

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОПШ: «Монтаж і

обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: 4МХ -55

Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення
МХ 55. 020. 000. ДП

Фігури Володимира **Володимировича**

м. Одеса - 2023 р

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

Спеціальність 142
Енергетичне машинобудування
Група 4 МХ- 55

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
МХ 55.020.000. ДП

До дипломного проекту на тему:

Розробка холодильної установки для камер зберігання молочних
виробів ємністю 300 т., м. Київ.

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

Дипломник _____ (Фігура В.В.)

Керівник проекту _____ (Беркань Ір.В.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Шимко О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

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

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

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

Захист “ _____ ” _____ 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 НВР
_____ Беркань Іг.В.
“ 20 ” лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломного проектування

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

Тема дипломного проекту: Розробка холодильної установки для камер зберігання молочних виробів ємністю 300 т., м. Київ.

Стверджена наказом по коледжу від « 21 » 03 2023 р. № 57-А2-ОД

Вихідні дані для проекту: температура літня 31 °С
відносна вологість повітря літня 71 %

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 ÷ 23.05.2023
2 Технологічна частина	24 ÷ 25.05.2023
3 Розрахунково-конструкторська частина	26 ÷ 05.06.2023
4 Організаційна частина	06.06.2023
5 Аркуш 1,2	07 ÷ 09.06.2023
6 Економічна частина	10 ÷ 12.06.2023
7 Аркуш 3	13.06.2023
8 Охорона праці	14.06.2023
Попередній захист	15.06.2023
Захист дипломного проекту	22 ÷ 30.06.2023

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 _____ (Беркань Ір.В.)

З М І С Т

Стор.

Вступ.....

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкта завдання.....

1.2 Вихідні дані.....

1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту.....

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів.....

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання.....

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані.....

3.2 Розрахунок будівельних площ.....

3.3 Вимоги до планування холодильника.....

3.4 Планування холодильника.....

3.5 Розрахунок ізоляції огорожень.....

3.6 Тепловий розрахунок.....

3.7 Визначення навантаження на компресор та камерне
обладнання.....

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 обладнання.....

					МХ 55. 020. 000 ДП ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка холодильної становки для ккамер берігання молочних виробів ємністю 300 т., м. Київ.	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Фігура В.В.						
Перевір.		Беркань Ір.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
						ВСП «ОТФК ОНТУ», 2023		

3.14 Розрахунок та вибір градирні.....

4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація монтажу, експлуатація та ремонту холодильного обладнання

4.2 Автоматизація холодильної установки.....

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Вихідні дані

5.2 Розрахунок капітальних вкладень.....

5.3 Розрахунок цехових витрат.....

5.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду.....

5.5 Розрахунок економічної ефективності проекту.....

5.6 Основні техніко-економічні показники.....

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

					МХ 55. 020. 000 ДП ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка холодильної станочки для ккамер берігання молочних виробів ємністю 300 т., м. Київ.	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Фігура В.В.						
Перевір.		Беркань Ір.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
						ВСП «ОТФК ОНТУ», 2023		

В С Т У П

Характеризуючи зміну обсягів виробництва молокопродуктів в Україні у 2021 році у порівнянні із 2020 р., варто відмітити наступне:

- зростання відбулось по трьох видах молокопродуктів: сухому незбираному молоку (+10%), сироватці рідкій (+8,7%); сиру кисломолочному (+7,4%).
- крім того, у 2021 році спостерігалось зростання обсягів виробництва казеїну (+11%).
- практично незмінними залишались обсяги виробництва: йогуртів ароматизованих (+1%); кисломолочної продукції в цілому (-2,8%).
- обсяги виробництва інших видів молочної продукції суттєво знизилась: молока жирністю 1% – 6% (у пакуваннях до 2 л) – на 6,7 %; сиру плавленого – на 8,4%; молока та вершків згущених – на 10,4%; сиру іншого – на 14,2%; масла вершкового – на 17 %; сухого знежиреного молока – на 17,7%; сироватки у твердому вигляді – на більш як 20%.

Обсяги виробництва молокопродуктів у 2021 році знизилась на 7,5% проти 2020 року.

Такого стрімкого падіння не спостерігалось із 2015 року. У 2020 році обсяги виробництва молокопродуктів залишались незмінними проти 2019 року.

Нижчим значенням індексу обсягів виробництва із харчової галузі характеризується лише виробництво олії (79,4%) та виробництво продукції борошно-круп'яної промисловості (87,2%).

Виробництво основних видів молокопродуктів у 2017-2021 рр, тис. т

Найменування продукції за НПП	Код за НПП	2017	2018	2019	2020	2021	2021 у % до:	
							2017	2020
Молоко та вершки незущі								
Молоко жирн. 1% - 6% (не більше 2 л)	10.51.11.42	478	497	474	491,3	458,4	95,9	93,3
Вершки незущ. жирн. 6% - 21% (до 2 л)	10.51.12.10	9,5	9,7	10,5	18,6	130	136,8	69,9
Вершки незущ. жирн. від 21% (більше 2л)	10.51.12.40	47,9	48,6	51,3	45,8	389	81,1	85,0
Сир								
Сир свіжий неферментований	10.51.40.30	68,2	72,6	64,1	79,4	853	125,1	107,4
Сир інший (неплавлений)	10.51.40.50	94,3	97,0	86,1	81,7	701	74,3	85,8
в т.ч.: Сир твердий	10.51.40.50.0	86,7	88,8	79,0	76,4			
Сир м'який	10.51.40.50.20	4,1	3,1	4,1	5,8			
Сир розсільний	10.51.40.50.30	3,5	5,1	3,0	3,0			
Сир плавлений (гім тертого або порошок)	10.51.40.70	27,1	28,6	29,5	30,7	281	103,7	91,6
Кисломолочна продукція								
Молоко і вершки коагульовані, йогурт, кефір, сметана та інші ферментовані продукти	10.51.52.41	272,2	274,5	279,9	308,5	2999	110,2	97,2
в т.ч.: Йогурт неароматизований	10.51.52.41.0	10,6	12,3	12,3	12,4			
Кефір	10.51.52.41.20	130,6	131,7	132,4	145,2			
Ряжанка	10.51.52.41.30	27,1	26,9	31,4	33,5			
Сметана	10.51.52.41.40	95,3	95,5	94,6	103,1			
Продукти для дит. харч.	10.51.52.41.30	4,6	4,6	4,4	4,0			
Інші продукти кисломолочні	10.51.52.41.40	4,0	3,6	4,7	8,2			
Йогурт рідкий ароматизований	10.51.52.42	116,3	125,9	135,8	138,6	1401	120,7	101,1
Маслянка	10.51.52.60	20,1	13,0	12,7	11,0			
Інші види молокопродуктів								
Молоко сухе знежирене, жирн. до 1,5%, у пакуваннях понад 2,5 кг	10.51.21.60	47,6	38,1	34,5	35,7	294	61,7	82,3
Молоко сухе незбиране, жирн. більше 1,5%, у пакуваннях понад 2,5 кг	10.51.22.60	11,8	12,9	17,8	10,9	12	101,6	110,1
Масло вершкове жирністю не більше 85%	10.51.30.30	108	105	91,6	85,6	71	65,7	82,9
Молоко та вершин згущені підсоложені	10.51.51.00	47,6	38,1	34,5	36,5	327	68,7	89,6
Сироватка рідна у твердих формах	10.51.55.30	61,3	69,6	59,6	58,6	469	76,6	80
Сироватка рідна у рідкій формі	10.51.55.60	185,3	168,4	95	44,4	483	26,1	108,7
Казеїн та казеїнати	10.51.53.00	7,2	7,4	5,5	5,6	62	86,5	111,1
Продукти, що складаються з натуральних сльодових молока, н.в.і.у.	10.51.56.00	8,6	7,6	12,8	5,5			

рис.1

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ

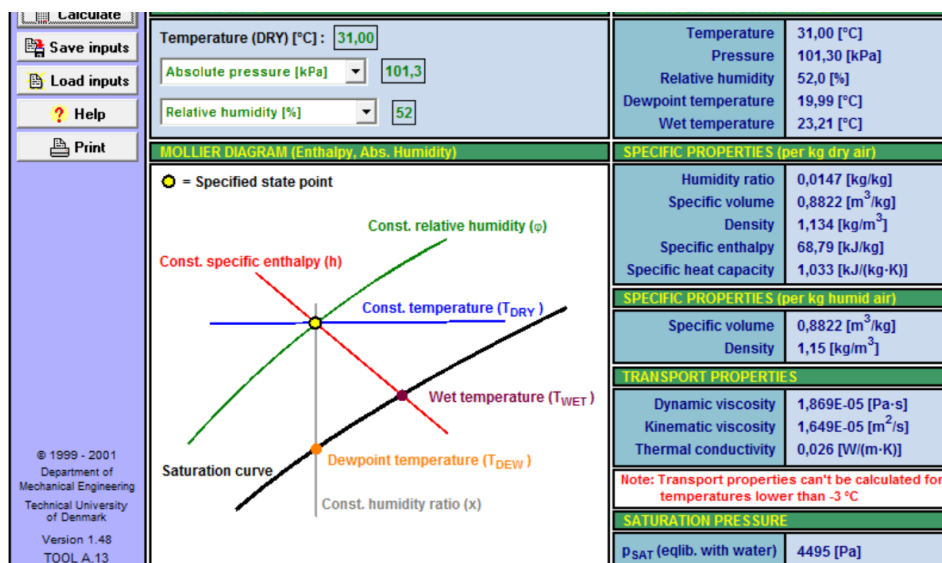
зовнішніх стін у цьому випадку передбачаємо відсипання з насипного теплоізоляційного матеріалу.

Підлога холодильника не має обігрівальних обладнань.

1.2 Вихідні дані

Таблиця 1.1

Місто	Географічна широта, град.	Розрахункова температура, °C			Відносна воложн., %	
		середньорічна	літня	зимова	літня	зимова
Київ	50,5	7,2	31	-21	52	82



1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Доцільність будівництва холодильників при молокозаводах доведена практикою, тому що вони дозволяють цілий рік постачати населенню міста якісні молочні продукти харчування.

Вибір одноповерхового холодильника цілком себе виправдує. Ці

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів

Молоко й молочні продукти містять усі необхідні для організму харчові речовини й тому є незамінними продуктами харчування. До їхнього складу входять білки з добре збалансованим співвідношенням амінокислот. Кількість білків у коров'ячому молоці становить у середньому 3,3 %, у молочних продуктах - 16...40%. Молочний жир, зміст якого в молоці й молочних продуктах коливається у широких межах, містить незамінні жирні кислоти, він добре засвоюється. З вуглеводів у молоці найбільше лактози, що виявляє позитивний вплив на мікрофлору кишечника. У молоці й молочних продуктах утримуються також кальцій і фосфор у формі найбільше добре засвоюваних з'єднань і ряд вітамінів.

Сир - білковий кисломолочний продукт, вироблюваний шляхом згортання білків молока чистими культурами молочнокислих бактерій із застосуванням або без застосування сичугового ферменту й хлористого кальцію й з наступним видаленням частини сироватки. У результаті в продукті концентруються білок і жир, завдяки чому, сир відносять до молочних продуктів з підвищеним вмістом білка. По змісту жиру сир підрозділяють на жирний, напівжирний, і нежирний.

Кисломолочні напої - кисляк, йогурт, ацидофілін одержують із використанням молочнокислого шумування, а кефір - з використанням спільного молочнокислого й спиртового шумування.

Сметана - кисломолочний продукт напіврідкої консистенції зі зруйнованим згустком. Технологічний процес виробництва кисломолочних продуктів включає нормалізацію молока по змісту жиру, його пастеризацію й у ряді випадків - гомогенізацію, заквашування й визрівання охолодженого до відповідної температури молока. В результаті цих змін кисломолочні продукти набувають усі необхідні для організму людини речовини й мають дієтичні й лікувальними властивостями.

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму

Молоко, що надходить на молокозавод, використовується для виробництва цільномолочної продукції, асортименти цієї продукції нараховує багато найменувань.

Аналіз технологічних схем виробництва основних цільномолочних продуктів показує, що однієї з головних технологічних операцій є

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охолодження. Воно необхідно для одержання готового продукту необхідної по умовам виробництва температури : питне молоко повинно мати температуру $4 \div 6$ °С, вершки - не вище 6 °С, кисломолочні напої - не вище 8 °С, сир $6 \div 8$ °С, сметана $5 \div 8$ °С, кисломолочні продукти до 8 °С.

У цільномолочному виробництві для охолодження молока й молочних продуктів застосовують в основному пластинчасті пастеризаційно - охолоджувальні установки, ванни й резервуари, а також заквасочні. Крім того, для охолодження сиру застосовують спеціальні охолоджувачі . Пластинчасті пастеризаційно- охолоджувальні установки для молока призначені для пастеризації питного молока при температурі $74 \div 78$ °С з витримкою 20 секунд і охолодженням до 4 °С, температура розсолу $-10 \div -5$ °С. Для виробництва кисломолочних продуктів і сиру застосовують автоматизовані пластинчасті пастеризаційно- охолоджувальні установки, тому що в цьому випадку немає необхідності проохолоджувати молоко до 4 °С .

Пастеризоване молоко на цих установках охолоджують до $20 \div 35$ °С за допомогою холодної води ($10 \div 12$) °С. Температура охолодження визначається температурою заквашування й може регулюється в порівняно широких межах. В найбільш розповсюдженому охолоджувачі температура сиру до охолодження $25 \div 28$ °С, після охолодження $8 \div 10$ °С, температура розсолу $- 8$ °С. Температура в камерах зберігання готової продукції коливається в межах $0 \div 5$ °С.

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані

Кількість сировини (молока), необхідного для одержання однієї тонни готової продукції:

кисломолочні напої	-	1 тона
сир	-	3 тони
сметана	-	6 тон

За одну добу молокозавод виробляє 100 тон готової продукції: 33 тон - пастеризованого молока, 37 тон – кисломолочних продуктів, 20 тон – сиру, 10 тон – сметани. Ємність камер зберігання готової продукції - 300 тон, вона розрахована на 3 добову продуктивність.

3.2 Розрахунок будівельних площ

Будівельну площу камер схову визначаємо по формулі

$$F = \frac{E}{q * h * \beta} \text{ м}^2 \quad (3.1)$$

де E - ємність камер схову, т.

q_v - норма навантаження на 1 м³ вантажного об'єму камери,

$h_{гр}$ - вантажна висота штабеля, м.

β - коефіцієнт використання будівельної площі камери.

Число будівельних прямокутників

$$n = \frac{F}{f} \quad (3.2)$$

де F - будівельна площа одного прямокутника, приймаємо сітку колон 6 x 6 м, тоді $f = 36 \text{ м}^2$

Дійсна ємність камери

$$E_o = \frac{n_d}{n} \quad (3.3)$$

де n_d - прийняте число будівельних прямокутників

Загальна площа основних камер схову

$$F_{к.хр} = F_1 + F_2 + F_3 \quad (3.4)$$

Площа допоміжних приміщень

$$F_{всп} = 0.3 * F_{к.хр} \quad (3.5)$$

Необхідна площа охолоджуваного складу

$$F_{охл} = F_{к.хр} + F_{всп} \quad (3.6)$$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ

Площа службових приміщень

$$F_{с.пом} = (0.15 \div 0,3) * F_{охл} \quad (3.7)$$

Площа машинного відділення

$$F_{м.о} = (0,2 \div 0.3) * F_{охл} \quad (3.8)$$

Всі розрахунки зводимо в таблицю

Таблиця 3.1

Наименование камеры	E т	qv т/м	h _{гр} м	β	F м ²	f м ²	n р	n _д q	Ед т
Зб. молока	100	0,3	3,5	0,7	136,05	36	3,78	4	105,8
Зб. кисломолочн	110	0,3	3,5	0,7	149,66	36	4,16	4	105,8
Зб. Сиру	60	0,71	3	0,7	40,24	36	1,12	1	53,7
Зб. Сметани	30	0,75	2	0,7	28,57	36	0,79	1	37,8
Всього камер зб.	300				354,53	36	9,85	10	303,2
Допом. приміщ.					70,91	36	1,97	2	
Охол.склад					425,43	36	11,82	12	
Службові прим.					76,92	36	2,14	2	
Машинне відділен					76,92	36	2,14	2	

3.3 Вимоги до планування холодильника

Планування холодильника - це розміщення всіх камер схову й допоміжних приміщень холодильника з урахуванням їх призначення, кількості й розмірів.

Прийняте планування відповідає прийнятій схемі технологічного процесу, тобто забезпечує послідовне виконання всіх технологічних операцій.

Дане планування сприяє зменшенню первісних витрат на будівництво холодильника. Це досягається застосуванням типових будівельних елементів і конструкцій, використанням місцевих будівельних матеріалів, скороченням площі допоміжних приміщень.

Планування забезпечує дешеву й зручну експлуатацію холодильника.

Розміри холодильника 24 x 36 метрів, забезпечують широту маневру вантажно-розвантажувальних і транспортних засобів.

Планування відповідає прийнятій системі охолодження.

При складанні планування передбачені місця для монтажу встаткування камерних розподільних колекторів.

Планування забезпечує можливість розширення холодильника. Для цього залишаємо вільною східну й північну торцеву стіну.

Дане планування відповідає вимогам правил техніки безпеки й пожежної безпеки.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	MX 55. 020. 004 ДП ПЗ					

3.4 Планування холодильника



рис. 3.1

- 1- камера зберігання пастеризованого молока
- 2- камера зберігання кисломолочних продуктів
- 3- камера зберігання сиру
- 4- камера зберігання сметани
- 5- коридор
- 6- машинне відділення
- 7- службові приміщення
- 8- технологічний цех
- 9- автомобільна платформа

3.5 Розрахунок ізоляції огорожень

Товщина ізоляційного шару огороження розраховується за формулою :

$$\delta_{iz} = \lambda_{iz} \left[\frac{1}{k_o} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right]; \quad (3.9)$$

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

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);

α_6 - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішнього, або більш холодного боку огороження, Вт/(м²К);

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

δ_i - товщина окремих шарів конструкції огородження, м.

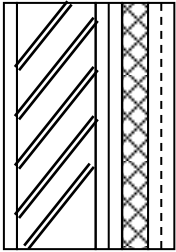
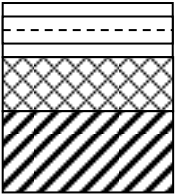
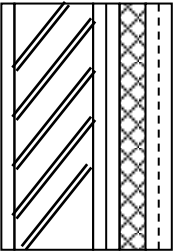
Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі огородження знаходять за формулою :

$$k_{\partial} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) + \frac{\delta_{i3}^{\partial}}{\lambda_{i3}}}; \quad (3.10)$$

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

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

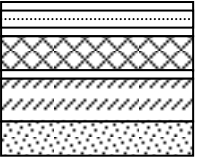
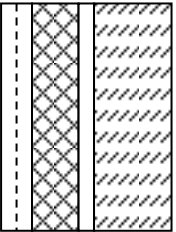
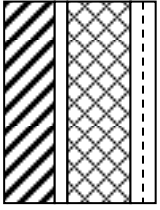
Таблиця 3.2 Прийняті конструкції огорожень

Найменування і конструкція огороження	Найменування та матеріал шару	Товщина шару δ , м	Коеф. тепло провідності λ , Вт/(мК)	Тепловий опір R_i м ² К/Вт
<p>Зовнішня стінова панель</p> 	Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	Теплоізоляція ПСБ-С	потріб. визнач.	0,05	—
	Пароізоляція - 2 шари гідроізолу на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	Штукатурка цементно-пісчана	0,020	0,93	0,022
	Кладка цегляна на цементному розчині	0,380	0,82	0,469
	Штукатурка складним розчином	0,020	0,93	0,022
				$\Sigma=0,546$
<p>Покриття охолоджувальних приміщень</p> 	5 шарів гідроізолу на бітумній мастиці	0,012	0,3	0,040
	Стяжка з бетону по металевій сітці	0,040	1,82	0,022
	Пароізоляція (шар пергаменту)	0,001	0,15	не врах.
	Плитна теплоізоляція ПСБ-С	потреб. визнач.	0,05	—
	Залізобетонна плита покриття	0,035	2,04	0,017
				$\Sigma=0,079$
<p>Внутрішня стіна між камерами зберігання і машинним відділенням</p> 	Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	Теплоізоляція ПСБ-С	потріб. визнач.	0,05	—
	Пароізоляція -- 2 шари гідроізолу на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	Штукатурка цементно-пісчана	0,020	0,93	0,022
	Кладка цегляна на цементному розчині	0,380	0,82	0,469
	Штукатурка складним розчином	0,020	0,93	0,022
				$\Sigma=0,546$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ

Арк.

<p>Підлога охолоджувальних приміщень</p> 	<p>Монолітне бетонне покриття з важкого бетону Армобетонна стяжка Керамзитобетонна стяжка Засипний матеріал теплоізоляційний (керамзитовий гравій) Пісок Бетонная підготовка М100 Грунт основи</p>	<p>0,040 0,080 0,001 потріб. визнач. 0,025 1,35</p>	<p>1,86 1,86 0,15 0,05 0,98 0,58</p>	<p>0,027 0,043 не врах потрібно визнач. 0,026 2,338</p>
<p>Внутрішня стінова панель</p> 	<p>Панель з керамзито – бетону ($\rho=1100\text{kg/m}^3$) Пароізоляція – 2 шари гідроізолю на бітумній мастиці Плитна теплоізоляція ПСБ-С Штукатурка складним розчином по металевій сітці</p>	<p>0,240 0,004 потреб. визнач. 0,020</p>	<p>0,47 0,30 0,05 0,98</p>	<p>0,51 0,013 — 0,020 $\Sigma=0,543$</p>
<p>Перегородка</p> 	<p>Штукатурка складним розчином по метал. сітці Теплоізоляція ПСБ-С Пароізоляція - 2 шари гідроізолю на бітумній мастиці Зовнішній шар з важкого бетону</p>	<p>0,02 потреб. визнач. 0,004 0,080</p>	<p>0,98 0,05 0,30 1,86</p>	<p>0,020 — 0,013 0,043 $\Sigma=0,077$</p>

У табл. 3.2 наведені рекомендовані конструкції огорожень

Усі розрахунки теплоізоляційного шару огорожень зводимо до табл. 3.3

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3

Розрахунки ізоляційного шару огорожень

ограждения	λ	t в	а н	а в	R н	R в	ΣR	$\delta_{из}^{TP}$	$\delta_{дст}^{TP}$	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
Нар.ст.кам.хр	0,05	0	23	8	0,043	0,125	0,108	0,111	0,125	0,4	0,36
Вн.ст. с кор.	0,05	0	8	8	0,125	0,125	0,543	0,068	0,075	0,465	0,44
Перегородка	0,05	0/0	8	8	0,125	0,125	0,077	0,070	0,075	0,58	0,55
Покрытие	0,05	0	23	7	0,043	0,143	0,079	0,122	0,125	0,37	0,36

3.6 Тепловий розрахунок

Теплоприпливи крізь огороження

Теплоприпливи крізь огороження розраховуємо за формулою:

$$Q_{1T} = k_o^{\circ} \cdot F(t_n - t_v); \quad (3.11)$$

де k_o° - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження Вт/м²К

F – площа поверхні огороження, м²

t_n – температура з зовнішньої сторони огороження, °С

t_v – температура повітря у середині охолоджуваного приміщення, °С

Розраховуючи теплоприпливи крізь перегородку, що відділяє камеру від неохолоджуємих приміщень, приймаємо:

Розрахункову різницю температур, у розмірі 70% від повного перепаду температур, якщо приміщення сполучається з зовнішнім повітрям (коридори, тамбури).

У розмірі 60% від повного перепаду температур, якщо приміщення не має прямого сполучення з зовнішнім повітрям (експедиції, приміщення товарної обробки продуктів тощо.)

Теплоприпливи від сонячної радіації розраховуємо за формулою

$$Q_{1C} = k_o^{\circ} \cdot F \cdot \Delta t_c; \quad (3.12)$$

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

Розрахунок площі підлоги по зонах

Камера №1

$$F_1 = 2 \times 12 + 2 \times 12 = 48 \text{ м}^2$$

$$F_2 = 2 \times 10 + 2 \times 8 = 36 \text{ м}^2$$

$$F_3 = 2 \times 8 + 2 \times 6 = 28 \text{ м}^2$$

$$F_4 = 6 \times 6 = 36 \text{ м}^2$$

											Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ

Камера №2

$$F_1 = 2 \times 12 + 2 \times 12 = 48 \text{ м}^2$$

$$F_2 = 2 \times 10 + 2 \times 8 = 36 \text{ м}^2$$

$$F_3 = 2 \times 8 + 2 \times 6 = 28 \text{ м}^2$$

$$F_4 = 6 \times 6 = 36 \text{ м}^2$$

Камера №3

$$F_1 = 2 \times 6 + 2 \times 6 = 24 \text{ м}^2$$

$$F_2 = 2 \times 4 + 2 \times 2 = 12 \text{ м}^2$$

$$F_3 = 2 \times 2 = 4 \text{ м}^2$$

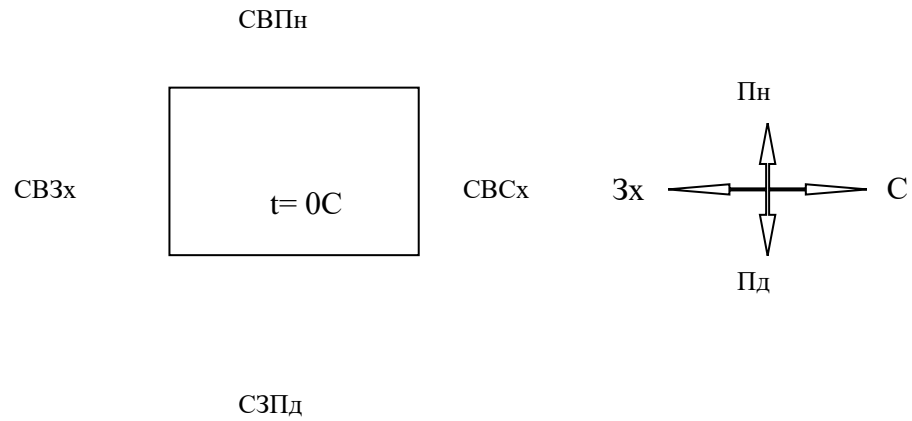
Камера №4

$$F_1 = 2 \times 6 + 2 \times 6 = 24 \text{ м}^2$$

$$F_2 = 2 \times 4 + 2 \times 2 = 12 \text{ м}^2$$

$$F_3 = 2 \times 2 = 4 \text{ м}^2$$

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



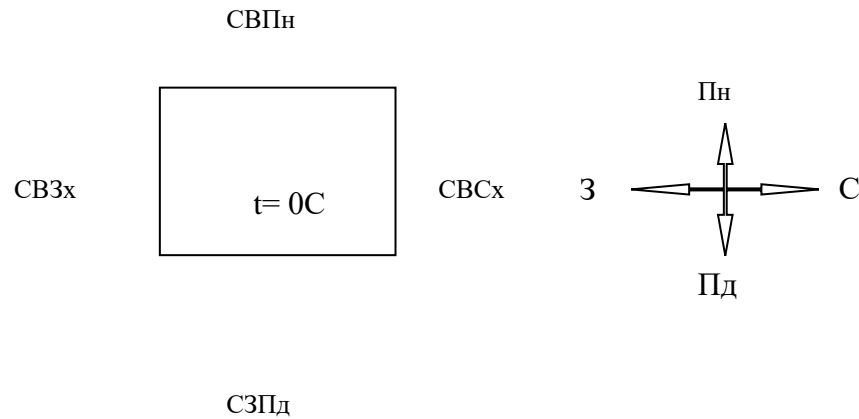
Таблиця 3.6

Камера №3 зберігання сиру

Оградження	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _с С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СВПн	0,55	36	0	0	0	0,00	0	0	0,00
СВСх	0,44	36		0	21,7	0,34	0	0	0,34
СНПд	0,31	36	31	0	31	0,35	0	0	0,35
СВЗх	0,44	36		0	18,6	0,29	0	0	0,29
Покриття	0,27	36	31	0	31	0,30	14,9	0,145	0,45
Підлога	K _{усл}			0					0,45
									1,88

Розрахунок підлоги по зонах

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	24	31	0	31	0,35
2 Зона	0,23	12	31	0	31	0,09
3 Зона	0,12	4	31	0	31	0,01
4 Зона	0,07	0	31	0	31	0,00
						0,45



Таблиця 3.7

Камера №4 зберігання сметани

Оградження	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
СВПн	0,55	36	0	0	0	0,00	0	0	0,00
СВСх	0,44	36		0	18,6	0,29	0	0	0,29
СНПд	0,31	36	31	0	31	0,35	0	0	0,35
СВЗх	0,44	36		0	21,7	0,34	0	0	0,34
Покриття	0,27	36	31	0	31	0,30	14,9	0,145	0,45
Підлога	K _{усл}			0					0,450
									1,88

Розрахунок підлоги по зонах

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	24	33	0	31	0,35
2 Зона	0,23	12	33	0	31	0,09
3 Зона	0,12	4	33	0	31	0,01
4 Зона	0,07	0	33	0	31	0,00
						0,45

Теплопритоки від вантажів при холодильній обробці Q₂.

Теплоприпливи Q_{2ін} при охолодженні продуктів у камерах схову визначаємо по формулі:

$$Q_{2пр} = M_{пр} \Delta i \frac{10^3}{24 * 3600}, \text{кВт} \quad (3.13)$$

де M_{пр} - добове надходження продуктів, т/добу.

Δi - різниця питомих ентальпій продуктів, що відповідають початкової й кінцевої температура продукту кДж/кг.

При цьому припускаємо, що продукти надходять у камеру рівномірно в плинні доби. Добове надходження продуктів у камери виробничих холодильників становить 8% місткості камери, якщо вона менш 200 т 6% - камер більшої місткості.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ					

Коли значення ентальпій деяких харчових продуктів, наприклад ковбас, невідомі, величину теплоприпливів від продуктів визначаємо по

формулі:

$$Q_{2\text{ковбас}} = M_{\text{ковбас}} c_{\text{ковбас}} (t_1 - t_2) \frac{10^3}{24 * 3600} \quad (3.14)$$

де $M_{\text{пр}}$ - добове надходження ковбас у камеру (т/сут)

$c_{\text{т}}$ - питома теплоємність ковбас, кДж/кгК

t_1, t_2 - початкова й кінцева температура продукту, °С

Теплоприпливи від тари $Q_{2\text{т}}$ (у кВт)

$$Q_{2\text{т}} = M_{\text{т}} c_{\text{т}} (t_1 - t_2) \frac{10^3}{24 * 3600} \quad (3.15)$$

де $M_{\text{т}}$ - добове надходження тари, прийняте пропорційно добовому надходженню продукту, т/сут

$c_{\text{т}}$ - питома теплоємність тари, кДж/кгК

t_1, t_2 - початкова й кінцева температури тари (приймаємо рівними початковій і кінцевій температурам продукту), С.

Всі розрахунки зводимо в таблицю

Таблиця 3.8

Розрахунок теплоприпливів від вантажів при холодильній обробці

№ 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	105,8	35,2	6	0	6,0	342,6	317,8	24,8	10,12	3,5	2,3	0,56	10,68
Камера 2	105,8	35,2	6	0	6,0	22,7	0,0	22,7	9,24	3,5	2,3	0,56	9,80
Камера 3	53,7	17,9	10	0	10,0	280,8	245,9	34,9	7,22	1,8	2,3	0,48	7,70
Камера 4	37,8	12,6	10	0	10,0	36,8	0,0	36,8	5,36	1,3	2,3	0,34	5,70
	303,2	30,3											

Експлуатаційні теплоприпливи Q_4

Експлуатаційні теплоприпливи визначаються, як сума теплоприпливів(кВт) окремих видів:

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

Теплоприпливи від висвітлення q_1 (кВт) розраховуємо по формулі:

$$q_1 = AF * 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.17)$$

де A - теплота, виділювана джерелами висвітлення в одиницю часу на 1 м площі підлоги, Вт/м ;

Для камер схову $A = 2,3$ Вт/м, для камер холодильної обробки й експедицій $A = 4,7$ Вт/м.

F - площа камери, м²

Теплоприпливи від перебування людей q_2 (кВт)

														Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата										

МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ

$$q_2 = 0.35n, \text{кВт} \quad (3.18)$$

де 0,35 - тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, кВт;
 n - число людей, що працюють у даному приміщенні, при площі камери до 200 м² - 2-3 чоловік, при площі камери
 Теплоприпливи від працюючих електродвигунів q₃ (кВт) при розташуванні електродвигунів в охолоджуваному приміщенні визначаємо по формулі

$$q_3 = N_3, \text{кВт} \quad (3.19)$$

де N₃ - сумарна потужність електродвигунів, кВт

Теплоприпливи при відкриванні дверей q₄ (кВт) розраховуємо по формулі:

$$q_4 = KF * 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.20)$$

де K - питомий приплив теплоти від відкривання дверей, Вт/м залежить від призначення й площі приміщення;

F - площа камери, м²

Всі розрахунки зводимо в таблицю

Таблиця 3.9

Розрахунок експлуатаційних теплоприпливів

№ 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
Кам.1	144	2,3	2	0	0,35	15	0,33	0,7	0	2,16	3,19
Кам.2	144	2,3	2	0	0,35	15	0,33	0,7	0	2,16	3,19
Кам.3	36	2,3	2	0	0,35	29	0,08	0,7	0	1,04	1,83
Кам.4	36	2,3	2	0	0,35	29	0,08	0,7	0	1,04	1,83

												Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ

Температура розсолу на виході із випарника

$$t_{s2} = t_{s-} - (2 - 3) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{s2} = -11 - 2 = -13 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура води на вході в конденсатор

$$t_{b1} = t_{m.t.} + (3 - 5) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{b1} = 23,2 + 3,8 = 27 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура води на виході з конденсатору

$$t_{b2} = t_{b1} + (2 - 5) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{b2} = 27 + 4 = 31 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура конденсації

$$t_k = t_{b2} + (3 - 5) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_k = 31 + 4 = 35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура всмоктування

$$t_{bc} = t_0 + (5 - 15) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_{bc} = -15 + 10 = -5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура переохолодження холодоагенту визначається із

рівняння теплового балансу РТО

$$i_3 = i_{3'} - (i_1 - i_{1'}) = 542 - (712 - 705) = 535 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Температура всмоктування холодильного агента:

$$t_{bc} = t_0 + (15 \div 20) \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (3.22)$$

$$t_{bc1} = -15 + 10 = -5 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (в випарнику, або трубопроводі)}$$

$$t_{bc2} = -5 + 10 = 5 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (в РТО)}$$

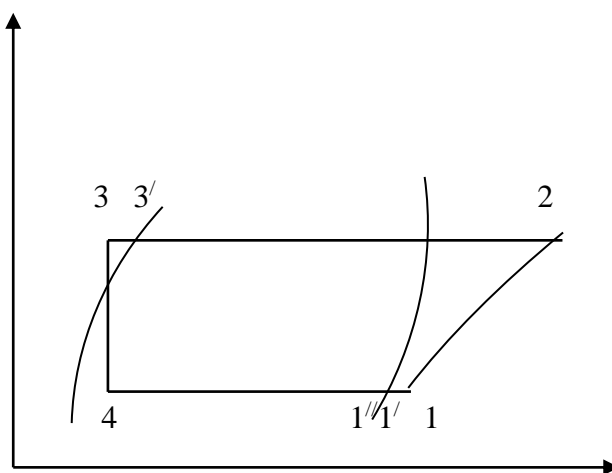
					МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.9 Побудова циклу холодильної машини, зняття параметрів вузлових крапок

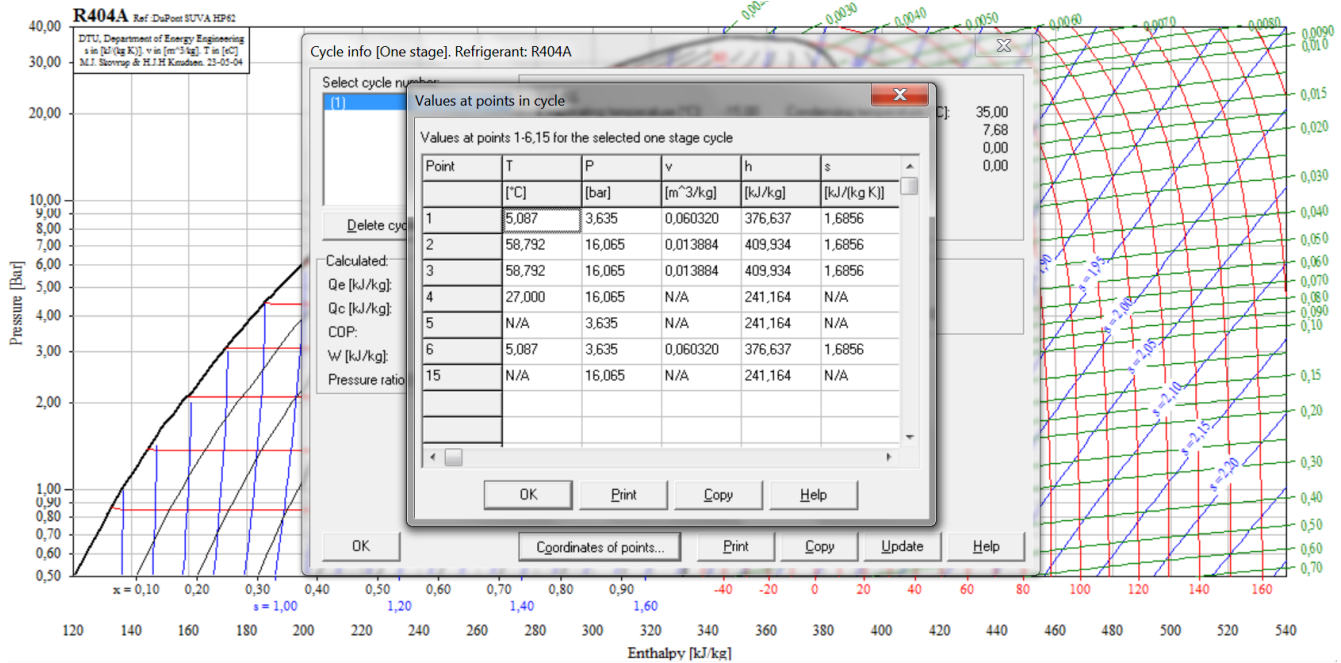
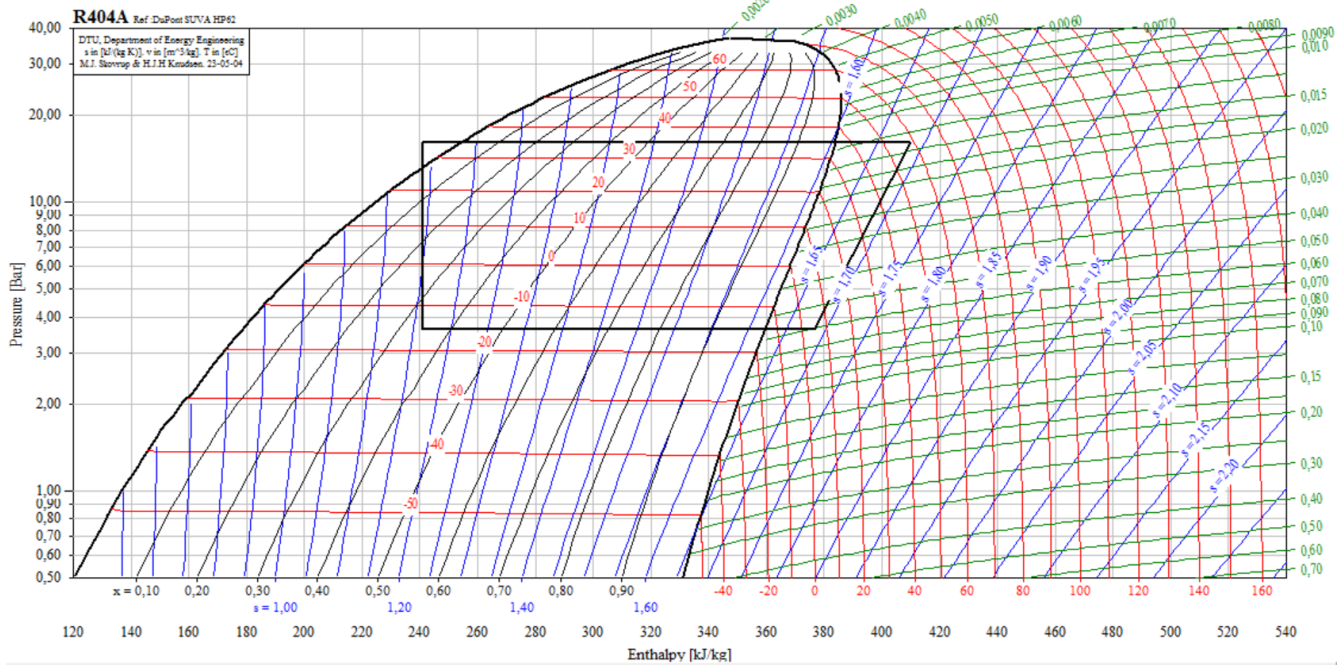
Таблиця 3.11

Режим	P_0 МПа	P_k МПа	P_k / P_0	Вибір схеми	$P_{пр} = \sqrt{P_k P_0}$ МПа
$t_0 = -15\text{ }^\circ\text{C}$	0,364	1,607	4,4	одноступеневе стиснення	

Зображення циклу одноступеневого стиснення в діаграмі $i - \ell q$



Мал.3.3



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MX 55. 020. 004 ДП ПЗ

Арк.

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{\omega} \quad (3.27)$$

$$\lambda_i = 0,837 * 0,917 = 0,767$$

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{ac}}{p_o} - c * \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{ac}}{p_o} \right) \quad (3.28)$$

$$\lambda_i = \frac{364 - 5}{364} - 0,02 * \left(\frac{1607 + 10}{364} - \frac{364 - 5}{364} \right) = 0,917$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{T_o}{T_k} \quad (3.29)$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{258}{308} = 0,837$$

Технические параметры	
Объемная произ-сть (1450 об/мин 50Гц)	84,5 м³/ч
Объемная произ-сть(1750 об/мин 60Гц)	101,98 м³/ч
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	4 x 75 mm x 55 mm
Вес	206 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 32 bar
Присоединение линии всасывания	54 mm - 2 1/8"
Присоединение линии нагнетания	28 mm - 1 1/8"
Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407A/R407C/R407F	BSE32(Standard) / R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Тип масла для R22 (R12/R502)	B5.2(Option)
Параметры мотора	
Версия мотора	1
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V PW-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	51.2 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	141.0 A Y / 233.0 A YY
Мак. энергопотребление	28.0 kW
Комплект поставки	
Защита мотора	SE-B2, CM-RC-01(Option)
Класс защиты	IP54 (Standard), IP66 (Option)
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	4,50 dm³
Доступные опции	

По $\Sigma V_T = 0,0495 \text{ м}^3/\text{с}$ підбираємо два компресора 4GE-30Y фірми Bitzer з $\Sigma V_T = 0,04694 \text{ м}^3/\text{с}$

Дійсна масова витрата холодоагенту

$$\Sigma M_{KM} = \frac{\lambda * \Sigma V_{KM}}{\nu_1}$$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	MX 55. 020. 004 ДП ПЗ					

$$\Sigma M_{км} = \frac{0,767 * 0,04694}{0,061} = 0,59 \text{ кг/с}$$

Сумарна холодопродуктивність

$$\Sigma Q_o = \Sigma M * q_o$$

$$\Sigma Q_o = 0,590 \cdot 119 = 70,5 \text{ кВт}$$

Визначаємо дійсну (адіабатну) потужність компресора в кВт)

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

$$N_m = 0,59 * (410 - 377) = 19,55 \text{ кВт}$$

Дійсна потужність компресора N_i , кВт

$$N_i = \frac{N_m}{\eta_i} \text{ кВт}; \quad (3.30)$$

$$N_i = \frac{19,55}{0,75} = 26,07 \text{ кВт};$$

де η_i – індикаторний коефіцієнт корисної дії (ККД).

Ефективна потужність на валу компресора N_e , кВт

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m} \text{ кВт}; \quad (3.31)$$

$$N_e = \frac{26,07}{0,82} = 31,79 \text{ кВт};$$

де η_m – механічний ККД, ураховуючи витрати на тертя.

Електрична потужність електродвигуна $N_{ел}$, кВт

$$N_{ел} = \frac{N_e}{\eta_m} \text{ кВт}; \quad (3.32)$$

$$N = \frac{31,79}{0,85} = 37,40 \text{ кВт};$$

Тепловий потік у конденсатор Q_k , кВт

$$Q_k = Q_o + N_i \quad (3.33)$$

$$Q_k = 70,5 + 26,07 = 96,6 \text{ кВт}$$

Розрахунки зводимо до таблиці

Таблиця 3.13

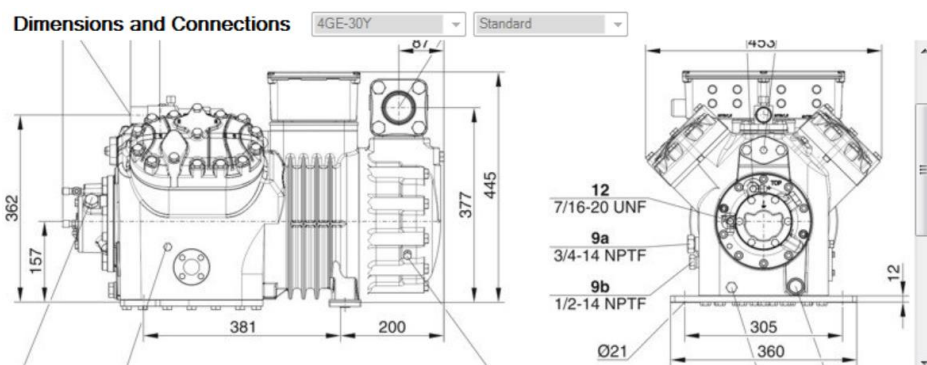
режим	q_o	Q_o	M_T	V_d	V_T	λ	Марка	кол	$\Sigma V_{км}$	$\Sigma M_{км}$	$\Sigma Q_{км}$	N_T	N_i	N_e	$N_{эл}$	$Q_{кд}$
t =	кДж/кг	кВт	кг/с	м/с	м/с		КМ	шт.	м/с			кВт	кВт	кВт	кВт	кВт
-15	119	74,1	0,623	0,038	0,049	0,77	4GE-30У	2	0,047	0,593	70,5	19,55	26,07	31,79	37,40	96,6

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 3.14

Технічна характеристика фреонового компресора

Показники	4GE-30Y
Холодопродуктивність	
кВт	37.03
Частота обертів, Об/хвил	1450
Максимальне електроспоживання, кВт	28
Зарядка маслом, дм ³	4.5
Число циліндрів x діаметр x хід поршню	4x75x55
Тип масла	B 5.2 Option
Габаритні розміри, мм	
Довжина	581
Ширина	453
Висота	445
Вага, кг	206



3.11 Розрахунок і підбір конденсатора

Теплове навантаження - 96.6 кВт

Температура води на вході в конденсатор $t_{в1} = 29$ °С

Температура води на виході з конденсатора $t_{в2} = 32$ °С

Температура конденсації холодильного агента $t_{к} = 35$ °С

Визначаємо середню логарифмічну різницю температур в апараті, °С

$$\Theta_m = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{2,31g \frac{t_k - t_{w1}}{t_k - t_{w2}}}; \quad (3.34)$$

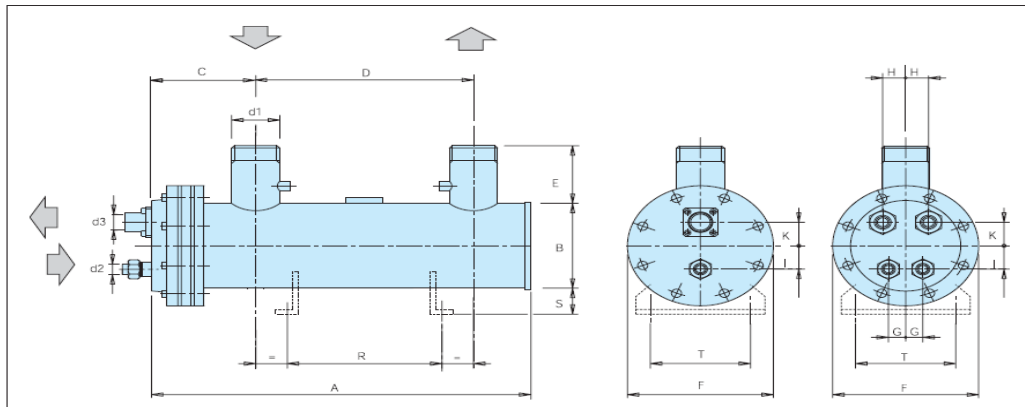
де $t_{в1}, t_{в2}$ - температура води на вході й виході із КД, °С

t_k - температура конденсації холодоагенту, °С

$$\theta_m = \frac{t_{e2} - t_{e1}}{2,31g \frac{t_k - t_{e1}}{t_k - t_{e2}}} = \frac{32 - 29}{2,31g \frac{35 - 29}{35 - 32}} = 4.33^\circ \text{C}$$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	MX 55. 020. 004 ДП ПЗ					

Номинальные условия	Модель	DXS56 DXD56	DXS65 DXD65	DXS80 DXD80	DXS95 DXD95
Хладагент: R407c T _ж рассола = 12°C T _к рассола = 7°C T _к = 45,26°C T _ж = 2,75°C ΔT _{переход} = 3K, ΔT _{перерг} = 5K Смазочное масло ISO68	Q _н [кВт]	56	65	80	95
	W _н [м³/ч]	9,6	11,4	13,8	16,4
	W _м [м³/ч]	12	14,5	18	21
	Δp _н [бар]	0,35	0,39	0,42	0,46



Модель		DXS 56	DXD 56	DXS 65	DXD 65	DXS 80	DXD 80	DXS 95	DXD 95	
Размеры	A	мм	1281	1281	1431	1431	1631	1631	1781	
	B	мм	168	168	168	168	168	168	168	
	C	мм	161	161	161	161	161	161	161	
	D	мм	1030	1030	1180	1180	1380	1380	1530	
	E	мм	130	130	130	130	130	130	130	
	F	мм	245	245	245	245	245	245	245	
	G	мм	-	35	-	35	-	35	-	35
	H	мм	-	40	-	40	-	40	-	40
	K	мм	37	30	37	30	37	30	37	30
	I	мм	45	35	45	35	45	35	45	35
	L	мм	-	-	-	-	-	-	-	-
	M	мм	-	-	-	-	-	-	-	-
	O	мм	-	-	-	-	-	-	-	-
Опоры	R	мм	800	800	950	950	1100	1100	1200	
	S	мм	60	60	60	60	60	60	60	
	T	мм	160	160	160	160	160	160	160	
Соединения	d1	-	T21	T21	T21	T21	T21	T21	T21	
	d2	-	RB-22	RB-22	RB-22	RB-22	RB-22	RB-22	RB-22	
	d3	-	FB-54	RC-35	FB-54	RC-35	FB-54	RC-35	FB-54	
Объемы - Вес	V _R	дм³	7,3	7,3	8,2	8,2	9,3	9,3	10,2	
	V _{H2O}	дм³	15,3	15,3	17,2	17,2	19,8	19,8	21,7	
	P	кг	67	67	72	72	77	77	81	
Категория PED*		II	I	II	I	II	I	II	I	

Приймаємо до установки випарник Dryplus DXS 80
Объемна витрата холодоносія

$$V_0 = \frac{Q_0}{c_p * \rho_p * \Delta t_p}, \quad \text{м}^3/\text{с} \quad (3.38)$$

де c_p - питома теплоємність розчину, c = 2,965 кДж/кгК
ρ_p - щільність розчину, ρ = 1200 кг/м³
Δt - різниця ператур в випарнику, °C

Q ₀	c	ρ _p	Δ t	V
74,1	2,965	1200	4	0,0052

м³/с = 5,2 л/с

Приймаємо до установки два насоса K8/18 із сумарною подачею 6,0 л/с, плюс один резервний.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MX 55. 020. 004 ДП ПЗ

Арк.

Таблиця 3.16

Технічна характеристика водяних насосів

Відцентровий насос	Подача л/с	Повний напір м	К П Д	Потужність електродвигу на , кВт
К 8/18	3,0	17,0	58	1,5

Розрахунок і підбор камерного устаткування
Необхідна площа теплообмінної поверхні повітроохолоджувачів

$$F_{\text{об}} = \frac{Q_{\text{об}}}{k * \theta} \quad (3.39)$$

- де $Q_{\text{об}}$ - теплове навантаження на камерне встаткування, рівна сумі теплоприпливів у дану камеру, Вт;
 k - розрахунковий коефіцієнт теплопередачі камерного встаткування, Вт/м² К;
 θ - розрахункова різниця температур між повітрям і холодоагентом, °С

Всі розрахунки ведемо в табличній формі

Конфигурация
 Стандартная
 Нестандартная

Термические данные
 Мощность: 17,80 kW
 Температура воздуха: 0,0 °C
 Относит. влажность: 90,0 %
 Вх. темп. жидкости: -13,0 °C
 Вых. темп. жидкости: -9,0 °C
 Общий расх. жидкости: m3/h

Жидкость
 Ethylen Glycol
 Концентрация: 30 %

Тип и серия устройства
 Cubic-P
 RL

Тип вычисления
 Расчет
 RL
 Кол-во цепей: 10
 Кол. устр-в: Автовыбор
 Макс. DP жидкости: 50 kPa

Расх. воздуха
 Высокий

Мотор
 1Ph

Оптимизация
 Теоретический расход жидкости: 4,150 m3/h

Материал трубы: Cu
Материал ламели: Al
Расстояние между ламелями (мм): 6

Результаты

Кол. устр-в	Модель	Мощность kW	Запас %	DP жидкости kPa	Т. вых. жидк. °C	Расх. воздуха m3/h	dB(A)	Расход жидкости m3/h	КПД
1	RL 58	14,09	-20,8	43,6	-9,5	6465	54,8	3,735	1,00
1	RL 59	18,37	+3,2	42,9	-9,2	8213	56,0	4,563	1,36

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

MX 55. 020. 004 ДП ПЗ

Арк.

Тип оборудования	Cubic-P	Тип оборудования	Cubic-P
Модель	1 x RL59 -- S4P	Модель	1 x RL57 -- S4P
Требуемая мощность	17,80	Требуемая мощность	10,07
Запас	3,2	Запас	0,0
Рассчитанная нагрузка	18,37	Рассчитанная нагрузка	10,07
Производительность по сухому теплу	12,65	Производительность по сухому теплу	6,92
Электродвигатель	1Ph	Электродвигатель	1Ph
Длина	2310	Длина	1810
Высота	550	Высота	550
Глубина	550	Глубина	550
Стандартный вес	86	Стандартный вес	56
Тип расчета	Расчет / СТАНДАРТНЫЙ	Тип расчета	Расчет / СТАНДАРТНЫЙ
Тепловые данные		Тепловые данные	
Температура воздуха Вх/Вых	0,0 / -4,0	Температура воздуха Вх/Вых	0,0 / -2,7
Относительная влажность	90,0	Относительная влажность	90,0
Жидкость	Ethylene Glycol 30%	Жидкость	Ethylene Glycol 30%
Температура жидкости Вх/Вых	-13,0 / -9,2	Температура жидкости Вх/Вых	-13,0 / -9,0
Расх. жидкости	4,565	Расх. жидкости	2,348
Потери напора жидкости	42,9	Потери напора жидкости	47,1
Точка замерзания	-15,82	Точка замерзания	-15,82
Данные вентилятора (для 1 шт.)		Данные вентилятора (для 1 шт.)	
Расх. воздуха: Высокий	8213	Расх. воздуха: Высокий	6955
Струя воздуха	20,0	Струя воздуха	20,0
Кол-во вентиляторов	4	Кол-во вентиляторов	3
Диаметр вентилятора	350	Диаметр вентилятора	350
Скорость вращения	1400	Скорость вращения	1400
Общий шум (5м)	56,0	Общий шум (5м)	54,8
Потребление энергии	640	Потребление энергии	480
Напряжение	230	Напряжение	230
Ток	2,80	Ток	2,10
Данные теплообменника		Данные теплообменника	
Материал трубы	Cu	Материал трубы	Cu
Материал ламели	Al	Материал ламели	Al
Расстояние м-ду ламелями	6	Расстояние м-ду ламелями	6
Кол-во цепей	10 (E)	Кол-во цепей	5 (C)
Поверхность	87,1	Поверхность	43,6
Внутр. объем	15	Внутр. объем	7,4
Патрубки (Вх - Вых)	1"1/4 - 1"1/4	Патрубки (Вх - Вых)	1"1/4 - 1"1/4
			Та же сторона

Таблица 3.17

№	Q об	t _o	θ	k	F _{тр}	Марка	п р	п д	F в/о	Σ Fв/о
камеры	Вт	С	С	Вт/м ² К	м ²		шт	шт	м ²	м ²
1	17800	-15	4	55	80,91	RL-59	0,93	1	87,1	87,1
2	16350	-15	4	55	74,32	RL-59	0,85	1	87,1	87,1
3	10070	-15	4	58	43,41	RL-57	1,00	1	43,6	43,6
4	8760	-15	4	58	37,76	RL-57	0,87	1	43,6	43,6

Лінійний ресивер

$$V_{лр} = 0,72 * V_{исп} \quad (3.40)$$

де $V_{вип}$ - ємність випарної системи, об'єм випарника 9,3 дм³
0,72 - коефіцієнт, що враховує норму заповнення лінійного ресивера при нижній подачі х/а

$$V_{вип} = \Sigma V_{випарювача} = 9,3 \text{ дм}^3$$

$$V_{лр} = 0,72 * V_{исп} = 9,3 \cdot 10^{-3} \cdot 0,72 = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 6,7 \text{ л}$$

Підбираємо для установки лінійний ресивер об'ємом 7 літрів.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

MX 55. 020. 004 ДП ПЗ

Теплообмінники

Теплообмінники підбираються по площі теплообмінної поверхні зміювика

$$F_{m.o.} = \frac{Q_{m.o.}}{k \cdot \theta} \quad (3.41)$$

Теплове навантаження на теплообмінник, кВт для камери №3)

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

$$Q_{T.O., t_0 = -5} = 0,593 \cdot (255 - 241) = 0,593 \cdot (377 - 363) = 8,3 \text{ кВт}$$

$$F_{m.o.} = \frac{8,3 \cdot 10^3}{250 \cdot 31,5} = 1,05 \text{ м}^2$$

Підбираємо теплообмінник марки SLHE15 з номінальною продуктивністю 11,03 кВт

Таблиця 3.18

Потужність, кВт	11,03
Діаметр трубок, дюйм	7/8
Об'єм рідини, л	0,74
Максимальний тиск, бар	27,8
Габаритні розміри, мм	
Довжина	635
діаметр	54,0

3.14 Розрахунок і вибір градирні

Градирню вибираємо по необхідній площі поперечного перетину визначаємо по формулі:

$$F_{n.n} = \frac{Q_{gp}}{q_f} \quad (3.42)$$

де Q_{gp} - теплова навантаження на градирню, кВт
 q_f - питома теплова навантаження на 1 м² поперечного перетину насадки в градирні

$$F_{n.n} = \frac{96,6}{52} = 1,85 \text{ м}^2$$

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По площі поперечного перетину підбираємо градирню марки ГПВ - 80

Таблиця 3.19

Технічна характеристика градирні

Показник	
Теплова продуктивність ,кВт	93
Площа поперечного перетену , м ²	1,88
Об'ємна витрата циркулюючої води . л/з	4,4
Параметри осьового вентилятора:	
Діаметр крильчатки , мм	1000
Частота обертання , 1/з	15,8
Потужність кВт	установлена
	споживана
	8,0
	4,0
Габаритні розміри , мм :	
	підстава
	1710x1580
	висота
	2200
Місткість резервуара, м ³	0,57
Витрата свіжої води, л/с	0,044
Витрата повітря, м ³ /с	4,52

					МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Правилами технічної експлуатації холодильних машин; виконання профілактичних і ремонтних робіт до наступного планового ремонту; для холодильних компресорів і механізмів прийняті поточний, середній і капітальний ремонт.

Поточний ремонт передбачає мінімальний обсяг робіт і пов'язаний із заміною або відновленням швидкозношуваних деталей. Проводиться зазвичай один раз в 1,5 - 2 роки. До категорії поточного ремонту відносять профілактичний ремонт, що включає технічний догляд, перебирання механізмів, устаткування, заміну зношених частин запасними.

Середній ремонт полягає у відновленні його експлуатаційних характеристик шляхом ремонту або заміни зношених деталей з обов'язковою перевіркою технічного стану інших складових частин і усуненням виявлених несправностей.

Капітальний ремонт передбачає повне відновлення його надійності шляхом розбирання, дефектації, заміни або ремонту всіх складових частин, комплексної перевірки, регулювання та випробування об'єкта. Його виконують один раз на 5 - 6 років.

Середній та капітальний ремонт об'єкта можна виконати тільки з залученням спеціалізованих організацій.

4.2 Автоматизація холодильної установки

Для ефективної роботи холодильної установки необхідно підтримувати в заданих межах чи змінювати значення одного чи водночас декількох параметрів.

Під автоматизацією розуміють комплекс технічних заходів, частково чи повністю виключаючи участь обслуговуючого персоналу з експлуатації.

Проектом передбачена повністю автоматизована холодильна установка.

Автоматизована холодильна установка - установка, що складається з окремих агрегатів для виробництва та розподілу холоду, укомплектованих контрольно-вимірювальними та автоматичними приладами.

Автоматизовані холодильні установки не вимагають постійного обслуговування, але за ними необхідний технічний нагляд з періодичною перевіркою дії приладів автоматики і відповідної налаштуванням їх.

Автоматизовані холодильні установки малої і середньої продуктивності на підприємствах торгівлі знаходяться у веденні головного механіка підприємства або інженера по устаткуванню відповідного торгового об'єднання. Технічне обслуговування цих установок здійснюють спеціалізовані виробничі підприємства по холодильному (або торговому)

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

устаткуванню на підставі господарських договорів. Лінійні механіки або слюсарі цих підприємств за встановленим графіком відвідують закріплені за ними холодильні установки для виконання робіт технічного обслуговування. Вони несуть відповідальність за справність дії холодильних установок і у своїй роботі керуються також відомчими інструкціями.

Експлуатація автоматизованих холодильних установок обходиться дешевше, оскільки відпадає необхідність в частині обслуговуючого персоналу, зайнятого ручними операціями попуску, регулювання та зупинку холодильного обладнання, візуальному спостереженню за роботою машин і апаратів.

В автоматизованих холодильних установках згідно з правилами техніки безпеки на нагнітальному трубопроводі кожного компресора повинен бути встановлений зворотний клапан, що запобігає можливість руху зворотного потоку з конденсатора у разі зупинки або аварії компресора. Крім клапанів, встановлених на нагнітальному трубопроводі кожного компресора, перед конденсатором встановлюють загальний зворотний клапан.

На таких холодильних установках основним завданням обслуговуючого персоналу є спостереження за правильною роботою приладів і пристроїв у системі автоматики. При зупинці компресора приладом захисту на пульті компресора або на щиті автоматики загориться сигнал, який вказує яким приладом захисту проведена зупинка компресора. Наступний пуск компресора після зупинки його приладом захисту можливий тільки вручну обслуговуючим персоналом і лише після усунення причини, внаслідок якої сталась зупинка. На автоматизованих установках є прилади, що дозволяють обслуговуючому персоналу дистанційно вимірювати температуру в охолоджуваних приміщеннях і апаратах. При виявленні відхилень від заданого режиму вживаються відповідні заходи.

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні витрати складаються з витрат на обладнання і будівлі холодильника:

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

Вартість будівлі холодильника визначається по укрупненим показникам:

$$B_{хол} = V * Ц_{хол} \quad (5.2)$$

де V - об'єм будівлі холодильника, м³;

$Ц_{хол}$ - вартість будівлі холодильника, грн.

$$B_{хол} = 260 * 2800 = 728\,000 \text{ грн.}$$

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	4GE-30Y	2	140 000	280000
2	Конденсатор	К 813 Н	2	72 000	144000
3	Водяний насос	К8/18	3	5 000	15000
4	Теплообмінник	SLHE15	1	15000	15000
5	Випарник	DXS 80	1	15000	15000
6	Градирня	ГПВ - 80	1	55000	55000
7	Лінійний ресивер		1	10000	10000
Сумарна вартість обладнання		534000			
Вартість іншого обладнання 10%		53400			
Розрахункова вартість обладнання		587400			
Витрати на транспортування 15%		88110,00			
Витрати на монтаж 20%		117480			
Разом вартість обладнання (Воб)		792990			

Арк.

МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

Тоді сума капітальних вкладень по проекту складає:

$$KB_{\text{хол}} = 728\,000 + 792\,990 = 1\,520\,990 \text{ грн.}$$

5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо виробіток холоду в робочих умовах:

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

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.

$$Q_{\text{роб}} = 37,03 \cdot 1,11 \cdot 19\,440\,000 \cdot 2 = 1,6 \cdot 10^9 \text{ кДж}$$

Сумарний виробіток холоду за рік:

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

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

$$Q_{\text{ст}} = 1,6 \cdot 10^9 \cdot 0,9 = 1,44 \cdot 10^9 \text{ кДж}$$

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:

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою (5.9):

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

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

$n_{дв}$ – кількість електродвигунів;

T – тривалість роботи при максимальному навантаженні;

K – коефіцієнт використання обладнання

Таблиця 5.3 Розрахунок споживання силової електроенергії

№	Назва обладнання	Кількість одиниць	Потужність, кВт	Тривалість роботи за рік, годин	Коефіцієнт використання обладнання	Загальна потреба в електроенергії, кВт-годину
1	Компресор	2	19,2	5400	0,7	145 152
2	Градижня	1	8	5400	0,7	30 240
3	Теплообмінник	1	11,03	3000	0,7	23 163
4	Насос	2	1,5	3000	0,7	6 300
	Разом					271 383

Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою (5.10):

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

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

$$B_{ел} = 271383 * 4,3 = 1\,166\,947 \text{ грн.}$$

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.;

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річне споживання води:

$$G_e = g_e \cdot \frac{Q_{ост}}{1000} \cdot 0.15; \quad (5.12)$$

де g_e - норма споживання води на 1000 кДж холоду, м³;

0,15 – коефіцієнт, який враховує наявність оборотного водопостачання

$$G_B = (0,0048 \cdot 1,44 \cdot 10^9 / 1000) \cdot 0,15 = 1035,6 \text{ м}^3$$

$$B_e = 1036,6 \cdot 45 = 46\,600,5 \text{ грн.}$$

5.3.4 Визначення кількості виробничого персоналу

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

Таблиця 5.4 Розрахунок балансу робочого часу на рік одного 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 підприємства	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 (5.8):

$$K_p = \Phi_n / \Phi_{ef} \quad (5.13)$$

де Φ_n - номінальний фонд робочого часу, годин

Φ_{ef} - ефективний фонд робочого часу, годин

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ремонтник					
Разом	3	-	-	-	327910,59

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	327910,59
2.	Фонд додаткової заробітної плати	163955,30
3.	Єдиний соціальний внесок	108 210,49
Всього		600 076,38

5.3.6 Амортизація холодильного обладнання

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

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

$$V_a = 728\,000 * 5/100 + 792\,990 * 20/100 = 194\,998 \text{ грн.}$$

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

$$V_{п.р} = 194\,998 * 0,1 = 19\,500 \text{ грн.}$$

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

$$V_{ін} = (27\,312 + 1\,166\,947 + 46\,600 + 600\,076 + 194\,998 + 19\,500) * 0,05 = 100\,442 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 Експлуатаційні (поточні) витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	27 312
2	Електроенергія	1 166 947
3	Вода	46 600

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	MX 55. 020. 004 ДП ПЗ					

4	Зарплата виробничих робочих	600 076
5	Амортизація холодильного обладнання і будівлі	194 998
6	Витрати на поточний ремонт обладнання і будівлі	19 500
7	Інші поточні витрати	100 442
Всього		2 155 875

5.3.7 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

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

де Bp - річні витрати на виробництво холоду, грн.

$$C_{1000} = (2\,155\,875 * 1000) / (1,44 * 10^9) = 1,5 \text{ грн}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.8.

Таблиця 5.8 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Ємність камери	N	т	300
2	Холодопродуктивність	Q	кВт	37,03
3	Кількість компресорів	n	шт	2
4	Кількість обслуговуючого персоналу	Kp	осіб	3
5	Капітальні вкладення	KB	грн.	792990
6	Експлуатаційні витрати	Bp	грн.	2 155 875
7	Собівартість 1000кДж холоду	C_{1000}	грн.	1,50

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Підвищеного рівня шуму на робочих місцях;
- Підвищеного рівня вібрації;
- Підвищеної рухливості повітря в холодильних камерах і на зовнішніх (відкритих) майданчиках і інші.

Вміст шкідливих речовин і кількість небезпечних факторів в робочих зонах не повинно перевищувати значень, визначених чинними стандартами та гігієнічними нормативами.

Для захисту працівників, зайнятих експлуатацією холодильних установок, від знижених температур і підвищеної рухливості повітря в холодильних камерах і на зовнішніх (відкритих) майданчиках слід передбачати для них спецодяг і спецвзуття згідно з діючими нормативами.

6.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища.

Одним із головних завдань є збільшення продуктивності праці, поліпшення якості виробів, досягнення високих економічних показників. Все це нерозривно пов'язане з умовами праці, розробкою та впровадженням заходів до попередження впливу шкідливих та небезпечних факторів на працівників.

6.2.1 Вимоги до приміщення

Компресори й апарати хладонових установок великої холодопродуктивності розміщують у машинних відділеннях, у яких повинна забезпечуватися висота проходу для людей не менше 2,2 м від відмітки підлоги до виступаючих зверху частин обладнання (трубопроводів, арматури тощо). Ширина проходу в них така ж, як і в машинних (апаратних) відділеннях холодильних аміачних установок.

Приміщення хладонових установок відносять до категорії невибухонебезпечних. Проте в одному приміщенні з хладоною установкою не допускається розміщувати пристрої з відкритим полум'ям і з температурою поверхні понад 300°C, а також вибухонебезпечне устаткування.

Машинні відділення хладонових установок розташовують на першому поверсі або в підвалі. Двері машинного відділення повинні виходити назовні чи

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в коридор (вестибюль), відокремлений дверима від інших приміщень, які відчиняються в бік виходу.

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

За невеликої холодопродуктивності хладонової установки спеціальне машинне відділення для неї не потрібне. Хладонову установку можна розмістити разом з іншим технологічним устаткуванням за умови, що обслуговуючий персонал пройшов відповідне навчання і вміст хладону в повітрі в разі повного витікання з системи не перевищує 10 % об'єму приміщення.

Забороняється встановлювати холодильні установки на сходових клітках, під сходами, в коридорах, у вузьких проходах, в заповнених чи вологих приміщеннях.

Кожна холодильна установка повинна мати експлуатаційний журнал, в якому фіксуються заходи з технічного обслуговування установки і параметри її роботи. У разі, якщо є кілька однотипних установок, допускається мати один журнал.

В процесі експлуатації холодильних установок з постійним або некруглосуточним обслуговуванням проводяться візуальний огляд обладнання, фіксування показань приладів (манометрів, термометрів), перевірка герметичності обладнання з періодичністю 1 раз в зміну.

6.2.2 Освітлення

Проектом передбачено використання в виробничих приміщеннях холодильників змішаного освітлення, тобто сполучення природного і штучного освітлення. Природне освітлення здійснюється через вікна в зовнішніх стінах будинку. Штучне передбачає три типи освітлення: робоче, місцеве (для огляду

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ

Арк.

і ремонту) і аварійне. Освітленість машинних і апаратних відділень повинна відповідати ДБН В. 2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

Система опалення повинна забезпечити в приміщеннях машинних і апаратних відділеннях при непрацюючому обладнанні температуру повітря 16⁰С. При цьому температура поверхні нагрівальних пристроїв не повинна перевищувати 130⁰С. Допускається використання систем водяного і парового опалювання.

Для забезпечення вимог до норми рівня шуму та вібрації проектом передбачено виконання наступних заходів:

- правильна експлуатація обладнання та проведення своєчасних профілактичних ремонтів;

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

6.2.3 Мікроклімат

Робота при занадто високих або низьких температурах може призвести до погіршення самопочуття працівників, розвитку професійних захворювань та зниження або ж втрати працездатності.

Щоб забезпечити сприятливі умови праці та відпочинку, оптимальне функціонування технологічних схем, у виробничих приміщеннях створюють штучний виробничий мікроклімат.

Таблиця 6. 1. Норми мікроклімату для виробничих приміщень

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, °С, не більше	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легка – Іа	22-24	40-60	0,1
	легка – Іб	21-23	40-60	0,1
Тепла	легка – Іа	23-25	40-60	0,1
	легка – Іб	22-24	40-60	0,2

6.2.4 Електробезпека

Електричні пристрої, що забезпечують роботу холодильних установок, повинні експлуатуватися з урахуванням діючих нормативних документів по

					МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електроустановок, в тому числі щодо заземлення. Металеві елементи конструкції аміачних і хладонових холодильних установок, охолоджуване устаткування повинні бути заземленими. Всі частини, які рухаються і обертаються (маховики, вали, муфти передачі), повинні мати знімні (легко розбірні) суцільні чи сітчасті огорожі.

6.2.5 Безпека праці

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

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

Холодоагент або холодоильний агент (англ. refrigerant) — речовина холодильної машини, яка при кипінні або в процесі розширення забирає теплоту від охолоджуваного об'єкта і потім після стиснення передає її охолоджувальній середовищу (воді, повітрю тощо). Холодоагент є окремим випадком теплоносія.



Хладони раніше називали фреонами. Вони хімічно інертні, мало або вибухонебезпечні. Хладони – галоїдопроизводні граничних вуглеводнів,

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одержувані шляхом заміни атомів водню в насиченому вуглеводні атомами фтору, хлору, броду.

Нещільності в хладонових холодильних установках виявляють за допомогою розчину мильної емульсії, полімерних індикаторів, галоїдних ламп і течешукачів. Перспективним способом є добавка до хладогену фарбуючі індикаторів, які створюють в містах нещільностей стійкі кольорові плями. При визначенні місць витоку хладона за допомогою галоїдних ламп і течешукачів приміщення машинного відділення попередньо вентилують, під час перевірки в приміщенні не повинно бути сильних потоків повітря.

До індивідуальних засобів захисту на хладонових холодильних установках відносять апарати стисненого повітря типу АСП або ізолюючі шлангові протигази типу ПШ. Рядом з установкою в заскленій 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 витоку хладона і роботі в загазованому приміщенні вентиляція повинна працювати постійно.

При несправності хладонових установок, незважаючи на відносну нешкідливість хладона, можливе ядуха, якщо зміст пар хладона в повітрі більш 30 %. Небезпека для обслуговуючого персоналу представляє також безпосереднє влучення рідкого холодоагенту на чи шкіру очі; він викликає обморожування шкіри й ушкодження очей. На відкритому полум'ї хладон, розкладаючи при температурах вище 400 °С, утворить отрутні гази, у тому числі і фосген. Тому розкривати хладонових компресори, апаратуру і трубопроводи можна тільки в захисних окулярах і тільки після того, як тиск хладона в них буде знижено до атмосферного; користатися відкритим вогнем і курити забороняється.

Не можна експлуатувати установки охолодження повітря, якщо манометри не мають пломб, чи мають пломби з минулим терміном їхньої

					МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевірки, а також якщо вони не мають червоної риси робочого тиску, що допускається гранично. Манометри повинні піддаватися перевірці і пломбуватися не рідше 1 рази в рік, а також після кожного ремонту.

При огляді холодильного обладнання, розташованого в закритих приміщеннях, а також трубопроводів в колодязях і тунелях необхідно впевнитись у відсутності в повітрі холодоагенту, наприклад, за допомогою галоидного або іншого течеискателя. У разі виявлення парів холодоагенту в цих об'єктах вхід в них заборонений до їх провітрювання.

Проходи поблизу холодильного обладнання повинні бути завжди вільні, а підлоги проходів - в справному стані.

Забороняється експлуатація холодильної установки з несправними приладами захисної автоматики.

До обслуговування холодильних установок допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд і мають документ про закінчення спеціального навчального закладу або курсів.

До самостійного обслуговування холодильних установок можуть бути допущені працівники тільки після проходження під керівництвом досвідченого наставника стажування протягом одного місяця і відповідної перевірки знань. Допуск до стажування і самостійної роботи оформляється розпорядженням по організації.

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

6.3 Пожежна безпека

Найбільше число пожеж на холодильному виробництві пов'язано з порушенням правил експлуатації електричних установок. В приміщеннях машинних і апаратних відділень холодильних установок забороняється використовувати нагрівальні прибори з відкритим вогнем, в тому числі електричні рефлектори. Куріння в машинних відділеннях, а також в інших приміщеннях, де встановлено холодильне обладнання, забороняється

					МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

Дотримуючись всіх правил техніки безпеки, вживаючи своєчасно заходи пожежної безпеки можна досягти зменшення частоти травматичних випадків і збільшення випуску продукції високої якості, що є головною метою підприємства.

					MX 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Холодильні установки. Проектування. Навчальний посібник в трьох томах, під редакцією д.т.н., проф. Чумака І.Г.- 4-е вид. переробл. І доп.- Одеса, друк, 2008.
2. М.Г. Хмельнюк, О.С. Подмазко, І.О. Подмазко, Холодильні установки та сфери їх використання: Підручник. Під заг.ред. М.Г. Хмельнюка – Херсон: Грінь Д.С., 2014.-484 с.
3. Хмельнюк М.Г., Подмазко О.С., Холодильні установки спеціального призначення: Підручник – Херсон: Грінь Д.С., 2013 - 488 с.
4. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.-3-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1989.
5. Лагутин А. Е. Аппараты холодильных установок: Том 1, Учебное пособие, ОГАХ, 2003. – 141 с.
6. Мнацаканов Г.К. Основы проектирования холодильников: Учебное пособие, ОГАХ. 2004. – 70 с.
7. Цинман М.М., Янюк В.Я. Холодильники для фруктов. – М.: «Пищевая промышленность», 1969. – 201 с.
8. Чумак И.Г., Кочетов В.П. и др. Транспортировка и хранение тропических плодов: Учебное пособие. – Одесса. Рефпринтинфо, 2004.– 12 с.
9. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянов А.В. Холодильная техника. Свойства веществ: Справочник. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. – 208 с.
10. Н.Г. Кондрашова, Н.Г. Лашутина Холодильно-компрессорные машины и установки.
11. Чумак И.Г., Чепурненко В.П. и др. Холодильные установки- 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропроиздат, 1991.
12. Самойлов А.И., Игнатъев В.Г. Охрана труда при обслуживании холодильных установок.- 2-е изд. -М.: Агропромиздат, 1989.
13. Журнали "Холодильная техника", "Холод", 2020-2023 г

					МХ 55. 020. 004 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

