається один повітроохолоджувач Guntner CFC 0250.OAOA



					<b>MX55.013.003 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



### 3.13 Тепловий розрахунок і вибір допоміжного устаткування.

Лінійний ресивер.

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

$$V_{\text{лр}} = \frac{1,2 \cdot V_{\text{вип}}}{0,8}, \text{ м}^3 \quad (3.39)$$

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

Для кам 1

$$V_{\text{лр}} = \frac{1,2 \cdot 8,5}{0,8} = 12,85 \text{ л}$$

Приймається один ресивер Bitzer марки FS152 (об'єм 15 л)

Typ	Sammler-Inhalt	Maximale Kältemittel-Füllung ①			Gewicht	Anschlüsse ②			Anschlussgewinde/-flansch		Manometer	Schau-gläser ③
Type	Receiver volume	Maximum refrigerant charge ①			Weight	Connections ②			Joining thread/flange		Gauge	Sight glasses ③
Type	Contenance du réservoir	Charge maximale de fluide frigorigène ①			Poids	Raccords ②			Raccord fileté/bride		Manomètre	Voyants ③
	dm <sup>3</sup> (l)	R134a (kg)	R404A R507A (kg)	R22 (kg)	kg	Zoll Inlet ② (mm)	Inch Outlet ② (Pouce)	Zoll Inlet ② (mm)	Inch Outlet ② (Pouce)	1 1/4" – 12 UNF	1" – 14 UNS	
<b>F152H</b>	15	16,6	14,4	16,3	13	22	7/8"	16	5/8"			1

Регенеративний теплообмінник добирається по тепловому навантаженню.

$$Q_{\text{то}} = m \cdot (i_7 - i_6) = m \cdot (i_3 - i_4), \text{ кВт} \quad (3.40)$$

$$Q_{\text{то}} = 0,103 \cdot (435 - 418) = 1,75 \text{ кВт}$$

Обирається один регенеративний теплообмінник рекуперативного типу з трубчато-змійовиковою поверхнею SLHE 3/0 (на 2,21 кВт)

					<b>MX55.013.003 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 3.14 Розрахунок і вибір діаметрів трубопроводів.

Для фреонових установок невеликої продуктивності приймається використання мідних безшовних труб.

Діаметр трубопроводів визначаємо за формулою:

$$d_{вн} = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4G}{\pi \cdot \rho \cdot \omega}} \quad (3,41)$$

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/м<sup>3</sup>

Сортамент мідних безшовних труб, які використовуються для хладонових холодильних установок надається по результатам розрахунків в таблиці 3.13

Таблиця 3.13 Сортамент безшовних труб магістрального призначення

Призначення трубопроводу	Масова витрата, кг/с	Щільність речовини, кг/м <sup>3</sup>	Швидкість потоку, м/с	Потрібний діаметр, м	Діаметр * товщина стінки обраної труби, мм
Для камери охолодження					
Всмоктування	0,103	16,1	12	0,026	36*2
Нагнітання		71,4	20	0,0096	12*1
Рідина		1021	0,5	0,016	18*1

## 4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА.

### 4.1 Організація ремонту і монтажу холодильного обладання.

У процесі експлуатації холодильної установки відбувається знос усіх її елементів, що призводить до зниження її продуктивності. При значному зносі вузлів і деталей з'являється небезпека аварії. Щоб уникнути цього необхідно своєчасне проведення профілактичних оглядів і ремонтів. Розрізняють механічний, хімічний і тепловий знос. У процесі експлуатації холодильного устаткування виникають раптові і поступові відмови устаткування. Раптові відмови пов'язані з наявністю прихованих дефектів деталей і помилками допущеними при монтажі. Виражаються в поломці деталей і вузлів, пар тертяюві тріщин і розривів. Такі відмови не піддаються прогнозуванню.

Поступові відмови відбуваються в результаті природного зносу третьових частин, корозії, засмічення теплообмінної поверхні апаратів. При ньому відбуваються зменшення продуктивності, збільшення витрати електроенергії, води й масла. Прогнозування поступових відмов відбувається виходячи з досвіду експлуатації однотипного устаткування, на підставі даних лабораторних досліджень. Для того щоб холодильне устаткування знаходилося в справному стані, повинне провадитися комплексне виконання робіт із його ремонту й обслуговування. Профілактичні огляди і ремонти відбуваються із метою попередження відмов унаслідок поломки деталей, що швидко зношуються, саме відгвинчуючих 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

					MX55.013.004 ДППЗ	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

робіт. Господарчий, підрядний, і змішаний. Фундаменти машин і апаратів не повинні бути пов'язані з фундаментами стін і колон будинку машинного відділення. При монтажі компресорів найкращим є таке їхнє розміщення, коли вони встановлені в один або два ряди, а передня частина компресорів виходить 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.

					<b>MX55.013.004 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Монтаж апаратів. З метою підвищення безпеки експлуатації холодильної установки рекомендуються: конденсатори лінійні ресивери й маслорозділювачі /апарати високого тиску/ із великою кількістю холодильного

агента розміщати зовні машинного відділення. Це устаткування, як і ресивери для збереження запасу холодоагенту, повинні бути обгороджені металевим бар'єром із входом, що замикається. Ресивери повинні бути захищені від сонячних променів і осадків. Апарати і судини, встановлювані в помешканні, можуть розміщатися в компресорному цеху або спеціальному помешканні апаратної, якщо воно має окремий вихід назовні. Прохід між гладкою стіною й апаратом повинний бути не менше 0,8 м, але припускається установка апаратів у стін без проходів. Відстань між виступаючими частинами апаратів повинно бути не менше 1,0 м, а якщо цей прохід є основним - 1.5 м. При монтажі посудин і апаратів на кронштейнах або консольних балках останні повинні бути забиті в капітальну стіну на глибину не менше 250 мм. Припускається установка апаратів на колонах за допомогою хомутів. Забороняється пробивати отвори в колонах для кріплення устаткування. Для монтажу і подальшого обслуговування конденсаторів і циркуляційних ресиверів улаштовуються металеві площадки з огороженням і сходами. При довжині площадки більш 6 метрів сходів повинно бути дві. Площадки і сходи повинні мати поруччя. Висота поруччя. 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>MX55.013.004 ДППЗ</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 закрив. Пуск компресора провадиться у напівавтоматичному режимі. Перевіряють наявність різниці тисків олії по манометрах на сальнику і картері. При наявності у компресора байпаса відкривають нагнітальний вентиль перевіривши різницю тисків масла, закривають байпасний вентиль і, спостерігаючи за манометром усмоктування. відкривають усмоктувальний гвинтиль компресора.

Перед зупинкою компресора закривають РВ і відсмокчуть ХА із випарника, не допускаючи підвищення температури нагнітання більш  $160^{\circ}\text{C}$ . Це роблять із метою зниження рівня ХА у випарнику для полегшення наступного пуску. Потім закривають усмоктувальний вентиль компресора. Відсмокчують пар із картера компресора до тиску 0 МПа. Зупиняють компресор, закривають нагнітальний вентиль і відкривають байпас. Після цього зупиняють насоси холодоагенту води і холодоносія.

					<b>MX55.013.004 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

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 холодоносій. Визначення й усунення впливів входить в обов'язок чергової зміни.

					<b>MX55.013.004 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

### 4.3 Автоматизація холодильної установки.

На багатьох об'єктах холодильної промисловості для організації правильного технологічного процесу необхідно довгостроково підтримувати задані значення різноманітних фізичних параметрів чи змінювати їх у часі по відомому закону. В наслідок різних зовнішніх дій на об'єкт ці параметри відхиляються від заданих. Оператор чи машиніст повинен подіяти на об'єкт таким чином, щоб значення параметрів, що регулюються не виходили за допустимі межі, тобто керувати об'єктом. Окремі функції оператора можуть виконувати різноманітні автоматичні прилади. Дія їх на об'єкт здійснюється за керівництвом людини, яка спостерігає за станом параметрів. Таке управління називають автоматичним. Щоб повністю виключити людину з процесу управління система повинна бути замкнутою і прилади повинні спостерігати за відхиленням параметру, що регулюється та відповідно давати команду на керування об'єктом. Така замкнена система називається системою автоматичного регулювання.

Перші найпростіші автоматичні системи регулювання для підтримки заданих значень рівня рідини, тиску пари, швидкості обертання з'явилися в другій половині XVIII ст. з розвитком парових машин. Винайдення перших автоматичних регуляторів йшло інтуїтивно та було заслугою окремих митців. Для подальшого розвинення приладів автоматизації необхідні були методи розрахунку автоматичних регуляторів.

Вже у другій половині XIX ст. була винайдена струнка теорія автоматичного регулювання, що опиралась на математичні методи. В роботах Д. К. Максвела "О регуляторах" (1866 р.) та И. А. Вишеградського "О загальній теорії регуляторів" (1876 р.) регулятори та об'єкт регулювання вперше розглядаються як єдина динамічна система.

Сучасний етап розвинення автоматизації характеризується значними ускладненнями задач автоматичного управління:

- збільшенням кількості регулюємих параметрів та взаємозв'язком об'єктів регулювання;
- підвищенням потрібної непохибності регуляторів та їх швидкодійсності;
- підвищенням дистанційності управління та ін.

Широке використання та розповсюдження автоматизації на холодильних установках почалося лише у XX ст., але вже у 60-ті було створено повністю автоматизовані ХУ. З того часу прилади автоматизації зробили ще декілька великих кроків вперед і цей рух не зупиняється ані на хвилину.

Параметри, що потребують автоматизації.

Задачею автоматизації холодильних установок є забезпечення надійної, безпечної та безвідмовної експлуатації обладнання. Задля досягнення цієї мети використовують наступні прилади:

- пристрої автоматичного регулювання – дистанційно впливають на параметри, що регулюються;
- сигналізація – дистанційна передача інформації у вигляді світлових, звукових та ін. сигналів;
- пристрої контролю – дистанційне вимірювання та, якщо необхідно, записування значень робочих параметрів установки;
- пристрої автоматичного захисту

Автоматичний захист – це відключення з роботи холодильної установки (компресора), якщо хоча б один з параметрів, що контролюються досягає предельно допустимого значення.

Захист проводиться по наступним параметрам:

- недопустимо високий тиск нагнітання;
- недопустимо висока температура нагнітання;
- недопустимо низький тиск всмоктування;
- недопустимо низький перепад тисків мастила в системі змащування компресора;
- недопустимо низька витрата охолоджуючої води крізь рубильники блоку циліндрів компресора;
- рівень рідкого холодильного агента у проміжній посудині віддільнику рідини у всіх типах ресиверів;
- температура розсолу на виході з випарника;
- перепад тисків рідини на вході-виході аміачного водяного та розсільного насосів;
- недопустима концентрація пари аміаку в атмосфері приміщення компресорного цеху.

Параметрів, що підлягають прямому чи побічному регулюванню значно менше:

- температура в камері;
- тиск кипіння;
- температура розсолу;
- ступінь заповнення апаратів;
- тиск конденсації;

Схема автоматизації одноступінчатої холодильної машини зображена у Додатку1.

Автоматизація процесів проводиться наступним чином:

Найбільш автоматизованою частиною як цієї функціональної схеми, так і більшості холодильних схем взагалі є компресор.

Для створення схеми автоматизації використані прилади фірми Danfoss.

					<b>MX55.013.004 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

#### 4.4. Охорона 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 V 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>MX55.013.004 ДППЗ</b>	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

## 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні витрати складаються з витрат на обладнання холодильної установки.

Таблиця 5.1 Вартість обладнання

№ з/п	Найменування обладнання	Марка	Кількість	Вартість одиниці обладнання, грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
1	Компресор	4VDC-10Y-40P	1	100 000	100000
2	Конденсатор	MCH0676/1-N(L)	1	90 000	90000
3	Повітроохолоджувач	CAC0250. OAOA	1	20 000	20000
4	Теплообмінник	SLHE3	1	11000	11000
5	Ресивер	FS152	1	10000	10000
Сумарна вартість обладнання			231000		
Вартість іншого обладнання 10%			23100		
Розрахункова вартість обладнання			254100		
Витрати транспортування 15%			38115		
Витрати на монтаж 20%			50820		
Разом вартість обладнання (Воб)			343035		

### 5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо виробіток холоду в робочих умовах:

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

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

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

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

$n$  - кількість компресорів даного типу, од.

$$Q_{роб} = 18,13 * 1,11 * 19\,440\,000 * 1 = 0,39 * 10^9 \text{ кДж}$$

					MX55.013.005 ДППЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річний виробіток холоду в стандартних умовах:

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

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

$$Q_{0ст} = 0,39 \cdot 10^9 \cdot 1,03 = 0,4 \cdot 10^9 \text{ кДж}$$

### 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:

$$B_{xa} = G_{xa} \cdot C_{xa} \quad (5.3)$$

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

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

Річна потреба холодильного агента при ремонті

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

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

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

$$G_{xa} = (2,0 \cdot 18,13 \cdot 1,2) / 1000 = 43,51 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 43,51 \cdot 450 = 19580 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості річної потреби змащувальних матеріалів:

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

					<b>MX55.013.005 ДППЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$G_m$  - річна потреба змащувальних матеріалів, кг

$$G_m = g_m * n * R * k^{\wedge} \quad (5.6)$$

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

$n$  - кількість компресорів;

$R$  – кількість разів заміни масла на рік;

$k^{\wedge}$  - коефіцієнт, який враховує втрати мастила при ремонтних роботах

$$G_m = 2,6 * 1 * 2 * 1,2 = 6,24 \text{ кг}$$

$$B_m = 6,24 * 300 = 1872 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 Допоміжні матеріали

№ з/п	Стаття витрат	Витрати, грн.
1.	Вартість холодоагенту	19 580
2.	Вартість змащувальних матеріалів	1 872
	Разом	21 452
	Витрати на інші допоміжні матеріали ( 5% )	1 073
	Всього	22 525

### 5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою (5.7):

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

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

$n_{дв}$  – кількість електродвигунів;

$T$  – тривалість роботи при максимальному навантаженні;

$K$  – коефіцієнт використання обладнання

					<b>MX55.013.005 ДППЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.3 Розрахунок споживання силової електроенергії

№	Назва обладнання	Кількість одиниць	Потужність, кВт	Тривалість роботи за рік, годин	Коефіцієнт використання обладнання	Загальна потреба в електроенергії, кВт-годину
1	Компресор	1	7,24	5400	0,7	27 367
2	Конденсатор	1	0,45	5400	0,7	1 701
3	Повітроохолоджувач	1	0,5	3000	0,7	1 050
	Разом					30 118

Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою (5.8):

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

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

$$B_{ел} = 30118 * 4,3 = 129508 \text{ грн.}$$

### 5.3.3 Визначення кількості виробничого персоналу

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

### 5.3.4 Розрахунок витрат на заробітну плату

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

Основна заробітна плата визначається за формулою:

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

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

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

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

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

					<b>MX55.013.005 ДППЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$TK_i$  - тарифний коефіцієнт відповідного розряду

Годинна тарифна ставка працівника VI розряду:

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

Основна заробітна плата визначається за формулою:

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

Додаткова заробітна плата становлять 50 % від основної заробітної плати.

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

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

Таблиця 5.4 Заробітна плата виробничих робочих з нарахуваннями

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

### 5.3.5 Амортизація холодильного обладнання

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

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

$$V_a = 343035 * 20\% / 100\% = 68607 \text{ грн.}$$

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

$$V_{п.р} = 68607 * 0,1 = 6861 \text{ грн.}$$

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

$$V_{ін} = (22\,525 + 129\,508 + 55\,382 + 68\,607 + 6\,861) * 0,05 = 14\,144 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблицю 5.5.

					<b>MX55.013.005 ДППЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.5 Експлуатаційні (поточні) річні витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	22 525
2	Електроенергія	129 508
3	Зарплата виробничих робочих	55 382
4	Амортизація холодильного обладнання	68 607
5	Витрати на поточний ремонт	6 861
6	Інші поточні витрати	14 144
	Всього	297 027

### 5.3.6 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

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

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

$$C_{1000} = (297027 / 0,4 * 10^9) * 1000 = 0,74 \text{ грн.}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.6.

Таблиця 5.6 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Продуктивність холодильної камери	N	т/добу	3
2	Холодопродуктивність	Q	кВт	18,13
3	Кількість компресорів	п	шт	1
4	Кількість обслуговуючого персоналу	Кр	осіб	1
5	Капітальні вкладення	КВ	грн.	343035
6	Експлуатаційні витрати	Вр	грн.	297 027
7	Собівартість 1000кДж холоду	$C_{1000}$	грн.	0,74

# **6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ**

## **Вступ**

Для будь-якого підприємства головною метою виробничої безпеки має стати запобігання нещасним випадкам і захворюванням працівників, насамперед професійним. Для забезпечення належного стану охорони праці на виробництві роботодавець повинен регулярно проводити контроль за безпекою робочих місць, перевіряти їх стан безпеки, контролювати використання небезпечних матеріалів і речовин, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки, виконання робіт підвищеної небезпеки тощо.

Темою дипломного проекту являється проект камери охолодження м'яса в напівтушах продуктивністю 3 тон на добу.

В даному розділі дипломного проекту приведено аналіз необхідних умов для роботи виробничого персоналу підприємства, 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.**

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, дифузія парів або газів через стінки і ущільнення. Причиною забруднення повітря може бути і виробничий пил.

### **6.2 Виробнича санітарія і гігієна праці**

Компанії, які займаються переробкою м'ясної продукції, закупають сировину у вигляді тушок тварин (свинина, телятина, яловичина), яке може поставлятися безпосередньо після забою, іноді з використанням спеціального легкого охо-

					<b>MX55.013.006 ДППЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

лодження. Таким чином, туші потрапляють відразу в промислові камери зберігання м'яса, щоб охолотитися. Залежно від потреб, виробники холодильного обладнання вивчають особливості заморозки і випускають камери зберігання м'яса будь-яких обсягів, з різними розмірами і характеристиками.

Головним критерієм камер для охолодження м'яса, є надійність і довговічність. Обладнання повинно відповідати пред'явленим температурним параметрам. Сучасні м'ясокомбінати побудовані на технологічному процесі безпосередньої заморозки м'яса, завдяки використанню спеціального морозильного обладнання.



### **6.3 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища**

Традиційні централізовані машинні відділення промислових холодильників, підприємств м'ясної, молочної, рибної та інших галузей харчової промисловості називають компресорними цехами.

Здебільшого компресорний цех має вигляд капітальної одноповерхової прибудови до будинку охолоджуваного складу або технологічного корпусу, який споживає холод.

Висота компресорного цеху повинна бути не менше ніж 4,8 м до низу балок ( ферм) покриття, звичайна ширина - 12 м. Довжина компресорного цеху визначається типом використовуваного холодильного устаткування та його розміщенням.

Мінімально необхідні проходи й виступи від компресора, апаратів тощо визначені галузевими нормами технологічного проектування. Сучасні компресорні

					<b>MX55.013.006 ДППЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

цехи не мають підвалів, а приямки під холодильне устаткування обладнують лише при необхідності, наприклад, у машинних відділеннях, які вбудовані в охолоджуваній склад. Планування не передбачає спеціальних апаратних приміщень, тому компресори та інше холодильне устаткування розміщують у загальному залі.

Поруч з машинним залом розташовані приміщення, де розміщення командно-сигнальний щит автоматики, електричний щит і трансформаторна підстанція. На відкритому повітрі, на території, яка прилягає до машинного залу, розміщують апарати та ємкості високого тиску: конденсатори, масловіддільники, лінійні ресивери з огороженням та навісом від сонячного випромінювання та опадів, а також устаткування оборотного охолодження води, окрім насосів. Це дозволяє зменшити розміри приміщення компресорного цеху та підвищити безпечність експлуатації холодильної установки.

Для обслуговування розподільних пристроїв, а також арматури, яка знаходиться у верхній частині високих апаратів, у компресорному цеху передбачені спеціальні площадки з загородженням та сходами.

Машинні відділення хладонових холодильних установок повинні мати приточну і витяжну вентиляцію, що забезпечує трикратний притік і чотирикратну витяжку. Витяжна вентиляція є одночасно й аварійною. Трубопроводи холодильних установок фарбують в колір, який відповідає їх призначенню. На трубопроводах чорними стрілками мають бути вказані напрямки руху холодоагента, розсолу і води. Трубопроводи в холодильних камерах і технологічних приміщеннях не повинні пересікати вантажний об'єм для запобігання пошкодження їх вантажами чи транспортними засобами.

#### **6.4 Безпека праці**

При експлуатації холодильних установок необхідно керуватися НАОП 2.2.00-1.10-88 «Правила будови і безпечної експлуатації фреонових холодильних установок». У холодильних установках для спостереження за робочим тиском нагнітання, всмоктування в системі мастила і в картері, використовують манометри

					<b>MX55.013.006 ДППЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

і мановакуметри. На нагнітальних магістралях встановлюють зворотні клапани для запобігання зворотному рухові холодоагенту в разі зупинки компресора.

Компресор холодильних установок має пружинний запобіжний клапан, що сполучає порожнини нагнітання і всмоктування з перевищенням допустимої різниці тиску. Посудини, апарати і технологічне устаткування з безпосереднім охолодженням, що містить рідкий холодильний агент забезпеченні пружинними клапанами, що скидають його пари в атмосферу. Випуск пари хладона в атмосферу здійснюється по трубі, гирло якої має бути віднесене не менше, ніж на 2 м від вікон, дверей і повітроприймальних отворів систем вентиляції і кондиціонування повітря і розташоване на рівні 5 м від землі.

Хладони у разі великих концентрацій в атмосферному повітрі викликають у людей задуху через нестачу кисню. Під дією відкритого полум'я і в контакті з гарячими поверхнями вони розкладаються з утворенням високотоксичних продуктів.

У холодильних установках запірні вентиля на трубопроводах і апаратах неагрегатних машин, окрім основних запірних вентилів компресорів, повинні бути запломбовані у відкритому положенні. У місцях, де арматура і трубопроводи можуть бути пошкоджені транспортними засобами або вантажами, встановлюються металеві захисні огорожі. У кожухотрубних апаратах і ресиверах є оглядові віконця для візуального контролю рівня рідини.

Робочою речовиною холодильної установки є холодоагент. Холодильні агенти повинні бути нешкідливими для організму людини, не повинні викликати корозії металу в машині і трубопроводах, не бути горючими і вибухонебезпечними, а також повинні мати сприятливі термодинамічні властивості: помірні тиски при температурах випаровування та конденсації, малі питомі об'єми парів і малу теплоємність рідини. Коефіцієнти теплопровідності та тепловіддачі повинні бути високими. Температура затвердіння холодильного агента повинна бути якомога нижче, а критична температура - якомога вище.

					<b>MX55.013.006 ДППЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Холодильні агенти повинні бути інертні по відношенню до мастила, мати малу в'язкість і помірну вартість Фреони при атмосферному тиску володіють широкими межами температур кипіння (від 40 до -40 °) і великими відмінностями в термодинамічних властивостях. Тому залежно від призначення холодильної машини вибирають і відповідний холодильний агент з групи фреонів.

Переваги фреонів - нешкідливість, висока молекулярна вага, сприятлива для застосування їх в турбокомпресорах, низькі температури затвердіння, невисокі температури і тиски в кінці стиснення пари. Недоліки фреонів - порівняно мала вагова холодопродуктивність, значна в'язкість, низькі коефіцієнти тепловіддачі, здатність до розкладання при зіткненні з відкритим полум'ям і досить важке виявлення витоків.

Холодильні камери з температурою 0°C ы нижче мають бути оснащені системою світлозвукової сигналізації «Людина в камері»

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

Слід відмітити, що при нагрівання фреони можуть розкладатися зі створенням ядовитих речовин, а інколи самі фреони можуть вміщувати ядовиті домішки.

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.

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

Дп обслуговування холодильних установок допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичне опосвідчення і мають свідоцтво про закінчення спеціального навчального закладу або курсів з експлуатації холодильних установок:

					<b>MX55.013.006 ДППЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- для машиністів з автоматизації холодильних установок;
- для слюсарів, з експлуатації та автоматизації холодильних установок;
- для електромеханіків.

Машиніст і електромеханік допускаються до самостійного обслуговування холодильних установок тільки після проходження стажування протягом 1 місяця і відповідної перевірки знань. Допуск їх до стажування і самостійної роботи здійснюється розпорядженням по підприємству.

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

## **6.5 Пожежна безпека.**

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

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

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».

					<b>MX55.013.006 ДППЗ</b>	Арк
Вим.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

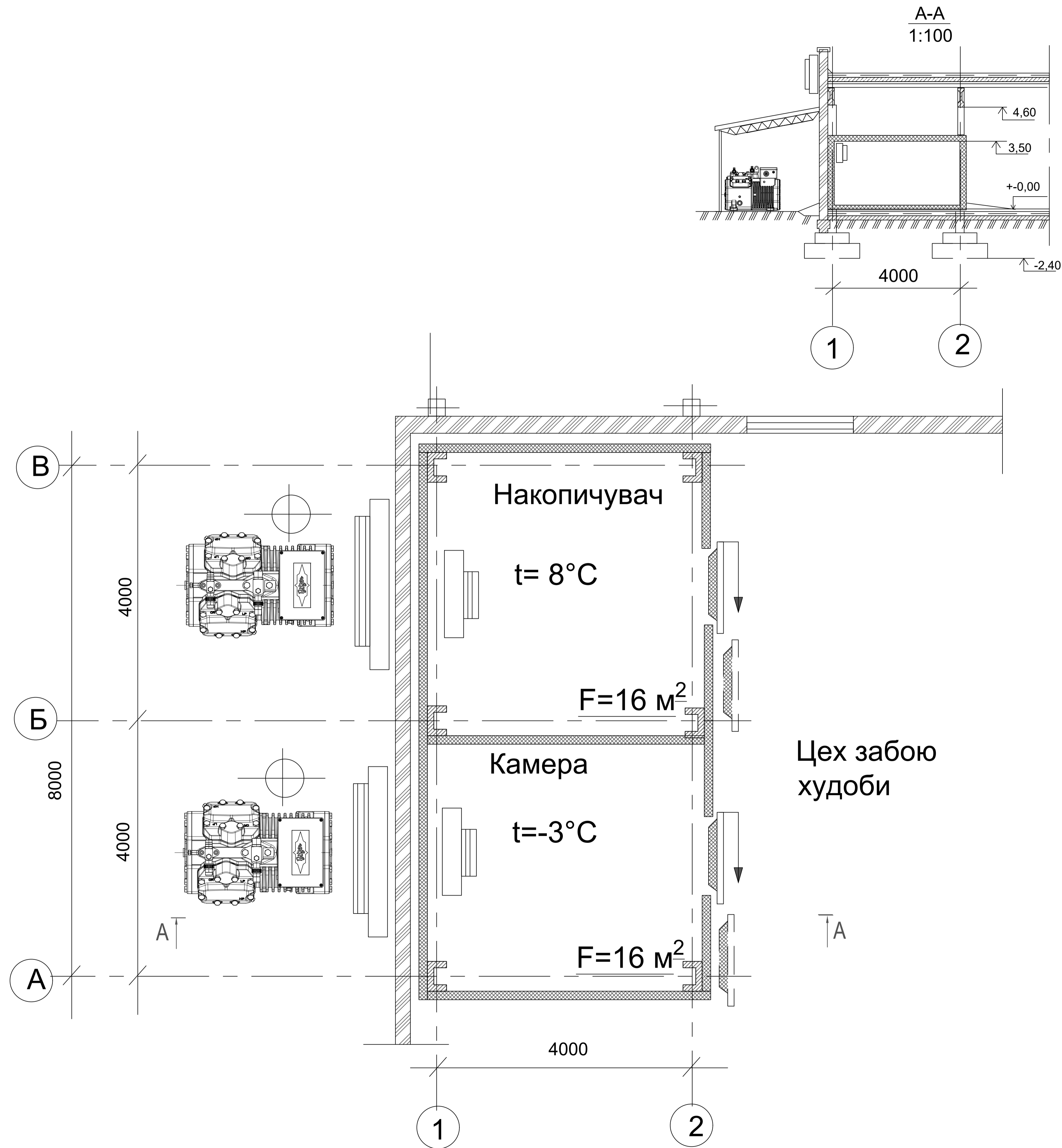
Виробничі приміщення мають запасні виходи. Двері повинні мати освітлений надпис « Запасний вихід». План евакуації вивіщується на видному місці у основного виходу із приміщення.

					<b>MX55.013.006 ДППЗ</b>	Арк
<i>Вим.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		


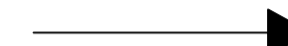
## 7. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

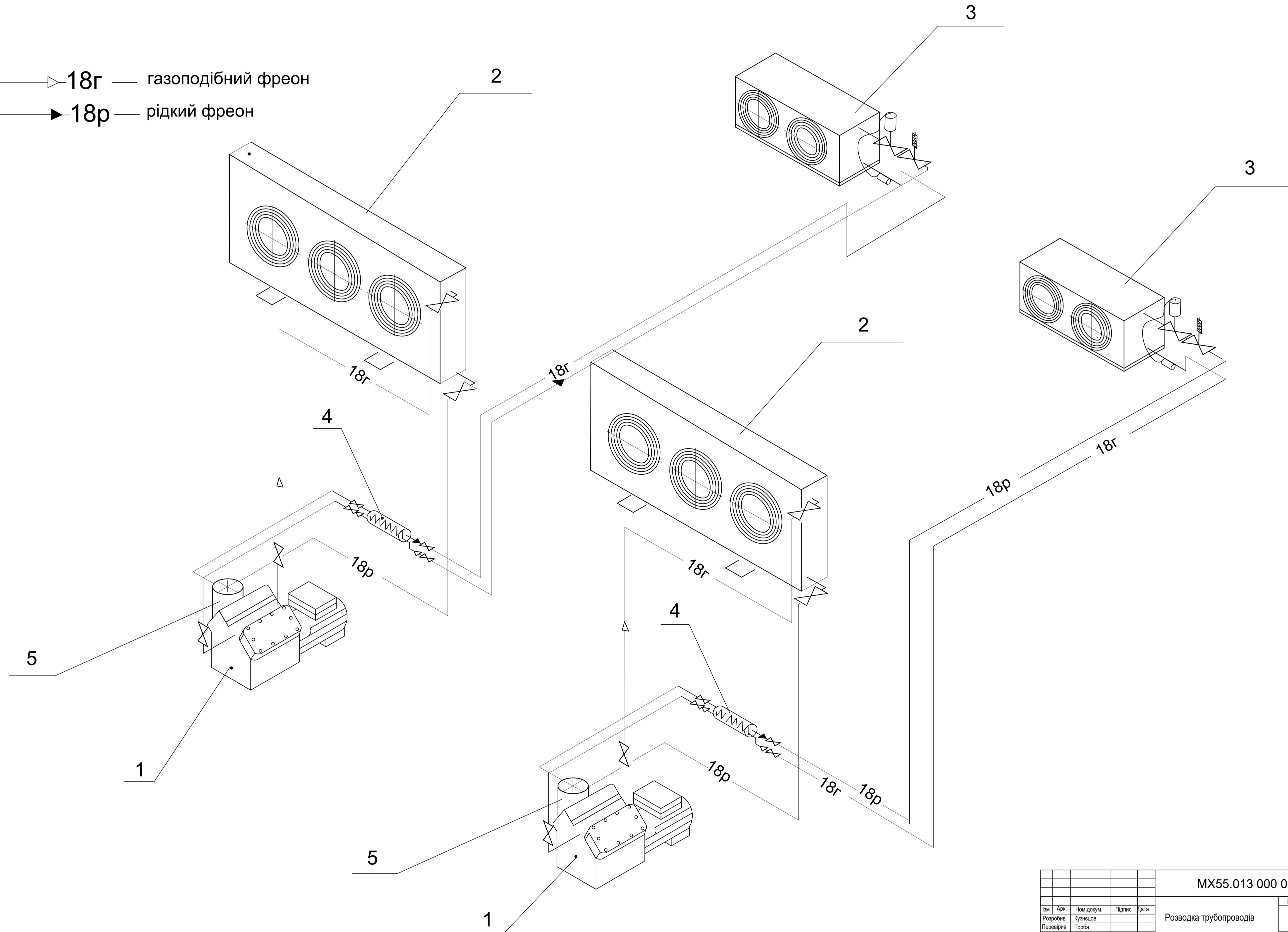
1. Б.К. Явнель Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. — 3-е изд. перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1989.
2. Кондрашова Н.Г. , Лашутина Н.Г. Холодильно-компрессорные машины и установки. — М.: Высша школа , 1980.
3. Кошкин Н.М. и др. Тепловые и конструктивные расчеты холодильны машин. — Л.,Машиностроение , 1976.
4. Мальгин Ю.В., Мальгина Е.В., Суедов В.П. Холодильные машины и установки .-- М.:Пищевая промышленность,1980.
5. Крылов Ю.С., Пирог П.И. и др. Проектирование холодильников — М.: Пищевая промышленность,1972.
6. Проектирование холодильных сооружений. Справочник холодильная техника.-- М.: Пищевая промышленность, 1978.
7. Закон України “Про охорону праці”.
6. 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.
7. Закон України “Про пожежну безпеку”.
8. «Охрана труда при обслуживании холодильных установок», Самойлов А.И., Игнатъев В.П., М., 1989г.  
“Основи охорони праці” Купчик М.П., Гандзюк М.П., К., 2000р

					MX55.013.007 ДППЗ	Арк.
Ізм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

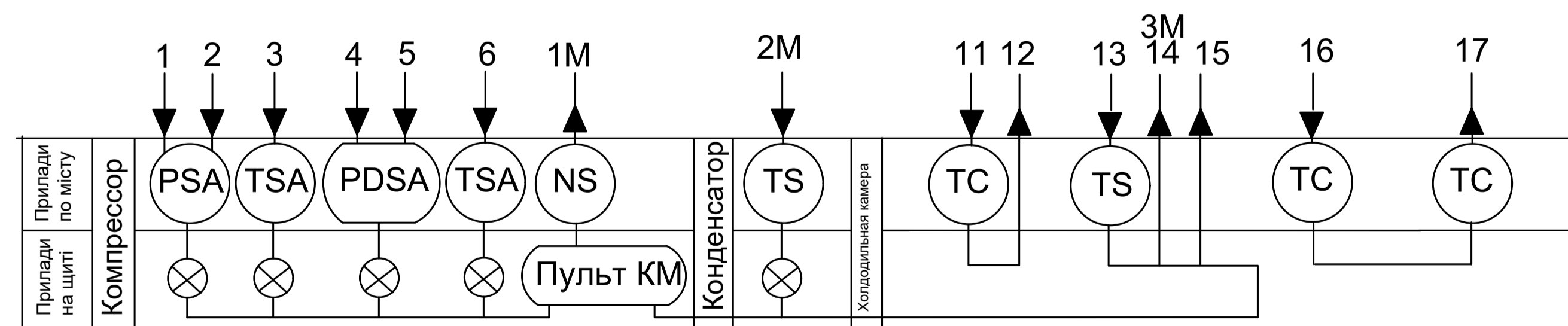
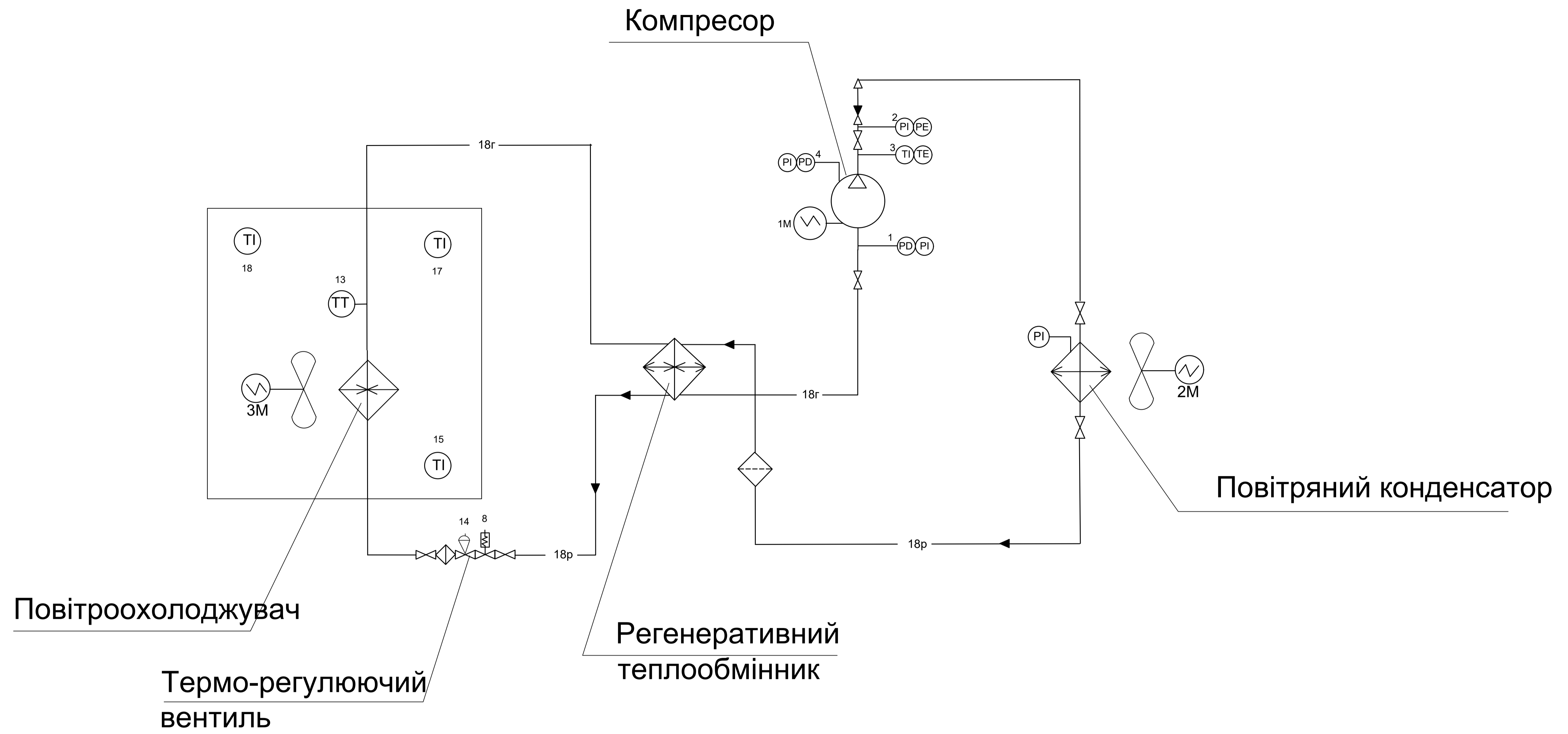


						MX55.013 000 01.ДП БК		
Ізм	Кільк	Аркуш	Док.	Підпис	Дата	Стадія	Маса	Масштаб
Розробив	Кузнєцов					План та розріз будівлі холодильника		1:100
Перевірив	Торба							
Консульт.	Волянська							
Н.контр.	Волянська					Аркуш 1	Аркуш 3	
Зав.	Беркань					ВСП ОТФХ ОНТУ гр. 4МХ-55		

 18г — газоподібний фреон  
 18р — рідкий фреон



					<b>MX55.013 000 02.ДП С7</b>			
Ізм	Арх.	Ном. докум.	Підпис	Дата	Розводка трубопроводів	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив	Кузнецов					Аркуш 2	Аркушів 3	
Перевірів	Торба				ВСП ОТФК ОНТУ			
Н.контр.	Волянська				гр. 4МХ-55			
Затв.	Беркань							



MX55.013 000 03.ДП С7			
Ізм	Арк.	Ном.докум.	Підпис
Розробив	Кунецов		Дата
Перевірив	Торба		
Літ		Маса	Масштаб
Аркуш 3		Аркушів 3	

Схема автоматизації

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

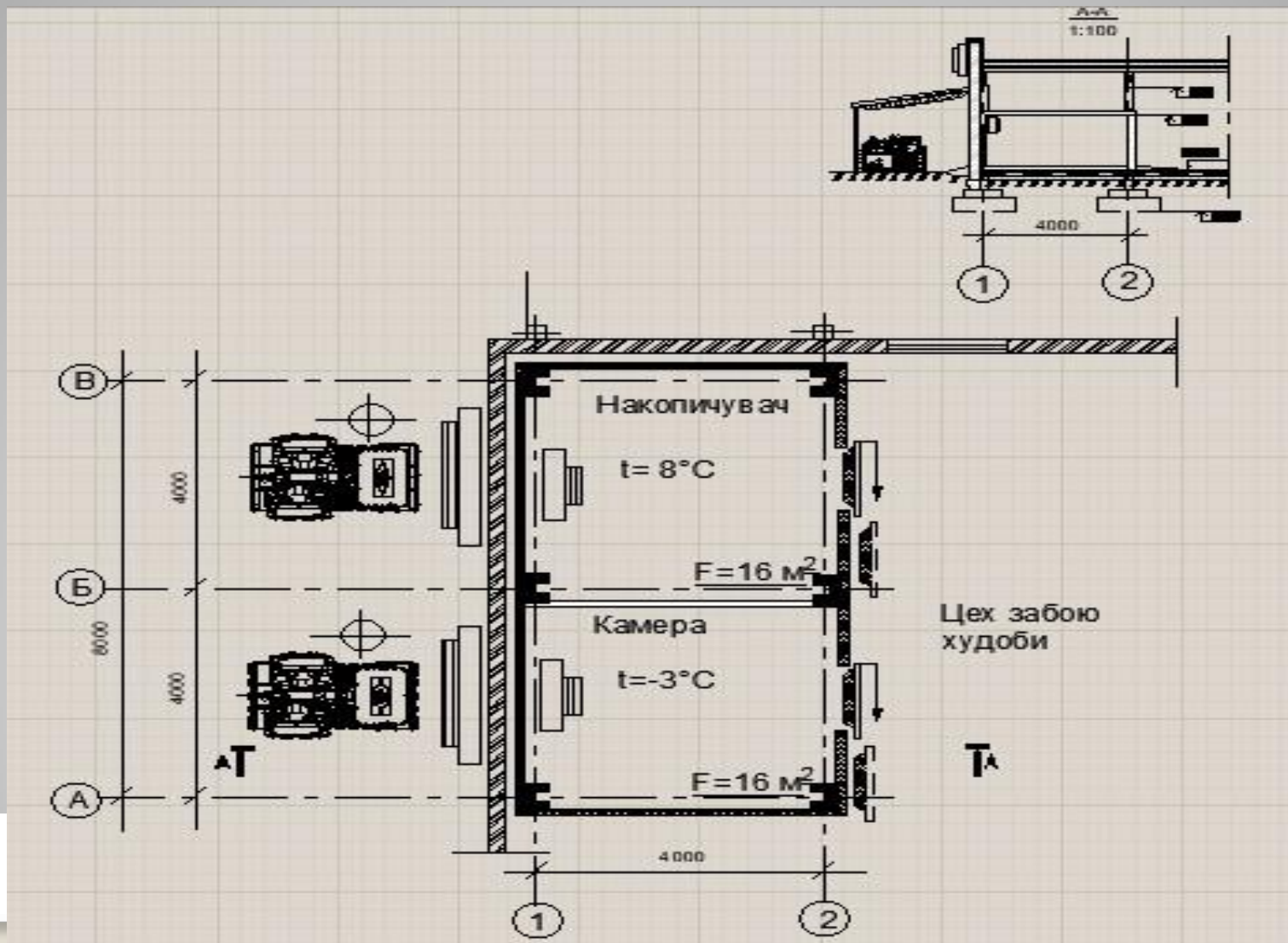
**СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 142 «ЕНЕРГЕТИЧНЕ  
МАШИНОБУДУВАННЯ»**  
**ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «МОНТАЖ І  
ОБСЛУГОВУВАННЯ ХОЛОДИЛЬНО-  
КОМПРЕСОРНИХ МАШИН І УСТАНОВОК»**  
**ГР. 4МХ-55**

# **ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ**

**Проект камери охолодження м'яса в  
напівтушах продуктивністю 3 т. на добу  
для фермерського господарства,  
м. Ужгород**

**Дипломник: Кузнецов В.О.**  
**Керівник: Торба С.Г..**

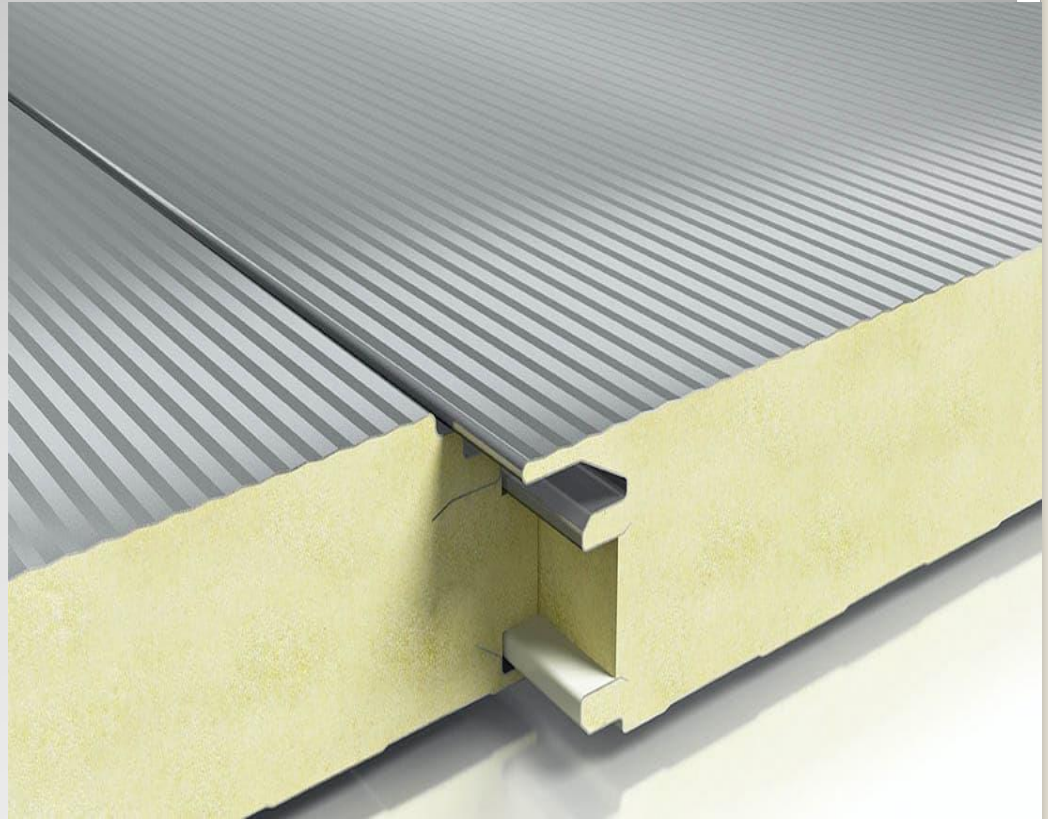
# ПЛАНУВАННЯ БУДІВЛІ ХОЛОДИЛЬНИКА



# СЕНДВІЧ-ПАНЕЛІ

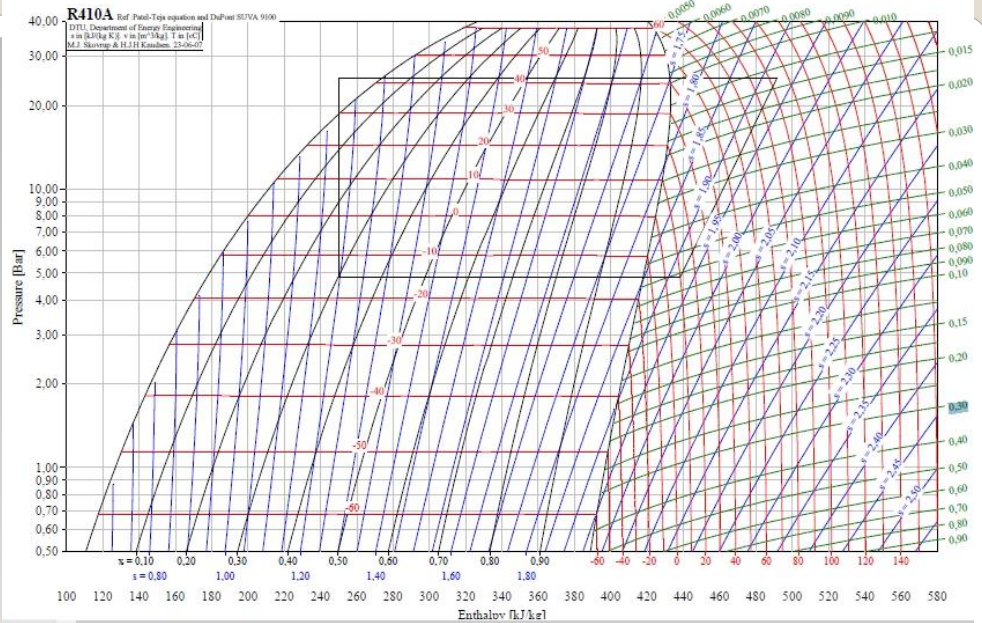
Надійність стиків сендвіч-панелей – це запорука мінімізації витрат та надійності підтримки режиму в камерах.

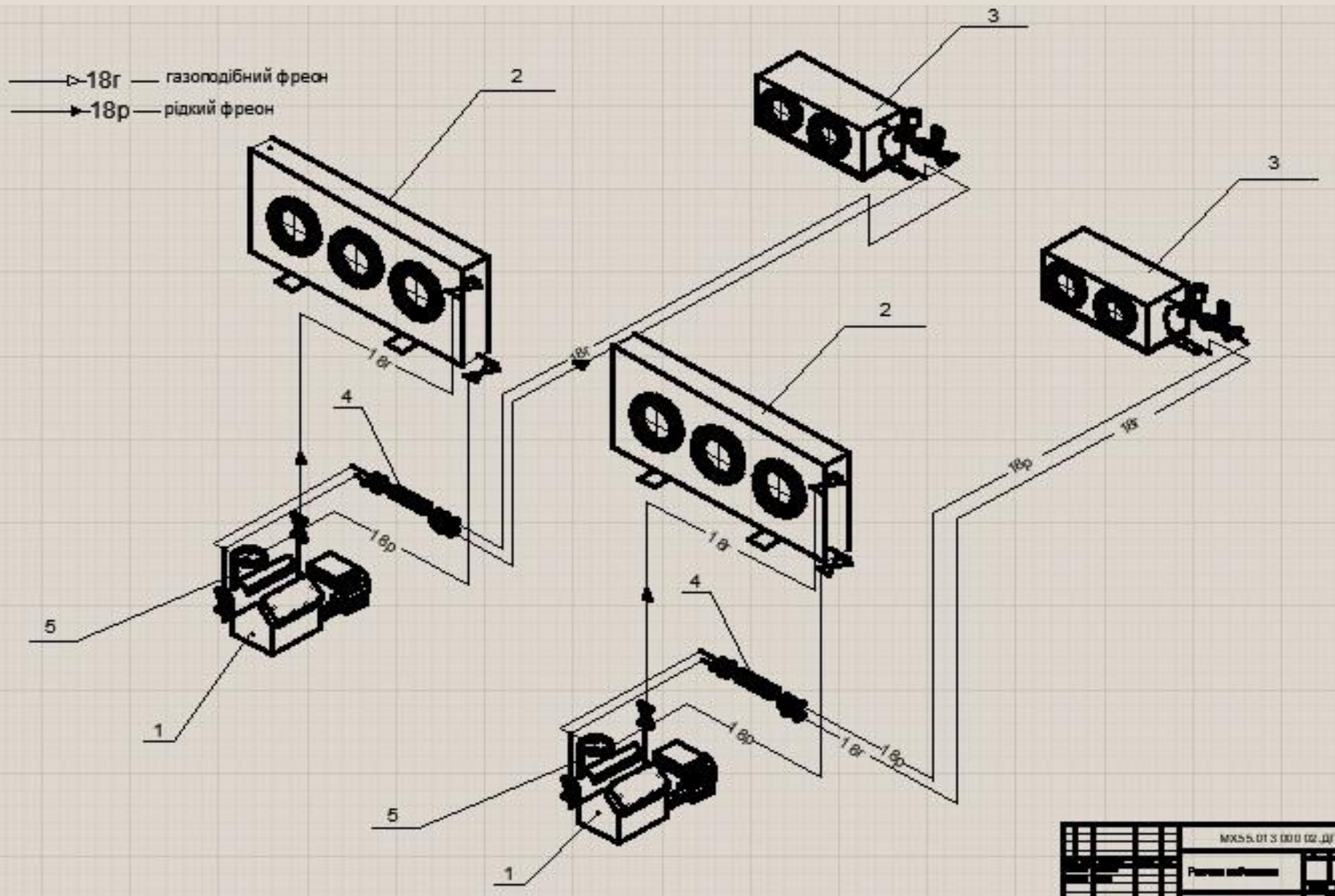
І накопичувач, і основна камера термічної обробки зібрані з панелей однакового типу.



# Система охолодження безпосередня

У якості холодильного агенту обраний фреон R410A. Цикл одноступінчастий з регенеративним теплообмінником та безсальниковим компресором. Охолодження на підвешаних шляхах.

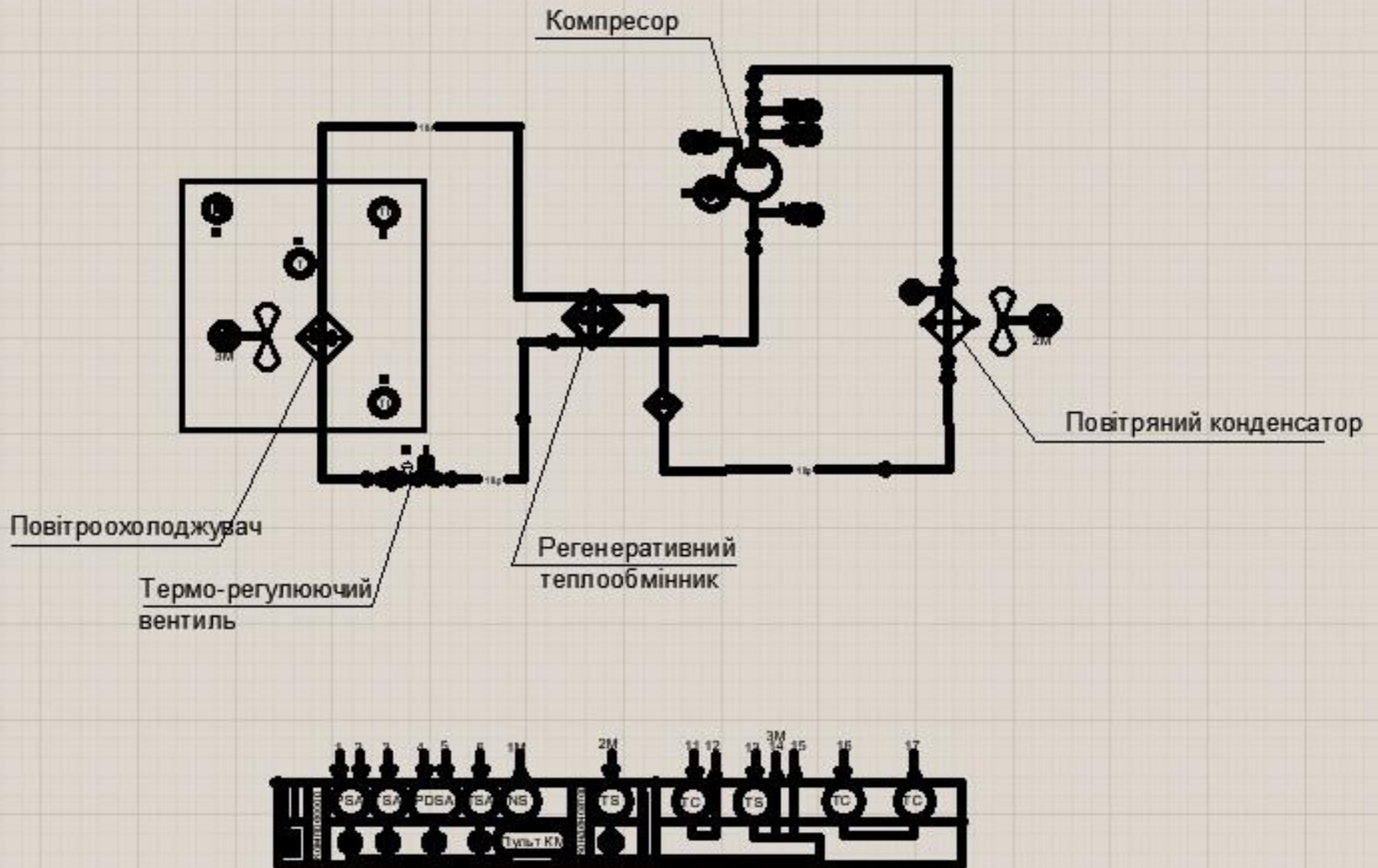




# РОЗВОДКА ТРУБОПРОВОДІВ

# Основні техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Продуктивність холодильної камери	N	т/добу	3
2	Холодопродуктивність	Q	кВт	18,13
3	Кількість компресорів	п	шт	2
4	Кількість обслуговуючого персоналу	Кр	осіб	1
5	Капітальні вкладення	КВ	грн.	343035
6	Експлуатаційні витрати	Вр	грн.	297 027
7	Собівартість 1000кДж холоду	$C_{1000}$	грн.	0,74



# СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ**