

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОПШ: «Монтаж і

обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: 4МХ -55

Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення

МХ 55. 001. 000. ДП

**Басса Альберта
Михайловича**

м. Одеса - 2023 р

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

Спеціальність 142
Енергетичне машинобудування
Група 4 МХ- 55

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
МХ 55.001.000. ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка компресорного цеху холодильника для зберігання томатів і
винограду ємністю 300 т., м. Умань

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

Дипломник _____ (Басс А.М.)

Керівник проекту _____ (Новіков В.М.)

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 ДЕК _____ (Селіванов А.П.)

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 НВП
_____ Беркань Іг.В.
“20” лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломного проектування

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

Тема дипломного проекту: Розробка компресорного цеху холодильника для зберігання томатів і винограду ємністю 300 т., м. Умань
Стверджена наказом по коледжу від «17» 10 2022 р. № 235-А2-ОД
Вихідні дані для проекту: температура літня 32 °С
відносна вологість повітря літня 63 %
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	22.05.2023
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	21 - 23.06.2023

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 _____ (Новіков В.І.)

солідарності".

Ці маршрути дозволили прискорити експорт і роботу митниць між Україною та країнами ЄС. В результаті, за 9 місяців війни Україні вдалось експортувати цими альтернативними шляхами 19 млн. тонн агропродукції. До того ж, завдяки зусиллям українських дипломатів, за посередництва ООН та Туреччини з 1 серпня відновили свою роботу для перевезення продовольства три чорноморські порти "Одеса", "Чорноморськ" та "Південний". І не дивлячись на постійні перешкоди з російської сторони, Україні морськими шляхами на кінець року, як повідомив глава держави Володимир Зеленський, вдалось експортувати понад 15 млн. тонн продовольства – передусім зернових - до більш як 40 країн світу.

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Розробка компресорного цеху холодильника для зберігання яблук і винограду ємністю 300 т., м. Умань

Компресорний цех примикає до одноповерхового холодильника.

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

Головна ж перевага одноповерхових холодильників – їх проста конструкція, так як питома вага вантажів, в даному випадку овочів, припадає безпосередньо на ґрунт. Колони будівлі сприймають невелику вагу, створювану покриттям. Це дозволяє збільшити завантаження на 1м^2 , отож і висоту камер.

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

Сітка колон $6 * 12$ метрів.

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

На фрукто- овочесховищах місткістю 300 тон приймається централізоване холодопостачання з розміщенням в єдиному машинному відділенні компресорів, підключених на одну температуру кипіння. Охолоджувальний склад складається з камер зберігання з температурою повітря $0 \div 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ і відносною вологістю 85-90%.

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

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

На даному холодильнику впроваджене безпосереднє охолодження для камер зберігання та технологічних потреб. Безпосереднє кипіння дозволяє зменшити різницю температур повітря в камері зберігання і кипіння холодильного агенту на 5 °С, що призведе до економії енергії на 15%.

Система подачі холодильного агенту – безнасосна.

Холодильним агентом вибраний R-134a. Це зумовлено його термодинамічними властивостями і відсутність терміну використання.

Теплоізоляційним матеріалом вибраний пінополістирол ПСБ-С, що має дуже низький коефіцієнт теплопровідності ($\lambda = 0,05 \text{ Вт/(м*К)}$) та не сприяє корозії металів.

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

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

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

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

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

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані

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

Ємкість камер зберігання - 360 тон з них:

зберігання томатів - 50%

зберігання винограду - 50%

$$B_1 = \frac{300 \cdot 50}{100} = 150 \text{тон} \quad (3.1)$$

$$B_2 = \frac{300 \cdot 50}{100} = 150 \text{тон} \quad (3.2)$$

3.2 Розрахунок будівельних площин

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

$$F_{\sigma} = \frac{E}{q_v \cdot h_{вн} \cdot \beta}; \quad (3.3)$$

де E – місткість камери зберігання, т,;

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

$h_{вн}$ - вантажна висота штабелю, м;

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

Кількість будівельних прямокутників визначаємо за формулою:

					MX 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{F_{\delta}}{f}; \quad (3.4)$$

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

Дійсна місткість камер зберігання :

$$E_{\delta} = E \frac{n_{\delta}}{n}; \quad (3.5)$$

де n_{δ} - дійсна кількість будівельних прямокутників.

Загальна площа камер зберігання

$$F_{к.хр} = F_1 + F_2 + F_3 \quad (3.6)$$

Площа допоміжних приміщень

$$F_{всп} = 0.3 * F_{к.хр} \quad (3.7)$$

Потрібна площа охолоджувального складу

$$F_{охл} = F_{к.хр} + F_{всп} \quad (3.8)$$

Площа службових приміщень

$$F_{с.пом} = 0.1 * F_{охл} \quad (3.9)$$

Площа машинного відділення

$$F_{м.о} = 0.1 * F_{охл} \quad (3.10)$$

Всі розрахунки зводимо в табл. 3.1

Таблиця 3.1 Розрахунок будівельних площ

Найменування камери	E т	q _v т/м	h _{гр} м	β	F м ²	f м ²	n р	n _д q	E _д т
Томати	150	0,3	4,5	0,75	148,15	72	2,06	2	145,8
Виноград	150	0,3	4,5	0,75	148,15	72	2,06	2	145,8
Всього кам.зберіг..	300				296,30	72	4,12	4	291,6
Допоміжні приміщ.					88,89	72	1,23	1	
Охолодж.склад					385,19	72	5,35	5	
Службові приміщ.					57,78	72	0,80	1	
Машинне відділен.					57,78	72	0,80	1	

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Вимоги до планування холодильника

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

Двері камер виходять в коридор.

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

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

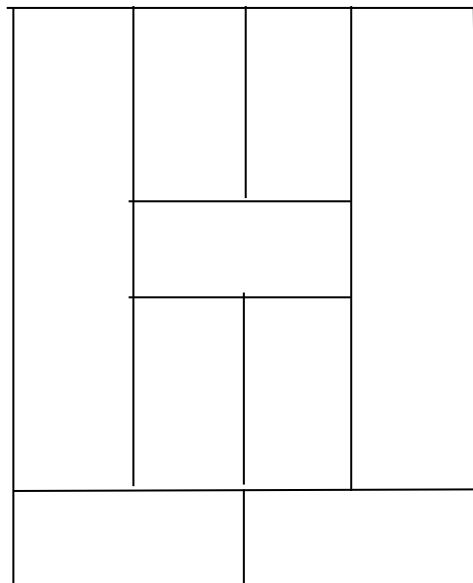
Планування відповідає прийнятій системі охолодження. Це особливо важливо враховувати при плануванні одноповерхових холодильників, так як це завжди вдається забезпечити злив холодильного агенту із приладів охолодження. При складанні планування передбачую місця для монтажу обладнання, камерних розподільних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

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

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

					MX 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Планування холодильника



Мал. 3.1

- 1 - камера зберігання томатів
- 2 - камера зберігання томатів
- 3 - камера зберігання винограду
- 4 - камера зберігання винограду
- 5 - експедиція
- 6 - коридор
- 7 - автомобільна платформа
- 8- службові приміщення
- 9 - машинне відділення
- 10 - цех товарної обробки плодів

3.5 Розрахунок ізоляції огорожень

Товщина ізоляційного шару огороження розраховується за формулою :

$$\delta_{iz} = \lambda_{iz} \left[\frac{1}{k_o} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right]; \quad (3.11)$$

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

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- k_o - потрібний коефіцієнт теплопередачі огороження, що приймається в залежності від характеру огороження та температур по обидва боки від нього, Вт/(м²К);
- α_3 - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішнього, чи більш теплого боку огороження, Вт/(м²К);
- $\alpha_в$ - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішнього, або більш холодного боку огороження, Вт/(м²К);
- δ_i - товщина окремих шарів конструкції огороження, м.

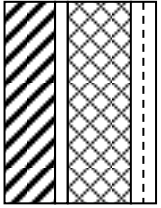
Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі огороження знаходять за формулою :

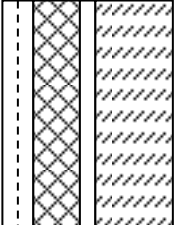
$$k_o = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в} \right) + \frac{\delta_{i3}^{\delta}}{\lambda_{i3}}}; \quad (3.12)$$

де δ_{i3}^{δ} – прийнята товщина ізоляційного шару , м.

У табл. 3.2 наведені рекомендовані конструкції огорожень

Таблиця 3.2 Прийняті конструкції огорожень

Найменування і конструкція огороження	Найменування та матеріал шару	Товщина шару δ_i , м	Коеф. теплопровідності λ_i , Вт/(м К)	Тепловий опір R_i м ² К/Вт
Зовнішня стінова 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	2. Теплоізоляція ПСБ-С	потреб. визнач.	0,05	—
	3. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	4. Зовнішній шар з важкого бетону	0,140	1,86	0,073
				$\Sigma=0,108$

<p>Внутрішня стінова панель</p> 	1. Панель з керамзитом – бетону ($\rho=1100\text{кг/м}^3$)	0,240	0,47	0,51
	2. Пароізоляція – 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	3. Плітна теплоізоляція ПСБ-С	потреб. визнач.	0,05	—
	4. Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0,020	0,98	0,020
				$\Sigma=0,543$
<p>Перегородка</p>	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	2. Теплоізоляція ПСБ-С	потреб. визнач.	0,05	—
	3. Пароізоляція -- 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	4. Зовнішній шар з важкого бетону	0,080	1,86	0,043
				$\Sigma=0,077$

					MX 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усі розрахунки теплоізоляційного шару огорожень зводимо до табл.3.3

Таблиця 3.3 Розрахунки ізоляційного шару огорожень

огороження	λ	t в	a н	a в	R н	R в	R	$\delta_{из}^{TP}$	$\delta_{дст}^{TP}$	K тр	K дст
	Вт/мК	с	Вт/м ² К	Вт/м ² К	м ² К/Вт	м ² К/Вт	м ² К/Вт	м	м	Вт/м ² К	Вт/м ² К
Зовн.ст.кам.зб	0,05	2	23	9	0,043	0,111	0,108	0,106	0,125	0,42	0,36
Вн.ст. з кор.	0,05	2	8	9	0,125	0,111	0,546	0,062	0,075	0,493	0,44
Вн.ст. з м/в	0,05	2	8	9	0,125	0,111	0,546	0,062	0,075	0,493	0,44
Перегородка	0,05	2 2	9	9	0,111	0,111	0,077	0,071	0,075	0,58	0,56
Покриття	0,05	2	23	7	0,043	0,143	0,079	0,113	0,125	0,395	0,36

Примітка: $\delta_{из}^д$ – прийнята товщина ізоляційного шару

приймається в залежності від того, яким складом модулів забезпечується розрахункова товщина ізоляційного шару. (теплоізоляційні матеріали виготовляються промисловістю модулями певних зазначених розмірів, кратних 25 мм)

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6 Тепловий розрахунок

Теплоприпливи крізь огороження

Теплоприпливи крізь огороження розраховуємо за формулою:

$$Q_{1T} = k_o^{\partial} \cdot F(t_n - t_e); \quad (3.13)$$

де k_o^{∂} -- дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження Вт/м²К

F – площа поверхні огороження, м²

t_n – температура з зовнішньої сторони огороження, °С

t_e – температура повітря у середині охолоджуваного приміщення, °С

Теплоприпливи від сонячної радіації розраховуємо за формулою

$$Q_{1C} = k_o^{\partial} \cdot F \cdot \Delta t_c; \quad (3.14)$$

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

Якщо підлога розташована на ґрунті, не має обігрівальних

пристроїв, тепло приплив через неї визначають підсумовуванням через умовні зони шириною 2 м за формулою:

$$Q_{1T} = \sum k_{\text{усл}} F (t_n - t_e) m \cdot 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.15)$$

$k_{\text{усл}}$ - умовний коефіцієнт теплопередачі відповідної зони підлоги, Вт/м²К

1 зона – 0,47 Вт/м²К

2 зона – 0,23 Вт/м²К

3 зона – 0,12 Вт/м²К

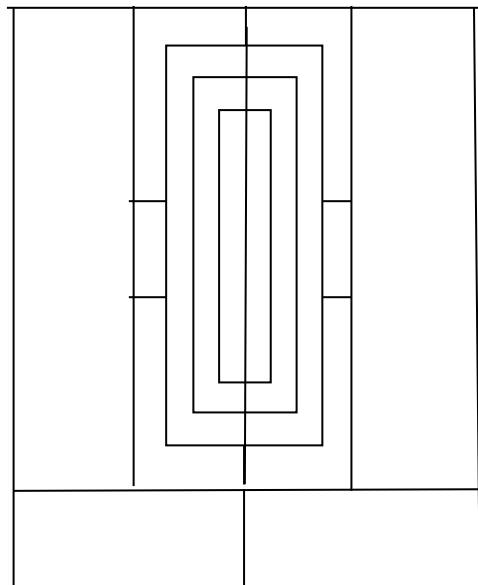
4 зона – 0,07 Вт/м²К

F – площа відповідної зони підлоги, м²

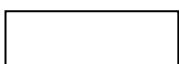
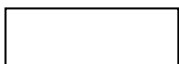
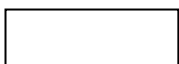
Усі розрахунки зводимо до відповідних таблиць

Розбивка підлоги по зонах

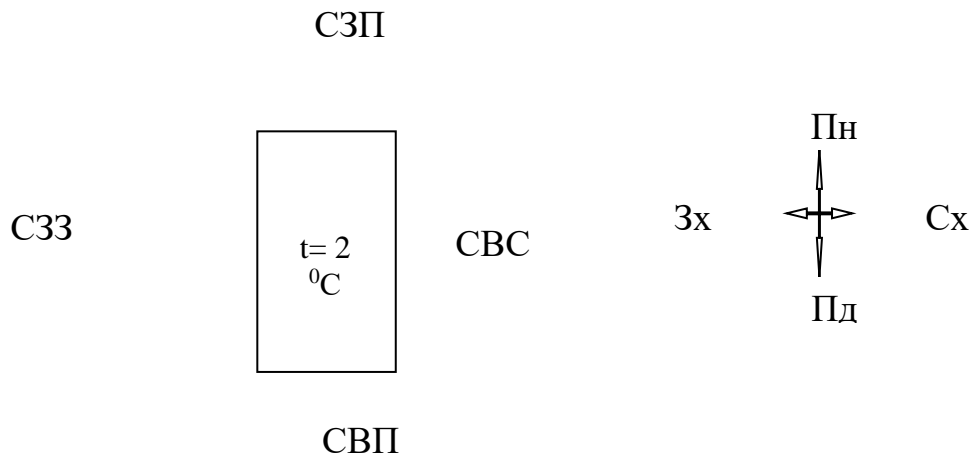
					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Мал. 3.2



					MX 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 3.4 Розрахунок теплоприпливів крізь огороження до камери №1

Зберігання томатів

Огороження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СЗП	0,36	43,2	32	2	30	0,47	0	0	0,47
СВС	0,56	86,4	0	2	-2	-0,10	0	0	0,00
СВП	0,44	43,2		2	21	0,40		0	0,40
СЗЗ	0,36	86,4	32	2	30	0,93	0	0	0,93
покриття	0,36	72	32	2	30	0,78	14,9	0,39	1,16
підлога	K _{усл}								0,73

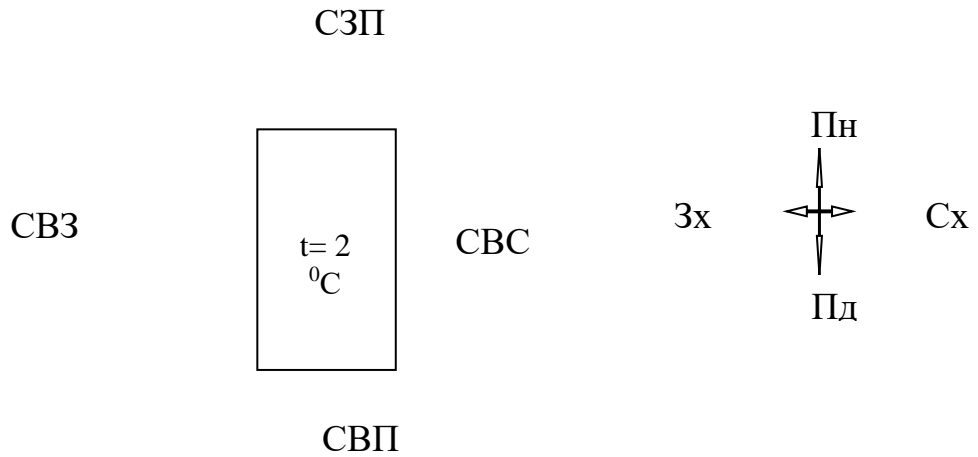
3,69

Таблиця 3,5

Розрахунок теплоприпливів через підлогу

зона	K _{усл} Вт/м ² К	F _{зони} м ²	t н С	t в С	θ С	Q _{пола} кВт
1 Зона	0,47	36	32	2	30	0,51
2 Зона	0,23	24	32	2	30	0,17
3 Зона	0,12	16	32	2	30	0,06
4 Зона	0,07	0	32	2	30	0,00

0,73



Таблиця 3.6 Розрахунок теплоприпливів крізь огороження до камери №2

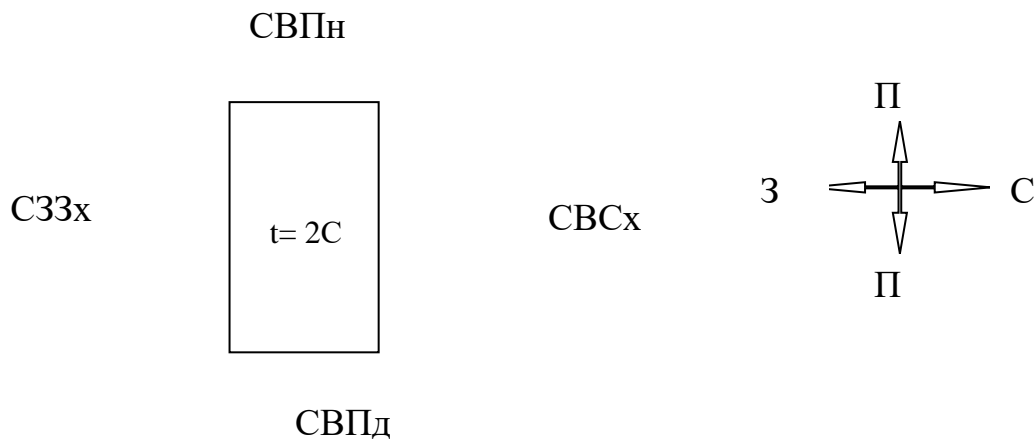
Зберігання томатів

Огороження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СЗП	0,36	43,2	32	2	30	0,47	0	0	0,47
СВС	0,44	86,4	32	2	18	0,68	0	0	0,68
СВП	0,44	43,2		2	21	0,40		0	0,40
СВЗ	0,56	86,4	2	2	0	0,00	0	0	0,00
покриття	0,36	72	32	2	30	0,78	14,9	0,39	1,16
підлога	K _{усл}								0,78
									3,49

Таблиця 3.7

Розрахунок теплоприпливів крізь підлогу

зона	K _{усл} Вт/м ² К	F _{зони} м ²	t н С	t в С	θ С	Q _{пола} кВт
1 Зона	0,47	36	32	0	32	0,54
2 Зона	0,23	24	32	0	32	0,18
3 Зона	0,12	16	32	0	32	0,06
4 Зона	0,07	0	32	0	32	0,00
						0,78



Таблиця 3.8 Розрахунок теплоприпливів крізь огороження до камери №3

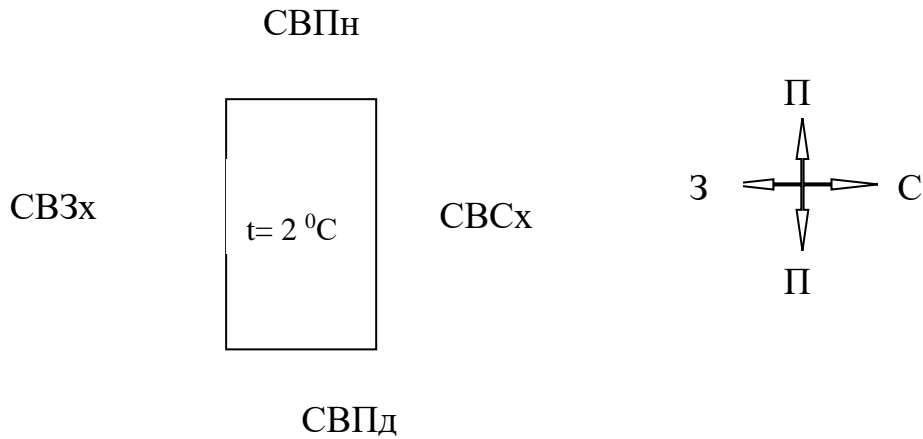
Зберігання винограду

Огороження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СВП	0,44	43,2		0	21	0,40	0	0	0,40
СВС	0,56	86,4	0	0	0	0,00	0	0	0,00
СВП	0,44	43,2		0	18	0,34		0	0,34
СЗЗ	0,36	86,4	32	0	32	1,00	0	0	1,00
покриття	0,36	72	32	0	32	0,83	14,9	0,39	1,22
підлога	K _{усл}								0,780
									3,73

Таблиця 3,9

Розрахунок теплоприпливів крізь підлогу

зона	K _{усл} Вт/м ² К	F _{зони} м ²	t н С	t в С	θ С	Q _{пола} кВт
1 Зона	0,47	36	32	0	32	0,54
2 Зона	0,23	24	32	0	32	0,18
3 Зона	0,12	16	32	0	32	0,06
4 Зона	0,07	0	32	0	32	0,00
						0,78



Таблиця 3.10 Розрахунок теплоприпливів крізь огородження до камери №4

зберігання винограду

Огородження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СВП	0,44	43,2		2	21	0,40	0	0	0,40
СЗС	0,44	86,4	2	2	0	0,00	0	0	0,00
СВП	0,44	43,2		2	18	0,34		0	0,34
СВЗ	0,56	86,4	0	2	-2	-0,10	0	0	0,00
покриття	0,36	72	32	2	30	0,78	14,9	0,39	1,16
підлога	K _{усл}								0,37
									2,28

Таблиця 3.11

Розрахунок теплоприпливів крізь підлогу

зона	K _{усл} Вт/м ² К	F _{зони} м ²	t н С	t в С	θ С	Q _{пола} кВт
1 Зона	0,47	12	32	2	30	0,17
2 Зона	0,23	12	32	2	30	0,08
3 Зона	0,12	12	32	2	30	0,04
4 Зона	0,07	36	32	2	30	0,08
						0,37

Теплоприпливи від вантажу при холодильній обробці

Теплоприпливи від вантажу при холодильній обробці знаходимо за формулою

$$Q_2 = Q_{2np} + Q_{2map}; \quad (3.16)$$

де Q_{2np} -- тепло приплив від термічної обробки продуктів, (кВт)

Q_{2map} -- тепло приплив від термічної обробки тари, (кВт)

Теплоприпливи від термічної обробки продуктів знаходимо за формулою

									Арк.
МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ									
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$Q_{2np} = M_{np} (i_1 - i_2) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}; \quad (3.17)$$

де M_{np} – добове нахождення продукту у камеру (т/доб)

$(i_1 - i_2)$ – різниця питомих ентальпій відповідно початковій та кінцевій температури (кДж/кг);

τ - термін холодильної обробки продукту (г); дорівнює 24 години.

Теплоприпливи від тари знаходимо за формулою

$$Q_{map} = M_{map} \cdot C_m \cdot (t_1 - t_2) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}; \quad (3.18)$$

де $M_{тар}$ – добове нахождення тари (т/доб)

c_T - питома теплоємність тари, (кДж/кгК);

t_1, t_2 – початкова та кінцева температура тари, (°C).

Усі розрахунки зводимо до табл. 3.12

Таблиця 3.12 Розрахунок теплоприпливів до камер від термообробки продуктів

№ камери	В тонн	М пр т/сут	t 1 С	t 2 С	разн t С	i 1 кДж/кг	i 2 кДж/кг	разн i кДж/кг	Q2 пр кВт	Мт т/сут	Ст кДж/кг*К	Q2т кВт	Q2 Квт
Камера 1,2	72,9	7,3	20	2	18,0	347,0	274,0	73,0	6,2	0,7	0,5	0,1	6,2
Камера 3,4	72,9	7,3	20	2	18,0	307,0	243,0	64,0	5,4	0,7	0,5	0,1	5,5

Теплоприпливи при вентиляції приміщення

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

$$Q_3 = M_{вз} * (i_n - i_e) \quad (3.19)$$

де $M_{вз}$ – масова витрата вентиляційного повітря, кг/с

i_n i_v - питомі ентальпії зовнішнього повітря і повітря камери зберігання, кДж/кг

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

$$M_{вз} = \frac{V_k \alpha \rho_e}{24 * 3600}, \quad (3.20)$$

де V_k - об'єм приміщення, що вентилюється м³,

α - кратність повітрообміну

																			Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата															

МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ

ρ_v - щільність повітря при температурі і
відносній вологості повітря в камері, кг/м

Усі розрахунки зводимо до табл. 3.13

Таблиця 3.13

№ камери	V м	i кДж/кг	i кДж/кг	t С	p кг/м	a	φ %	M _{вз} кг/с	Q _з кВт
1,2,3,4	518,4	81,34	8,49	0	1,29	3	90	0,023	1,69

Експлуатаційні теплоприпливи

Експлуатаційні теплоприпливи знаходимо за формулою :

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_4; \quad (3.21)$$

Теплоприпливи від освітлення

$$q_1 = A \cdot F \cdot 10^{-3}; \quad (3.22)$$

де : A – кількість тепла, виділеного освітленням за одиницю часу на 1 м² площі підлоги (Вт/м²);

F -- площа підлоги камери, (м²).

Теплоприпливи від перебування людей у камері

$$q_2 = 0,35 \cdot n; \quad (3.23)$$

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

n -- кількість людей працюючих водному приміщені.

Теплоприпливи від відчиняння дверей:

$$q_4 = V F \cdot 10^{-3}; \quad (3.24)$$

де V - питомий приплив тепла від відчиняння дверей, (Вт/м²);

F - площа камери , м² .

Усі розрахунки експлуатаційних теплоприпливів зводимо до таблиці 3.14

Таблиця 3.14 Розрахунки експлуатаційних теплоприпливів до камер холодильника

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

					MX 55. 001. 003 ДП ПЗ						Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Теплоприпливи від овочів при диханні

Теплоприпливи Q_5 (кВт) знаходимо за формулою:

$$Q_5 = B_k (0.1q_n + 0.9q_{xp}) * 10^{-3} \quad (3.25)$$

де B_k - місткість камери, т
 q_n - q_{xp} - тепловиділення овочів при температурах знаходження і зберігання, Вт/т

Усі розрахунки зводимо до таблиці 3.15

Таблиця 3.15

№ камери	В тон	t_1 С	t_2 С	q Вт/т	q Вт/т	Q_5 кВт
томати						
камера 1,2	72,9	20	2	102	20	2,06
виноград						
камера 3,4	72,9	20	2	78	17	1,68

3.7 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер

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

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

Для даного холодильника:

$$Q_{1км} = 0,9Q_{1об}; \quad (3.26)$$

$$Q_{2км} = 0,5Q_{2об}; \quad (3.27)$$

$$Q_{3км} = Q_{3об}; \quad (3.28)$$

$$Q_{4км} = 0,75Q_{4об}; \quad (3.29)$$

$$Q_{5км} = Q_{5об}. \quad (3.30)$$

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.16 Розрахунок теплового навантаження на компресор та обладнання камер

Теплове навантаження від теплоприпливів до камер

№ камеры	Q 1		Q 2		Q 3		Q 4		Q 5		Q об	Q км
	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км		
Кам. 1	3,69	3,321	6,2	3,1	2,54	2,54	4,95	3,713	2,06	2,06	19,44	14,73
Кам.2	3,49	3,141	6,2	3,1	2,54	2,54	4,95	3,713	2,06	2,06	19,24	14,5535
Кам.3	3,73	3,357	5,5	2,75	1,69	1,69	4,95	3,713	1,68	1,68	17,55	13,1895
Кам.4	2,280	2,052	5,50	2,75	1,69	1,69	4,95	3,713	1,68	1,68	16,1	11,8845

39,63

Визначаємо холодопродуктивність компресорів, за формулою

$$Q_o = \frac{\sum Q_{км} * k}{b}, кВт \quad (3.31)$$

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

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

b - Коефіцієнт робочого часу;

$$Q_o = \frac{39.63 * 1,05}{0,80} = 52 кВт$$

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

Температура кипіння при безпосередньому охолодженні:

$$t_o = t_0 - (5 \div 10)^\circ\text{C} \quad (3.32)$$

$$t_o = 2 - 8 = -6^\circ\text{C}$$

Температура води яка подається на конденсатор:

$$t_{\text{вд1}} = t_{\text{MT}} + (2 \div 4)^\circ\text{C}; \quad (3.33)$$

$$t_{\text{вд1}} = 26,1 + 2,9 = 29^\circ\text{C};$$

Температура води яка виходить з конденсатора:

$$t_{\text{вд2}} = t_{\text{вд1}} + (3 \div 5) = 29 + 3 = 32^\circ\text{C}; \quad (3.34)$$

Температура конденсації :

$$t_k = t_{\text{вд2}} + (2 \div 4) = 32 + 3 = 35 \quad ^\circ\text{C}; \quad (3.35)$$

Температура переохолодження холодильного агента у конденсаторі:

$$t_{\text{по}} = t_{\text{вд1}} + (3 \div 5)^\circ\text{C}; \quad (3.36)$$

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

Температура всмоктування холодильного агенту:

$$t_{\text{вс}} = t_o + (15 \div 20) \quad ^\circ\text{C}; \quad (3.37)$$

$$t_{\text{вс}} = -6 + 20 = 14^\circ\text{C}$$

Значення температури рідкого фреону після РТО находимо із рівняння теплового балансу регенеративного теплообмінника

Для $t_o = -6 \text{ C}$

$$i_3 = i_{3'} - (i_1 - i_{1'}) = 249,5 - (411,5 - 398,5) = 236,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

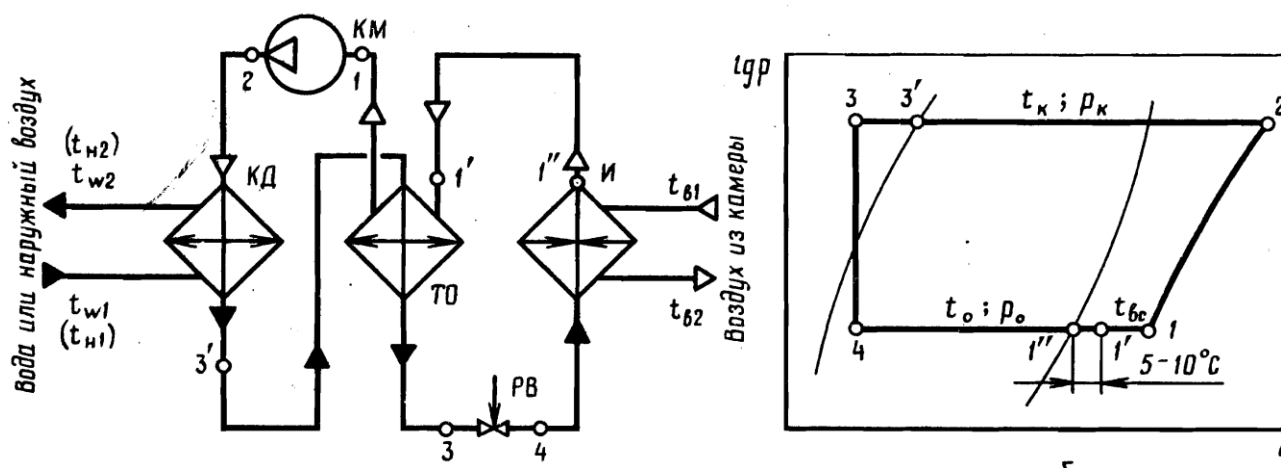
					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок

Таблиця 3.17

Режим	P ₀ бар	P _к бар	P _к P ₀	Вибір схеми
t ₀ = - 6 C	2,344	8,868	3,78	одноступінчасте стиск

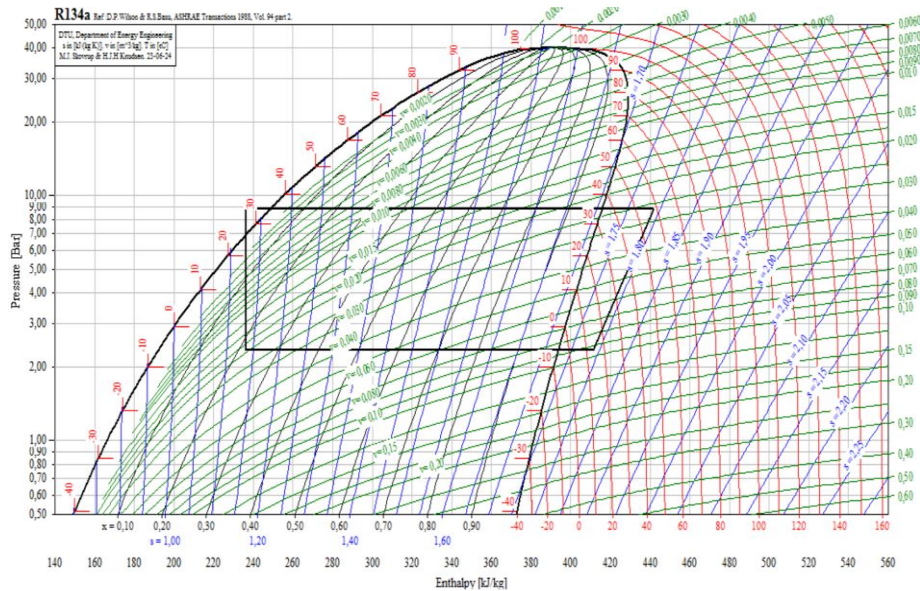
Зображення циклів одноступінчастого стиску в діаграмі lgp - h



Мал. 3.3

Таблиця 3.18

№ крапки	Температура ° C	Тиск бар	Ентальпія кДж/ кг	Питомий об'єм м ³ /кг
1''	-6	2,434	393,5	
1'	-1	2,434	398,5	
1	14	2,434	411,5	0,09392
2	58,63	8,868	442	
3'	35	8,868	249,5	
3	26,5	8,868	236,5	
4	-6	2,434	236,5	



Мал 3.5

3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресорів

Розрахунок одноступінчатого компресора $t_0 = -6 \text{ } ^\circ\text{C}$

Визначаємо холодопродуктивність (у кДж) 1 кг холодоагенту

$$q_o = i_{1'} - i_4 \quad (3.38)$$

Розраховуємо масову витрату пари - масову подачу компресора

(у кг/с)

$$M_{mp} = \frac{Q_o}{q_o}, \text{ кг / с} \quad (3.39)$$

Визначаємо об'ємну подачу компресора (у м³/с)

$$Vq = M_{mp} v_1 \quad (3.40)$$

де v_1 - питомий об'єм усмоктуваної пари, м³/кг

Визначаємо необхідну теоретичну об'ємну продуктивність

компресора (у м³/с)

$$V = \frac{Vq}{\lambda} \quad (3.41)$$

де λ - коефіцієнт подачі компресора, обумовлений

залежно від відношення тисків P_k / P_o

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_\omega \quad (3.42)$$

$$\lambda_i = \frac{P_o - \Delta p_{ec}}{P_o} - c * \left(\frac{P_k + \Delta p_u}{P_o} - \frac{P_o - \Delta p_{ec}}{P_o} \right) \quad (3.43)$$

									Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ

$$\lambda_{\omega} = \frac{T_o}{T_k} \quad (3.44)$$

Дійсна масова витрата х/а компресорі

$$\Sigma M_{км} = \frac{\lambda * \Sigma V_{км}}{v_1} \quad (3.45)$$

Сумарна холодопродуктивність

$$\Sigma Q_o = \Sigma M * q_o \quad (3.46)$$

Визначаємо дійсну (адіабатну) потужність компресора (у кВт)

$$N_T = \Sigma M_{mk} * (i_2 - i_1) \quad (3.47)$$

Визначаємо індикаторну потужність, витрачену на стиск пару,(у к Вт)

$$N_i = \frac{N_T}{\eta_i} \quad (3.48)$$

де η_i - індикаторний КПД,

Визначаємо ефективну потужність на валу компресора (кВт)

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_{мех}} \quad (3.49)$$

де $\eta_{мех}$ - механічний КПД компресора

Визначаємо електричну потужність, споживану електродвигуном компресора з мережі

$$N_{эл} = \frac{N_e}{\eta_{ел}} \quad (3.50)$$

де $\eta_{ел}$ - КПД електродвигуна компресора

Визначаємо тепловий потік (у кВт) у конденсатор

$$Q = Q_o + N_i \quad (3.51)$$

Всі розрахунки зводимо в таблицю

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо середню логарифмічну різницю температур в апарату, °C

$$\Theta_m = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{2,31g \frac{t_k - t_{w1}}{t_k - t_{w2}}}; \quad (3.52)$$

де t_{w1}, t_{w2} - температура води на вході й виході із КД, °C

t_k - температура конденсації холодоагенту, °C

$$\theta_m = \frac{t_{e2} - t_{e1}}{2,31g \frac{t_k - t_{e1}}{t_k - t_{e2}}} = \frac{32 - 29}{2,31g \frac{35 - 29}{35 - 32}} = 4,33C$$

Визначаємо тип конденсатора й основних розмірів, що характеризують поверхню теплообміну. Приймаємо: конденсатор кожухотрубний, горизонтальний, у міжтрубному просторі R-134, у трубах - вода.

Необхідна площа теплообмінної поверхні конденсаторів (м²)

$$F = \frac{Q_{KD}}{k * \theta} \quad (3.53)$$

де Q_{KD} - дійсний тепловий потік у КД, кВт

k - загальний коефіцієнт теплопередачі, кВт/м²К

θ - середній температурний напір, °C

Q_{KD}	k	θ	F
70	1,2	4,33	13,47

$$F = \frac{70}{1,2 \cdot 4,33} = 13,47 m^2$$

Хладагент: R134a
 Охладитель: Вода
 Концентрация в воде: 0
 Выбор конденсатора:
 Произв-ть: 35
 Тип конденсатора: K573H
 Количество проходов: 4
 Рабочая точка:
 Темп. конденсации: 35 °C
 Темп. воды на входе: 29 °C
 Объемн. расход: 6,418 м³/ч
 Условия функционирования:
 Переохл-е (после конд): 1 К
 Коэфф-т загрязнения: 0,00004 м²К/Вт



Мал. 3.9

$$F_{m.o.} = \frac{Q_{m.o.}}{k \cdot \theta}$$

Теплове навантаження на теплообмінник, кВт(для камери №1,2)

$$Q_{T.O.} = m \cdot (h_3 - h_{3'}) = m \cdot (h_{1'} - h_1)$$

$$Q_{T.O.}_{\theta=-5} = 0,316 \cdot (249,5 - 236,5) = 0,316 \cdot (411,5 - 398,5) = 4,1 \text{ кВт}$$

$$F_{m.o.} = \frac{4,1 \cdot 10^3}{280 \cdot 23,8} = 0,615 \text{ м}^2$$

Підбираємо теплообмінник марки ТФ - 70Г

Таблиця 3.22 Технічна характеристика теплообмінників

	ТФ-70 Г
Площа зовнішньої поверхні, м ²	1,34
Діаметр патрубків, мм	
Рідини	32
Пари	70
d вн х	13,2
Матеріал труди	мідь
Труби	гладкі
Кількість змієвиків	2
Вага, кг	41

3.14 Розрахунок і підбор градирні

Градирню вибираємо по необхідній площі поперечного перетину, що визначаємо по формулі:

$$F = \frac{Q_{гр}}{q} \quad (3.56)$$

де $Q_{гр}$ - теплове навантаження на градирню

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні витрати складаються з витрат на обладнання і будівлі холодильника:

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

Вартість будівлі холодильника визначається по укрупненим показникам:

$$B_{хол} = V * C_{хол} \quad (5.2)$$

де V - об'єм будівлі холодильника, м³;

$C_{хол}$ - вартість будівництва холодильника, грн.

$$B_{хол} = 345,6 * 2800 = 967680 \text{ грн.}$$

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-13Y- 40P	2	140 000	280000
2	Конденсатор	К 573 Н	1	60 000	60000
3	Водяний насос	К8/18	2	10 000	20000
4	Повітроохолоджувач	BFGE-403C4	4	400 000	1600000
5	Теплообмінник	ТФ-70Г	1	20000	20000
6	Градижня	ГПВ - 80	1	55000	55000
7	Лінійний ресивер	80м3	1	15000	15000
Сумарна вартість обладнання					2050000
Вартість іншого обладнання 10%					205000
Розрахункова вартість обладнання					2255000
Витрати на транспортування 15%					338250
Витрати на монтаж 20%					451000
Разом вартість обладнання (Воб)					3044250

Тоді сума капітальних вкладень по проекту складає:

$$KB_{хол} = 967680 + 3044250 = 4011930 \text{ грн.}$$

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

$$Q_{0роб} = 264 \cdot 1,05 \cdot 19\,440\,000 \cdot 2 = 10,78 \cdot 10^9 \text{ кДж}$$

Сумарний виробіток холоду за рік:

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

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

$$Q_{0ст} = 10,78 \cdot 10^9 \cdot 0,6 = 6,47 \cdot 10^9 \text{ кДж}$$

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

До експлуатаційних (поточних) витрат відносяться витрати на:

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

5.3.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів відносяться:

- а) холодоагент;
- б) змащувальні матеріали.

Розрахунок вартості річної потреби холодоагенту:

$$B_{ха} = G_{ха} \cdot C_{ха} \quad (5.5)$$

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

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

Річна потреба холодильного агента при ремонті

$$G_{ха} = g_{х.а.} \cdot \sum Q_0 \cdot k' \quad (5.6)$$

					MX 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$G_{xa} = 2 * 264 * 2 * 1,2 = 1267,2 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 1267,2 * 500 = 633 \text{ 600 грн.}$$

Розрахунок вартості річної потреби змащувальних матеріалів:

$$B_M = G_M * C_M \quad (5.7)$$

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

G_M - річна потреба змащувальних матеріалів, кг

$$G_M = g_m * n * R * k' \quad (5.8)$$

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

n - кількість компресорів;

R – кількість разів заміни масла на рік;

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

$$G_M = 4,0 * 2 * 2 * 1,2 = 19,2 \text{ кг}$$

$$B_M = 19,2 * 380 = 7296 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 Допоміжні матеріали

№ з/п	Стаття витрат	Витрати, грн.
1.	Вартість холодоагенту	633 600
2.	Вартість змащувальних матеріалів	7 296
	Разом	640 896
	Витрати на інші допоміжні матеріали (5%)	32 045
	Всього	672 941

5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою:

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

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

$n_{дв}$ – кількість електродвигунів;

T – тривалість роботи при максимальному навантаженні;

K – коефіцієнт використання обладнання

					MX 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	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	2	11	5400	0,7	83 160
2	Градирня	1	3	5400	0,7	11 340
3	Повітро-охолоджувач	4	0,28	3000	0,7	2 352
4	Насос водяний	2	1,5	3000	0,7	6 300
	Разом					103 152

Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою:

$$B_{ел} = N_{ел} * Ц_{ел} \quad (5.10)$$

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

$$B_{ел} = 103152 * 4,3 = 443 554 \text{ грн.}$$

5.3.3 Розрахунок витрат на воду для виробничих цілей

Вартість річного споживання води визначаємо за формулою:

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

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

$Ц_{в}$ - вартість 1м³ води, грн.;

Річне споживання води:

$$G_{в} = g_{в} * \frac{Q_{ост}}{1000} * 0.15; \quad (5.12)$$

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

0,15 – коефіцієнт, який враховує наявність оборотного водопостачання

$$G_{в} = (0,0048 * 6,47 * 10^9 / 1000) * 0,15 = 4656 \text{ м}^3$$

$$B_{в} = 4656 * 45 = 209 515 \text{ грн.}$$

5.3.4 Визначення кількості виробничого персоналу

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	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	12
4.	Номінальний фонд робочого часу	249
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	219
9.	Середня тривалість робочого дня, годин	7,96
10.	Ефективний фонд робочого часу, годин	1743

Коефіцієнт перерахування планової кількості робітників в облікову визначається за формулою:

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

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

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

$$K_{п} = (249 * 8) / 1743 = 1,14$$

Кількість машиністів і слюсарів-ремонтників визначається за формулою:

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

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

п - кількість компресорів одного типу в групі;

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

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

Кількість машиністів холодильної установки:

									Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ

$$K_m = 1,5 * 2 * 0,8 * 1,14 = 3 \text{ робітника}$$

Кількість слюсарів-ремонтників холодильної установки:

$$K_m = 0,147 * 2 * 0,8 * 1,14 = 1 \text{ робітник}$$

5.3.5 Розрахунок витрат на заробітну плату

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

Основна заробітна плата визначається за формулою:

$$З_{Посн} = ГТС_i * Теф * K_p \quad (5.15)$$

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

K_p - кількість робітників, обслуговуючих холодильне обладнання, осіб

$ГТС_i$ - годинна тарифна ставка відповідного розряду, грн.

$$ГТС_i = ГТС_{мін} * ТК_i \quad (5.16)$$

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

$ТК_i$ - тарифний коефіцієнт відповідного розряду

Таблиця 5.5 Розрахунок заробітної плати робітників

Назва професії	Кількість робітників	Розряд	ГТС, грн	Ефективний фонд робочого часу, годин	Основна зарплата, грн.
Машиніст	3	VI	68,78	1743	359650,62
Слюсар-ремонтник	1	VI	68,78	1743	119883,54
Разом	4	-	-	-	479534,16

Додаткова заробітна плата становлять 50 % від основної заробітної плати.

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

Таблиця 5.6 Заробітна плата виробничих робочих з нарахуваннями

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1.	Фонд основної заробітної плати	479534,16
2.	Фонд додаткової заробітної плати	239767,08
3.	Єдиний соціальний внесок	158 246,27

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всього

877 547,51

5.3.6 Амортизація холодильного обладнання

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

$$V_a = V_{об} * N_a / 100\%, \text{ грн.} \quad (5.17)$$

$$V_a = 967680 * 5/100 + 3044250 * 20/100 = 657 234 \text{ грн.}$$

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

$$V_{п.р} = 657 234 * 0,1 = 65 723 \text{ грн.}$$

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

$$V_{ін} = (672 941 + 443 554 + 209 515 + 877 548 + 657 234 + 65 723) * 0,05 = 135 850 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 Експлуатаційні (поточні) витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	672 941
2	Електроенергія	443 554
3	Вода	209 515
4	Зарплата виробничих робочих	877 548
5	Амортизація холодильного обладнання і будівлі	657 234
6	Витрати на поточний ремонт обладнання і будівлі	65 723
7	Інші поточні витрати	135 850
	Всього	3 062 365

5.3.7 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

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

де V_p - річні витрати на виробництво холоду, грн.

$$C_{1000} = (3 062 365 * 1000) / (6,47 * 10^9) = 0,47 \text{ грн}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.8.

Таблиця 5.8 - Техніко-економічні показники проекту

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Ємність холодильника	N	т	300
2	Холодопродуктивність 1 компресора	Q	кВт	264
3	Кількість компресорів	n	шт	2
4	Кількість обслуговуючого персоналу	Kp	осіб	4
5	Капітальні вкладення	KB	грн.	4 011 930
6	Експлуатаційні витрати	Bp	грн.	3 062 365
7	Собівартість 1000кДж холоду	C_{1000}	грн.	0,47

					МХ 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вміст хладону в повітрі в разі повного витікання з системи не перевищує 10 % об'єму приміщення.

6.2.2 Освітлення

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

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

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

Експлуатація холодильного обладнання і установок на об'єктах роздрібної торгівлі повинна здійснюватися з дотриманням вимог ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 23833-79 Е, Правил будови і безпечної експлуатації фреонових холодильних установок, Керівництва з експлуатації (РЕ) холодильного обладнання заводу-виготовлювача, а також ПТЕ і ПТБ.

- Доступ до рухомих частин машини дозволяється тільки після повної зупинки і прийняття всіх заходів проти пуску машини сторонніми особами.
- Недопустима експлуатація холодильних камер із знятим огороженням повітроохолоджувача, без піддона випарника, а також без піддона для збору конденсату.
- Забороняється експлуатація холодильного обладнання без огороження машинного відділення; зі зламаними приладами захисної автоматики; видалення інею з випарника механічним способом за допомогою скребоків. Машинні відділення фреонових установок повинні мати припливну і витяжну вентиляцію, що забезпечує трикратний приплив і чотирикратну витяжку. Витяжна вентиляція є одночасно аварійною
- В камерах для охолодження природне освітлення не допускається.

6.2.3 Компресорний цех

Машинні відділення холодильних систем повинні бути обладнані загальнообмінною вентиляцією, що забезпечує відведення газовиділень і

					MX 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надлишкового тепла, з кратністю повітрообміну не менше передбаченої будівельними нормами і правилами. Устаткування системи механічної витяжної і аварійної вентиляції повинно виготовлятися з іскрять. У машинних відділеннях холодильних систем повинні встановлюватися сигналізатори аварійної концентрації парів холодоагенту в повітрі робочої зони. Сигналізатори повинні бути обладнані світловими покажчиками стану, виведеними на диспетчерський пункт і розміщеними зовні відділень (над входами) і мати блокування, що забезпечує автоматичне включення аварійної вентиляції при досягненні певної концентрації парів хладагентів. У машинних відділеннях вуглеводневих холодильних установок сигналізатори холодоагенту повинні включати в роботу аварійну вентиляцію і відключати основні джерела електропостачання холодильного обладнання при концентрації холодоагенту 10000 мг / м³.

Машинні відділення хладонових холодильних установок повинні мати припливну і витяжну вентиляцію, що забезпечує трикратний притік і чотирикратну витяжку. Витяжна вентиляція є одночасно і аварійною.

Трубопроводи холодильних установок фарбують в колір, який відповідає їх призначенню. На трубопроводах чорними стрілками мають бути вказані напрямки руху холодоагенту, розсолу і води.

Експлуатоване холодильне обладнання повинно утримуватися в належному санітарному стані. Для прибирання холодильного обладнання використовують спеціальний інвентар і зберігають його окремо від інвентарю, застосовуваного для прибирання інших приміщень і обладнання. Для усунення сторонніх запахів в холодильних камерах їх періодично провітрюють або обробляють озоном.

6.2.4 Холодильний агент (холодоагент)

Холодильний агент повинен відповідати санітарно-гігієнічним нормам – не викликати отруєння, не подразнювати слизистих оболонок очей і дихальних шляхів.

Хладон 134 (фреон 134, R134) застосовується в якості робочої речовини холодильної машини. Безбарвний газ фреон 134а є одним з перших холодоагентів, який був виготовлений без застосування хлору.

					MX 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

устаткування. Розташовують вогнегасники на видних місцях, на висоті не більше як 1,5 м від полу.

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

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

					MX 55. 001. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

