

## ВСТУП

Портовий холодильник призначений для зберігання вантажів при їх перевантаженні з одного виду транспорту на інший, наприклад, з водного на залізничний та автомобільний транспорт і навпаки. Вони знаходяться на території річкових, морських портів.

Порт це ділянка берега моря, річки з прилеглою акваторією, захищена від негоди захисними гідротехнічними спорудами, на якій розміщується комплекс будівель та пристроїв для завантаження і розвантаження суден та їх обслуговування. Головне завдання порту як єдиного комплексу, задовольняти вимогам безпечного прийому, найшвидшого завантаження-розвантаження та комплексного обслуговування сучасних та перспективних транспортних суден, відповідати умовам прогресивних способів перевезень на морському та суміжних видах транспорту.

Конфігурацію причальної лінії зводять до одного з наступних видів:

- вздовж берегової смуги;
- з виносом причального фронту в акваторію;
- з врзанням причального фронту на територію.

Для портових холодильників характерна велика місткість камер зберігання, обсяги вантажних операцій, операцій із огляду, спеціальні приміщення для сортування і карантинної витримці продуктів.

Портові холодильники відрізняються за місткістю камер зберігання, продуктивністю пристроїв для холодильної обробки, типом холодильної установки, системи охолодження, схемою автоматизації. Місткість холодильників визначається в одиницях об'єму камер зберігання, одиницях маси продуктів зберігання.

Послуги, які надає портовий холодильник:

- прийом і розвантаження на критий склад судових партій вантажу;
- комбіновані послуги зі складської логістики;
- коротко- і довгострокове зберігання швидкопсувних вантажів продовольчої

групи;

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- організація розмитнення вантажу в «зоні митного контролю»;
- виконання механізованих складських робіт на виїзді;
- здача в оренду;

Охолоджувальні приміщення портового холодильника призначені для холодильної обробки і зберігання харчових продуктів, що швидко псуються і мають такі особливості:

- в приміщеннях холодильника підтримується температура повітря нижча, ніж температура навколишнього середовища, а в деяких випадках ще й швидкість руху повітря (кратність повітрообміну), вологість повітря, певний склад газового середовища;
- застосовуються спеціальні конструкції, що захищають проникнення теплоти і вологи всередину приміщень;
- розробляються методи усунення шкідливих наслідків емісії теплоти і вологи з зовнішнім повітрям;
- застосування завантажувально-розвантажувальних та транспортних засобів.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

# 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1. Призначення та технічна характеристика об'єкта завдання

Портові холодильники

Служать для короткострокового зберігання вантажів при їх перевантаженні з одного виду транспорту на інший, наприклад, з водного на залізничний та автомобільний транспорт та навпаки. Вони знаходяться на території річкових, морських портів та аеропортів. Їх характерні велика місткість камер зберігання, і навіть обсяги вантажних операцій, операцій із огляду, сортування і карантинної витримці продуктів, навіщо передбачаються спеціальні приміщення.

Наведена класифікація холодильників певною мірою умовна, оскільки іноді функції холодильників можуть змінюватись або поєднуватись. Однак кожному холодильнику властива основна функція, яка дозволяє віднести його до певного типу.

Різні холодильники можуть порівнюватися один з одним за місткістю камер зберігання, а також продуктивністю пристроїв для холодильної обробки. За кордоном місткість холодильників зазвичай характеризують в одиницях об'єму камер зберігання або кількістю піддонів з вантажем (палет). У нашій країні місткість холодильників прийнято вимірювати у одиницях маси.

Холодильник одноповерховий. Приймаю сітку колон 6x12.

Конфігурацію причальної лінії за зображенням у плані окремих портів зводять до одного з наступних видів:

- фронтальному – вздовж берегової смуги;
- пірсовому – з виносом причального фронту в акваторію;
- Ковшовий - з врізанням причального фронту на територію.

Конфігурація причальної лінії може набувати змішаного вигляду, наприклад, пірсово-ковшовий, фронтально-пірсовий тощо. Відбір варіантів конфігурації причалів ПК різного призначення проводять відповідно до рекомендацій

як ізоляція приймаю пінопласт ПСБ-С. Найкориснішими якостями пінопласту є:

- низька теплопровідність  $0,035 \div 0,05$  Вт/м\*К
- паропроникність пінопласту
- водостійкість
- біологічна індиферентність
- простота установки
- стабільні розміри
- тривалий термін служби
- нешкідливість
- низька ціна.
- температура плавлення пінопласту становить 270 оС

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

В якості робочої речовини холодильної установки приймаю холодильний агент природного походження - аміак.

## 1.2. Вихідні дані

Холодильник ємністю	720 тон
м. Ізмаїл.	
Температура середня влітку	27,2 ° С,
температура максимальна влітку	61,5 °С
температура середня взимку	-5 °С,
температура максимальна взимку	-11,7 ° С,
середня температура	11,1 ° С
Вологість повітря дорівнює	70%.
Географічна широта	45°

В холодильнику зберігаються апельсини та помело в охолодженому вигляді.

## 1.3 Технічна характеристика, Техніко-економічне обґрунтування проекту

Вибір одноповерхового холодильника виправдовує себе за багатьма показниками. Такі холодильники мають великий фронт вантажних робіт та можливість раціонального використання комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт. А це означає – швидкість вантажних робіт та порівняне зменшення їх вартості. Головна ж перевага одноповерхових холодильників – їх проста конструкція, так як питома вага вантажів припадає безпосередньо на ґрунт. Колони будівлі сприймають невелику вагу, створювану покриттям. Це дозволяє збільшити завантаження на 1м<sup>2</sup>, отож і висоту камер. Недоліком є більша площа земельного наділу, який займає холодильник та велика поверхня зовнішніх загороджень (особливо перекриття), що приводить до збільшення теплоприпливів.

Приймаю окремо стоячі фундаменти, на які обпираються стіни і колони. Двері холодильних камер відкотні, вони зручні тому що при відкриванні не перешкоджають руху вантажно- розвантажних і транспортних засобів. Розмір дверей 2х3 метра.

Теплоізоляційним матеріалом вибраний пінополістирол ПСБ-С, що має низку переваг порівняно з іншими відповідними матеріалами : вологостійкість , вогнестійкість, не гниє , не знищується бактеріями та шкідниками , відносно дешевий. Пінополістирол має дуже низький коефіцієнт теплопровідності ( =0,05 Вт/(м\*К) ) та не сприяє корозії металів.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

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

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Характеристика швидкопсувних продуктів

Цитрус – рід дерев або чагарників, які зберігали зелень круглий рік. Цитрусові належать підродини Помаранчеві, їх батьківщина тропіки та субтропіки Південно-Східної Азії. Сімейства цитрусових фруктів: помело; мандарини; грейпфрути; апельсини. Є й окремий клас – загальні кислі сорти, до яких відносять лимон, лайм і цитрон. Плоди їдять цілими. Фрукти позитивно впливають на організм людини: прискорюють метаболізм; сприяють появі апетиту; виводять отруйні речовини; зміцнюють імунну систему; використовуються в якості антистресової препарату; знижують рівень глюкози в крові; нормалізують роботу серця; покращують функціонування судин.

Режими зберігання цитрусових фруктів

Таблиця 2.1

Фрукти	ступінь стиглості	температура	відносна вологість	тривалість зберігання, міс. °С
Апельсини	оранжеві	1-2	82-85	2-3
жовті	3-4	85-90	2-5	
зелені	5-6	82-85	3-4	
Мандарини	жовті	1-2	85-90	1-2
жовто-зелені <1/4	2-3	85-90	2-3	
зелені >1/4	4-6	82-85	2-3	
Лимони	жовті	2-3	85-90	3-6
зелені	4-5	82-90	3-5	
Світі	змінна стиглість			
Кумкват	змінна стиглість	4,5	90—95	
Лаймкват	змінна стиглість			
Лайми тайт'янські	змінна стиглість	11-13	85-90	
Лайми мексиканські	змінна стиглість	11-13	85-90	1-1,5

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

## Характеристики зберігання

Цитрусові плоди більш стійкі до зберігання, і є великі відмінності між різними видами і сортами.

Строк погашення. Наприклад, збирання екстра-раннього дозрівання мандарину Веньчжоу в провінції Хунань почалося наприкінці серпня; збирання ранньостиглих сортів апельсинів і апельсинів почалося на початку листопада; дозрівання апельсинів з середини листопада до кінця грудня; і дозрівання апельсинів з початку січня до кінця червня.

Щоб визначити час збирання цитрусових, зберігання плодів зазвичай вимагає від семи до восьми стиглості, шкірка перетворилася на колір, ступінь зміни кольору становить від 70 до 80% повної стиглості. Олійні клітини рясні, але целюлоза міцна і не м'яка, а плоди близькі до повної зрілості, але краще врожати, коли зрілість свіжих фруктів трохи нижче, ніж у свіжих фруктів. Індекс співвідношення твердої кислоти: пупок оранжевий (> 9,0), низькоокиснений апельсин (> 14,0), інші солодкі апельсини (> 8,0); Помаранчевий Веньчжоу (> 8,0), понканський оранжевий (> 13,0), інші апельсини з широкою шкірою (> 9,0); Шатіанський грейпфрут (> 20,0), інший грейпфрут (> 8,0).

види, сорти та їх толерантність до зберігання.

Апельсини зазвичай можна зберігати протягом 3-4 місяців і схильні до сухої води; Широкошкірі цитрусові можуть зберігатися протягом 3-4 місяців, за ними йдуть апельсин Веньчжоу і понканський оранжевий; гібрид цитрусових можна зберігати протягом 3-4 місяців, не знаючи вогню протягом 2-3 місяців; помело взагалі має хорошу стійкість до зберігання, але існують великі відмінності між сортами, наприклад, шатіан-помело, хушао-помело, помаранчеве і так далі. Гібридні сорти зазвичай мають сильну стійкість до зберігання.

## 2.2. Обґрунтування вибору температурного режиму

Технологічні умови зберігання продуктів. Причини змінення властивостей продуктів при зберіганні. Засоби збільшення терміну зберігання харчових продуктів при зберіганні. Їх високої споживчої якості. (температура, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, санітарно-гігієнічне становище приміщень).

### Температурний режим

Правильно зберігати цитрусові при температурі від 2 ° c до 8 ° c.

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

складається з розрахунку ємкості й основних будівельних розмірів охолоджуваних приміщень, вибору і розрахунку теплоізоляційних конструкцій огорожень, теплового розрахунку охолоджуваних приміщень, визначення теплового навантаження приладів охолодження і компресорних машин, підбора основного (компресорів і теплообмінних апаратів) і допоміжного устаткування (мастиловідділювачів, проміжних судин, ресиверів, насосів). Наприклад,

#### 3.1. Розрахункові дані

Холодильник ємністю	720 тон
м. Ізмаїл.	
Температура середня влітку	27,2 ° С,
температура максимальна влітку	61,5 °С
температура середня взимку	-5 °С,
температура максимальна взимку	-11,7 ° С,
середня температура	11,1 ° С
Вологість повітря дорівнює	70%.
Географічна широта	45°

Холодильник планується розташувати у південній кліматичній зоні.

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.)

Ємність камер зберігання - 720 тон з них:

зберігання апельсин - 50%

зберігання помело - 50%

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

### 3.2. Розрахунок будівельних площ

Будівельну площу камер схову визначаю по формулі

$$F_{\text{буд}} = \frac{V_k}{q_v h_{\text{гр}} \beta} \quad (3.1)$$

де  $q_v$  - норма навантаження на 1 м<sup>3</sup> вантажного обсягу камери:

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

$V$  - коефіцієнт використання площі камер, що враховує площу камери, зайняту колонами, проходами,

Число будівельних прямокутників

$$n = \frac{F_{\text{буд}}}{f} \quad (3.2)$$

де  $f$  – будівельна площа одного прямокутника, залежить від вибраної сітки колон

Дійсна місткість камери

$$V_k^{\text{д}} = V_k^{\text{р}} \frac{n}{n_{\text{д}}} \quad (3.3)$$

Площа службових приміщень:

$$F_{\text{сл пр}} = (0,2 \div 0,4) F_{\text{ох}}. \quad (3.4)$$

Площа машинного відділення:

$$F_{\text{м.в}} = (0,05 \div 0,35) F_{\text{ох}}. \quad (3.5)$$

Всі розрахунки зводжу до табл.

Таблиця 3.1

назва камери	V <sub>k</sub> , т	q <sub>v</sub> , т/м <sup>3</sup>	h, м	β	f, м <sup>2</sup>	F <sub>гр</sub> , м <sup>2</sup>	n <sub>гр</sub>	n <sub>д</sub>	F <sub>д</sub> , м <sup>2</sup>	V <sub>кд</sub> , т
кам. зберігання апельсин	360	0,3	4,5	0,85	72	313,7	4,36	5	360	413,10
кам. зберігання помело	360	0,3	4,5	0,85	72	313,7	4,36	5	360	413,10
всього камер зберігання	720					627,5			0	826,20
доп. Прим.					72	188,2	2,61	3	216	
охолоджуємі склад					72	815,7	11,33	12	864	
машинне відділення					72	163,1	2,27	2	144	
службне приміщення					72	203,9	2,83	3	216	

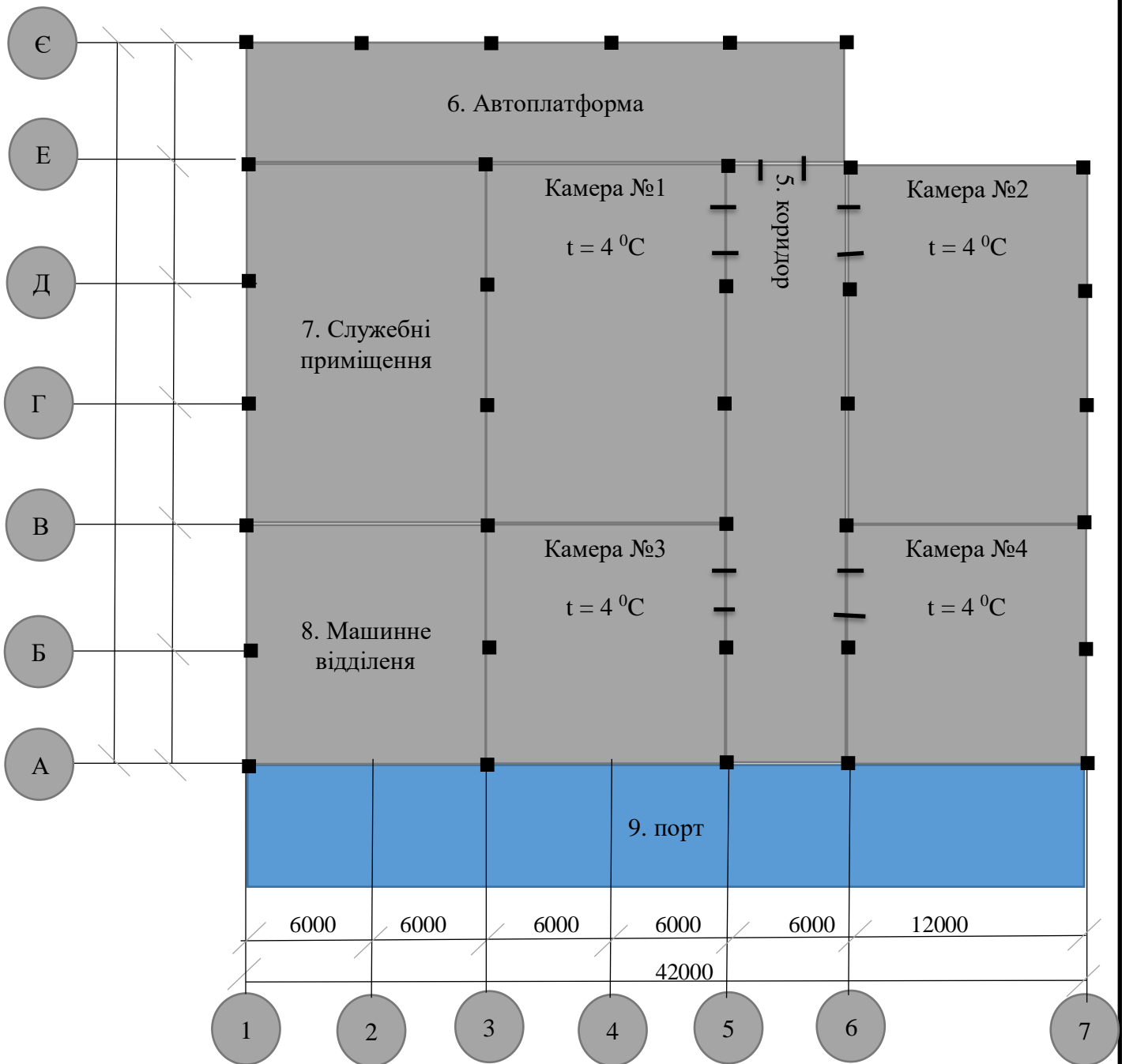
### 3.3. Вимоги до планування

1. Планування відповідає схемі технологічного процесу виробництва та сприяти послідовності операцій холодильної обробки.
2. Планування відповідає зменшенню початкових витрат на будівлю холодильника.
3. При плануванні вибираю такі розміри 42x30 м так розташую камери так, щоб тепло припливи зовні та між камерами були мінімальними.

										Арк.
										13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

4. Планування відповідає прийнятій системі охолодження.
5. Планування холодильника відповідає вимогам правил техніки безпеки та протипожежної безпеки.
6. При плануванні враховують можливість розширення холодильника.

### 3.4 Планування холодильника



Мал. 3.1. Планування холодильника

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 1,2 – Камери зберігання мороженого вантажу ( $t=2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\phi=90\%$ ,  $F=216\text{ м}^2$ )
- 3,4 – Камери зберігання мороженого вантажу ( $t=2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\phi=90\%$ ,  $F=144\text{ м}^2$ )
- 5. – Коридор вантажний
- 6 – Автопід'їзд
- 7 – Службні приміщення
- 8. – Машинне відділення
- 9. - Порт

### 3.5. Розрахунок ізоляції огорожень

Товщину ізоляційного шару огороження визначаю по формулі:

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

де  $\lambda_{i3}$   $\lambda_i$  - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного шару і будівельних матеріалів що складають конструкцію огороження, Вт/(м К)

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

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

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

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

$$K\delta = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в}} \quad (3.7)$$

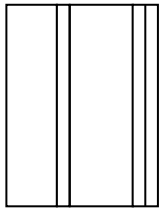
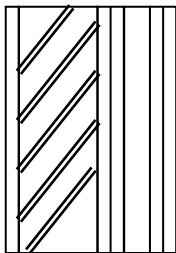
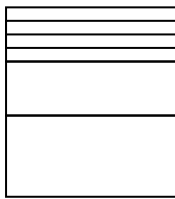
Усі розрахунки товщини теплоізоляційного шару зводжу в табл.

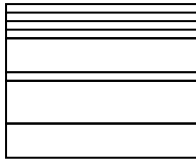
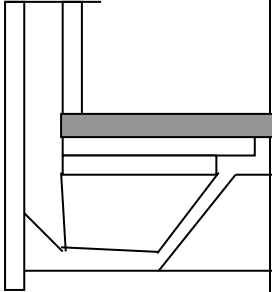
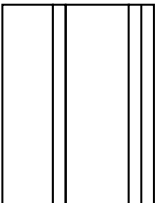
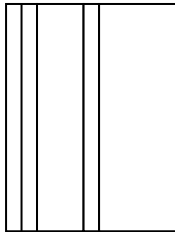
Таблиця 3.2

$\alpha_в, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$R_n, \text{м}^2\text{К/Вт}$	$R_в, \text{м}^2\text{К/Вт}$	$\sum R_i \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$\delta_{\text{из. треб.}}$ , м	$\delta_{\text{из. действ.}}$ , м	$K_{\text{тр.}}$ , Вт/м <sup>2</sup> К	$K_{\text{д.}}$ , Вт/м <sup>2</sup> К
9	0,043	0,111	0,108	0,083	0,08	0,52	0,54
9	0,125	0,111	0,543	0,057	0,06	0,52	0,51
9	0,043	0,111	0,079	0,084	0,08	0,52	0,55

«Конструкції огорожень»

Таблиця 3.3

Найменування і конструкція огорожень	Найменування і матеріал шару	На шару $t_{m,i}, м$	Коеф. теплопровідності $\lambda_i, Вт/мК$	Тепловий опір $R_i, м^2К/Вт$
Зовнішня стінова панель 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	2. Теплоізоляція ПСБ-С	треба. визнач	0,05	Треба визначити
	3. Пароізоляція -- 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	4. Зовнішній шар з важкого бетону	0,140	1,86	0,075
				<b><math>\Sigma=0,108</math></b>
Зовнішня стіна (з цегли) 	1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці	0,02	0,98	0,020
	66135592. Теплоізоляція ПСБ-С	треб. визн.	0,05	треб. визн.
	66135593. Пароізоляція-2шару гідроізола на бітумній мастиці	0,004	0,30	0,013
	66135594. Штукатурка цементно-піщана	0,20	0,93	0,022
	66135595. Кладка цегляна на цементному розчині	0,500	0,81	0,469
	66135596. Штукатурка складним розчином	0,020	0,93	0,022
				<b><math>\Sigma=0,546</math></b>
Покриття охолоджуваних приміщень 	1. 5 шарів гідроізола 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 врах.
	4. Плитна теплоізоляція ПСБ-С	треб. визн.	0,05	—
	5. Залізобетонна плита покриття	0,035	2,04	0,017
				<b><math>\Sigma=0,079</math></b>

<p>Підлога камер схову</p> 	<p>1. Монолітне бетонне покриття з важкого бетону 2. Армобетона стяжка 3. Пароізоляція (1 шар пергаміну) 4. Плитна теплоізоляція ПСБ-С 5. Цементно-піщаний розчин 6. Ущільнений пісок 7. Бетонна підготовка з ел. нагрівання. устр.</p>	<p>0,040 0,080 0,001 треб. визн. 0,025 1,35 —</p>	<p>1,86 1,86 0,15 0,05 0,98 0,58 —</p>	<p>0,022 0,043 не врах. — 0,026 2,338 — <b>Σ=2,43</b></p>
<p>Підлога охолоджувальних приміщень т<sub>кам</sub> ≥ 0</p> 	<p>1. Монолітне бетонне покриття з важкого бетону 2. Армобетонна стяжка 3. Керамзитобетонна стяжка. 4. Засипний теплоізоляційний матеріал (керамзитовий гравій) 5. Насипний ґрунт 6. Бетонна підготовка М100 7. Ґрунт основи</p>	<p>0,050 0,080 0,001 потре. визн. 0,100 —</p>	<p>1,86 1,86 0,15 0,13 2,04 —</p>	<p>0,027 0,043 не врах — — не врах. — <b>Σ=0,077</b></p>
<p>Перегородка між камерами</p> 	<p>1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці 2. Теплоізоляція ПСБ-С 3. Пароізоляція -- 2 шари гідроізола на бітумній мастиці 4. Зовнішній шар з важкого бетону</p>	<p>0,02 треба визнач 0,004 0,080</p>	<p>0,98 0,05 0,30 1,86</p>	<p>0,020 — 0,013 0,043 <b>Σ=0,077</b></p>
<p>Внутрішня стінова панель</p> 	<p>1. Панель з керамзитобетону (&lt;math&gt;\rho = 1100 \text{ kg/m}^3&lt;/math&gt;) 2. Пароізоляція – 2 шара гідроізола на бітумній мастиці 3. Плитна теплоізоляція ПСБ-С 4. Штукатурка складним розчином по метал. сітці</p>	<p>0,240 0,004 треб. визн. 0,020</p>	<p>0,47 0,30 0,05 0,98</p>	<p>0,51 0,013 — 0,020 <b>Σ=0,543</b></p>

### 3.6. Тепловий розрахунок

Теплоприпливи через огороження розраховую по формулі:

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

$$Q_{1T} = \kappa_d F (t_z - t_v) \cdot 10^{-3} \quad (3.9)$$

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

де  $\kappa_d$  – дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/мК

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

Усі розрахунки зводжу до табл.

При розрахунку теплоприпливів через підлогу по зонам використовуую формулу:

$$Q_{T1} = k_{ycl} F_{зони} (t_z - t_v) \cdot 10^{-3} \quad (3.11)$$

де  $k_{ycl} = 0,47$  ( 1 зона)

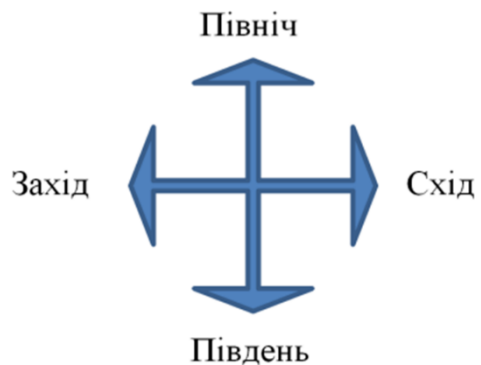
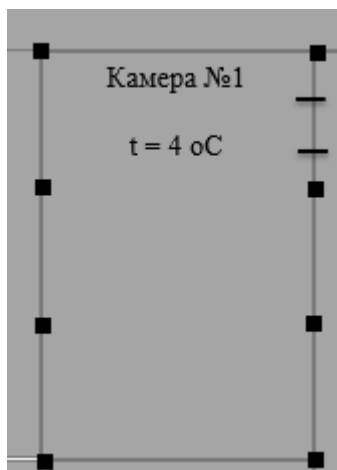
0,23 ( 2 зона)

0,12 ( 3 зона)

0,07 (4 зона)

Усі розрахунки зводжу до табл.

#### Тепловий розрахунок камери №1

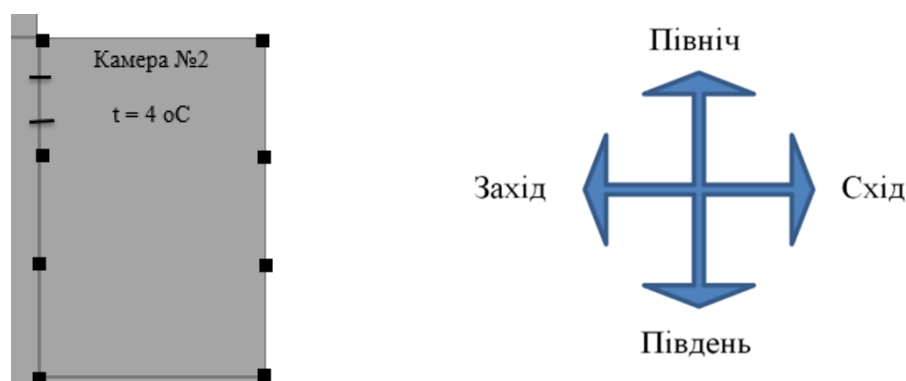


						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Таблиця 3.4

		Зберігання апельсин							
огороження	$K_d, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$F, \text{м}^2$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_v, ^\circ\text{C}$	$\theta, ^\circ\text{C}$	$Q_{1T} \text{кВт}$	$t_c, ^\circ\text{C}$	$Q_{1c} \text{кВт}$	$Q_1 \text{кВт}$
СВПн з автопл.	0,51	72	27,2	4	16,24	0,596	0	0	0,596
СВСх з корид	0,51	108		4	16,24	1	0	0	0,894
СВПд	0,51	72	4	4	0	0,000	0	0	0,000
СВЗх з сл. пр.	0,51	108		4	13,92	0,767	0	0	0,767
покриття	0,55	216	27,2	4	23,2	2,756	14,9	1,770	4,526
підлога									1,022
									7,806
Рохрахунок теплоприлиів через підлогу									
зона	$K_{усл}, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$F_{зони}, \text{м}^2$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_v, ^\circ\text{C}$	$\theta, ^\circ\text{C}$	$Q_{пола}, \text{кВт}$			
1 зона	0,47	60	27,2	4	23,2	0,654			
2 зона	0,23	48	27,2	4	23,2	0,256			
3 зона	0,12	40	27,2	4	23,2	0,111			
4 зона	0,07	72	27,2	4	23,2	0,117			
						1,022			

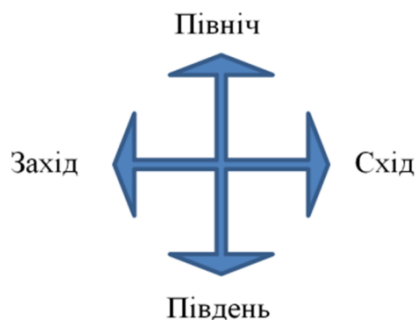
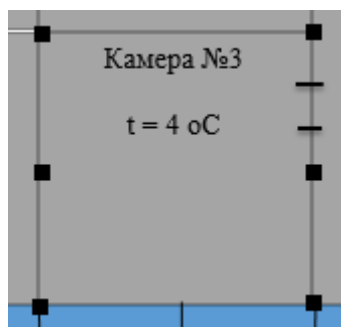
## Тепловий розрахунок камери №2



Таблиця 3.5

		Зберігання помело							
огороження	$K_d, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$F, \text{м}^2$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_v, ^\circ\text{C}$	$\theta, ^\circ\text{C}$	$Q_{1T} \text{кВт}$	$t_c, ^\circ\text{C}$	$Q_{1c} \text{кВт}$	$Q_1 \text{кВт}$
СЗПн	0,54	72	27,2	4	23,2	0,902	0	0	0,902
СЗСх	0,54	108	27,2	4	23,2	1	6,95	0	1,758
СВПд	0,51	72	4	4	0	0	0	0	0,000
СВЗх з корид.	0,51	108		4	16,24	0,894	0	0	0,894
покриття	0,55	216	27,2	4	23,2	2,756	14,9	1,770	4,526
підлога									1,022
									9,103
Рохрахунок теплоприлиів через підлогу									
зона	$K_{усл}, \text{Вт/м}^2\text{К}$	$F_{зони}, \text{м}^2$	$t_n, ^\circ\text{C}$	$t_v, ^\circ\text{C}$	$\theta, ^\circ\text{C}$	$Q_{пола}, \text{кВт}$			
1 зона	0,47	60	27,2	4	23,2	0,654			
2 зона	0,23	48	27,2	4	23,2	0,256			
3 зона	0,12	40	27,2	4	23,2	0,111			
4 зона	0,07	72	27,2	4	23,2	0,117			
						1,022			

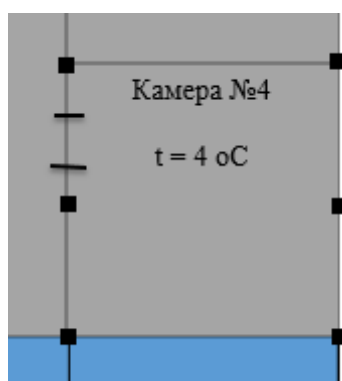
### Тепловий розрахунок камери №3



Таблиця 3.6

		Зберігання апельсин							
огороження	Кд, Вт/м <sup>2</sup> К	F, м <sup>2</sup>	t <sub>н</sub> , С	t <sub>в</sub> , °С	θ, °С	Q <sub>1т</sub> кВт	t <sub>с</sub> °С	Q <sub>1с</sub> кВт	Q <sub>1</sub> кВт
СВПн	0,51	72	27,2	4	23,2	0,852	0	0	0,852
СВСх з корид.	0,51	72		4	16,24	1	0	0	0,596
СЗПд	0,54	72	4	4	0	0	0	0	0,000
СВЗх з м.о.	0,51	72		4	13,92	0,511	0	0	0,511
покриття	0,55	216	27,2	4	23,2	2,756	14,9	1,770	4,526
підлога									0,793
									7,279
Рохрахунок теплоприлив через підлогу									
зона	K <sub>усл</sub> , Вт/м <sup>2</sup> К	F <sub>зони</sub> , м <sup>2</sup>	t <sub>н</sub> , С	t <sub>в</sub> , С	θ, °С	Q <sub>пола</sub> ,кВт			
1 зона	0,47	48	27,2	4	23,2	0,523			
2 зона	0,23	36	27,2	4	23,2	0,192			
3 зона	0,12	28	27,2	4	23,2	0,078			
4 зона	0,07	36	27,2	4	23,2	0,058			
						0,793			

### Тепловий розрахунок камери №4





### Теплоприплив від зовнішнього повітря:

$$Q_3 = M_{вз}(i_3 - i_в) \quad (3.14)$$

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

$i_3, i_в$  – питома ентальпія зовнішнього повітря та повітря в камері, кДж/кг

Всі розрахунки зводжу в табл.

Таблиця 3.9

№ камери	V, м3	$\rho$ , кг/м3	a	$i_3$ , кДж/кг	$i_в$ , кДж/кг	$M_{вз}$ , кг/с	$Q_3$ , кВт
камера 1	1296	1,29	3	67,96	8,49	0,058	3,452
камера 2	1296	1,29	3	67,96	8,49	0,058	3,452
камера 3	864	1,29	3	67,96	8,49	0,039	2,301
камера 4	864	1,29	3	67,96	8,49	0,039	2,301

### Експлуатаційні теплоприпливи

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad (3.15)$$

Теплоприплив від освітлення

$$q_1 = A F 10^{-3} \quad (3.16)$$

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

$F$  - площа підлоги,  $m^2$

Теплоприплив від перебування людей

$$q_2 = 0,35 n \quad (3.17)$$

де 0,35 - тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, кВт  
 $n$  - число людей, працюючих в одному помешканні

Теплоприплив від працюючих електродвигунів

$$q_3 = N_э \quad (3.18)$$

де  $N_э$  - потужність електродвигунів, кВт

Теплоприпливи при відкритті дверей

$$q_4 = KF 10^{-3} \quad (3.19)$$

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

Всі розрахунки зводжу до табл..

Таблиця 3.10

№ кам	F, $m^2$	A, Вт/ $m^2$	$q_1$ , кг/м3	n, шт	$q_2$ , кг/м3	$N_э$ , шт	$q_3$ , кг/м3	K, Вт/ $m^2$	$q_4$ , кг/м3	$Q_4$ , кВт
камера 1	216	2,3	0,497	3	1,05	3	3	4	0,864	5,411
камера 2	216	2,3	0,497	3	1,05	3	3	4	0,864	5,411
камера 3	144	2,3	0,331	2	0,7	2	2	5	0,72	3,751
камера 4	144	2,3	0,331	2	0,7	2	2	5	0,72	3,751

### Теплоприпливи від фруктів та овочей при “диханні”

$$Q_5 = V_k (0,1q_n + 0,9q_{з6}) 10^{-3} \quad (3.20)$$

де  $V_k$ - місткість камери, т

										Арк.
										22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$q_n$ ,  $q_{зб}$  – тепловиділення плодів при температурі надходження та зберігання, Вт/т

Розрахунки зводжу в табл.

Таблиця 3.11

№ камери	Вк, т	$q_n$ , Вт/т	$q_{зб}$ , Вт/т	Q5, кВт
камера 1	216	69	27	6,739
камера 2	216	69	27	6,739
камера 3	144	69	27	4,493
камера 4	144	69	27	4,493

### 3.7. Визначення навантаження на компресор і камерне устаткування

Таблиця 3.12

№ кам.	Q1		Q2		Q3		Q4		Q5		Q	
	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км
кам. 1	7,806	7,0254	12,736	6,368	3,452	3,452	5,411	4,0583	6,739	6,739	36,144	27,643
кам. 2	9,103	8,1927	12,736	6,368	3,452	3,452	5,411	4,0583	6,739	6,739	37,441	28,81
кам. 3	7,279	6,5511	8,491	4,246	2,301	2,301	3,751	2,8133	4,493	4,493	26,315	20,404
кам. 4	7,940	7,146	8,491	4,246	2,301	2,301	3,751	2,8133	4,493	4,493	26,976	20,999
											126,88	97,855

Холодопродуктивність компресорів розраховую по формулі

$$Q_0 = \frac{k \cdot Q_k}{b} \quad (3.21)$$

$$Q = (1,045 \cdot 97,855) / 0,9 = 113,6 \text{ кВт}$$

де  $k$  - коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах, апаратах холодильної установки.

$Q_k$  - сумарне навантаження на компресори для даної температури кипіння, прийнята по зведеній таблиці теплоприпливів, кВт

$b$  - коефіцієнт робочого часу.

При розсільному охолодженні  $k=1,12$

### 3.8. Вибір температурних режимів роботи холодильної машини

Температура кипіння:

$$t_o = t_{\text{кам}} - (7 \div 10) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.22)$$

$$t_o = 4 - 10 = -6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура води, яка надходить на конденсатор

$$t_{w1} = t_{\text{мт}} + (3 \div 4) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.23)$$

$$t_{w1} = 23 + 3 = 26 \text{ } ^\circ\text{C}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Температура води , що виходить із конденсатора

$$t_{w2} = t_{w1} + (2 \div 5) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.24)$$

$$t_{w2} = 26 + 3 = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура конденсації

$$t_k = t_{w2} + (2 \div 4) \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{або} \quad t_k = t_{MT} + 10 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.25)$$

$$t_k = 29 + 4 = 33 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура переохолодження холодильного агента перед регулюючим вентиляем

$$t_{по} = t_{w1} - (3 \div 5) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.26)$$

$$t_{по} = 26 + 3 = 29 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура усмоктування

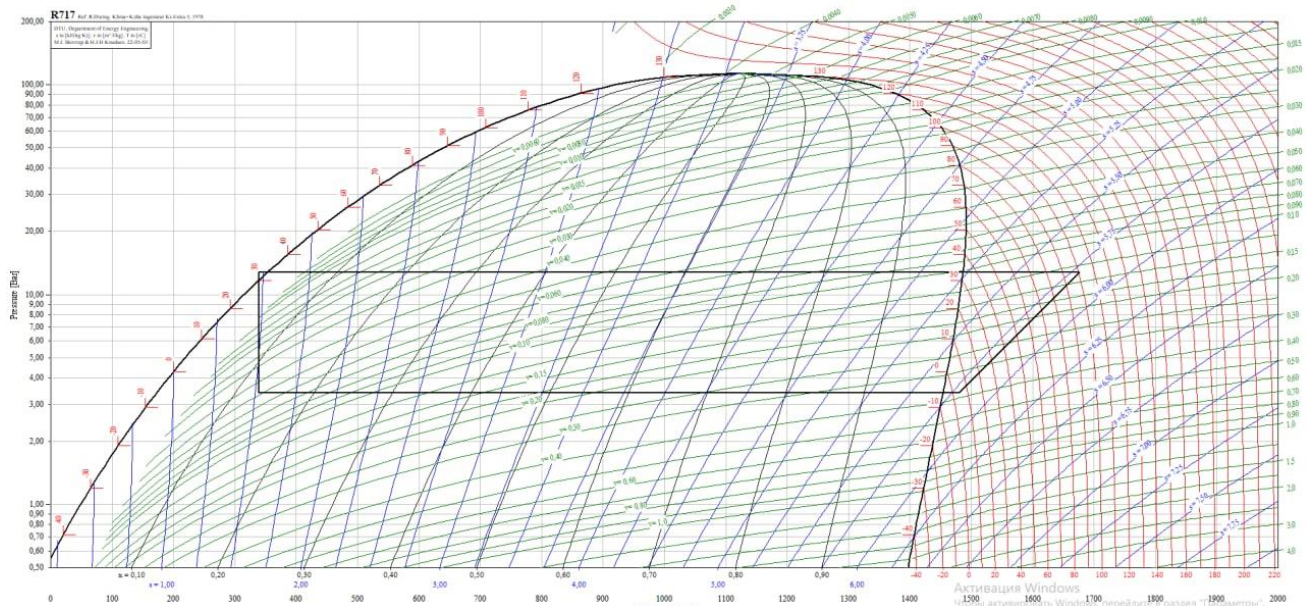
$$t_{вс} = t_o + (5 \div 10) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.27)$$

$$t_{вс} = -6 + 10 = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

### 3.9. Побудова циклів холодильної машини зняття параметрів вузлових точок

Зображення:

- 1) схеми холодильної машини;
- 2) циклу холодильної машини в  $i$ -  $\lg P$  діаграмі.



Малюнок 3.2  $i$ -  $\lg P$  діаграма

Мал.. До теплового розрахунку  
одноступінчатого компресору

Мал.. До теплового розрахунку  
двоступінчатого компресору

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Таблиця 3.13

Номер точки	Параметри			
	t, °C	P, МПа	h, кДж/кг	V, м <sup>3</sup> /кг
1	4	0,34	1479,9	0,38
2	101	1,28	1677,5	
3	30	1,28	339	
4	-6	0,34	339	

### 3.10. Тепловий розрахунок і добір компресора

#### Розрахунок одноступінчатого компресору:

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента:

$$q_o = h_1 - h_4 \quad (3.28)$$

Масова витрата пару

$$M_d = Q_o / q_o \quad (3.29)$$

де  $Q_o$  - навантаження на компресор з обліком витрат, кВт

Дійсна об'ємна подача

$$V_d = m_d V_1 \quad (3.30)$$

де  $V_1$  - питома об'ємна усмоктуваного пару, м<sup>3</sup>/кг

Коефіцієнт подачі компресору:

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

Індикаторний коефіцієнт подачі компресору

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{\omega c}}{p_o} - c \left( \frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{\omega c}}{p_o} \right) \quad (3.32)$$

Коефіцієнт невидимої витрати компресору

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

Теоретична об'ємна подача

$$V_T = V_d / \lambda \quad (3.34)$$

Індикаторна потужність:

$$N_i = N_a / \eta_i \quad (3.35)$$

Потужність тертя:

$$N_{тр} = V_T P_{тр}, \quad P_{тр} = 50-60 \text{ Н} \quad (3.36)$$

Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{тр} \quad (3.37)$$

Потужність на валу двигуна:

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$N_{дв}=(1,1\div 1,12)N_e/\eta_{ц} \quad (3.38)$$

Тепловий потік в конденсаторі:

$$Q_{кд}=m_{д}(h_2-h_3) \quad (3.39)$$

По  $V_T$  по каталогу підбираю марку і кількість компресорів

Таблиця 3.14

$q_0$ , кДж/кг	$Q_0$ , кВт	$M_T$ , кг/с	$V_{д}$ , м/с	$\lambda_i$	$\lambda_w$	$\lambda$	$V_T$ , м/с	Марка КМ	Шт.
1140,9	113,6	0,100	0,038	0,873	0,794	0,693	0,055	W6HA	2
$N_i$ , кВт	$N_e$ , кВт	$N_{ел}$ , кВт	$Q_{кд}$ , кВт						
5,815	6,462	7,602	119,415						

Таблиця 3.15

Технічні характеристики компресорів

Показник	Марка компресору
Холодопродуктивність, кВт $t_o=-6$ ; $t_k=33^{\circ}C$	72,5
Вживана потужність, кВт $t_o=-15$ ; $t_k=33^{\circ}C$	17,12
Об'ємна витрата охолоджуючої води м <sup>3</sup> /г	110,5
Теоретична об'ємна холодопродуктивність КМ	56,8
Частота обертання, с <sup>-1</sup>	1450÷1750
Габаритні розміри мм.	
довжина	618
ширина	417
висота	469
маса, кг	129

Откр-е поршн.компрессоры

Режим: Охлаждение и кондицию

Хладагент: R717 (NH3)

Темп., используемая в: Темп. "точки росы"

Подбор компрессора

Холодопроизвод-сть: 56,8 kW

модель компрессора

Рабочая точка

Тиспарения SST: -6 °C

Тконденсации SCT: 33 °C

Условия функционирования

Переохл-е (в конденса): 3 K

Перегрев всасыв. паро: 10 K

Полезный перегрев: 100 %

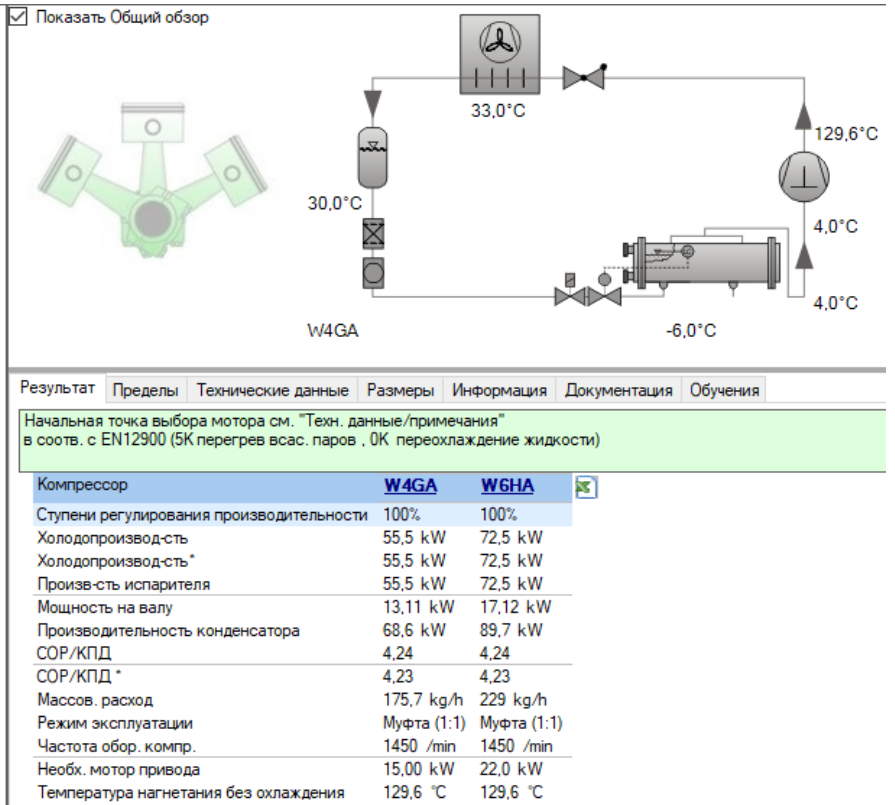
Регулятор производ-сти: 100%

Привод

Частота оборотов: 1450 /min

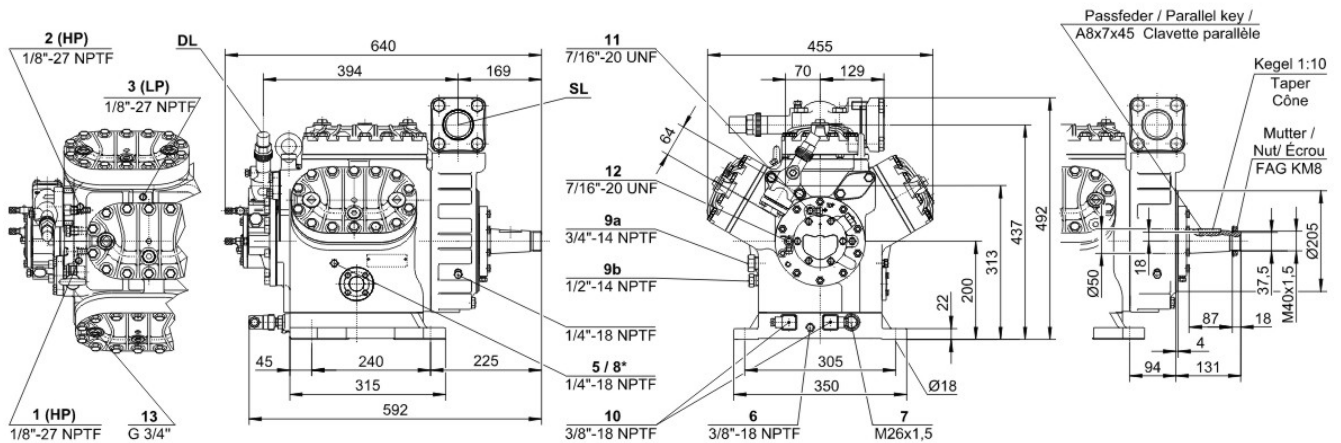
Муфта (1:1)

Скорость вращения: Auto



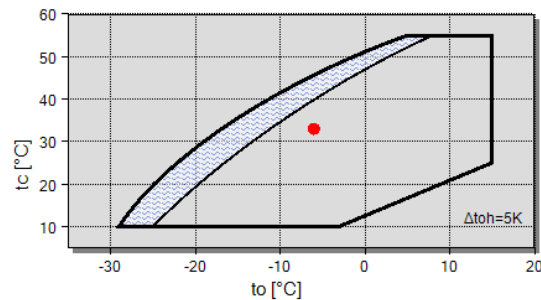
Малюнок 3.3 Компрессор

Размеры и соединения W6HA Стандарт



Малюнок 3.4 Розміри компрессора

Пределы W6HA Standard



крышки головок цилиндров с водяным охлаждением

• A

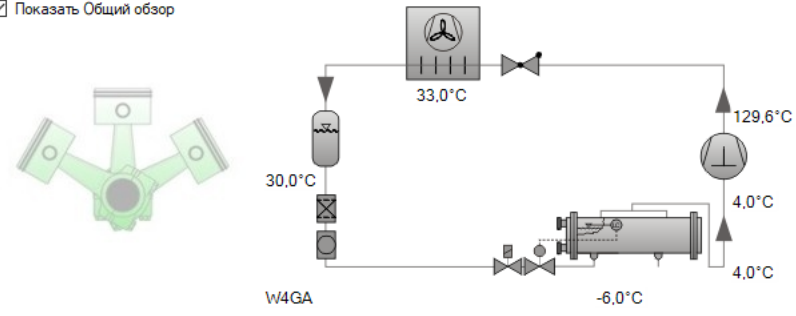
Малюнок 3.5 Межі компрессора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Арк.

27

Показать Общий обзор



Откр-е поршн.компрессоры

Режим: Охлаждение и кондицио

Хладагент: R717 (NH3)

Темп., используемая в: Темп. "точки росы"

Подбор компрессора

Холодопроизвод-сть: 56,8 kW

модель компрессора

Рабочая точка

Тиспарения SST: -6 °C

Тконденсации SCT: 33 °C

Условия функционирования

Переохл-е (в конденса): 3 K

Перегрев всасыв. паро: 10 K

Полезный перегрев: 100 %

Регулятор производ-сти: 100%

Привод

Частота оборотов: 1450 /min

Муфта (1:1)

Скорость вращения: Auto

---

Результат | Пределы | Технические данные | Размеры | Информация | Документация | Обучения

**Технические данные** W6HA

**Технические параметры**

Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	110,5 м3/ч
Объемная произв-сть (1750 об/мин 60Гц)	133,4 м3/ч
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	6 x 70 mm x 55 mm
Допустимый диапазон скоростей	900 .. 1750 1/min
Вес	153 kg
Макс. избыточное давление (НД/ВД)	19 / 25 bar
Присоединение линии всасывания	NW 50
Присоединение линии нагнетания	NW 32
Тип масла для NH3	Reniso KC68 (Standard)

**Комплект поставки**

Заправка масла	5,0 dm3
Защитная заправка	Standard
Запорный вентиль на всасывании	Standard
Запорный вентиль на нагнетании	Standard
Предохранительный клапан давления	Standard
Водоохлаждаемые головки цилиндров	Standard

**Доступные опции**

Соед. муфта (.-K) для A/C и средн. темп.	KK620 [<22kW] / KK630 [<45kW] (Option)
Соед. муфта (.-K) для низких темп.	KK625 [<22kW] / KK630 [<45kW] (Option)
Кожух соединительной муфты	Option
Шкив мотора (.-S)	190, 210, 230 mm (Option)
Приводные ремни	5 x SPA (Option)
Датчик температуры нагнетания	Option (incl. INT69VS)
Стартовая разгрузка	Option
Присоединение воды-охладителя	R 3/4"
Регулирование производительности	100-66-33% (Option)
Сервисный масляный клапан	Option
Подогреватель масла в картере	140 W (Option)
Контроль давления масла	MP55A (Option)

Малюнок 3.6 Технічна характеристика компресора

### 3.11. Тепловий розрахунок і добір конденсаторів

Площа поверхні конденсатора, що передає тепло

$$F = \frac{Q_k}{k \theta_m} \quad (3.40)$$

де  $Q_k$  - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт

$k$  - коефіцієнт теплопередачі конденсатора, Вт/м<sup>2</sup> К

$\theta_m$  - середня логарифмічна різниця температур між конденсуючимся X/A

й охолоджуючим середовищем, °C

Середня логарифмічна різниця температур

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$\theta_m = \frac{t_{B2} - t_{B1}}{2,31g \frac{t_K - t_{B1}}{t_K - t_{B2}}} \quad (3.41)$$

Витрата охолоджуючої води, що надходить на КД

$$V_B = \frac{Q_k}{C_B \cdot \rho_B \cdot (t_{B2} - t_{B1})} \quad (3.42)$$

де  $Q_k$  - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт

$C_B$  - питома теплоємність води,  $C_B = 4,19$  кДж/кг К

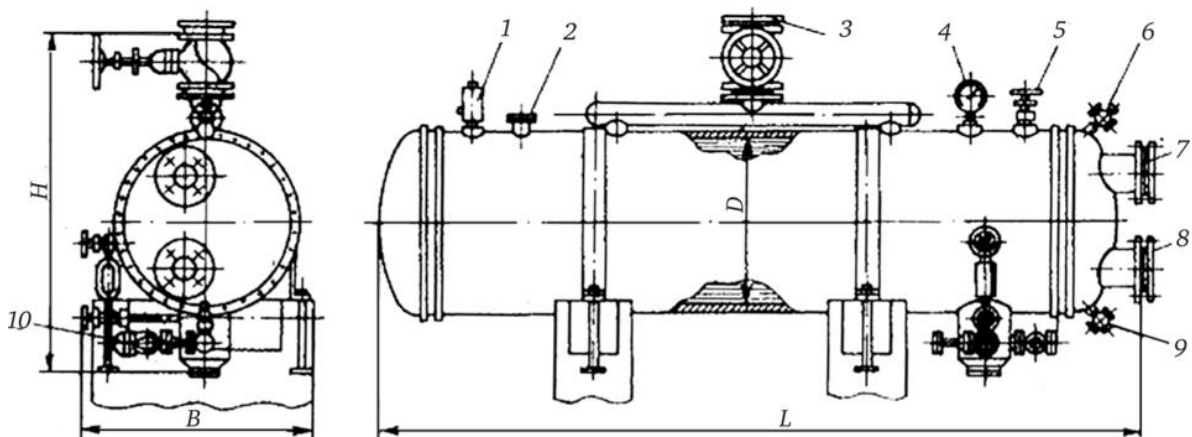
$\rho_B$  - густина води,  $\rho_B = 1000$  кг/м<sup>3</sup>

$t_{B2} - t_{B1}$  - підігрів води в КД, °С

Підбираю конденсатор КТГ40

Таблиця 3.18

F	Qk	k	θm	V <sub>B</sub>
33,690	119,42	750	4,726	0,007



Малюнок 3.7 Розміри конденсатора

Конденсатор	Площадь поверхности теплообмена F, м <sup>2</sup>	Размеры, мм				Количество труб z	Количество ходов z	Штуцера (условные проходы), мм			
		D <sub>вн</sub>	Δ	B	H			d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>
КТГ-40	42,7	500	4410	810	910	144	8	50	25	25	70

## Характеристики конденсатора

Марка	
Площа внутрішньої тепло передаючої поверхні, м <sup>2</sup>	42,7
Габаритні розміри, мм	
Діаметр кожуха	500
Довжина	4410
Ширина	810
Висота	910
Кількість труб	144
кількість ходів	8

По витраті охолоджуючої води підбираємо консольні насоси (робочі і запасні).  
Характеристику конденсаторів зводжу до табл.

**3.12. Розрахунок і добір камерного устаткування**

Розрахунок і добір батарей і повітроохолоджувачів :

$$F = \frac{Q_{об}}{k \Delta t} \quad (3.43)$$

де  $Q_{об}$  - сумарне навантаження на камерне устаткування визначена тепловим розрахунком, кВт

$k$  - коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження Вт/ м<sup>2</sup>К

$\Delta t$  - Різниця температур між киплячим ХА і повітрям у камері

Всі розрахунки зводжу в табл.

Таблиця 3.21

Камера	Q <sub>о</sub> ,кВт	t <sub>о</sub> ,°C	Δt °C	K, Вт/м <sup>2</sup> К	F, м <sup>2</sup>	Повітроохолоджувач	Кількість
1	27,643	-6	10	17,5	0,158	GL_354B	1
2	28,81	-6	10	17,5	0,165	GL_354B	1
3	20,404	-6	10	17,5	0,117	GL_354B	1
4	20,999	-6	10	17,5	0,120	GL_354B	1

							Арк.
							30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЬ - 50 Hz

**Конфигурация**

Стандартная  
 Нестандартная

**Термические данные**

Мощность: 27,64 kW  
 Температура воздуха: 4,0 °C  
 Относит. влажность:  76,0 %  
 Температура испарения: -6,0 °C  
 Разность температур: 10,00 °C

**Тип вычислений**

Расчет  
 GL-A  
 Кол. устр-в: Автовыбор

**Хладагент**: NH3

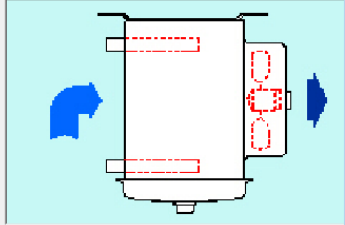
**Режим работы**: Насос снизу

**Тип и серия устройства**: AlfaCubic-A, GL-A

**Расх. воздуха**: Высокий

**Мотор**: 1Ph, S

Материал трубы: SS  
 Материал ламели: Al  
 Расстояние и-ду ламелями (мм): 4



**Результаты**

Кол. устр-в	Модель	Мощность kW	Запас %	Шум dB(A)	Расх. воздуха м3/h	Ценовой фактор	Стоимость x 1 Firm
1	GL_353B	22,32	-19,3	62,0	5975	0,78	2855
1	GL_402B	21,38	-22,7	65,0	5887	0,79	2884
1	GL_354A	25,66	-7,2	63,0	8832	0,87	3163
1	GL_402C	23,25	-15,9	65,0	5484	0,90	3280
1	GL_354B	29,85	+8,0	63,0	7965	1,00	3639

Малюнок 3.8 Характеристика повітряохолоджувача



## PALLADIO 3.8 UNIT COOLERS - 50 Hz

Customer  
Reference  
Date 13.06.2022

Unit Type	AlfaCubio-A	
Model	1 x GLA354B4 - - S4P	
Required Capacity	27,64	kW
Margin	8,0	%
Calculated Capacity	29,85	kW
Sensible Capacity	22,28	kW
Motor	1Ph	
Operating Mode	Bottom Pump	
Length	2470	mm
Height	585	mm
Depth	480	mm
Standard Unit Weight	88	kg
<b>Type of Calculation</b>	<b>Design / STANDARD</b>	
<b>Thermal Data</b>		
Refrigerant	NH3	
Air Temperature In/Out	4,0 / -3,5	°C
Relative Humidity	76,0	%
Evaporating Temperature	-6,0	°C
Temperature Difference	10,00	°C
<b>Fan data (per single model)</b>		
Air Flow Rate: High	7965	m <sup>3</sup> /h
Air Throw	17,0	m
Number of Fans	4	-
Fan Diameter	350	mm
Rotation Speed	1400	1/min
Noise LWA/LPA (5 m)	76 / 63	dB(A)
Power Consumption Op/Nom	608 / 864	W
Voltage	230	V
Nominal current (*)	3,88	A
<b>Coil Data</b>		
Tube Material	SS	
Fin Material	Al	
Fin Spacing	4	mm
Surface	123,6	m <sup>2</sup>
Internal Volume	22,96	dm <sup>3</sup>
Connections (In - Out)	33 mm - 42 mm	
	Same side	

### NOTES

(\*) Nom. current at T<sub>air</sub>=20°C. Variations occur due to different voltage or T<sub>air</sub>

Малюнок 3.9 Характеристика повітряохолоджувача

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Таблиця 3.22

## Характеристика батарей

Марка	Показник
Умовне позначення	
Розміри, мм	2470
довжина	585
висота	460
шаг труб	
Площа охолоджуючої поверхні (м <sup>2</sup> ) при шагу ребер	22,96

Таблиця 3.23

## Характеристики повітроохолоджувачів

Марка	
Площа теплопередаючої поверхні, м <sup>2</sup>	123,6
Холодопродуктивність, кВт	27,64
Місткість по аміаку, дм <sup>3</sup>	22,96
Шаг ребер, мм	4
Потужність електродвигуна, кВт	22,28
Маса, кг	88

### 3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування

#### Лінійний ресивер

В насосно-циркуляційних системах з нижньою подачею аміаку:

$$V_{л.р.} = 1,45 V_{исп} \quad (3.44)$$

$$V_{л.р.} = 1,45 \cdot (22,96 \cdot 4) = 133,17 \text{ м}^3$$

де  $V_{исп}$  – місткість випарювальної системи, м<sup>3</sup>

Підбираю лінійний ресивер по  $V_{л.р}$  F1602N

Всі розрахунки зводжу до табл..

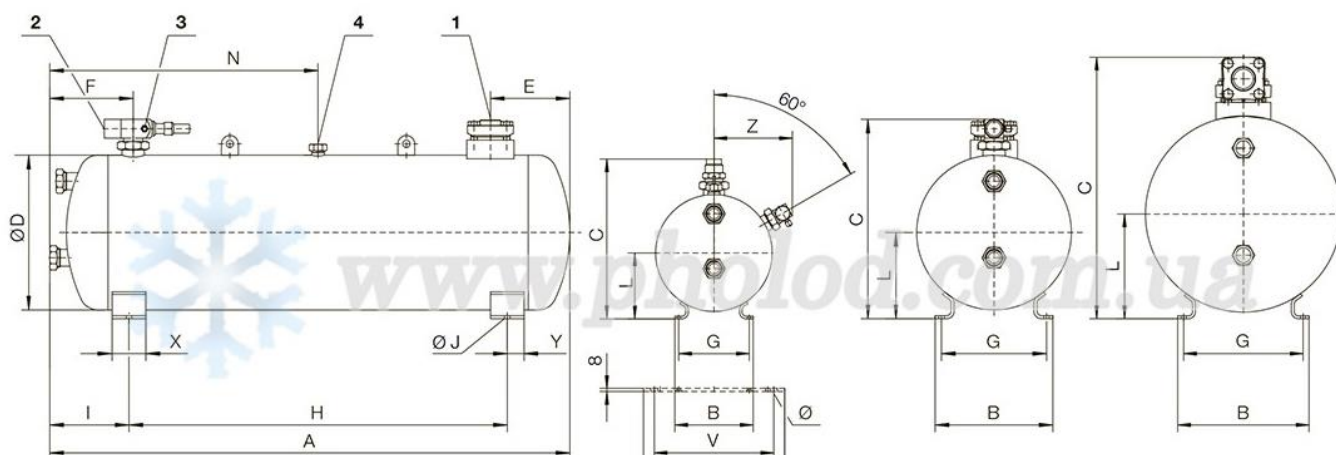
Характеристику ресиверів зводимо до табл 3.24

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Характеристика ресиверів

Марка		
Розміри, мм		
D x S		1733x280
L		478
Місткість, м <sup>3</sup>		160

Тип	Объем ресивера dm <sup>3</sup> (l)	Максимальное наполнение хладагента <sup>Ⓞ</sup>			Вес kg	Присоединения <sup>Ⓢ</sup>				Присоединительная резьба/фланец		Манометр	Смотровые <sup>Ⓢ</sup> стекла
		R134a (kg)	R404A R507A (kg)	R22 (kg)		Вход ∅ mm	Выход ∅ mm	Вход	Выход				
F1602N	160	176,5	153,8	174,2	115	54	2 1/8"	42	1 5/8"	112 x 112	2 1/4" - 12 UN		2



Малюнок 3.10 Характеристика лінійного ресивера

## Аміачний насос

Розраховуємо об'ємну подачу аміачного насосу:

$$V_a = m \rho_{ж} a \quad (3.45)$$

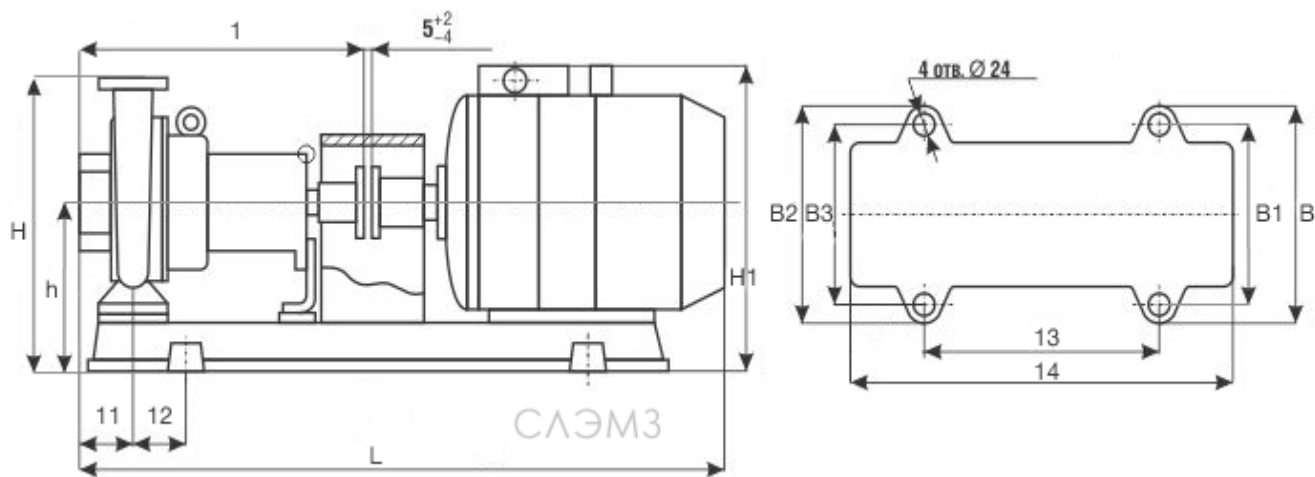
де  $m$  – масова витрата хладагента, кг/с

$\rho_{ж}$  – питомий об'єм рідкого холодильного агента, м<sup>3</sup>/кг

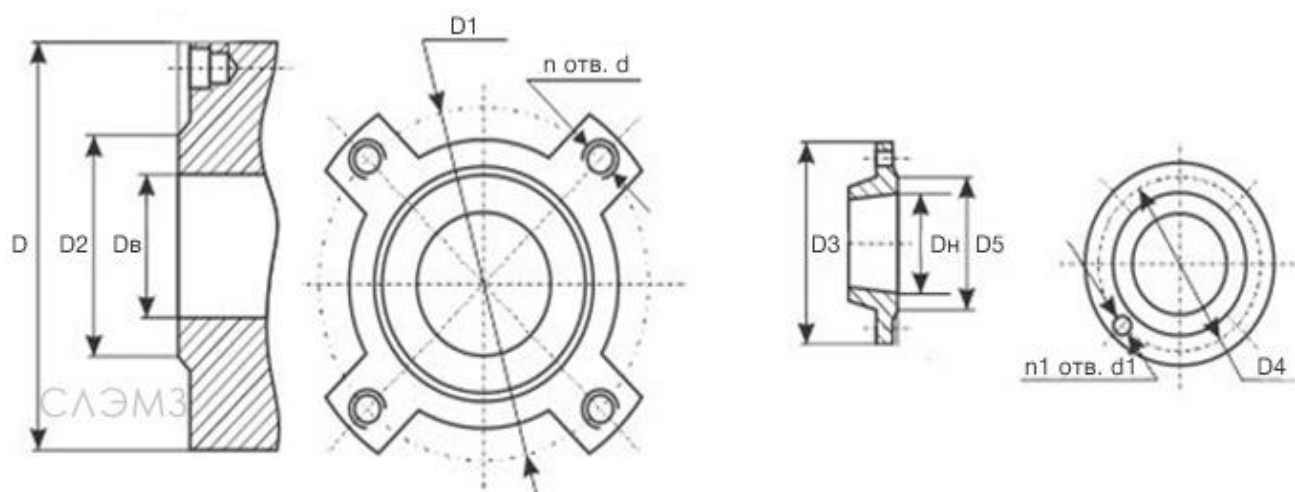
$a$  – кратність циркуляції хладагента,

Марка насоса	Q, м <sup>3</sup> /ч	H, м	P, кВт	N, об/мин	P насоса, кВт	КПД, %	Кавит. запас, м	Утечка, л/ч	Рабочее колесо		
									∅, мм	Вращение	N лопаток
K20/30	20	30	4	3000	2,7	64	≤3,8	≤2	161	левое	6
			5,5								

											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							34



Малюнок 3.11 Характеристика насоса



А (фланец всасывающего патрубка)

Б (фланец напорного патрубка)

Малюнок 3.12 Розміри насоса

Таблиця 3.25

Характеристика аміачних насосів

Показник	Марка
Подача, м <sup>3</sup> /год	20
Напір, м ст.. рідкого аміаку	30
Число ступенів	6
Частота обертання, с <sup>-1</sup>	3000
Потужність, кВт	5,5

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

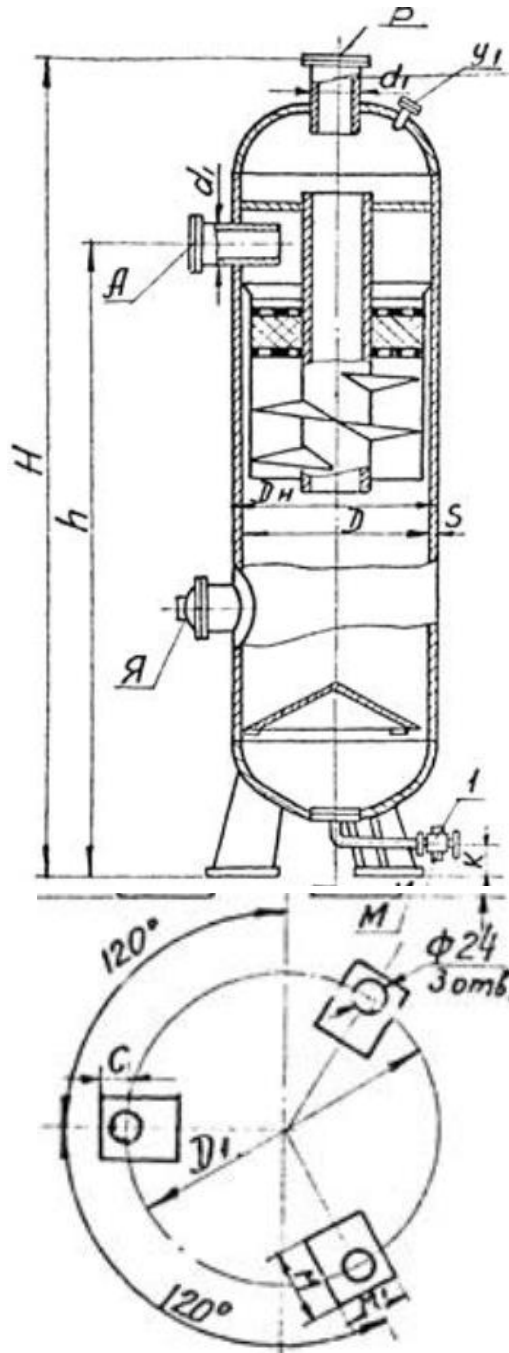
### Мастилозбірник.

Мастилозбірники призначені для перепуску в них мастила з апаратів і наступного виділення мастила із системи при низькому тиску. Підбираємо маслозбірники кожну температуру кипіння по діаметру нагнітаючого патрубку компресору.

Характеристику маслозбірників зводжу до табл. 3.26

Таблиця 3.26

Обозначение аппарата	Вместимость, м <sup>3</sup>	$D_H$	$D$	$S$	$D_I$	$H$	$h$	$d_I$	$K$	$M$	$M_I$	$C$	Масса, кг
125 М	0,32	-	500	6	580	1945	1435	125	85				256



Малюнок 3.13 Розміри мастилозбірника

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

### 3.14 Розрахунок і підбір систем зворотного водопостачання

Площа поперечного перетину

$$F_{п.с.} = \frac{Q_F}{q_F} \quad (3.46)$$

$$F_{п.с.} = 119,42/40 = 2,99 \text{ м}$$

де  $Q_F$  - теплове навантаження на систему зворотного водопостачання, кВт

$q_F$  - питоме теплове навантаження на  $1\text{ м}^2$  поперечного перетину насадки в системі зворотного водопостачання

Таблиця 3.27

Охолоджувач	Питоме теплове навантаження, кВт/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт ефективності
Бризкальний басейн	2,5-6,5	0,30-0,40
Градирня типа ГПВ	20-50	0,35-0,45

Приймаю градирню ГПВ-160

Технічні характеристики

Таблиця 3.28

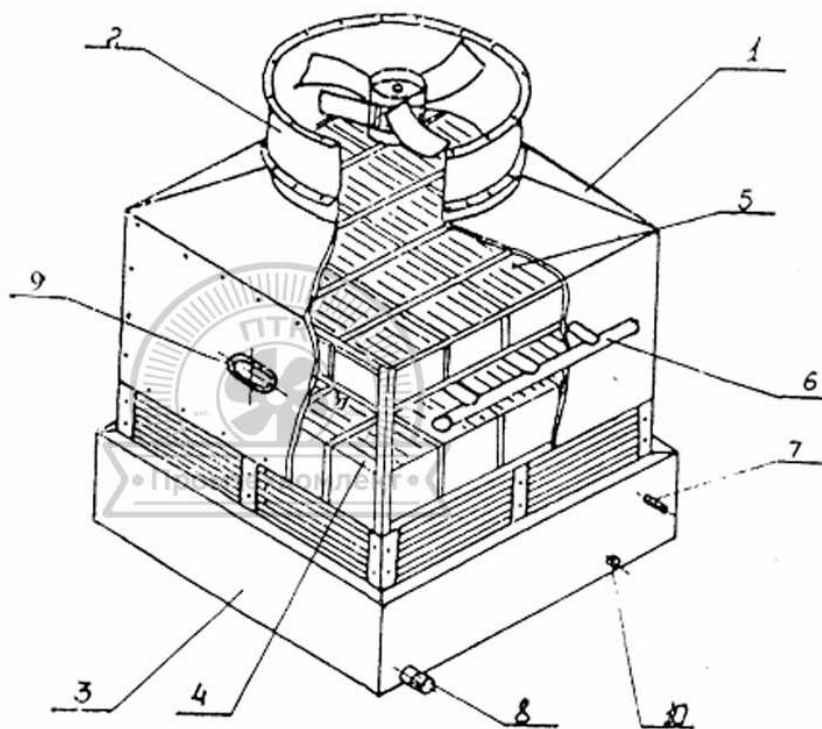
Продуктивність (при температурі зовнішнього повітря по вологому термометру 19°C, вологості зовнішнього повітря 57% і температурі води на вході в градирню 32°C), Вт (ккал/год)	204160 (176000)
Глибина охолодження (різниця між температурою охолодженої води та температурою повітря за вологим термометром), °C, не менше	5
Номінальна кількість води, що циркулює, куб.м/год	32
Витрата повітря, куб.м/год	32000
Охолодження води (при температурі зовнішнього повітря по вологому термометру 19°C, вологості зовнішнього повітря 57% і температурі води на вході в градирню 32°C та номінальній кількості циркулюючої води), °C	5
Витрата води на підживлення, куб.м/год	32
Кількість форсунок, шт.	4
Діаметр форсунок, мм	9
Використовуваний вентилятор осьовий 06-300 (ВОГ)	№12,5
Потужність електродвигуна, кВт	4,0
Число оборотів електродвигуна (синхр.), об/хв	750
Рівень шуму з відривом 3 м до градирні, Дб	70

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Габаритні розміри

Таблиця 3.29

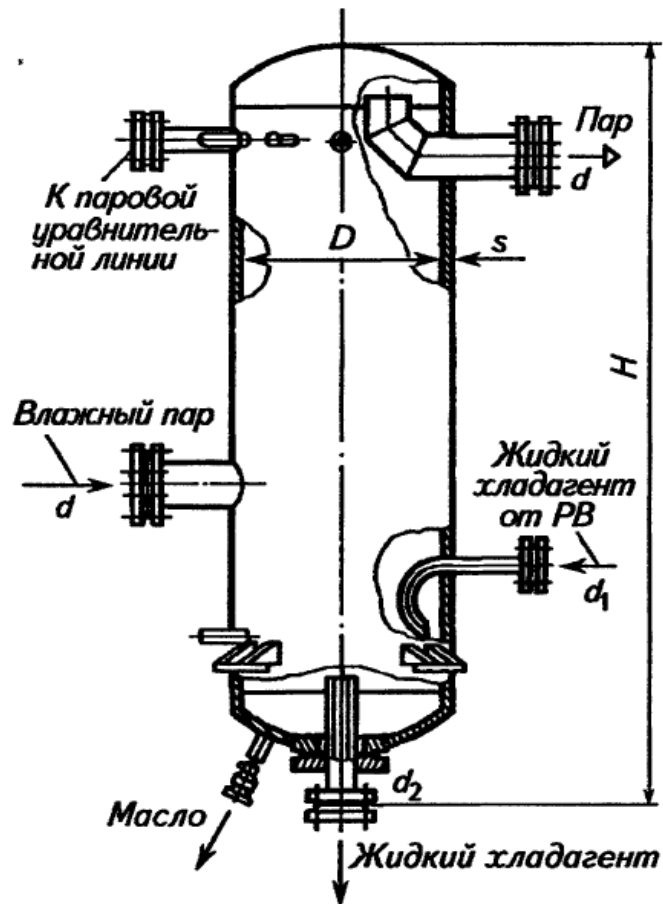
Найменування	ГПВ-160
Довжина, мм	2268
Ширина, мм	2168
Висота, мм	2493
Маса без води, кг, не більше	722



Малюнок 3.14 Градирня

## Розрахунок і підбір відділника рідини

Підбираю віддільник рідини 70 ОЖВ по всмоктувальному патрубку компресора



Малюнок 3.15 Віддільник рідини

### 52. Основные технические данные отделителей жидкости

Типоразмер	Диаметр корпуса $D \times s$ , мм	Высота $H$ , мм	Диаметры штуцеров, мм			Масса, кг
			$d$	$d_1$	$d_2$	
70 ОЖВ	426×9	1725	70	20	40	185

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Арк.

39

## 4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

### 4.1 Організація ремонту та монтажу, експлуатації холодильної установки

Організація ремонту та монтажу холодильного обладнання

Монтаж холодильного обладнання - це комплекс робіт по його пристрою налагодження та тиску в експлуатації.

Розрізняють три різні способи проведення механічних робіт: господарський, підрядний та змішаний.

При господарському способі праці виконується силами підприємства - власника обладнання на його виробничо-технічній базі.

Підрядний вид заснований на виконанні робіт спеціалізованою підрядною спеціалізацією приймаючий заклади від підприємств, експлуатаційних обладнань. Змішаний спосіб проведення робіт передбачає виконання робіт організації, а роботу по монтажу холодильного обладнання проводиться підрядною організацією.

Часткову зміну обладнання, реконструкцію та реорганізацію х/у проводять господарським засобом. Для цього організується бригада з числа робітників, обслуговуючих цю установку. Вона забезпечується інструментом та проходить інструктаж по техніці безпеки.

Перед виконанням робіт необхідно ознайомитись з особливостями конструкції та правилами монтажу нового обладнання. Транспортування обладнання до міста установки повинна здійснюватися у відповідності з вказівками по страховці, приведеним в інструкції заводу виробника.

До зварювальних робіт допускаються тільки зварники які пройшли спеціальну підготовку. Перед проведенням робіт начальник цеху повинен визначити зону у котрій дозволить зварку. При наявності у апарата горючих елементів, зварка у районі монтажу апарата заборонена. У приміщенні не повинно бути розлитого масла, чи інших горючих речовин. Усі засоби пожежегасіння повинні бути перевірені та підготовлені.

При невідповідності існуючих фундаментів на валу обладнання необхідна повна їх заміна.

Монтаж обладнання не утворюючого значних вібрацій може бути вироблений на зварних рамах, встановлених на існуючому фундаменті.

Виготовлення фундаментів компресорів та апаратів.

Фундамент машин та апаратів не повинен бути зв'язаний з фундаментом стін та колон будівлі машинного відділення.

При монтажі КМ найкращим є таке їх розміщування, коли вони встановленні в один чи два ряди, а передня частина КМ виходить у сторону центрального

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проходу, маючого мінімальну величину 1,5 м. Прохід між виступаючими частинами КМ повинен бути не менше 1,0 м.

Для визначення місця розташування фундаментів робиться розмітка по всьому цеху чи провішуються струни на висоті 2-2,2 м імітуючи головні осі обладнання.

Сходи для повішення струн зі сталльної проволочки діаметром 0,5-0,6 мм вбиваючи у стіну з співвідношенням з проектом.

Глибина закладання всіх фундаментів залежить від глибини промерзання ґрунту, рівня ґрунтових вод та властивостей ґрунту.

Глибина закладання фундаменту, котрі виготовляються в не приміщення, повинна бути не менш глибини промерзання ґрунту, а на сипучих ґрунтах перевищує її на 200-300 мм. У обігріваних приміщеннях мінімальну глибину приміщення приймають рівною 50% від глибини промерзання ґрунту, а у необігріваних приміщеннях - 70%.

Спосіб виготовлення фундаменту, заключається у тім, що його масиви залишають гнізда для фундаментних болтів шляхом встановлення виробів із фанери чи балок. Після застигання бетону виріб забирають. В роботі встановленні КМ в ті гнізда опускають болти та заливають бетоном.

При розташуванні обладнання на перекритті наявність останнього масла фундамент встановлюється на розвантажувальній балці, запираючись на вилку поверхність перекриття, стіни чи колон.

Зношування обладнання

### **Експлуатація холодильного обладнання**

Експлуатація холодильної установки містить у собі такі операції: пуск у роботу і вимикання, регулювання режиму роботи, технічне обслуговування і ремонт. У ході експлуатації необхідний аналіз роботи установки з метою своєчасного визначення й усунення неполадок.

Перед пуском компресора перевіряють причину його припинення по змінному часопису, наявність масла в картері не менше 2/3 висоти оглядового скла, наявність манометрів, клейма перевірки на них, справності термометрів, наявність пломб на захисних клапанах і вентилях нагнітальної магістралі, опломбованих у відкритому положенні, можливість повороту компресора вручну, надійність кріплення огорожень частин, що рухаються, наявність заземлення. Насоси охолодної води і холодоносія запускають із закритою засувкою на нагнітанні. Засувку повільно відчиняють при досягненні повного тиску насоса. У системі холодильного агента відкривають усі вентиля, за винятком регулюючих. На компресорі при наявності байпаса останній відкритий, всмоктуючий і нагнітаючий вентиля закриті. Пуск компресора провадиться у напівавтоматичному режимі. Перевіряють наявність різниці тисків мастила по манометрах на сальнику і картері.

						Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При наявності у компресора байпаса відкривають нагнітальний вентиль перевіряючи різницю тисків масла, закривають байпасний вентиль і, спостерігаючи за манометром усмоктування, відкривають усмоктувальний гвинт компресора. Перед зупинкою компресора закривають РВ і відсмокчують ХА із випарника, не допускаючи підвищення температури нагнітання більш 160 С. Це роблять із метою зниження рівня ХА у випарнику для полегшення наступного пуску. Потім закривають усмоктувальний вентиль компресора. Відсмокчують пар із картера компресора до тиску 0 МПа. Зупиняють компресор, закривають нагнітальний вентиль і відкривають байпас. Після цього зупиняють насоси холодоагенту, води і холодоносія.

Оптимальним називається режим роботи, при якому вартість експлуатації мінімальна, забезпечена довговічність машин і апаратів і безпека роботи всієї холодильної установки.

Найбільше економічний режим роботи установки, коли температура кипіння максимально висока, а температура конденсації - низька.

У теплообмінних апаратах і що прохолоджуються помешканнях для забезпечення нормального теплообміну між середовищами зберігається певна різниця температур або температурний напір. Температура кипіння визначається по двохшкальному мановакуумметру, установленому на випарнику. Підвищення температури кипіння на один градус призводить до збільшення холодопродуктивності установки на 4-5% і зменшенню відносної витрати електроенергії на 2-3,5%. Температура конденсації визначається по температурній шкалі манометра, установленого на конденсаторі. Зниження температури конденсації на один градус призводить до збільшення холодопродуктивності на 1-2% і зменшенню відносної витрати електроенергії на 2-3%. Температури усмоктування і нагнітання визначаються по скляних термометрах, установленим на відстані 200-300 мм від запірних вентилів компресора. Основні відхилення від оптимального режиму: знижена температура кипіння; підвищена температура конденсації, нагнітання, і вологий хід компресора.

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

Оптимальний режим роботи холодильної установки.

Оптимальним режимом роботи холодильної установки називається такий режим, при якому вартість експлуатації мінімально забезпечена довговічністю машин та апаратів та безпекою роботи всієї х/у.

Найбільш економічний режим роботи, при якому працює установка, коли температура кипіння максимально висока, а температура конденсації низька.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

## 4.2 Автоматизація холодильної установки

Для ефективної роботи х/у необхідно підтримувати в заданих межах чи змінювати значення одного чи водночас декількох параметрів.

Фізична величина, значення якої не повинно виходити за визначені межі називається регулюючою величиною.

Під автоматизацією розуміють комплекс технічних заходів, частково чи повністю виключаючи участь обслуговуючого персоналу в експлуатації х/у. Розрізняють частково і повністю автоматизовані х/у. При частковій автоматизації, прилади автоматично управляють деякими операціями та проводять захист режимів роботи.

При частковій автоматизації х/у потрібен безперервний догляд за устаткуванням продовж її роботи, однак при цьому можливість скорочення чисельності обслуговуючого персоналу завдяки зменшенню працемісткості обслуговування.

Проектом передбачається часткова автоматизація х/у  
Основні параметри потребуючі захисту.

Небезпечний режим роботи х/у частіше всього виникає при невиконанні нормальних умов експлуатації: зупинення подачі охолоджувальної води на КД, високі температури навколишнього середовища, втрата напруги, при різкому збільшенню теплопритоків в об'єкт та інше. Крім того, небезпечний режим роботи може бути визваний виходом з ладу окремих вузлів та деталей холодильних машин.

Прилади безпеки при появі небезпечних режимів зупиняють КМ, насоси та вмикають аварійну сигналізацію. Використовується, також профілактична зупинка, що зупиняє КМ при порушеннях в роботі, які у випадку продовження роботи можуть привести до небезпечного режиму роботи х/у.

Параметри які підлягають регулюванню.

Регулювання температури повітря в камерах виконується за допомогою температурного реле ТРЭ-106 «ТЭРМ» і працюючого разом з ним соленоїдного вентиля 200RB 4 T 4 фірми «ALCO», соленоїдний вентиль є виконавцем механізмів позиційного режиму дій, призначеним зупинити подачу холодильного агенту у випадку якщо температура повітря в камері понижується нижче потрібної та відкриває подачу холодильного агенту в випарну систему якщо температура в камері підвищується.

Для управління роботою соленоїдного вентиля датчик реле температури увімкнений в коло управління споживання катушки гвентиля. При досягненні потрібної температурив камері спрацьовує реле температури і розмикаються контакти, в коло обмотки соленоїдного вентиля подача напруги на катушку СВ перестає, магнітне поле зникає, шток опускається та закриває соленоїдний вентиль.

Схемою автоматизації передбачено захист КМ від слідкуючих небезпечних режимів роботи:

Зниження різниці тиску масла між тиском у картері КМ та на нагнітаючій стороні масляного насосу (менш 0,05 МПа) - реле різниці тиску FD 113 Z U фірми «ALCO» розмикає контакти магнітного пускача ел. двигуна КМ. При запуску КМ

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

реле часу блокує на 2-3 секунди контакти реле контролю змащення, для необхідного набору оборотів масляного насосу.

При підвищенні температури нагнітання більш ніж 130°C - реле температури ТРЭ-106 «ТЭРМ» відключає КМ.

При підвищенні тиску нагнітання на ступені низького тиску більш ніж 14,5 МПа і пониженні тиску всмоктування менш ніж на 0,5 МПа, двоблочне реле тиску PS2-A7A фірми «ALCO» зупинить КМ.

При зупиненні КМ приборами автоматичного захисту виконується сигналізація, запаленням ліхтарика на пульті управління і вмикається звукова сигналізація. Увімкнення КМ-ра в роботу можливо тільки після з'ясування та виключення причин зупинки компресора.

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Вхідні дані

Таблиця 5.1 - Вхідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1.	Найменування об'єкту	Портовий холодильник
2.	Об'єм будівлі компресорного цеху, м <sup>3</sup>	Компресорний цех
3.	Система охолодження	водна
4.	Холодоагент	аміак
5.	Ємність холодильника, т	720
6.	Марка масла	BSE32
7.	Наявність градирні	ГПВ-160
8.	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	1808
9.	Ступінь автоматизації	часткова
10.	Кількість змін праці	3
11.	Витрати мастила на 1 компресор, кг (одночасна заправка)	40
12.	Витрати аміаку за рік на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	2.8
13.	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(силової/ побутової)	2.49
14.	Ціна 1 т. холодоагенту, грн.	40 000
15.	Ціна 1 т. машинного мастила, грн.	68 000

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	Сумарна Холодопродуктивність компресора, кВт	$t_0$	Номінальна потужність, кВт	Ціна одиниці, грн
1.	Компресор одноступеневий гвинтовий	W6HA	2	72,5	+5	17,78	84 309
2.	Конденсатор	КТГ-40	1				4000
3.	Лінійний ресивер	F1602N	1				37 971
4.	Насос водяний	К 20/30	1			2,7	4 800
5.	Повітроохолоджувач	GL_354 В	4			29,85	92 234
6.	Градирня вентиляторна	ГПВ-160	1			8,5	35 000
7.	Відділювач рідини	70 ОЖВ	1				18 000
8.	Мастилозбирач	125М	1				3000

## 5.2 Розрахунок капітальних вкладень

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

$$C_M = C_H \cdot K_H, \text{ грн}, \quad (5.1)$$

де  $C_H$  – ціна одиниці обладнання, грн.

$K_H$  – кількість даного найменування обладнання, шт.

Розрахунки заносимо в таблицю.

						Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.3 - Загальна вартість обладнання

№	Найменування обладнання	Тип, марка	Кількість, шт	Ціна за 1 обладнання, грн	Сумарна вартість, грн
1	Компресор одноступеневий	W6HA	2	84 309	168 618
2	Конденсатор	КТГ-40	1	4000	4 000
3	Лінійний ресивер	F1602N	1	37 971	37 971
5	Насос водяний	K20/30	1	4 800	4 800
6	Повітроохолоджувач	GL_354B	4	92 234	368 936
7	Градирня вентиляторна	ГПВ-160	1	35 000	35 000
8	Відділювач рідини	70 ОЖВ	1	18 000	18 000
9	Масилозбирач	125M	1	3000	3000
10	Разом сумарна вартість обладнання				640 325
11	Вартість іншого обладнання (10%)				64 032,5
12	Разом розрахункова вартість обладнання				704 357,5

Загальна вартість капіталовкладень  $K_B$  в грн. на будівлю та обладнання компресорного цеху розраховується за формулою:

$$K_B = C_{об} + C_{заг}^{об} \quad (5.2)$$

$$K_B = 0 + 704\,357,5 = 704\,357,5 \text{ грн}$$

де  $C_{заг}^{об}$  – загальна вартість обладнання, грн.

### 5.3 Розрахунок цехових витрат

#### 5.3.1 Розрахунок кількості виготовленого холоду (виробнича потужність)

Виготовлення холоду в стандартних умовах  $Q_{ст}$  в тис кДж, розраховується за формулою :

$$Q_{ст} = \sum (Q_0 \cdot K_l \cdot 19440) \quad (5.3)$$

						Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{ст} = 72,5 * 0,72 * 19\ 440 = 1\ 014\ 768 \text{ тис. кДж}$$

де  $Q_0$  – сумарна розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;(див. табл.5.2)

$K_n$  – середньозважений коефіцієнт переводу праці компресора з робочих умов у стандартні:

- (0,5 при температурі 5<sup>0</sup>С,
- 0.76 – при температурі -10,
- 1.2 –при температурі -15,
- 1.8 – при температурі -20,
- 2.9 - при температурі -40 )

### 5.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали містять в собі витрати на поповнення системи аміаком, змащуючим мастилом.

Розрахунки проводяться у таблиці 5.4

						Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.4-Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення та розрахунок	Сума, грн
1.Сумарна холодопродуктивність, кВт	$\Sigma Q_0$	72,5
2.Середня питома норма расходу аміаку, кг/1кВт	$q_a$	2,8
3.Середній коефіцієнт втрат аміаку при ремонтах	$K_p$	1.15
4. Ціна 1 кг аміаку, грн	$Z_{x.a.}$	40
5.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1.15
<b>6.Витрати на поповнення системи аміаком, грн</b>	$C_{x.a.}=\Sigma Q_0*q_a *K_p*Z_{x.a.}*K_{x.a.}$	<b>10 738,7</b>
Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	$m$	40
Кількість компресорів, шт;	$n$	2
Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	$K_B$	1,2
Кількість разів змін масла за рік	$R$	1
Ціна 1 кг мастила, грн;	$Z_M.$	186
Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	$K_M.$	1.15
<b>Витрати на поповнення мастила, грн</b>	$C_{M=m* n*K_B*R *Z_M.*K_M.}$	<b>20 534,4</b>
Разом:	$C_p =C_{x.a}+ C_M$	2 053,44
Інші витрати (5%)	$C_i=C_p*5/100$	6 255,655
<b>Усього:</b>	$C_{д.м} =C_p+ C_i$	<b>22 587,84</b>

### 5.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергії

Річне споживання електроенергії (у грн) розраховується у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5-Розрахунок споживання силової електроенергії

						Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Номинальна потужність, кВт Wh.	Коефіцієнт використання обладнання Кв.об..	Кількість устаткування Куст.	Фонд робочого часу, годин Чрік	Загальна потреба в електроенергії, кВт/годин  Wзаг= Wh.*Кв.об * Куст.* Чрік	Витрати на силову електроенергію в грн,  Cw= Wзаг* Це
1	Компресор одноступеневий	W6HA	17,12	0,85	2	5400	157 161,6	X
2	Насос водяний	К 20/30	2,7	0,85	1	3000	6 885	X
3	Повітроохолоджувач	GL_354B	29,85	0.6	4	3 000	214 920	X
4	Градири вентиляторна	ГПВ-160	8.5	0.6	1	3000	15 300	X
6	Усього	X	X	X	X	X	394 266,6	981 72 3,834

Це- ціна 1кВт електроенергії, грн (2.49)

### 5.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху

						Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунки заносимо в таблицю 4.6:

Таблиця 4.6. Розрахунок нормативної чисельності машиністів та слюсарів

Холодопродуктивність компресора, кВт	Конструктивні особливості	Холодильний агент	Ступінь автоматизації	Нормативна чисельність на 1 компресор	Кількість компресорів, шт	Поправочний коефіцієнт	Розрахункова чисельність машиністів, чол.
72,5	Поршневий	аміак	повна	0,9	2	0,8	1,44
Разом:	-	-	-	-	-	-	1,44

Чисельність машиністів та слюсарів в цілому для холодильної установки розраховується за формулою:

$$Ч_{ЗАГ} = Ч_{БР} \cdot \sum Ч_i, \text{ чол} \quad (5.4)$$

де:  $Ч_i$  – норматив чисельності по кожній групі холодильних компресорів, які диференційовані за холодопродуктивністю;

$Ч_{БР}$  – число бригад при 3- змінній роботі (4 бригада).

$$Ч_{ЗАГ} = 4 * (1,44) = 5,76 = 6$$

### 5.3.5 Розрахунок річного фонду заробітної платні виробничого персоналу компресорного цеху

Погодинна тарифна ставка кожного розряду розраховується від тарифної ставки першого розряду.

Тарифна ставка першого розряду розраховується за формулою:

$$Тс1 = ЗП / Г, \text{ грн} \quad (5.5)$$

$$Тс1 = 6700 / 162.58 \text{ год} = 40.46 \text{ грн}$$

де:

Зп – мінімальна заробітна платня, встановлена державою, грн.

Г – кількість годин роботи у місяць.

Мінімальна зарплата у погодинному вимірі з 01.10.2022 по 31.12.2022 (Див. <https://www.golovbukh.ua/article/ru/9085-chasovye-tarifnye-stavki-v>) дорівнює

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

6700грн.

6700 грн – мінімальна місячна заробітна плата, грн

162.58 годин – середньомісячна кількість робочих годин (1987/12 =162.58)

(Норма тривалості робочого часу в годинах при 40-годинному робочому тижні – 1987 год) ( Див. <https://services.dtkk.ua/>)

Тарифна ставка другого та послідуєчих розрядів розраховується за формулою:

$$T_{c6} = T_{c1} * TK_6, \text{ грн} \quad (5.6)$$

де: ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу

Розрахунок тарифної ставки 6 розряду:

$$T_{c(6p)} = T_{c(1p)} * TK.$$

Где ТК – тарифний коефіцієнт до тарифної ставки 6 розряду

$$T_{c(6p)} = 40.46 * 1.80 = 72,828 \text{ грн.}$$

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу розраховується за формулою:

$$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K, \text{ грн} \quad (5.7)$$

де:  $T_c$  – середня годинна тарифна ставка, грн

$E_{\phi}$  – ефективний фонд робочого часу, годин;  $(365-108-13-18)*8=1808$

$K$  – кількість працівників компресорного цеху.

$$T_c = (40.46 + 72,828) / 2 = 56.64 \quad (5.8)$$

$$T_{\phi} = 56.64 * 1808 * 6 = 611827,2, \text{ грн}$$

Основні фонди заробітної плати розраховуються за формулою:

$$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D, \text{ грн} \quad (5.9)$$

$$O_{\phi} = 611 827,2 + 184330 = 796 157,2 \text{ грн}$$

де:  $T_{\phi}$  – тарифний фонд зарплати, грн;

$\sum D$  - сума доплат за умови праці та нічний час, грн.(45% від тарифного фонду заробітної плати).

$$\sum D = T_{\phi} * 45 / 100, \text{ грн} \quad (5.10)$$

$$\sum D = 611 827,2 * 45 / 100 = 275 322,24, \text{ грн}$$

$$O_{\phi} = 611 827,2 + 275 322,24 = 887 149,44, \text{ грн}$$

						Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

$$D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d) / 100, \text{ грн} \quad (5.12)$$

де:  $d$  – процент додаткового фонду(10%)

$$D_{\phi} = \frac{611\,827,2 \cdot 10}{100} = 61\,182,72, \text{ грн.}$$

Річний фонд розраховується за формулою:

$$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}, \text{ грн.} \quad (5.13)$$

$$P_{\phi} = 887\,149,44 + 61\,182,7 = 948\,332,14, \text{ грн}$$

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

$$B_c = (P_{\phi} \cdot p) / 100, \text{ грн} \quad (5.14)$$

де:  $p$  – відсоток відрахувань від річного фонду(ЄСВ=22%)

$$B_c = 948\,332,14 \cdot 22 / 100 = 208\,633, \text{ грн}$$

#### 5.4 Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

Для розрахунку собівартості одиниці холоду необхідно розрахувати калькулювання цехової собівартості 1000 кДж холоду.

Собівартість одиниці холоду  $C_{\text{ст.заг.1000кДж}}$  в грн, розраховується за формулою:

$$C_{\text{ст.заг.1000кДж}} = \frac{C_{\text{ст}}}{Q_{\text{ст}}}, \text{ грн} \quad (5.15)$$
$$C_{\text{ст.заг.1000кДж}} = \frac{2\,635\,442,884}{1\,014\,768} = 2,59 \text{ грн}$$

де  $C_{\text{ст}}$  – цехова собівартість, грн.

$Q_{\text{ст}}$  - річний виробіток холоду

Розділив витрати по кожній статті витрат на річну виробку холоду в стандартних умовах, отримаємо собівартість одиниці холоду по кожному виду витрат.

Усі розрахунки заносяться у таблицю.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Таблиця 5.7 -Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

№	Статті витрат	Сума витрат, грн	
		На річний виробіток	На одиницю холоду, грн
1	Допоміжні матеріали(Сд.м.-таб.4.4)	22 587,84	0,02
2	Зарплата виробничих працівників	948 332,14	0,93
3	Відчислення від зарплати	208 633	0,2
4	Електроенергія силова	981 723,834	0,97
5	Цехові витрати( ЗПвир.прац.*1.5)	474 166,07	0,46
6	Разом цехова собівартість (С <sub>ст</sub> )	2 635 442,88	2,59

### 5.5 Основні техніко-економічні показники проекту

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 5.8 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1	Найменування об'єкту	Портовий холодильник
2	Система охолодження	безпосередня
4	Холодильний агент	аміак
5	Марка масла	BSE32
6	Ступінь автоматизації	часткова
7	Сума капіталовкладень, грн	250 360
8	Холодопродуктивність компресорів , кВт	145
9	Кількість компресорів, шт	2
10	Річний виробіток холоду , тис. кДж.	1 235 800,8
11	Цехова собівартість, грн	2 635 442,884
12	Собівартість одиниці холоду, грн..	2,59
13	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	6

## 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

### Вступ

До роботи з холодильником допускаються особи віком не молодше 18 років, пройшли навчання, медичний огляд, вступний інструктаж з охорони праці і техніці безпеки та первинний інструктаж на робочому місці, пройшли медичний огляд та одержали дозвіл працювати і мають не нижче 2-ї групи допуску з електробезпеки.

### 6.1. Аналіз та безпека умов праці працівника на робочому місці

#### 6.1.1 Організація робочого місця

На портовому холодильнику це система заходів щодо його оснащення засобами і предметами праці і розміщенню їх у визначеному порядку.

Організація обслуговування робочого місця означає його забезпечення засобами, предметами праці і послугами, необхідними для здійснення трудово-го процесу. Основна мета організації робочого місця є досягнення високоякісного й економічно ефективного виконання виробничого завдання у встановлений термін на основі повного використання устаткування, робочого часу, застосування передових методів праці з найменшими фізичними зусиллями, створення безпечних і сприятливих умов ведення робіт.

#### 6.1.2 Освітлення приміщення та робочого місця.

Близько 90 % інформації людина сприймає через зоровий аналізатор. При цьому світло впливає не лише на функцію органів зору, а й діяльність організму в цілому. У разі поганого освітлення людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно. Освітлення нормується ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

На портовому холодильнику освітлення повинно:

- створювати на робочі поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і є не нижчою за встановлені норми;
- забезпечити достатню рівномірність і постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частоти адаптації органів зору;
- не створювати осліплення як від самих джерел освітлення, так і інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- не створювати на робочій поверхні різких і глибоких тіней;
- забезпечувати розрізнення деталей контрасті поверхонь, що освітлюються;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

- не створювати небезпечних і шкідливих виробничих чинників (шум, теплові випромінювання, небезпека ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпека світильників);
- освітлення повинно бути надійним і простим в експлуатації, економічним та естетичним.

### 6.1.3 Оснащення і планування робочих місць

Елементами оснащення робочих місць є основне і допоміжне обладнання, технологічна і організаційна оснастка.

Допоміжне обладнання на портовому холодильнику складається з підйомних пристроїв, різноманітних транспортерів, контрольних приладів, випробувальних стендів та інших підсобних засобів.

Технологічне оснащення включає інструментарій і технічну документацію.

До організаційної оснащення відносяться:

- пристрої для розміщення і зберігання на робочих місцях технологічного оснащення, заготовок, сировини, матеріалів, готових виробів, відходів;
- виробнича меблі;
- засоби сигналізації і зв'язку, місцевого освітлення;
- предмети догляду за устаткуванням і робочим місцем (щітки, маслянки, гачки, тощо);
- огорожувальні та запобіжні пристрої;
- деталі виробничого інтер'єру.

### 6.1.4 Вимоги безпеки під час роботи.

Працівник повинен:

- Працювати тільки з справним обладнанням
- Пам'ятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці, техніки безпеки та пожежної безпеки.
- Перед початком роботи одягти спецодяг і провести його в належний вигляд. Відкрити квартиру, провітрити приміщення.
- Перед початком роботи необхідно провести огляд.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

## 6.2 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

Заходи щодо пожежної безпеки у холодильниках слід проектувати з урахуванням вимог ДБН В.1.1-7. У випадку технологічної необхідності експлуатації приміщень холодильника у якості складських приміщень з вимкненим холодопостачанням, необхідно передбачати в даних приміщеннях, відповідно до категорії по вибухопожежній небезпеці, систему автоматичного пожежогасіння з урахуванням вимог ДБН В.2.5-56, систему протидимного захисту, інші інженерні системи та забезпечення евакуації згідно з вимогами ДБН В.2.2-43.

До холодильників допускається прибудовувати виробничі і адміністративно-побутові приміщення, які повинні відокремлюватися:

- для будівель I та II ступеня вогнестійкості – протипожежними стінами 1-го типу;
- для будівель III- IVa ступеня вогнестійкості – протипожежними стінами 3-го типу.

При цьому такі приміщення повинні мати евакуаційні виходи, які ведуть безпосередньо назовні згідно з ДБН В.1.1-7.

Ступінь вогнестійкості холодильників залежно від категорії будівлі за вибухопожежною та пожежною небезпекою (далі - категорія), кількості поверхів будівлі та від площі поверху в межах протипожежного відсіку слід приймати згідно із таблицею 6.1

						Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Таблиця 6.1- Ступінь вогнестійкості холодильників**

Ступінь вогнестійкості будівлі	Категорія будівлі	Максимальна кількість поверхів будівлі	Максимальна площа поверху в межах протипожежного відсіку, м <sup>2</sup>
I, II	B	6	10500
	D	6	не обмежується
III	B	1	3500
	D	1	5200
IIIa	B	1	7800
	D	1	не обмежується
IIIб	B	1	7800
	D	1	10500
IV	B	1	2200
	D	1	3500
IVa	B	1	3500
	D	1	5200
V	B	1	1200
	D	1	2200

- Примітка 1.** Площу поверху в межах протипожежного відсіку визначають згідно із ДБН В.1.1-7.
- Примітка 2.** Допускається збільшувати площу протипожежного відсіку удвічі за наявності спринклерної системи пожежогасіння, що відповідає ДСТУ EN 12845, за винятком будівель IIIб, IV, IVa та V ступенів вогнестійкості.
- Примітка 3.** Категорію будівель та приміщень холодильників за вибухопожежною та пожежною небезпекою встановлюють відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36.
- Примітка 4.** Холодильники ємністю 700 т та більше повинні бути не нижче II ступеня вогнестійкості, від 250 до 700 т – III ступеня вогнестійкості. Ємність холодильників IVa ступеня вогнестійкості повинна становити не більше ніж 2000 т, IIIa ступеня вогнестійкості – не більше ніж 5000 т (за винятком зберігання картоплі, овочів і фруктів).

При розміщенні в одній будівлі або приміщенні технологічних процесів з різною вибухопожежною та пожежною небезпекою слід передбачати заходи щодо попередження вибуху та поширення пожежі.

У холодильниках блок зберігання (охолоджувані приміщення з транспортним коридором) слід відокремлювати від виробничого блоку та решти технічних приміщень протипожежною стіною (перекриттям) 1-го типу у будівлях I ступеня вогнестійкості, протипожежною стіною (перекриттям) 2-го типу у будівлях II, III та IIIб ступенів вогнестійкості, протипожежною стіною 3-го типу у будівлях IIIa, IV та IVa ступенів вогнестійкості.

Евакуаційні коридори слід відокремлювати від інших приміщень: - для будівель I, II, III, IIIa та IIIб ступенів вогнестійкості протипожежними перегородками 1-го типу та переkritтями 3-го типу (для багатоповерхових холодильників); - для будівель IV, IVa ступенів вогнестійкості протипожежними перегородками 2-го типу. У будівлях категорії B (крім будівель V ступеня

вогнестійкості) евакуаційні коридори слід розділяти через кожні 60 м протипожежними перегородками 2-го типу з дверима 3-го типу.

Евакуаційні виходи не допускається передбачати через приміщення категорій А, Б та протипожежні тамбур-шлюзи при цих приміщеннях. Допускається передбачати один евакуаційний вихід (без влаштування другого) через приміщення категорій А і Б з приміщень, які розташовані на тому ж поверсі та в яких розміщено інженерне обладнання для обслуговування таких приміщень категорій А і Б, і в яких виключено постійне перебування людей. При цьому відстань від найвіддаленішої точки таких приміщень з інженерним обладнанням до евакуаційного виходу з приміщень категорій А та Б не перевищує 25 м.

**Процес гасіння пожеж** в холодильних установках має цілий ряд особливостей, які обумовлюються ускладнюють факторами як то обмежена кількість дверей і невелика площа. З цієї причини в палаючих холодильних камерах швидко починається задимлення, піднімається температура і накопичуються продукти неповного згоряння через недостатню кількість кисню і утворення СО.

Крім цього в приміщеннях холодильників немає природного освітлення, часто пошкоджуються випарні батареї і трубопроводи, що теж істотно ускладнює роботу пожежників: розвідку, орієнтування, ліквідацію загорянь.

Для гасіння пожеж в холодильниках найчастіше використовується вода. Струмені при цьому повинні бути компактні і максимально розпорошені. Подаватися вода повинна зі стовбурів типу РС-50. Якщо немає загрози зіпсувати продукти, то можна використовувати воду з змочувачем або середньої кратності піну.

При цьому у кожного розтину повинні знаходитися 1-2 стовбура. Для розкриття стін і перекриттів можна використовувати як підручні, так і спецзасоби: механізований інструмент, автомобілі техслужби, пересувні компресійні установки.

						Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Б.К. Явнель Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. — 3-е изд. перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1989.
2. Кондрашова Н.Г. , Лашутина Н.Г. Холодильно-компрессорные машины и установки. — М.: Высша школа , 1980.
3. Кошкин Н.М. и др. Тепловые и конструктивные расчеты холодильны машин. — Л.,Машиностроение , 1976.
4. Чумак И.Г.,Чепурненко В.П. и др. Холодильные установки-М.:Агропромиздат, 1991.
- 5 Мальгин Ю.В., Мальгина Е.В., Суедов В.П. Холодильные машины и установки .- - М.:Пищевая промышленность,1980.
- 6 Крылов Ю.С., Пирог П.И. и др. Проектирование холодильников — М.: Пищевая промышленность,1972.
- 7 Проектирование холодильных сооружений. Справочник холодильная техника.-- М.: Пищевая промышленность, 1978.
- 8 Закон України “Про охорону праці”.
- 9.Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, затверджене наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 04.04.1994р., №30.
10. Закон України “Про пожежну безпеку”.
11. Охрана труда при обслуживании холодильных установок», Самойлов А.И., Игнатъев В.П., М., 1989г.
12. “ Основы охорони праці” Купчик М.П., Гандзюк М.П., К., 2000р.
13. Журнали «Холод», »Холодильное дело», «Холодильная техника».
14. Бойчик І.М Економіка підприємства: підручник. / І.М.Бойчик. – К.: Кондор – Видавництво.

						Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Оператор:**

**Беркань І.В.**

**Художній дизайн та макет:**

**Беркань І.В.**

**Матеріал є власністю Одеського технічного коледжу.  
Передрук матеріалів тільки з дозволу адміністрації коледжу.**

Результати зовнішньої експертизи дипломних і курсових проектів, яка проводилась ведучими спеціалістами ПАТ «Одеський припортовий завод», ЗАО «Ереміївський м'ясокомбінат», ТОВ «Одеський завод «Нептун» свідчать про різноманітність і актуальність тем курсових і дипломних проектів, високу якість робіт студентів.

Тематика проектів охоплює галузі застосування штучного холоду в харчовій, переробній, хімічній промисловості, в сфері громадського харчування, у побуті. В дипломних проектах багато уваги приділено питанням забезпеченню штучним холодом основних технологічних процесів, монтажу, обслуговуванню холодильного обладнання, автоматизації холодильної установки, дотриманню вимог техніки безпеки, охорони праці і навколишнього середовища.

Ступінь підготовки студентів відображається в успішності на протязі усього періоду навчання студента, у відгуках керівників дипломних проектів, у рецензіях на дипломні проекти, що надають провідні спеціалісти холодильної промисловості, в звітах голови ДЕК по захисту дипломних проектів.

Аналіз результатів останньої екзаменаційної сесії свідчать, що якість навчання в Одеському технічному коледжі ОНАХТ відповідає вимогам акредитації (табл.. 5).

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61