

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних

машин і установок»

Група: 4МХ - 188

Дипломний проєкт

здобувача освіти заочного відділення

МХ 188. 001. 000 ДП

**АБРАМОВ МАКСИМ
ЮРІЙОВИЧ**

**м. Одеса
2025 р.**

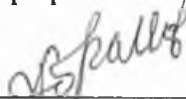
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

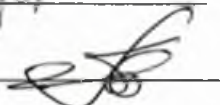
Спеціальність 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Монтаж і обслуговування
Холодильно-компресорних машин та
установок»
Група 4 МХ- 188

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
МХ 188. 001. 000 ДП

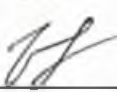
До дипломного проекту на тему:
Холодильна установка для камер зберігання м'ясних
напівфабрикатів ємністю 150 тон в місті Полтава

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки
на 50 сторінках та графічного матеріалу на _____ аркушах.

Дипломник  (Абрамов М.Ю.)

Керівник проекту  (Рекеда Ю.Д.)

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 "21" 06 2025 р. Протокол ЕК № 05 МХ3

Оцінка ЕК 4 (добре)

Секретар ЕК  Хоцяновський С.Ю.

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

Дата видачі завдання
«31» березня 2025 р.
Дата закінчення проєкту
«08» червня 2025 р.

Затверджую
Заступник директора з НВР
_____ Беркань Іг.В.
“ 14” листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломного проєктування

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

Тема дипломного проєкту: Холодильна установка для камер зберігання м'ясних напівфабрикатів ємністю 150 тон в місті Полтава

Стверджена наказом по коледжу від « 14 » 11 2025 р. № 246 –А2- ОД

Вихідні дані для проєкту: температура літня 31 °С
відносна вологість повітря літня 66 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проєкту

Пояснювальна записка

Вступ

1. Загальна частина

- 1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкта завдання
- 1.2 Вихідні дані
- 1.3 Техніко-економічне обґрунтування проєкту

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 ремонту та монтажу холодильного обладнання

4.2 Експлуатація холодильного обладнання

4.3 Автоматизація холодильної установки

5 Економічна частина

5.1 Розрахунок капітальних вкладень

5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

6. Охорона праці

6.1 Аналіз виробничих чинників, що мають небезпечний та шкідливий вплив на працівника

6.2 Розробка заходів з охорони праці

6.3 Пожежна безпека

7. Перелік використаних джерел

Графічна частина

Аркуш 1 Планування холодильника

Аркуш 2 Розводка трубопроводів

Аркуш 3 Повітряний конденсатор

Графік виконання проєкту

Зміст	Термін виконання
1 Загальна частина	21 23.04.2025
2 Розрахунково-конструкторська частина	24.04 - 09.05.2025
3 Організаційна частина	11 – 13.05.2025
4 Аркуш 1	14 – 15.05.2025
5 Економічна частина	16 – 18.05.2025
6 Аркуш 2,3	21 – 22.05.2025
7 Охорона праці	23 - 24.05.2025
Попередній захист	26.05.2025
Захист дипломного проєкту	06.06.2025

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 4_від “ 12” листопада 2024 р.

Голова комісії _____ (Беркань Ір. В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проєкту _____ (Беркань Ір. В.)

З М І С Т

Стор.

Вступ.....

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані.....

1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту.....

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів.....

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання.....

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані.....

3.2 Розрахунок будівельних площ.....

3.3 Вимоги до планування холодильника.....

3.4 Планування холодильника.....

3.5 Розрахунок 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.....

					МХ 188. 001. 000 ДП ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Холодильна установка для камер зберігання м'ясних напівфабрикатів ємністю 150 тон в місті Полтава	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Абрамов М.Ю.						
Перевір.		Рекеда Ю.Д.						
Реценз.								
Н. Контр.								
						ВСП «ОТФК ОНТУ», 2025		

3.13 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання.....

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 Розрахунок капітальних вкладень.....

5.2 Розрахунок цехових витрат.....

5.3 Розрахунок собівартості одиниці холоду.....

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7. ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МХ 188. 001. 000 ДП ПЗ			
Розроб.		Абрамов М.Ю.			Холодильна установка для камер зберігання м'ясних напівфабрикатів ємністю 150 тон в місті Полтава	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Рекеда Ю.Д.						
Реценз.						ВСП «ОТФК ОНТУ», 2025		
Н. Контр.								

Водночас, однією з головних проблем залишається зменшення сировинної бази — скорочення поголів'я свиней і великої рогатої худоби в Україні. На це впливають хвороби, висока собівартість тваринництва, низький рівень внутрішнього попиту та складна ситуація на експортних ринках.

Незважаючи на обмежену частку зовнішньої торгівлі (до 5% у загальній структурі), потенціал експорту та імпорту залишається значним. Однак, для підтримки якості продукції на всіх етапах логістичного ланцюга потрібні сучасні системи зберігання.

У світовій практиці заморожування є одним із найефективніших і найнадійніших способів консервування швидкопсувної харчової продукції.

Тривале зберігання напівфабрикатів забезпечує застосування низьких температур, воно дозволяє суттєво сповільнити мікробіологічні, ферментативні та окислювальні процеси, тим самим забезпечуючи без втрати харчової цінності та органолептичних властивостей, тому розробка холодильної установки для камер зберігання м'ясних напівфабрикатів загальною ємністю 150 тонн у місті Полтава є актуальним і перспективним завданням

Реалізація такого проєкту дозволить забезпечити ефективне, енергозберігаюче та технологічно обґрунтоване зберігання продукції, що відповідає потребам сучасного українського продовольчого ринку.

					MX 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Вихідні дані

Ємність одноразового зберігання	150 тон
Характеристика вантажу:	
зберігання морожених напівфабрикатів	60%
зберігання охолоджених напівфабрикатів	40%
Місце здійснення проекту:	

Місто	Географічна широта, град.	Розрахункова температура, °C			Відносна вологість, %	
		середньорічна	літня	зимова	літня	зимова
Полтава	50,5	7,2	31	-21	66	86

1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Холодильник ємністю 150 тонн призначений для зберігання м'ясних напівфабрикатів швидкого приготування в умовах штучного охолодження. Його будівництво виправдане потребами міської торговельної мережі, адже забезпечує цілорічне постачання якісної продукції населенню.

Одноповерхове планування холодильника дозволяє організувати широкий фронт вантажних робіт і впровадити комплексну механізацію навантаження й розвантаження. Для теплоізоляції використовується самозагасаючий пінополістирол ПСБ-С - недорогий, волого- й вогнестійкий матеріал з низькою теплопровідністю (0,05 Вт/м·К).

У проєкті передбачено систему безпосереднього охолодження на основі фреону R-134a, який має добрі термодинамічні властивості, високу холодопродуктивність і екологічну безпеку. Холодильна установка одноступеневого стиску включає компресорно-конденсаторний агрегат з водяним охолодженням, ресивер, теплообмінник, фільтр-осушувач, арматурний щит і терморегулювальні вентилі.

Основні теплоприпливи надходять через огороджувальні конструкції, від продукції під час охолодження та в процесі експлуатації. У системі безпосереднього охолодження теплота від камери забирається повітроохолоджувачами, де фреон кипить, охолоджуючи повітря. Завдяки малому перепаду температур між камерою та хладагентом досягається висока енергоефективність і швидкий ефект охолодження.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	MX 188. 001. 000 ДП ПЗ					

Відсутність корозії також підвищує довговічність системи.

Отже, система холодозабезпечення для холодильника ємністю 150 тонн є технічно-обґрунтованою та економічно вигідною.

					MX 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання

М'ясні напівфабрикати є продуктами з високою біологічною цінністю, однак мають низьку стійкість до псування внаслідок активного розвитку мікрофлори, інтенсивних ферментативних процесів та високої вологості. Тому зберігання такої продукції потребує дотримання чітко визначених температурних і вологісних режимів, які гарантують безпечність, збереження органолептичних властивостей та тривалий термін зберігання.

Згідно з чинними санітарно-гігієнічними нормами та технологічними інструкціями, оптимальна температура зберігання заморожених м'ясних напівфабрикатів становить $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Така температура забезпечує:

- **Пригнічення мікроорганізмів:** У межах зазначених температур значно сповільнюється або повністю зупиняється розвиток патогенних бактерій, дріжджів і плісняв.
- **Уповільнення біохімічних процесів:** Ферментативна активність та окислення жирів значно знижуються, що дозволяє зберігати смак, запах і колір продуктів.
- **Мінімальні втрати маси:** При глибокому заморожуванні зменшується випаровування вологи, що забезпечує стабільну масу продукції впродовж усього терміну зберігання.
- **Збереження структури:** Швидке охолодження до $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче дозволяє уникнути утворення великих кристалів льоду, які можуть пошкоджувати клітини м'яса.

Тривалість зберігання м'ясних напівфабрикатів при температурі $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ становить від 3 до 6 місяців, залежно від виду виробу, способу пакування та початкового стану сировини.

Приймаю для зберігання в камерах холодильника:

охолоджені м'ясні напівфабрикати з яловичини, свинини при температурі $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ з терміном 48 годин

морожені м'ясні напівфабрикати з яловичини, свинини при температурі $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ з терміном 3 місяці.

					MX 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Розрахунок ізоляції огорожень

Товщина ізоляційного шару огороження визначається по формулі:

$$\delta_{из}^{тр} = \lambda_{из} * \left[\frac{1}{K_{тр}} - \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right] \quad (3.9)$$

- де $\lambda_{из}$ - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного шару й будівельних матеріалів, Вт/м*К
 $K_{тр}$ - оптимальний коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/м²*К
 α_n - коефіцієнт тепловіддачі із зовнішньої сторони огороження, Вт/м²*К
 α_B - коефіцієнт тепловіддачі із внутрішньої сторони огороження, Вт/м²*К
 δ_i - товщина окремих шарів конструкції огороження, м
 λ_i - коефіцієнт теплопровідності будівельних шарів конструкції, Вт/м*К,

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі визначаємо по формулі:

$$K^{\delta} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) + \frac{\delta_{из}^{\delta}}{\lambda_{из}}} \quad (3.10)$$

де $\delta_{из}^{\delta}$ - прийнята товщина ізоляційного шару, м
 Розрахунки зводимо до таблиці. 3.2

Таблиця 3.2
 Розрахунок товщини ізоляційного шару огороження

Огороження	λ	t в	а н	а в	R н	R в		$\delta_{из}^{тр}$	$\delta_{дст}^{тр}$	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
Зовн.ст.кам.хр	0,05	-18	23	8	0,043	0,125	0,546	0,164	0,175	0,25	0,24
Зовн.ст.кам.хр	0,05	2	23	9	0,043	0,111	0,108	0,141	0,15	0,325	0,31
Вн.ст. с кор.	0,05	-18	8	8	0,125	0,125	0,543	0,124	0,125	0,306	0,30
Вн.ст. с кор.	0,05	2	8	9	0,125	0,111	0,543	0,062	0,075	0,493	0,44
Вн.ст. с м/від	0,05	-18	8	8	0,125	0,125	0,546	0,124	0,125	0,306	0,30
Перегородка	0,05	18/18	8	8	0,125	0,125	0,077	0,070	0,075	0,58	0,55
Перегородка	0,05	2/-2	9	9	0,111	0,111	0,077	0,071	0,075	0,58	0,56
Перегородка	0,05	18/-2	8	9	0,125	0,111	0,077	0,164	0,175	0,278	0,26
Покриття	0,05	-18	23	7	0,043	0,143	0,079	0,192	0,2	0,243	0,23
Підлога	0,05	-18		7		0,143	2,43	0,065	0,075	0,258	0,25

Таблиця 3.3

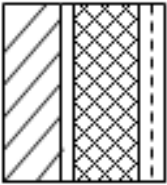
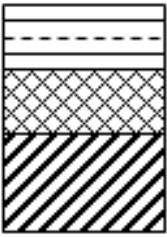
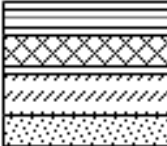
Прийняті конструкції огорожень

Найменування та конструкція огорожень	№	Найменування і матеріал шару	Товщина, м	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м*К	Тепловий опір м*К/Вт
Зовнішня стінова панель 	1	Штукатурка складним розчином по метал. сітці.	0,020	0,98	0,020
	2	Теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ-С	вимагає визначення	0,05	вимагає визначення
	3	Пароізоляція-2 шаруючи гідроізолу на бітумній мастиці.	0,004	0,30	0,013
	4	Зовнішній шар з важкого бетону.	0,140	1,86	0,075 = 0,108
Внутрішня стіна із цегельної кладки 	1	Штукатурка складним розчином по металевій сітці.	0,020	0,98	0,020
	2	Теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ-С	вимагає визначення	0,05	вимагає визначення
	3	Пароізоляція 2 шари гідроізолу на бітумній мастиці.	0,004	0,30	0,013
	4	Штукатурка цементно-піщана.	0,020	0,93	0,022
	5	Кладка цегельна на цементному розчині.	0,380	0,81	0,469
	6	Штукатурка складним розчином	0,020	0,93	0,022 = 0,546
Внутрішня стінова панель 	1	Панель із керамзитобетона	0,240	0,47	0,51
	2	Пароізоляція-2 шаруючи гідроізолу на бітумній мастиці.	0,004	0,30	0,30
	3	Теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ-С	вимагає визначення	0,05	вимагає визначення
	4	Штукатурка складним Розчином по метал сітці.	0,020	0,98	0,02 = 0,543

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

МХ 188.001.000 ДП ПЗ

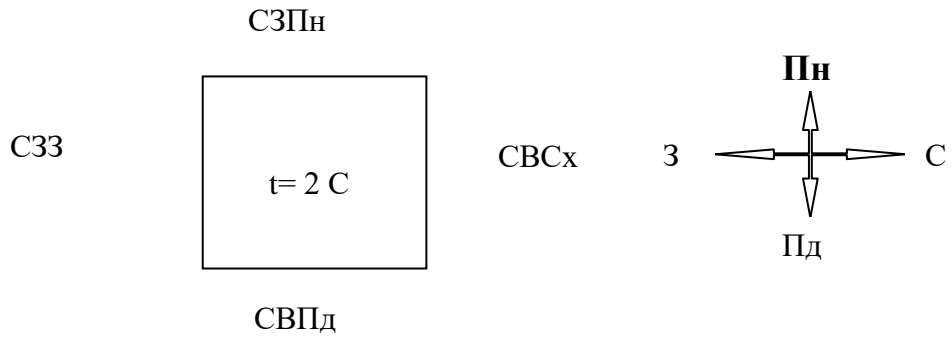
Арк.

<p>Перегородка між камерами</p> 	1	Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0.020	0.98	.020
	2	Теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ-С	вимагає визначення	0.05	вимагає визначення
	3	Пароізоляція-2 шаруючи гідроізолу на бітумній мастиці.	0.004	0.30	0.013
	4	Шар з важкого бетону	0.080	1.86	0.07
					= 0.076
<p>Покриття охолоджуваних приміщень</p> 	1	5 шарів гідроізолу на бітумній мастиці	0.012	0.3	0.040
	2	Стяжка з бетону по метал. сітці	0.040	1,86	0.022
	3	Пароізоляція(шар пергаміну)	0.001	0.15	не враховуємо
	4	Плитна теплоізоляція пінопласт полістирольний ПСБ-С	вимагає визначення	0.05	вимагає визначення
	5	Залізобетонна плита покриття	0.035	2.04	0.017
					= 0.079
<p>Підлоги охолоджуваних приміщень</p> 	1	Монолітне бетонне покриття з важкого бетону	0.040	1,86	0.022
	2	Армобетона стяжка	0.080	1,86	0.043
	3	Пароізоляція (1 шар пергаміну)	0,001	0,15	не враховуємо
	4	Плитна теплоізоляція (пінопласт полістирольний ПСБ-С)	вимагає визначення	0,05	0,026
	5	Цементно-піщаний розчин Ущільнений пісок	0,025	0,98	2,338
	6	Бетонна підготовка з Електронагрівниками	1,35	0,58	-
	7	Грунт основи	-	-	-
					= 2,43

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МХ 188.001.000 ДП ПЗ

Арк.

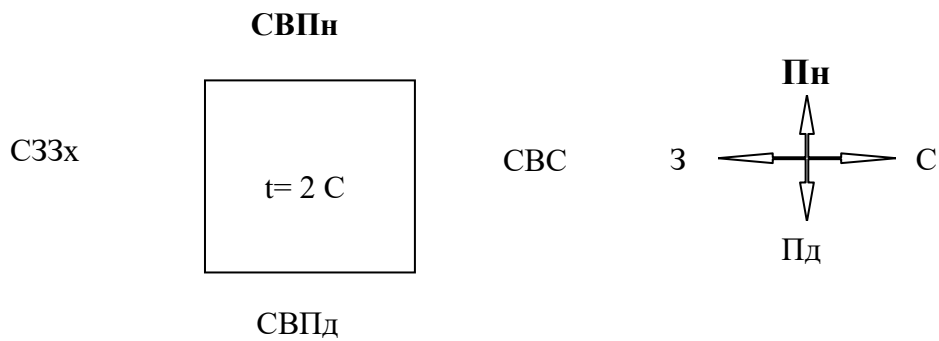


Таблиця 3.4

Розрахунок теплоприпливів через огороження в камеру №1

Зберігання охолоджених вантажів

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
СЗПн	0,31	27	31	2	29	0,24	0	0	0,24
СВСх	0,26	27	-18	2	-20	-0,14	0	0	-0,14
СВПд	0,44	27		2	20,3	0,24		0	0,24
СЗЗх	0,31	27	31	2	29	0,24	0	0	0,24
покриття	0,23	36	31	2	29	0,24	14,9	0,123	0,36
підлога	0,25	36	3	2	1	0,01	0	0	0,01
									0,96

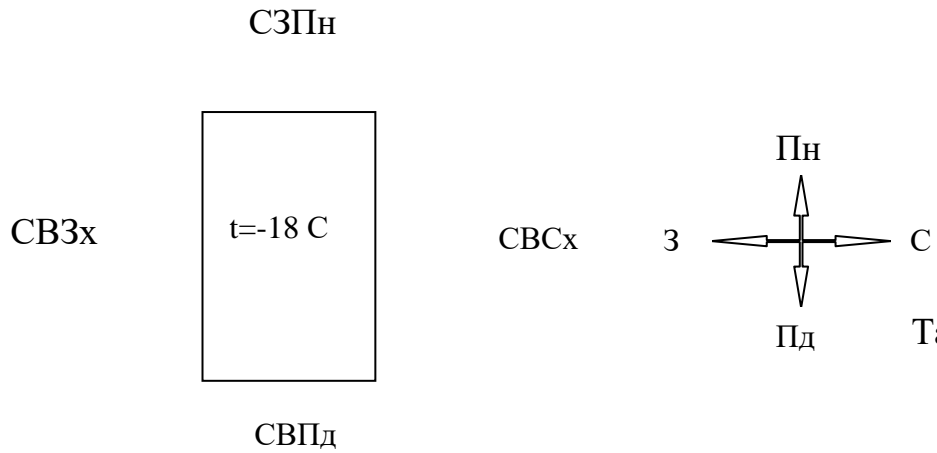


Таблиця 3.5

Розрахунок теплоприпливів через огороження в камеру №2

Зберігання охолоджених вантажів

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
СВПн	0,44	27		2	20,3	0,24	0	0	0,24
СВСх	0,26	27	-18	2	-20	-0,14	0	0	-0,14
СВПд	0,44	27		2	18,6	0,22		0	0,22
СВЗх	0,31	27	31	2	29	0,24	0	0	0,24
покриття	0,23	36	31	2	29	0,24	14,9	0,123372	0,36
підлога	0,25	36	3	2	1	0,01	0	0	0,01
									0,94



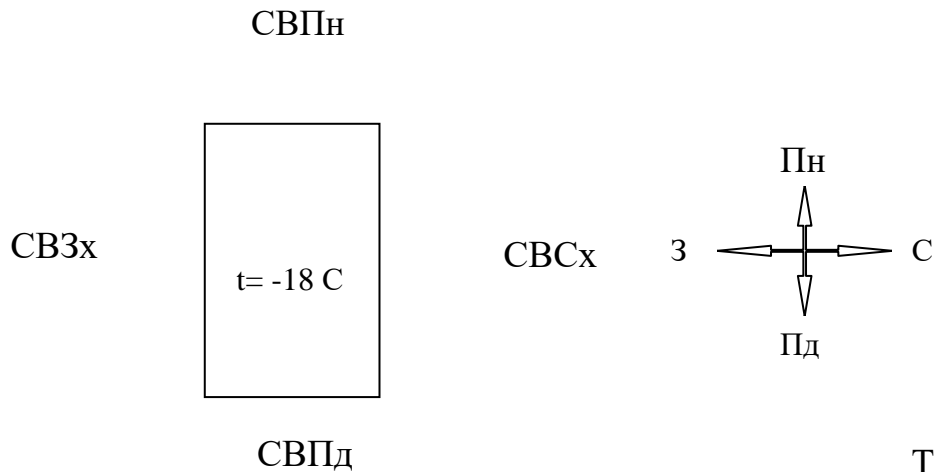
Таблиця 3.6

Розрахунок теплоприпливів через огороження в камеру №3

зберігання морожених вантажів

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
СЗПн	0,24	27	31	-18	49	0,318	0	0	0,32
СВСх	0,3	40,5		-18	29,4	0,357	0	0	0,36
СВПд	0,55	27	-18	-18	0	0,000		0	0,00
СВЗх	0,26	27	2	-18	20	0,140	0	0	0,14
СВЗх	0,3	13,5		-18	34,3	0,139	0	0	0,14
покриття	0,23	54	31	-18	49	0,609	14,9	0,19	0,79
підлога	0,25	54	3	-18	21	0,284			0,28

2,03



Таблиця 3.7

Розрахунок теплоприпливів через огородження в камеру №4
збереження морожених вантажів

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
СВПн	0,55	27	-18	-18	0	0,000	0	0	0,00
СВСх	0,3	40,5		-18	29,4	0,357	0	0	0,36
СВПд	0,3	27	31	-18	29,4	0,238		0	0,24
СВЗх	0,26	27	2	-18	20	0,140	0	0	0,14
СВЗх	0,3	13,5		-18	34,3	0,139	0	0	0,14
покриття	0,23	54	32	-18	50	0,621	14,9	0,19	0,81
підлога	0,25	54	3	-18	21	0,284			0,28
									1,96

Теплоприпливи від вантажів при холодильній обробці Q₂

Теплоприпливи Q₂ при охолодженні продуктів у камерах схову
визначаємо по формулі:

$$Q_{2np} = M_{np} \Delta i \frac{10^3}{24 * 3600}, \text{кВт} \quad (3.14)$$

де M_т - добове надходження продуктів, т/добу.
Δ i - різниця питомих ентальпій продуктів, що відповідають початкової й кінцевої температура продукту кДж/кг.

Добове надходження продуктів у камери виробничих холодильників становить 10% місткості

Теплоприпливи від тари Q_{2т} (в кВт)

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

де M_т - добове надходження тари, т/добу
c_т - питома теплоємність тари, кДж/кгК
t₁, t₂ - початкова й кінцева температури тари, °С

					MX 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі розрахунки зводимо в таблицю 3.8

Таблиця 3.8

Розрахунок теплоприпливів від вантажів при холодильній обробці

№ камери	В тонн	М пр т/сут	t1 С	t2 С	разн t С	i 1 кДж/кг	i 2 кДж/кг	різн i кДж/кг	Q2 пр кВт	Мт т/сут	Ст кДж/кг*т	Q2т кВт	Q2 кВт
Камера 1	32,4	3,2	15	2	13,0	280,0	238,0	42,0	1,6	0,3	2,3	0,11	1,7
Камера 2	32,4	3,2	15	2	13,0	280,0	238,0	42,0	1,6	0,3	2,3	0,11	1,7
Камера 3	48,6	4,9	-5	-18	13,0	57,3	4,6	52,7	3,0	0,5	2,3	0,17	3,13
Камера 4	48,6	4,9	-5	-18	13,0	57,3	4,6	52,7	3,0	0,5	2,3	0,17	3,13

Експлуатаційні теплоприпливи Q_4

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

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

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 зберігання $A = 2,3$ Вт/м,
 F - площа камери, м²

Теплоприпливи від перебування людей q_2 (кВт)

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

де 0,35 - тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, кВт;
 n - число людей, що працюють у даному приміщенні, при площі камери до 200 м - 2-3 чоловік,

Теплоприпливи від працюючих електродвигунів q_3 (кВт) в

охолоджуваному приміщенні визначаємо по формулі:

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

де N_3 - сумарна потужність електродвигунів, кВт
треба приймати: для камер схову 2-4

Теплоприпливи при відкриванні дверей q_4 (кВт) розраховуємо по формулі:

																			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата															

МХ 188. 001. 000 ДП ПЗ

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

де

K - питомий приплив теплоти від відкриття 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.	Nэ кВт	коэф	K Вт/м	q1 кВт	q2 кВт	q3 кВт	q4 кВт	Q4 кВт
Кам.1	36	2,3	2	2	0,35	17,4	0,08	0,7	2	0,63	3,41
Кам.2	36	2,3	2	2	0,35	17,4	0,08	0,7	2	0,63	3,41
Кам.3	54	2,3	2	2	0,35	7,2	0,12	0,7	2	0,39	3,21
Кам.4	54	2,3	2	2	0,35	7,2	0,12	0,7	2	0,39	3,21

3.7 Визначення навантаження на компресор і камерне встаткування

Камерні охолоджувальні прилади відповідно до свого призначення повністю (на 100%) усувають теплове навантаження від усіх видів теплоприпливів.

Однак під час розрахунку навантаження на компресор деякі теплоприпливи враховуються не повністю, а лише частково.

Для зручності зводимо дані в таблицю.

Таблиця 3.10

Зведена таблиця теплоприпливів

№ камери	Q 1		Q 2		Q 4		Q об	Q км
	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км		
t=- 10 C								
Кам. 1	0,96	0,96	1,7	1,7	3,41	2,558	6,07	5,22
Кам.2	0,94	0,94	1,7	1,7	3,41	2,558	6,05	5,198
								10,415
t=- 28 C								
Кам.3	2,03	2,03	3,21	3,21	3,21	2,408	8,45	7,6475
Кам.4	1,96	1,96	3,21	3,21	3,21	2,408	8,38	7,5775

15,225

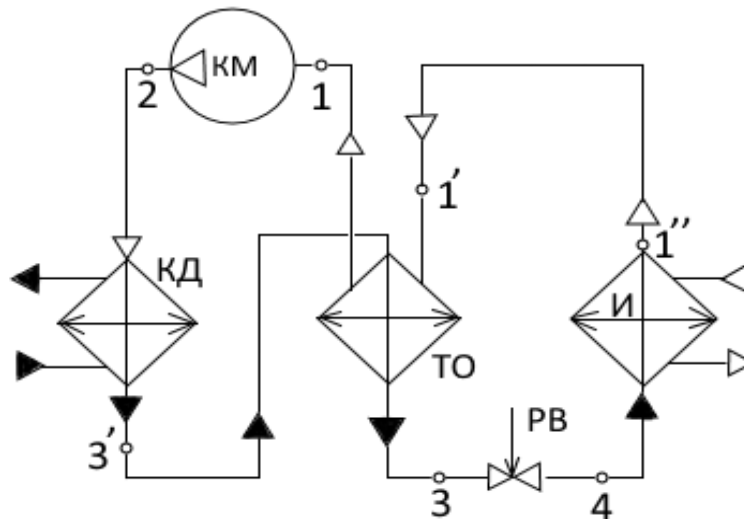
					MX 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.9 Побудова циклу холодильної машини, зняття параметрів вузлових крапок

Таблиця 3.11

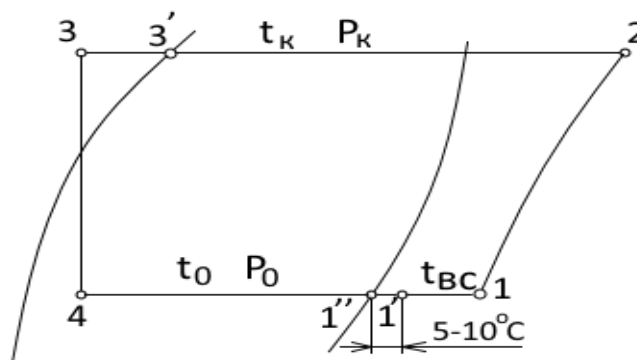
Режим	P_0 МПа	P_k МПа	$\frac{P_k}{P_0}$	Вибір схеми
$t = -10\text{ C}$	0,2007	0,8868	4,419	одноступінчастий стиск
$t = -28\text{ C}$	0,0930	0,8868	9,535	одноступінчастий стиск

Зображення циклу одноступеневого стиснення в діаграмі $h - \ell q p$



Мал. 3.2

Схема холодильної установки



Мал.3.3

Цикл холодильної установки

Таблиця 3.12

№ крапки	температура °С	тиск, МПа	ентальпія, кДж/кг	питомий об'єм, м ³ /кг
1''	-10	0,201	391	
1'	0	0,201	400	
1	+10	0,201	409	0,109
2	59,4	0,887	443	
3'	35	0,887	249	
3	29	0,887	240	
4	-10	0,201	240	

Таблиця 3.13

№ крапки	температура, °С	тиск, МПа	ентальпія, кДж/кг	питомий об'єм, м ³ /кг
1''	-28	0,093	380	
1'	-20	0,093	388	
1	-8	0,093	397	0,224
2	64,1	0,887	448	0,027
3'	35	0,887	249	
3	29	0,887	240	
4	-28	0,093	240	

3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресорів

Розрахунок одноступінчатого компресора $t_0 = -10, -28, ^\circ\text{C}$

Питома масова холодопродуктивність q_0 , кДж/кг;

$$q_0 = i_0 - i_4 \quad (3.27)$$

Масова витрата холодоагенту M , кг/с :

$$M = \frac{Q_0}{q_0} \quad (3.28)$$

Об'ємна витрата холодоагенту V_∂ , м³/с

$$V_\partial = M \cdot v_1 \quad (3.29)$$

Теоретична, об'ємна подача компресора V_h , м³/с

$$V_h = \frac{V_\partial}{\lambda} \quad (3.30)$$

де λ - коефіцієнт подачі компресора;

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МХ 188.001.000 ДП ПЗ

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{\omega} \quad (3.31)$$

$$\lambda_i = \frac{P_o - \Delta p_{ec}}{P_o} - c * \left(\frac{P_k + \Delta p_n}{P_o} - \frac{P_o - \Delta p_{ec}}{P_o} \right) \quad (3.32)$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{T_o}{T_k} \quad (3.33)$$

Теоретична потужність компресора N_m , кВт

$$N_m = M(i_2 - i_1) \quad (3.34)$$

Дійсна потужність компресора N_i , кВт

$$N_i = \frac{N_m}{\eta_i}, \text{кВт}; \quad (3.35)$$

де η_i – індикаторний коефіцієнт корисної дії (ККД).

Ефективна потужність на валу компресора N_e , кВт

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m} \text{кВт}; \quad (3.36)$$

де η_m – механічний ККД, враховуючи витрати на тертя

Електрична потужність електродвигуна N_{el} , кВт

$$N_{el} = \frac{N_i}{\eta_m} \text{кВт}; \quad (3.37)$$

Тепловий потік у конденсатор Q_k , кВт

$$Q_k = Q_o + N_i \quad (3.38)$$

Розрахунки зводимо до таблиці

Технические данные	
Технические параметры	
Объемная произ-сть (1450 об/мин 50Гц)	41,33 м³/ч
Объемная произ-сть(1750 об/мин 60Гц)	49,88 м³/ч
Диапазон частот	25..70 Hz
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	4 x 60 mm x 42 mm
Вес	143 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 32 bar
Присоединение линии всасывания	35 mm - 1 3/8"
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 R1234yf	BSE32 (Standard) R1234yf tc>70°C : BSE55 (Option)
Тип масла для R1234ze	BSE55 (Standard) tc>15°C: BSE85K (Option) tc>70°C: BSE85
Тип масла для R454C/R455A	BSE32 (Standard)
Параметры мотора	
Версия мотора	3
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V PW-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	12.1 A
Максимальный рабочий ток 70Hz/400V/FI	17.6 A
Соотношение обмоток	50/50

Компрессор	4TES-8Y-40P	Мак. энергопотребление	7,0 kW
Ступени регулирования производительности	100%	Комплект поставки	
Холодопроизвод-сть	15,13 kW	Защита мотора	SE-B3(Standard), SE-B2(Optional), CM-RC-01(Optional)
Холодопроизвод-сть *	14,50 kW	Класс защиты	IP66
Произв-сть испарителя	15,13 kW	Антивибрационные демпферы	Standard
Потребл. мощность	4,48 kW	Заправка масла	2,60 dm ³
Ток (400V)	8,71 A	Запорный вентиль на нагнетании	Standard
Напряжения питания	380-420V	Запорный вентиль на всасывании	Standard
Производительность конденсатора	19,60 kW	Доступные опции	
СОР/КПД	3,38	Датчик температуры нагнетания	Option
СОР/КПД *	3,24	Стартовая разгрузка	Option
Массов. расход	322 kg/h	Регулирование производительности	100-50% (Option)
Режим эксплуатации	Стандарт	Плавное регулирование производи-сти	100-10% (Option)
Температура нагнетания без охлаждения	74,6 °C	Дополнительный вентилятор	Option

мал. 3.4

Таблица 3.14 Розрахунок компресорів

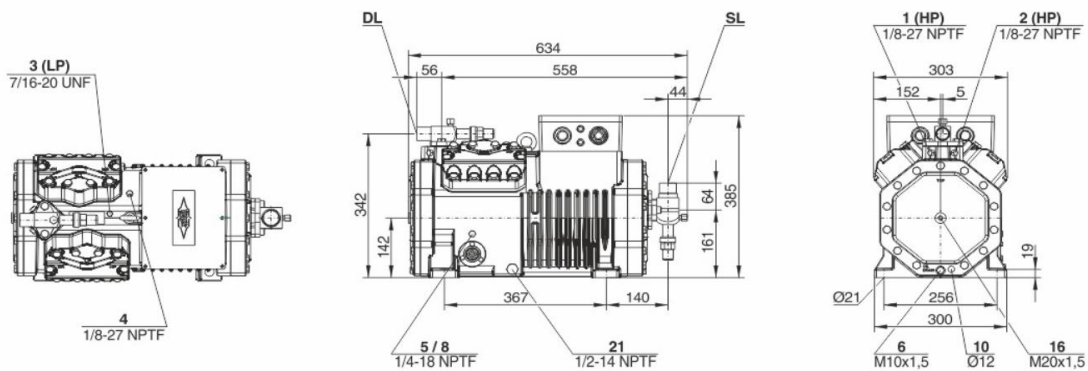
режим t =	q _o кДж/кг	Q _o кВт	M _T кг/с	V _d м/с	V _T м/с	λ	Марка КМ	кол шт.	ΣV _{кМ} м/с	ΣM _{кМ}	ΣQ _{кМ}	N _T кВт	N _i кВт	N _e кВт	N _{эл} кВт	Q _{кд} кВт
-10	169	14,5	0,086	0,009	0,011	0,82	4TES-8Y	1	0,011	0,087	14,6	2,94	3,92	4,61	5,30	18,5

По V_T= 0,011 м³/сек підбираємо **один** одноступінчастий компресор марки **4 TES-8Y** фірми **BITZER** з ΣV_T= 0,011 м³/с

Таблица 3.15 Технічна характеристика компресорів

Показники	4TES-8Y
Холодопродуктивність, кВт	14,5
Витрачена потужність, кВт	4,48
Теоретична об'ємна продуктивність КМ, м ³ /г	41,33
Кількість циліндрів	4
Потужність ел. двигуна, кВт	5,3
Діаметр циліндра на хід поршня, мм	60 x 42
Частота обертання, м ⁻¹	1450
Марка масла	Bse (option)
Заправка масла, дм. куб.	2,6
Маса, кг	143
СОР	3,24
Габаритні розміри, мм	
Довжина	436
Ширина	309
Висота	352

					MX 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



мал.. 3.5 габаритні розміри компресора 4TES -8Y

Таблиця 3.16 Розрахунок компресорів на $t = -28^\circ\text{C}$

режим	q_0	Q_0	M_T	V_D	V_T	λ	Марка	кол.	ΣV_{KM}	ΣM_{KM}	ΣQ_{KM}	N т	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
-28	157	21,6	0,138	0,031	0,047	0,65	44G	1	0,047	0,136	21,4	6,96	9,27	10,91	12,54	30,7
							40,2Y									

По $V_T = 0,047 \text{ м}^3/\text{сек}$ підбираємо один одноступінчастий компресор марки 44G-40,2Y фірми BITZER з $\Sigma V_T = 0,0469 \text{ м}^3/\text{с}$.

Исходные данные	Результаты расчета	Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)
Хладагент: R134a	Тип компресора: 44G-40.2Y	169,0 m ³ /h
Темп. исп. используемая в расчете: Темп. "точки росы"	Холодопроизвод-сть: 21,0 kW	Объемная произв-сть(1750 об/мин 60Гц): 204,0 m ³ /h
Холодопроизвод-сть: kW	Холодопроизвод-сть*: 20,6 kW	Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня: 4+4 x 75 mm x 55 mm
Тип компресора: 44G-40.2Y	Произв-сть испарителя: 21,0 kW	Напряжение мотора (др. по запросу): 380..420V PW-3-50Hz
Испарение: -28 °C	Потребл. мощность: 11,50 kW	Максимальный рабочий ток: 2x37,0 A
Конденсация: 35 °C	Ток (400V): 27,1 A	Winding ratio: 50/50
Темп. жидкости: 29 °C	Пр-сть конденсации: 31,4 kW	Пусковой ток (ротор заблокирован): 2x97,0 A Y / 2x158,0 A Y
Темп. всасываемых паров: 8 °C	СОР/КПД: 1,83	Вес: 436 kg
Режим эксплуатации: Auto	СОР/КПД*: 1,79	Макс. избыточное давление (НД/ВД): 19 / 28 bar
Энергоснабжение: 380..420V PW-3-50Hz	Массов. расход: 447 kg/h	Присоединение линии всасывания: 76 mm - 3 1/8"
Полезный перегрев: 100%	Режим эксплуатации: Standard	Присоединение линии нагнетания: 2x28 mm - 1 1/8"
Регулятор производ-сти: 100%		Присоединение воды-охладителя: R 3/4"
		Тип масла для R134a/R404A/R507A/R407C: tc<55°C: BSE32 / tc>55°C: BSE55 (Option)
		Тип масла для R22 (R12/R502): B5.2 (Standard)
		Заправка масла: 9,00 dmi
		Подогреватель масла в картере: 2 x 140 W (Option)
		Контроль давления масла: MP54 (Option)
		Севяисный масляный клапан: Ontion

Мал.. 3.6

Таблиця 3.17 Технічна характеристика компресорів

Показники	44G-40,2Y
Холодопродуктивність, кВт	21,0
Витрачена потужність, кВт	11,5
Теоретична об'ємна продуктивність КМ, м ³ /г	169,0
Кількість циліндрів	4+4
Потужність ел. двигуна, кВт	8,6

$$\Theta_m = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{2,31g \frac{t_x - t_{w1}}{t_x - t_{w2}}}; \quad (3.40)$$

$$\Theta_m = \frac{32 - 29}{2,31g \frac{35 - 29}{35 - 32}} = 4,33C;$$

$$F = 49,2 : (1,2 * 4,33) = 9,53 \text{ м}^2$$

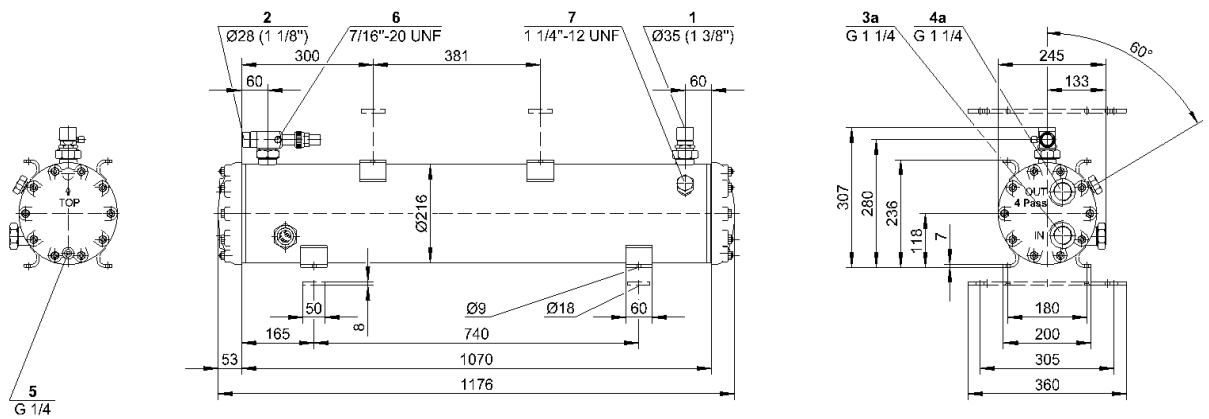
Технические параметры	
Вес	65 kg
Общая ширина	1176 mm
Общая высота	307 mm
Наружный диаметр корпуса	216 mm
Подвод хладагента	35 mm - 1 3/8"
Выход хладагента	28 mm - 1 1/8"
Подвод охладителя (2 прохода)	2"
Выход охладителя (2 прохода)	2"
Подвод охладителя (4 прохода)	1 1/4"
Выход охладителя (4 прохода)	1 1/4"
Полезный объем хладагента	27,7 dm³
Макс. наполн. хладагентом 90% при 20 C / 68 F	
R22	30,2 kg
R134a	30,6 kg

Мал. 3.8

Приймаю конденсатор фірми Bitzer марки K 813H

Таблиця 3.18 Технічна характеристика конденсаторів

Конденсатор	Продуктивність конденсації, кВт	Довжина труб, ℓ, м	Діаметр обичайки, D, мм	Число проходів	Швидкість х/а, м/с	Вага, кг
K 813H	49,2	1,176	216	2	2,45	65



Мал.. 3.9 габаритні розміри конденсатора

Витрата охолоджуючої води, $V, \text{м}^3/\text{с}$, знаходимо за формулою :

$$V_w = \frac{Q_k}{c_w \cdot \rho_w \cdot \Delta t_w}; \quad (3.41)$$

де Q_k - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт
 c - питома теплоємність води, $c = 4,19 \text{ кДж/кгК}$;
 ρ_w - густина води, 1000 кг/м^3 ;
 Δt - підігрів води у КД, $^{\circ}\text{C}$.

$$V_w = 49,2 : (4,186 \cdot 1000 \cdot 3) = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с} = 3,9 \text{ л/с}$$

За витратою охолоджуючої води підбираємо центробіжний насос К 20/18 з подачею 4,5 л/с, плюс один резервний

Таблиця 3.19 Технічна характеристика водяних насосів

Центробіжний насос	Подача л/с	Повний напір, м	К К Д	Потужність електродвигуна, кВт
К 20/18	4,5	20	66	1,5

3.12 Розрахунок та вибір обладнання камер

Площа теплообмінної повітроохолоджувачів $F, \text{м}^2$:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \cdot \Delta t} \quad (3.42)$$

Де $Q_{об}$ – сумарне навантаження на камерне обладнання, кВт
 k – коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження, $\text{Вт/м}^2\text{К}$
 Δt – різниця температур між х/а який кипить та повітрям у камері

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МХ 188. 001. 000 ДП ПЗ

Таблиця 3.21 Технічна характеристика повітроохолоджувачів

Марка повітроохолоджувача	Площа теплообмінної поверхні, м ²	Потужність вентилятора, Вт	Об'єм Холодильного агенту, м ³	Габаритні розміри			
				Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	Вага, кг
TGI- 36	47.0	2 x 320	6.3 *10 ⁻³	1780	980	278	58
TBL-68	46,4	3 x 480	8,3*10 ⁻³	2550	980	292	77

3.13 Розрахунок и підбір допоміжного обладнання

Лінійний ресивер

$$V_{\text{пр}} = \frac{0.6 * V_{\text{исп}}}{0.5} * 1.2 = 1.44 * V_{\text{исп}}$$

де $V_{\text{вип}}$ - місткість випарувальної системи, м³
 1,44 - коефіцієнт, враховує норму заповнення ресивера

$$V_{\text{исп}} = \sum V_{\text{в/о}}$$

$\sum V_{\text{в/о}}$	$V_{\text{пр}}$
0,292	0,42

Підбираємо лінійний ресивер місткістю 50 дм³

Теплообмінники

Теплообмінники підбираємо по площі теплообмінної поверхні змійовика, м² (3.44)

$$F_{\text{м.о.}} = \frac{Q_{\text{м.о.}}}{k \cdot \theta}$$

Теплова навантаження на теплообмінник, кВт

$$Q_{\text{т.о.}} = m \cdot (h_3 - h_{3'}) = m \cdot (h_{1'} - h_1)$$

Теплове навантаження на теплообмінник, $t_0 = -10$ °С, кВт

$$Q_{\text{т.о. -10}} = 0,087 * (409 - 400) = 0,783 \text{ кВт}$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

МХ 188. 001. 000 ДП ПЗ

$$F_{T.O.-10} = 0,783 \times 10^3 : (250 \times 27) = 0,116 \text{ м}^2$$

Підбираємо теплообмінник марки **SLHE 1 1/2**, продуктивністю 1,1 кВт

Теплове навантаження на теплообмінник, $t_0 = -28 \text{ }^\circ\text{C}$, кВт

$$Q_{T.O.-28} = 0,136 * (397 - 388) = 1,224 \text{ кВт}$$

$$F_{T.O.-28} = 1,224 \times 10^3 : (250 \times 46) = 0,106 \text{ м}^2$$

Підбираємо теплообмінник марки **SLHE 2**, продуктивністю 1,47 кВт

Таблиця 3.22 Технічна характеристика теплообмінника

	SLHE 1 1/2	SLHE 2
Максимальний робочий тиск, бар	34,7	34,7
Діаметр патрубків, дюйм		
Рідини	3/8	3/8
Пара	5/8	1 1/8
Габаритні розміри, мм		
Довжина	368	381
Висота	35	41
Об'єм рідини, л	0,05	0,06

3.15 Розрахунок та підбір градирні

Градирню обираємо за площиною поперечного перетену $F_{n.c.}, \text{м}^2$:

$$F_{n.c.} = \frac{Q_k}{q_f}; \text{м}^2; \quad (3.45)$$

де Q_k - теплове навантаження на градирню, кВт;

$$Q_{гр} = 18,5 + 30,7 = 49,2 \text{ кВт}$$

q_f - питоме теплове навантаження на 1 м^2 поперечного перетену насадки у градирні, кВт/м^2 ;

$$F_{n.c.} = 49,2 : 51 = 0,96 \text{ м}^2$$

Підбираємо градирню ГПВ-40

Для зручності розрахунки зводимо до таблиці:

					MX 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ремонту й монтажу холодильного устаткування

Холодильне обладнання відіграє важливу роль у промисловості, забезпечуючи збереження продукції за низьких температур. Його монтаж і ремонт вимагають дотримання стандартів, спеціальних знань і наявності кваліфікованого персоналу.

Етапи монтажу:

1. Планування та проектування: Включає вибір місця, складання кошторису, проектну документацію та оцінку вимог.
2. Вибір обладнання: Залежить від умов експлуатації, площі приміщення, температурних параметрів, енергоефективності та екологічності.
3. Підготовка приміщення: Приміщення має відповідати вимогам безпеки. Проводяться необхідні будівельні роботи, встановлюються вентиляція і система відведення конденсату.

Монтаж обладнання

1. Доставка та розпакування: Обладнання доставляється, перевіряється на цілісність і комплектність.
2. Встановлення: Монтаж передбачає фіксацію обладнання та його підключення до мереж.
3. Підключення систем: Підключення до електро- та водопостачання, вентиляції, системи відведення конденсату.
4. Тестування та налаштування: Перевірка та налаштування параметрів відповідно до технічних вимог.

Ремонт холодильного обладнання

1. Діагностика: Виявлення несправностей за допомогою огляду й інструментів.
2. Заміна компонентів: При потребі замінюються компресори, фільтри, теплообмінники тощо.
3. Ремонт електроніки: Налаштування або ремонт автоматизованих систем.
4. Перезаправка холодоагентом: Заправка виконується з дотриманням техніки безпеки.
5. Контроль якості: Перевірка працездатності обладнання після ремонту.

					MX 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Безпека та екологія

1. Навчання персоналу: Працівники повинні мати відповідну кваліфікацію й сертифікати.
2. Засоби захисту: Обов'язкове використання спецодягу, рукавиць, окулярів.
3. Дотримання норм безпеки: Особливо при роботі з електрикою та холодоагентами.
4. Утилізація відходів: Відходи утилізуються згідно з екологічними стандартами.

4.2 Експлуатація холодильного обладнання

Експлуатація холодильного обладнання є критично важливою для збереження харчових продуктів, медикаментів та інших товарів, що потребують спеціальних умов. Вона передбачає дотримання стандартів, регулярне обслуговування і моніторинг для забезпечення ефективної та безпечної роботи систем.

Принципи експлуатації:

1. Правильна установка: Обладнання повинно бути змонтоване згідно з інструкціями виробника з урахуванням розташування і підключення.
2. Температурний режим: Необхідно підтримувати задану температуру, перевіряючи її та коригуючи за потреби.
3. Регулярне обслуговування: Включає очищення фільтрів, перевірку рівня холодоагенту, огляд основних компонентів. Це знижує ризик поломки і продовжує строк служби.
4. Енергоефективність: Використання ефективних режимів роботи, усунення несправностей і правильне завантаження зменшують витрати та вплив на довкілля.
5. Безпека: Дотримання правил безпеки при роботі з електрикою й робочими тілами, використання засобів індивідуального захисту.

Регулярне обслуговування

1. Очищення може забезпечити ефективну теплопередачу та запобігає перегріву обладнання.
2. Перевірка холодоагенту: Його дефіцит знижує ефективність і збільшує витрати енергії.
3. Контроль витоків: Виявлення витоків дозволяє уникнути зниження продуктивності та загроз довкіллю.
4. Огляд електрики: Перевірка контактів, датчиків і з'єднань забезпечує стабільну роботу.

					MX 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Технічний аудит: Допомагає виявити потенційні проблеми та планувати ремонт.

Моніторинг та контроль

1. Автоматизація: Системи моніторингу дозволяють вчасно виявляти відхилення та реагувати.
2. Журнал експлуатації: Фіксація подій допомагає аналізувати ефективність і планувати технічні роботи.
3. Аналіз даних: Регулярне вивчення даних дозволяє знизити витрати та покращити експлуатацію.

Безпека та екологія

1. Навчання персоналу: Працівники мають бути навчені безпечній експлуатації та мати відповідні знання.
2. Засоби захисту: Використання спецодягу, рукавиць і захисних окулярів є обов'язковим.
3. Екологічні стандарти: Дотримання правил зберігання та утилізації холодоагентів знижує шкоду довкіллю.
4. Утилізація відходів: Має проводитись відповідно до чинних екологічних норм.

Ефективна експлуатація холодильного обладнання базується на дотриманні технічних норм, контролі, обслуговуванні й кваліфікації персоналу. Це забезпечує якість зберігання продукції, зменшує витрати та продовжує термін служби системи.

4.3 Автоматизація холодильної установки

Система автоматизації є ключовим елементом сучасних холодильних систем, що підвищує ефективність, надійність і безпеку експлуатації. Вона передбачає використання автоматичних систем для контролю та регулювання параметрів роботи обладнання, забезпечуючи оптимальні умови зберігання продукції.

Для установки з продуктивністю близько 20 кВт на холодоагенті R134a автоматизація є важливим фактором стабільної роботи. Система здійснює контроль, моніторинг і регулювання, що підвищує ефективність і знижує ризик аварій.

Мета автоматизації:

- Стабільне підтримання температурного режиму.
- Ефективна робота компресора та інших компонентів.
- Захист обладнання від аварійних ситуацій.

Основні прилади автоматики:

- Контролер температури – підтримує задану температуру шляхом керування компресором.
- Датчики температури – встановлюються у ключових точках системи.

					MX 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Функція: вимірювання температури холодоагенту та навколишнього середовища.
- Типи: терморезистивні, термопари.
- Датчики тиску – вимірюють тиск холодоагенту на вході та виході компресора.
 - Типи: електронні, механічні.
- Електронний регулятор рівня холодоагенту – стежить за рівнем у випарнику.
 - Типи: поплавкові, ультразвукові.
- Реле захисту компресора – запобігає перевантаженням і аваріям.
 - Типи: електромагнітні, теплові.
- Перетворювач частоти компресора – регулює оберти залежно від навантаження.
 - Тип: інверторний.
- Система сигналізації та аварійного вимкнення – забезпечує миттєве реагування на неполадки.
 - Типи: світлова, звукова сигналізація.
- Панель оператора (НМІ) – для візуалізації параметрів і ручного керування.

Принцип роботи системи

Система працює за принципом зворотного зв'язку: контролер обробляє дані від температурних і тискових датчиків, регулюючи роботу компресора й інших елементів. У разі аварії активуються захисне реле та сигналізація.

					MX 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Вартість будівлі холодильника:

$$B_{\text{хол}} = 129,6 * 2600 = 336960 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.1 - Вартість обладнання

№ з/п	Найменування обладнання	Марка	Кількість	Вартість одиниці обладнання, грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
1	Компресор	4 TES-8Y	1	100 845	100845
2	Компресор	44G-40,2Y	1	250 000	250000
3	Конденсатор	K 813H	1	15 000	15000
4	Повітроохолоджувач	TGI- 36	2	30 000	60000
5	Повітроохолоджувач	TBL-68	2	40 000	80000
6	Теплообмінник	SLHE2	1	8000	8000
7	Теплообмінник	SLHE1/2	1	10 000	10000
8	Лінійний ресивер	0,5 м3	1	180 000	180000
Сумарна вартість обладнання				703845	
Вартість іншого обладнання 10%				70384,5	
Розрахункова вартість обладнання				774229,5	
Витрати на транспортування 15%				116134	
Витрати на монтаж 20%				154845,9	
Разом вартість обладнання (Воб)				1045210	

Загальна сума капітальних вкладень:

$$KB_{\text{хол}} = 336960 + 1045210 = 1382170 \text{ грн.}$$

5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Виробіток холоду в робочих умовах:

$$Q_{\text{роб}} = 14,5 * 1,1 * 19\,440\,000 * 1 = 0,31 * 10^9 \text{ кДж}$$

$$Q_{\text{роб}} = 21,6 * 1,15 * 19\,440\,000 * 1 = 0,48 * 10^9 \text{ кДж}$$

Річний виробіток холоду в стандартних умовах:

$$Q_{\text{ст}} = 0,31 * 10^9 * 0,76 = 0,24 * 10^9 \text{ кДж}$$

$$Q_{\text{ст}} = 0,48 * 10^9 * 1,5 = 0,72 * 10^9 \text{ кДж}$$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

МХ 188. 001. 000 ДП ПЗ

Вартість спожитої електроенергії:

$$\text{Вел} = 61278 * 5,93 = 363379 \text{ грн.}$$

5.3.3 Визначення кількості виробничого персоналу

Кількість машиністів холодильної установки:

$$\text{Км} = 0,78 * 2 * 0,8 = 1,25 = 2 \text{ робітник}$$

Кількість слюсарів-ремонтників холодильної установки:

$$\text{Км} = 0,124 * 2 * 0,8 = 0,2 = 1 \text{ робітник}$$

5.3.4 Розрахунок витрат на заробітну плату

Таблиця 5.5 - Розрахунок заробітної плати робітників

Назва професії	Кількість робітників	Розряд	ГТС, грн	Ефективний фонд робочого часу, годин	Основна зарплата, грн.
Машиніст	2	VI	86,4	1848,0	319334,40
Слюсар-ремонтник	1	VI	86,4	1848,0	159667,20
Разом	3	-	-	-	479001,60

Таблиця 5.6 - Заробітна плата виробничих робочих з нарахуваннями

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1.	Фонд основної заробітної плати	479001,60
2.	Фонд додаткової заробітної плати (50%)	239500,80
3.	Єдиний соціальний внесок (22%)	158 070,53
	Всього	876 572,93

5.3.5 Розрахунок амортизації та витрат на ремонт

Сума амортизаційних відрахувань:

$$\text{Ва} = 336960 * 5/100 + 1045210 * 20/100 = 225890 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт обладнання:

$$\text{Вп.р} = 225890 * 0,1 = 22589 \text{ грн.}$$

Інші поточні витрати:

$$\text{Він} = (13266 + 363379 + 876573 + 225890 + 22589) * 0,05 = 75085 \text{ грн.}$$

					МХ 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.7 - Експлуатаційні (поточні) витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	13 266
2	Електроенергія	363 379
3	Зарплата виробничих робочих	876 573
4	Амортизація холодильного обладнання і будівлі	225 890
5	Витрати на поточний ремонт обладнання і будівлі (10%)	22 589
6	Інші поточні витрати (5%)	75 085
	Всього	1 576 781

5.4 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду:

$$C_{1000} = (1576781 / 0,96 * 10^9) * 1000 = 1,64 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.8 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Ємність холодильника	<i>N</i>	т	150
2	Холодопродуктивність	<i>Q</i>	кВт	36,1
3	Кількість компресорів	<i>n</i>	шт	2
4	Кількість обслуговуючого персоналу	<i>Kp</i>	осіб	3
5	Капітальні вкладення	<i>KB</i>	грн.	1382170
6	Експлуатаційні витрати	<i>Bp</i>	грн.	1 576 781
7	Собівартість 1000кДж холоду	<i>C₁₀₀₀</i>	грн.	1,64

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 5:

У результаті проведених економічних розрахунків було визначено основні техніко-економічні показники проєкту будівництва та експлуатації холодильника ємністю 150 тонн із загальною холодопродуктивністю 36,1 кВт. Загальна сума капітальних вкладень становить 1382170 грн.

Річні експлуатаційні витрати, включаючи витрати на електроенергію, допоміжні матеріали, заробітну плату персоналу, амортизацію, поточний ремонт та інші витрати, складають 1576781 грн. При цьому, собівартість виробітку 1000 кДж холоду становить 1,64 грн, що свідчить про економічну ефективність запропонованого проєкту.

Розрахунки підтверджують доцільність впровадження даного технічного рішення за умови стабільного навантаження установки та ефективного використання ресурсів. Запропонований варіант дозволяє забезпечити необхідну продуктивність при оптимальних витратах, що є важливим чинником у сучасних умовах ринкової економіки.

					MX 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Вступ

Законодавство України гарантує кожному працівнику безпечні та здорові умови праці, надаючи пріоритет життю та здоров'ю над виробничими результатами. Основна мета охорони праці — підвищення ефективності виробництва через покращення умов праці та зниження травматизму.

6.1 Аналіз виробничих чинників

Фактори виробничого середовища, такі як метеорологічні умови, стан повітря, освітлення, шум та вібрація, впливають на здоров'я працівників. У холодильних установках основними джерелами забруднення повітря є витоки газів, пари та виробничий пил. При монтажі та ремонті обладнання навантаження на м'язову систему працівника зростає. На підприємстві контролюється дотримання режиму праці та відпочинку з урахуванням ергономічних вимог.

6.2 Вимоги до холодильного обладнання

Холодильне обладнання складається з агрегату та повітроохолоджувача. Агрегат адаптований до помірного клімату та оснащений необхідною арматурою. Установки автоматизовані та захищені від аварійних режимів. Монтаж обладнання та трубопроводів здійснюється згідно з вимогами ДСТУ. Холодильні камери для зберігання м'яса мають ізольовані контури та забезпечують стабільну температуру. Камери можуть бути розташовані всередині приміщення або бути окремими спорудами. Відповідність елементів систем вимогам міцності, герметичності та безпеки є обов'язковою.

6.2.1 Вентиляція холодильних камер

Для зберігання продуктів важлива вентиляція та очищення повітря в камерах. Зберігання м'яса вимагає дотримання норм СНіП. Під впливом холоду в продуктах відбуваються хімічні реакції, що виділяють тепло та газу, які можуть призвести до гниття. Примусова або припливно-витяжна вентиляція допомагає уникнути цього. Обладнання повинно бути безпечним у разі дотримання експлуатаційної документації. Обертіві частини обладнання мають захисні огорожі, пофарбовані у сигнальний колір. Рівні шуму не повинні перевищувати встановлених значень. Вентиляційні системи не повинні збільшувати вибухову та пожежну небезпеку.

					MX 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пожежогасіння. Холодильна установка забезпечена необхідною кількістю води для пожежогасіння. Будівлі та територія оснащені первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками, ящиками з піском, бочками з водою, покривалами з негорючого полотна, пожежними відрами та інструментом.

					МХ 188. 001. 000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

www.danfoss.ua – Холодильні компоненти і автоматика.

www.siemens.com – Автоматизація та керування.

www.infrost.com.ua – Промислове холодопостачання.

vektorlux.com – Холодильні рішення.

svholod.com – Шокова заморозка.

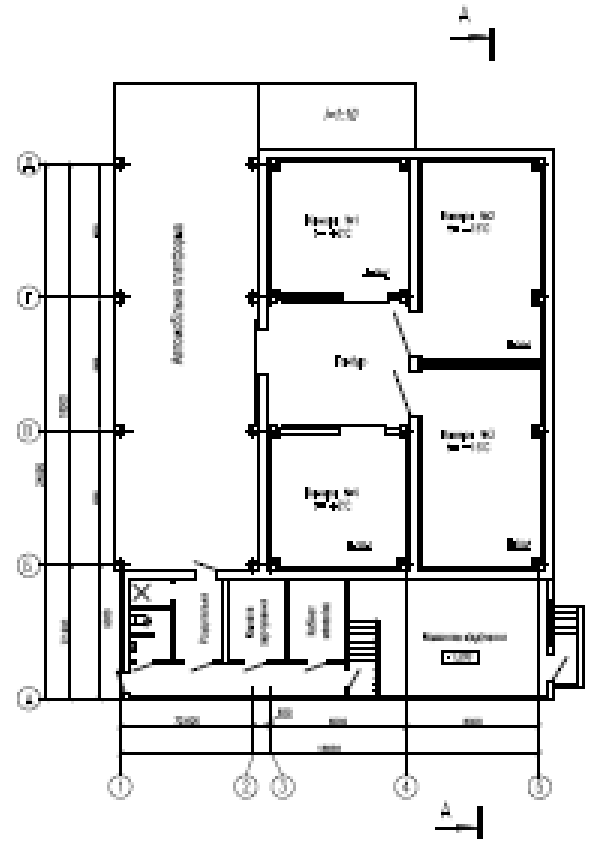
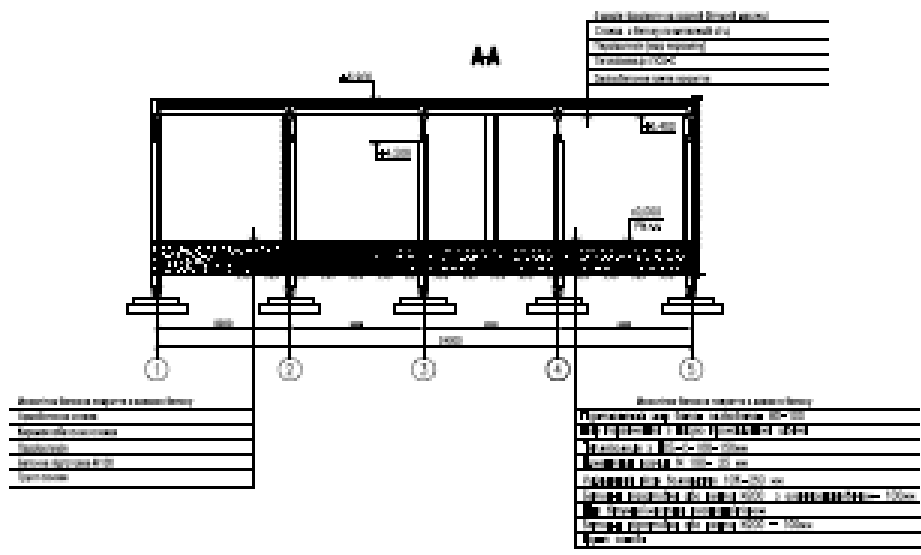
holodok.cv.ua – Холодильні системи.

pholod.com.ua – Торговельне холодильне обладнання.

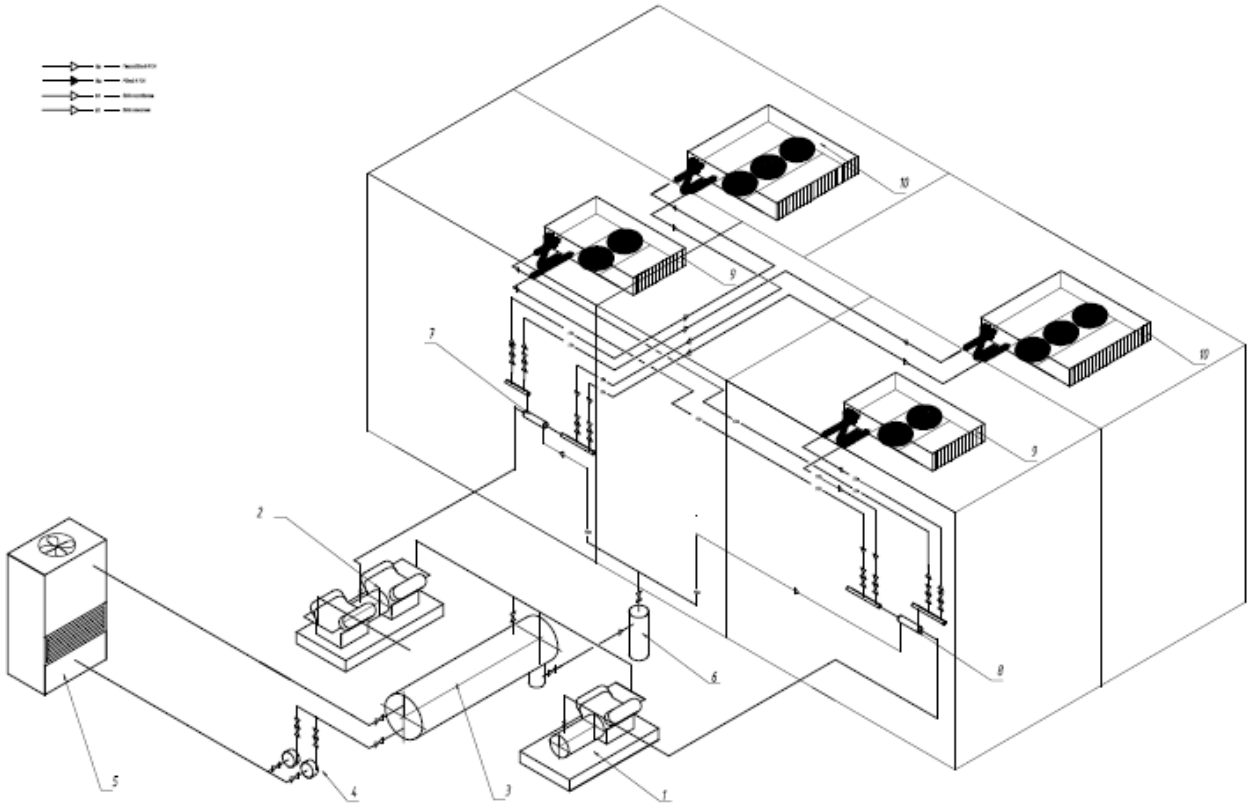
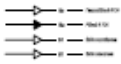
holodprom.com.ua – Проектування і монтаж ХУ.

Сайт Міжнародного Інституту Холоду (IIR): www.iifir.org

					MX 188.001.000 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



№ 1.01.001.001.001.001		1:100	
Титульный лист		1:100	
Итого листов		1:100	
Дата		1:100	
Масштаб		1:100	
Исполнитель		1:100	
Проверенный		1:100	
Утвержденный		1:100	
Состав		1:100	
Содержание		1:100	
Лист		1:100	
Кол-во		1:100	
Итого		1:100	



ANK 180.001 80L/071 C2	
Model	ANK 180.001 80L/071 C2
Capacity	180 m ³ /h
Power	100 W
Dimensions	180 x 180 x 180 mm
Weight	1.5 kg
Material	ABS
Accessories	Filter, Fan, Control unit, Duct, Diffuser

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

Ми, що нижче підписалися,

Абрамов Максим Юрійович,
здобувач освіти гр. 4МХ-188, та

Петушенко Сергій Миколайович,
керівник дипломного проекту,

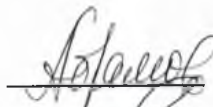
не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до дипломного проекту фахового молодшого бакалавра на тему:

«Розробка компресорного цеху портового холодильника ємністю 525 тон, м. Ізмаїл» (автор роботи – Абрамов М.С., керівник роботи – Петушенко С.М.)

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2025 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

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

Виконавець



/ Абрамов М.С. /

Керівник



/ Петушенко С.М. /

«15» червня 2025 р.

Міністерство науки і освіти України
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

В І Д Г У К

керівника про дипломний проект (роботу) студента

Абрамова Максима Юрійовича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних
машин і установок»

Тема: Розробка компресорного цеху портового холодильника ємністю 525 тон,
м. Ізмаїл.

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

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

Дипломний проект Абрамова Максима Юрійовича виконано згідно завданню і складається з пояснювальної записки на сторінках і графічного матеріалу на трьох аркушах, формату А-1. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Самостійність роботи над проектом (роботою)

Дипломник Абрамов Максим Юрійович над дипломним проектом працював самостійно, графік виконання окремих розділів пояснювальної записки і графічних аркушів не порушував.

в) Теоретична підготовка дипломника

Теоретична підготовка студента Абрамов Максим Юрійович добра. При навчанні за освітньою програмою «Монтаж та обслуговування холодильно-компресорних машин і установок» в показав програмні результати навчання на високому рівні, зацікавленість проявляв як до дисциплін гуманітарного так і спеціального циклу.

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

Студент Абрамов Максим Юрійович в період роботи над дипломним проектом показав, що зможе вирішувати конструкторські і виробничі питання на базі сучасних досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування, а саме холодильно-компресорних машин і установок.

Абрамов Максим Юрійович отримав освітній рівень молодший фаховий бакалавр з енергетики, заслуговує присвоєння кваліфікації – технік-механік по обслуговуванню холодильно-компресорних машин і установок.

Оцінка розрахункової частини	4 <u>(добре)</u>
Оцінка графічної частини	4 <u>(добре)</u>
Загальна оцінка	4 <u>(добре)</u>

Прізвище, ім'я, по батькові Беркань Ірина Володимирівна

Місце роботи і посада рецензента

ВСП «ОТФК ОНТУ», викладач-методист, голова циклової комісії

« 06 » травня 20 25 р.

Підпис



Міністерство освіти і науки України
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект студента
Абрамова Максима Юрійовича

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування»

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

Керівник дипломного проекту

Рекеда Ю.Д.

Тема дипломного проекту: Розробка компресорного цеху портового холодильника ємністю 525 тон, м. Ізмаїл.

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки — сторінок

Обсяг графічної частини проекту 3 аркушів

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

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

Дипломний проект Абрамова Максима Юрійовича виконаний згідно завдання і складається з пояснювальної записки на сторінках і графічного матеріалу на трьох аркушах. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

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

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

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

Якість виконання пояснювальної записки і графічної частини добра

Г) Перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

1. Обґрунтований вибір сучасного холодильного обладнання: поршневих, гвинтових компресорів марки Bitzer та повітроохолоджувачів Alfa Laval
2. Застосування R134a в якості холодильного агента
3. Виконання графічної частини за допомогою програми Auto CAD

д) Основні недоліки дипломного проекту (роботи)

1. в розділі 3.4 не представлено температурний режим і площа камер зберігання
- 2 враховуючи температурний режим -28 °С, слід було вибрати холодильний агент з більш низькою температурою кипіння.
3. в розділі 3.12 використано інтерфейс програми виробника повітроохолоджувачів на російській мові;
4. в розділ 4 Доцільно доповнити проєкт описом заходів з усунення можливих наслідків витоків холодильного агента, зокрема системою контролю герметичності, алгоритмом дій обслуговуючого персоналу у разі аварійної ситуації.

Оцінка розрахункової частини	4 (<u>добре</u>)
Оцінка графічної частини	4 (<u>добре</u>)
Загальна оцінка	4 (<u>добре</u>)

Прізвище, ім'я, по батькові

Беркань Ірина Володимирівна

Місце роботи і посада рецензента
спецдисциплін вищої категорії

ВСП «ОТФК ОНТУ», викладач-методист

«06» травня 2025 року


Підпис

Звіт подібності

метадані

Назва організації

Odesa Technical Professional College of Odesa National University of Technology

Заголовок

Холодильна установка для камер зберігання м'ясних напівфабрикатів ємністю 150 тон в місті Полтава

Автор

Науковий керівник / Експерт

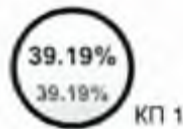
Абрамов Максим Юрійович Рекеда Юрій Дмитрович

підрозділ

Відокремлений структурний підрозділ "Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету"

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2



8197

Кількість слів

62765

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про **МОЖЛИВІ** маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв		69
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		20
Парафрази (SmartMarks)		206

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	Копію тексту КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/9a73f0a0-74fe-4140-8987-a3e399f2b1f1/download	99 1.21 %
2	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/3279d114-9c0c-4a45-bb4e-c8a257744713/download	96 1.17 %
3	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/d832942b-e631-471e-b716-8e52c042ba32/download	90 1.10 %
4	https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6e367988-fd72-47a3-ac3d-c5748c863588/content	76 0.93 %
5	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/2ce1587-16b8-467c-b8da-b7b780014159/download	57 0.70 %