

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: МХ - 54

# Дипломний проект

студента денного відділення

МХ 54. 002. 000 ДП

**Бондаренко Олега  
Олександровича**

м. Одеса  
2022 р.





## Вступ

Метою дипломного проекту передбачено закріплення, поглиблення й узагальнення студентами знань, отриманих під час навчання, і вироблення вміння самостійно застосовувати ці знання в їхньому комплексі для творчого рішення конкретної інженерної задачі. Виконання курсового проекту по холодильних установках є важливим етапом підготовки студента до дипломного проектування. У процесі проектування студенти повинні використовувати придбані загальнонаукові знання, використовувати наукову і довідкову літературу, Держстандарти, типові проекти, довідники, кошторисні норми. Робота над проектом повинна сприяти оволодінню розрахунками з використанням сучасних методів прикладної математики й ЕОМ, а також складанню техніко-економічних обґрунтувань прийнятих рішень. Приступаючи до виконання курсової і дипломної роботи, студент докладно знайомитися зі станом і досягненнями в області науки і техніки по даному питанню, використовуючи періодичні спеціальні вітчизняні і закордонні видання, реферативні збірники, патентну літературу. При роботі над курсовим проектом варто використовувати методичні вказівки кафедри «Холодильно-компресорних машин і установок» ОТК із розрахунку і проектуванню охолодних систем і елементів схеми. Обсяг і зміст розрахункової і графічної частини проекту установлюється викладачем-керівником проекту й оформляється у виді індивідуального завдання на курсове проектування. В індивідуальному завданні повинні бути зазначені також терміни виконання основних розділів і термінів захисту, література, яку варто використовувати при виконанні проекту. Теми курсових проектів затверджуються на засіданні кафедри. Курсовий проект виконується в плані VIII семестру. У процесі виконання курсового проекту викладач здійснює керівництво проектуванням, консультує відповідно до плану-графіка навчального процесу, коректує представлений розрахунково-графічний матеріал, дає необхідні рекомендації, у студент регулярно відвідує консультації, представляє результати проектування і виконує розділи проекту відповідно до календарного плану. Курсове проектування завершується захистом студентом проекту перед комісією на кафедрі.

					MX54.00 02 000. ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

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

Тип проектованого холодильника, спеціальні особливості холодильника даного типу, поверховість холодильника. Конструктивна схема будови холодильника. Прийнято сітку колон, коротку технічну характеристику фундаменту, підлог, колон, стін, перегородок, покриття холодильника. Характеристика тепло- та пароізоляції. Двері холодильних камер Тип холодильної установки. Характеристика вибраної системи охолодження. Засоби охолодження камери холодильника.

## 1.2 Вихідні дані

Ємність проектованого холодильника (для розподільного, торгово-заготівельного та фруктов-овочесховища).

Продуктивність т/добу або т/змінa (для м'ясокомбінатів, фабрики морозива, кондитерської фабрики, молокозаводу, дріжджового заводу).

Місце передбачуваного будівництва. Температурно – волога характеристика клімату в зоні передбачуваного будівництва. Список вантажів для зберігання у камерах холодильника. Рецептури харчових виробів основного виробництва, до складу яких належить проектований холодильник (кондитерська фабрика, фабрика морозива, масложиркоїбінат та ін.)

## 1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Обґрунтування будови холодильника, типу холодильної установки, вибір холодильного агента та схеми технологічного процесу.

					MX 54.00 02 001.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 3.1 Розрахункові дані

Розрахункова температура зовнішнього повітря:

Літня, 29 °С;

Зимова, -25 °С;

Відносна вологість зовнішнього повітря;

Літня, 68 %;

Зимова, 81.5%;



					MX 54.00 02 003.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2 Розрахунок будівельних площ

Будівельну площу камер схову визначаємо по формулі:

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

де,

$q_v$  - норма навантаження на  $1 \text{ м}^3$  вантажного обсягу камери,  $\left(\frac{\text{т}}{\text{м}^3}\right)$ ;

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

$\beta$  - коефіцієнт використання площі камер, що враховує площу камери, зайняту колонами проходами.

де  $\beta=(0.75-0.8)$ ,  $h_{\text{гр}}=3.6(\text{м})$ ,

Приймаю  $\beta=0.75$ ,  $h_{\text{гр}}=3.6\text{м}$ ,

Зберігання яблук та груш

Укладання на піддонах,  $q_v = 0.34 \left(\frac{\text{т}}{\text{м}^3}\right)$ ,

$$F_{\text{буд}} = \frac{92}{0.36 \cdot 3.6 \cdot 0.75} = 100 \text{ м}^2.$$

Число будівельних прямокутників  $n$ , розраховуємо по формулі:

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

де,

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

Сітку колон  $f$  приймаємо  $6 \times 6$ ;

$$n = \frac{95}{6 \cdot 6} = 2.8.$$

$n_d$  приймаємо 3;

Дійсна місткість камери, т:

$$V_{\text{к.д}} = V_{\text{к.р}} \cdot \frac{n_d}{n}, \text{ т} \quad (3.3)$$

$$V_{\text{к.д}} = 92 \cdot \frac{3}{2.8} = 99 \text{ т}.$$

Усі розрахунки зводимо до таблиці

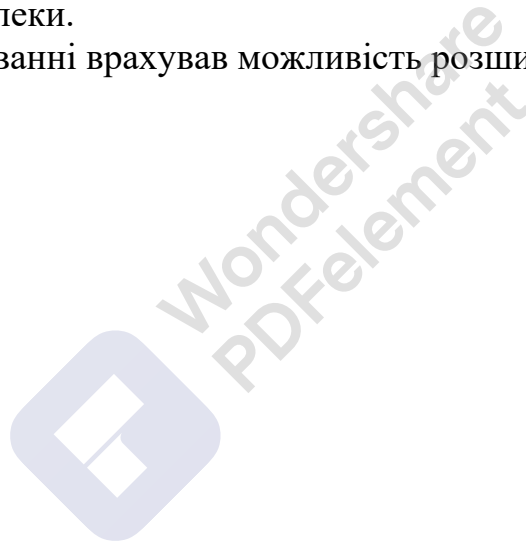
Таблиця 3.1 - Розрахунок будівельних площ

$V_{\text{к.р}}$ т	$q_v$ $\left(\frac{\text{т}}{\text{м}^3}\right)$ ;	$h_{\text{гр}}$ м	$\beta$	$F_{\text{буд}}$ $\frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$	$f$ $\frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$	$n$	$n_d$	$V_{\text{к.д}}$ т
92	0.34	3.6	0.75	100	6x6	2.8	3	99

### 3.3 Вимоги до планування

Під плануванням розуміють розміщення всіх камер зберігання та допоміжних приміщень холодильника з урахуванням їх призначення, кількості та розмірів. Для забезпечення найбільш раціонального планування слід дотримуватись наступних правил.

1. Планування відповідає схемі технологічного процесу виробництва та сприяє послідовності операцій холодної обробки (передбачати найкоротші шляхи перевезень у холодильнику, не допускати зустрічних потоків вантажу).
2. Планування повинне сприяти зменшенню початкових витрат на будівлю холодильника.
3. При плануванні вибрав такі розміри та форму холодильника і так розташуйте в ньому камери, щоб теплоприпливи зовні та між камерами були мінімальними.
4. Планування відповідає прийнятій системі охолодження.
5. Планування холодильника відповідає вимогам правил техніки безпеки та протипожежної безпеки.
6. При плануванні врахував можливість розширення холодильника.



					MX 54.00 02 003.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.4 Планування холодильника



де,

1-Заїзд на автоплатформу вантажних машин.

2-Покриття навісом.

Камери №1,3 – камери зберігання яблук при температурі (+2°C), та вологістю (85-90%).

Камери №2 – камера зберігання груш при температурі (+2°C), та вологістю (85-90%).

С.П - службове приміщення.



Розрахунок внутрішніх стінових панелей:

$$k_0^{TP} = 0.4925 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$\alpha_B = 8 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$\alpha_3 = 8 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$\sum \frac{\sigma_i^i}{\lambda_i} = 0.543 \text{ (Внутрішня стінова панель);}$$

$$\lambda_{i3} = 0.05 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$\sigma_{i3} = 0.05 \cdot \left[ \frac{1}{0.4925} - \left( \frac{1}{8} + 0.543 + \frac{1}{8} \right) \right] = 0.062 \text{ м;}$$

$\sigma_{i3}^{\text{Д}}$  приймаємо 0.075 м ( де 1-по 50 та 1-по 25 мм );

$$k_0^{\text{Д}} = \frac{1}{\left( \frac{1}{23} + 0.543 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0.075}{0.05}} = 0.44$$

Розрахунок покриття охолоджуваних приміщень:

$$\sum \frac{\sigma_i^i}{\lambda_i} = 0.079 \text{ (Для покриття охолоджуваних приміщень);}$$

$$k_0^{TP} = 0.395 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$\alpha_B = 9 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$\alpha_3 = 23 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$\sigma_{i3}^{TP} = 0.05 \cdot \left[ \frac{1}{0.395} - \left( \frac{1}{23} + 0.079 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0.116 \text{ м;}$$

$\sigma_{i3}^{\text{Д}}$  приймаємо 0.125 м ( де 2-по 50 та 1-по 25 мм );

$$k_0^{\text{Д}} = \frac{1}{\left( \frac{1}{23} + 0.079 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0.125}{0.05}} = 0.365$$

Розрахунок перегородок:

$$\sum \frac{\sigma_i^i}{\lambda_i} = 0.076 \text{ (Для перегородок);}$$

$$k_0^{TP} = 0.58 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

Коефіцієнти тепловіддачі по обидва боки перегородок приймаємо однаковими,

$$\alpha_B \text{ та } \alpha_3 = 9 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$\sigma_{i3}^{TP} = 0.05 \cdot \left[ \frac{1}{0.58} - \left( \frac{1}{9} + 0.076 + \frac{1}{9} \right) \right] = 0.071 \text{ м}$$

$\sigma_{i3}^{\text{Д}}$  приймаємо 0.075 ( де 1-по 50 мм та 1-по 25 мм );

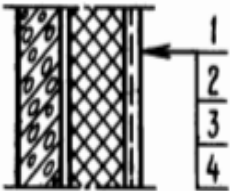
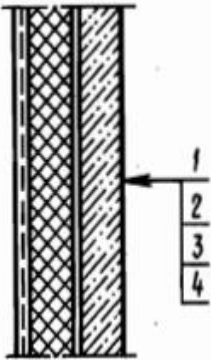
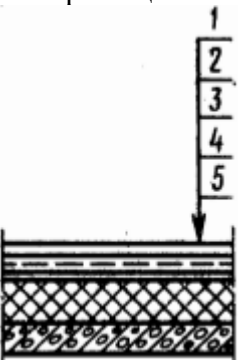
$$k_0^{\text{Д}} = \frac{1}{\left( \frac{1}{23} + 0.076 + \frac{1}{9} \right) + \frac{0.075}{0.05}} = 0.55$$

Таблиця 3.2 - Розрахунок будівельних площ

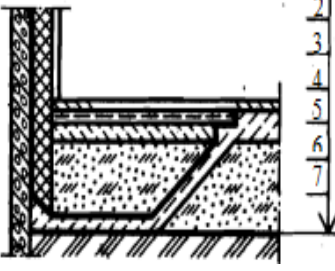
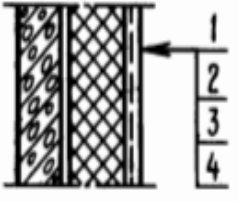
Огородження	$\alpha_3$	$\alpha_b$	$\sum \frac{\sigma_i}{\lambda_i}$	Товщина теплоізоляційного шару, м		Коефіцієнт теплопередачі $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}\right)$	
				$\sigma_{\text{із}}^{\text{ТР}}$	$\sigma_{\text{із}}^{\text{Д}}$	$k_0^{\text{ТР}}$	$k_0^{\text{Д}}$
Зовнішня стінова панель +2°C	23	9	0.108	0.106м	0.125м	0.42	0.36
Внутрішня стінова панель +2°C	8	8	0.543	0.062	0.075	0.4925	0.44
Перегородки +2°C	9	9	0.076	0.071м	0.075м	0.58	0.55
Покриття охолоджуваних приміщень	23	9	0.079	0.116м	0.125м	0.395	0.365

Wondershare  
PDFelement

Таблиця 3.3 - Конструкції огорожень

Найменування і конструкція огорожень	Найменування і матеріал шару	На шару $\delta_i, \text{м}$	Коеф. теплопровідності $\lambda_i, \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}\right);$	Тепловий опір $R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}\right);$
<p>Зовнішня стінова панель</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. визначити 0,004 0,140</p>	<p>0,98 0,05 0,30 1,86</p>	<p>0,020 Треба визначити 0,013 0,075  <math>\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 0,108</math></p>
<p>Внутрішня стінова панель</p> 	<p>1. Панель з керамзитобетону (<math>\rho = 1100 \text{кг/м}^3</math>) 2. Пароізоляція – 2 шари 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  <math>\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 0,543</math></p>
<p>Покриття охолоджуваних приміщень</p> 	<p>1. 5 шарів гідроізола на бітумній мастиці 2. Стяжка з бетону по метал. сітці 3. Пароізоляція (шар пергаміну) 4. Плитна теплоізоляція ПСБ-С 5. Залізобетонна плита покриття</p>	<p>0,012 0,040 0,001 треб. визн. 0,035</p>	<p>0,3 1,86 0,15 0,05 2,04</p>	<p>0,040 0,022 Не врах. — 0,017  <math>\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = 0,079</math></p>

## Продовження таблиці 3.3 - Конструкції огорожень

<p>Підлога охолоджуваних приміщень</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Монолітне бетонне покриття з важкого бетону.</li> <li>2. Підстиляючий шар (бетон або залізобетон).</li> <li>3. Керамзитобетонна стяжка</li> <li>4. Засипний теплоізоляційний матеріал (керамзитовий гравій та ін.).</li> <li>5. Насипний ґрунт</li> <li>6. Бетонна підготовка.</li> <li>7. Ґрунт основи.</li> </ol>	<p>0,050</p> <p>0,100</p> <p>0,240</p> <p>0,30</p> <p>0,200</p> <p>0,100</p> <p>-</p>	<p>1,86</p> <p>0,68</p> <p>0,79</p> <p>0,20</p> <p>1,16</p> <p>0,68</p> <p>-</p>	<p>0,026</p> <p>0,015</p> <p>0,30</p> <p>1,5</p> <p>0,17</p> <p>-</p> <p>-</p> <p><math>\sum \frac{\sigma_i}{\lambda_i} = 2,15</math></p>
<p>Перегородки</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці.</li> <li>2. Теплоізоляція ПСБ-С.</li> <li>3. Пароізоляція 2 шари гідроізола на бітумній мастиці.</li> <li>4. Зовнішній шар з важкого бетону.</li> </ol>	<p>0,02</p> <p>Треба. визначити</p> <p>0,004</p> <p>0,080</p>	<p>0,98</p> <p>0,05</p> <p>0,30</p> <p>1,86</p>	<p>0,020</p> <p>Треба визначити</p> <p>0,013</p> <p>0,043</p> <p><math>\sum \frac{\sigma_i}{\lambda_i} = 0,076</math></p>



Північ.

$$k_d=0.36 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$Q_{1\tau} = 0.36 \cdot 28.8 \cdot (29-2) \cdot 10^{-3} = 0.280 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1c} = 0.36 \cdot 28.8 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.154 \text{ (кВт)};$$

$$Q_1 = 0.280 + 0.154 = 0.434 \text{ (кВт)};$$

Південь

$$k_d=0.36 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$Q_{1\tau} = 0.36 \cdot 28.8 \cdot (29-2) \cdot 10^{-3} = 0.280 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1c} = 0.36 \cdot 28.8 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.154 \text{ (кВт)};$$

$$Q_1 = 0.280 + 0.154 = 0.434 \text{ (кВт)};$$

Захід.

$$k_d=0.36 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$Q_{1\tau} = 0.36 \cdot 28.8 \cdot (29-2) \cdot 10^{-3} = 0.280 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1c} = 0.36 \cdot 28.8 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.154 \text{ (кВт)};$$

$$Q_1 = 0.280 + 0.154 = 0.434 \text{ (кВт)};$$

Схід.

$$k_d=0.55 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$Q_{1\tau} = 0.55 \cdot 28.8 \cdot (2-2) \cdot 10^{-3} = 0 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1c} = 0.55 \cdot 28.8 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.236 \text{ (кВт)};$$

$$Q_1 = 0 + 0.236 = 0.236 \text{ (кВт)};$$

Покриття.

$$k_d=0.365 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$F=36 \text{ м}^2;$$

$$Q_{1\tau} = 0.365 \cdot 36 \cdot (29-2) \cdot 10^{-3} = 0.355 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1c} = 0.365 \cdot 36 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.196 \text{ (кВт)};$$

$$Q_1 = 0.355 + 0.196 = 0.551 \text{ (кВт)};$$

					MX 54.00 02 003.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

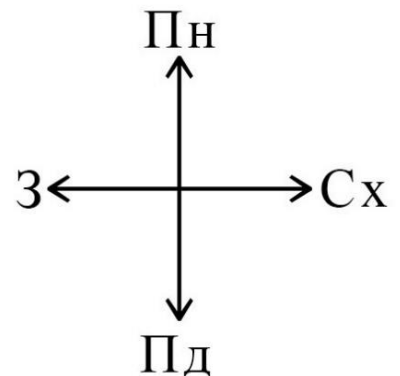
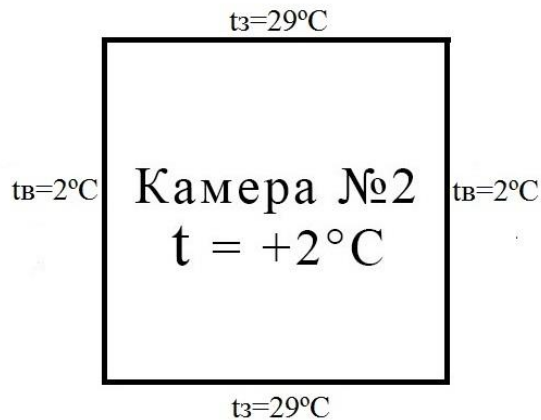
Таблиця 3.4 Розрахунок теплопрививів камери №1. Зберігання яблук.

Огородження	$k_0^d$ $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}\right)$	F м <sup>2</sup>	$\Delta t$ °C	$\Delta t_c$ °C	$Q_{1r}$ кВт	$Q_{1c}$ кВт	$Q_1$ кВт
Покриття	0.365	36	27	14.7	0.355	0.196	0.551
Ст.Зов.Пн	0.36	28.8	27	14.7	0.280	0.154	0.434
Ст.Зов.Пд	0.36	28.8	27	14.7	0.280	0.154	0.434
Ст.Зов.Зх	0.36	28.8	27	14.7	0.280	0.154	0.434
Ст.Вн.Сх	0.55	28.8	27	14.7	0	0.236	0.236
$Q_{1r}$ підлоги з відсіпкою							
Зона	$k_{ум}$	$t_з$	$t_в$	$\Delta t$	$Q_{1r}$	$Q_{1c}$	$Q_1$
Зона1	0.47	29	2	27	0.46	0.252	0.712
Зона2	0.23	29	2	27	0.05	0.027	0.077
							$\Sigma=2.09$



									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МХ 54.00 02 003.ДП ПЗ				

Розрахунок теплоприпливів для камери №2:



Північ.

$$k_d = 0.42 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$Q_{1T} = 0.42 \cdot 28.8 \cdot (29-2) \cdot 10^{-3} = 0.326 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1c} = 0.42 \cdot 28.8 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.180 \text{ (кВт)};$$

$$Q_1 = 0.326 + 0.180 = 0.506 \text{ (кВт)};$$

Південь.

$$k_d = 0.42 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$Q_{1T} = 0.42 \cdot 28.8 \cdot (29-2) \cdot 10^{-3} = 0.326 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1c} = 0.42 \cdot 28.8 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.180 \text{ (кВт)};$$

$$Q_1 = 0.355 + 0.196 = 0.551 \text{ (кВт)};$$

Захід.

$$k_d = 0.58 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$Q_{1T} = 0.58 \cdot 28.8 \cdot (2-2) \cdot 10^{-3} = 0 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1c} = 0.58 \cdot 28.8 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.25 \text{ (кВт)};$$

$$Q_1 = 0.355 + 0.196 = 0.551 \text{ (кВт)};$$

Схід.

$$k_d = 0.58 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$Q_{1T} = 0.58 \cdot 28.8 \cdot (2-2) \cdot 10^{-3} = 0 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1c} = 0.58 \cdot 28.8 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.25 \text{ (кВт)};$$

$$Q_1 = 0.355 + 0.196 = 0.25 \text{ (кВт)};$$

Покриття.

$$k_d = 0.365 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$F = 36 \text{ м}^2;$$

$$Q_{1T} = 0.365 \cdot 36 \cdot (29-2) \cdot 10^{-3} = 0.355 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1c} = 0.365 \cdot 36 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.196 \text{ (кВт)};$$

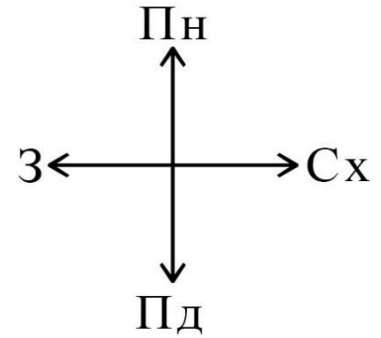
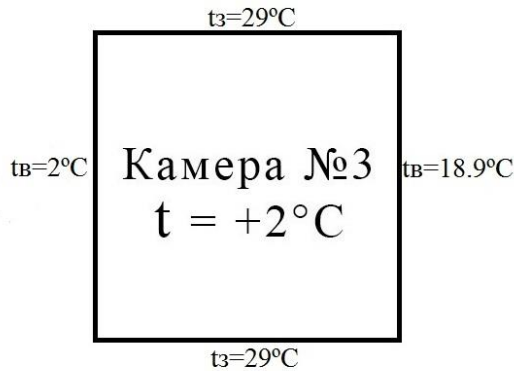
$$Q_1 = 0.355 + 0.196 = 0.551 \text{ (кВт)};$$

Таблиця 3.5 Розрахунок теплоприпливів камери №2. Зберігання груш.

Огородження	$k_0^d$ $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}\right)$	F м <sup>2</sup>	$\Delta t$ °C	$\Delta t_c$ °C	Q <sub>1г</sub> кВт	Q <sub>1с</sub> кВт	Q <sub>1</sub> кВт
Покриття	0.365	36	27	14.7	0.355	0.196	0.551
Ст.Зов.Пн	0.42	28.8	27	14.7	0.326	0.180	0.506
Ст.Зов.Пд	0.42	28.8	27	14.7	0.326	0.180	0.506
Ст.Зов.Зх	0.58	28.8	27	14.7	0	0.25	0.25
Ст.Вн.Сх	0.58	28.8	27	14.7	0	0.25	0.25
Q <sub>1г</sub> підлоги з відсіпкою							
Зона	k <sub>ум</sub>	t <sub>з</sub>	t <sub>в</sub>	$\Delta t$	Q <sub>1г</sub>	Q <sub>1с</sub>	Q <sub>1</sub>
Зона1	0.47	29	2	27	0.46	0.252	0.712
Зона2	0.23	29	2	27	0.05	0.027	0.077
							Σ=2.06

Wondershare  
PDFelement

Розрахунок теплоприпливів для камери №3:



Північ.

$$k_d = 0.42 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$Q_{1T} = 0.42 \cdot 28.8 \cdot (29-2) \cdot 10^{-3} = 0.326 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1C} = 0.42 \cdot 28.8 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.180 \text{ (кВт)};$$

$$Q_1 = 0.326 + 0.180 = 0.506 \text{ (кВт)};$$

Південь.

$$k_d = 0.42 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$Q_{1T} = 0.42 \cdot 28.8 \cdot (29-2) \cdot 10^{-3} = 0.326 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1C} = 0.42 \cdot 28.8 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.180 \text{ (кВт)};$$

$$Q_1 = 0.326 + 0.180 = 0.506 \text{ (кВт)};$$

Захід.

$$k_d = 0.58 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$Q_{1T} = 0.58 \cdot 28.8 \cdot (2-2) \cdot 10^{-3} = 0 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1C} = 0.58 \cdot 28.8 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.25 \text{ (кВт)};$$

$$Q_1 = 0 + 0.25 = 0.25 \text{ (кВт)};$$

Схід.

$$k_d = 0.58 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$Q_{1T} = 0.58 \cdot 28.8 \cdot 18.9 \cdot 10^{-3} = 0.315 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1C} = 0.58 \cdot 28.8 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.25 \text{ (кВт)};$$

$$Q_1 = 0.315 + 0.25 = 0.565 \text{ (кВт)};$$

Покриття.

$$k_d = 0.365 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right);$$

$$F = 36 \text{ м}^2;$$

$$Q_{1T} = 0.365 \cdot 36 \cdot (29-2) \cdot 10^{-3} = 0.355 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{1C} = 0.365 \cdot 36 \cdot 14.9 \cdot 10^{-3} = 0.196 \text{ (кВт)};$$

$$Q_1 = 0.355 + 0.196 = 0.551 \text{ (кВт)};$$

					МХ 54.00 02 003.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 Розрахунок теплоприпливів камери №3. Зберігання яблук.

Огородження	$k_0^d$ $\left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}\right)$	F м <sup>2</sup>	$\Delta t$ °C	$\Delta t_c$ °C	$Q_{1г}$ кВт	$Q_{1с}$ кВт	$Q_1$ кВт
Покриття	0.365	36	27	14.7	0.355	0.196	0.551
Ст.Зов.Пн	0.42	28.8	27	14.7	0.326	0.180	0.506
Ст.Зов.Пд	0.42	28.8	27	14.7	0.326	0.180	0.506
Ст.Зов.Зх	0.58	28.8	27	14.7	0	0.25	0.25
Ст.Вн.Сх	0.58	28.8	18.9	14.7	0.315	0.25	0.565
$Q_{1г}$ підлоги з відсіпкою							
Зона	$k_{ум}$	$t_з$	$t_в$	$\Delta t$	$Q_{1г}$	$Q_{1с}$	$Q_1$
Зона1	0.47	29	2	27	0.46	0.252	0.712
Зона2	0.23	29	2	27	0.05	0.027	0.077
							$\Sigma=3.78$

Wondershare  
PDFelement

					MX 54.00 02 003.ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Теплоприпливи від перебування людей:

$$q_2=0.35 \cdot n; \quad (3.14)$$

де, 0.35 тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, кВт;  
n - кількість людей, що працює в даному приміщенні.

$$q_2=0.35 \cdot 3=1.05 \text{ (кВт)};$$

Теплоприплив від працюючих електродвигунів:

$$q_3=N_e; \quad (3.15)$$

де,  $N_e$ - сумарна потужність електродвигунів, кВт.

$$q_3=4 \text{ кВт.}$$

Теплоприпливи при відкритті дверей:

$$q_4=K \cdot F \cdot 10^{-3}; \quad (3.15)$$

де K - питомий приплив тепла при відкритті дверей, Вт/м<sup>2</sup>, F-площа камери, м<sup>2</sup>

$$q_4=10 \cdot 36 \cdot 10^{-3}=0.36 \text{ кВт};$$

Експлуатаційні теплоприпливи визначаються як сума теплоприпливів окремих видів, в кВт.

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

$$Q_4=0.0828+1.05+4+0.36 = 5.5 \text{ кВт.}$$

Теплоприпливи від фруктів та овочей при “диханні” враховують лише на спеціалізованих холодильниках для зберігання овочем та фруктів та в таких же камерах розподільчих холодильників:

$$Q_5=V_k \cdot (0.1 \cdot q_n + 0.9 \cdot q_{xp}) \cdot 10^{-3}; \quad (3.17)$$

де,

$V_k$ - місткість камери, т

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

Для камер №1 та №3(яблука):

$$Q_5=33 \cdot (0.1 \cdot 219 + 0.9 \cdot 22) \cdot 10^{-3}=1.4 \text{ кВт};$$

Для камери №2(груши):

$$Q_5=33 \cdot (0.1 \cdot 73 + 0.9 \cdot 14) \cdot 10^{-3}=0.7 \text{ кВт};$$

### 3.7 Визначення навантаження на компресор і камерне устаткування

Таблиця 3.7 – Сумарна таблиця теплоприпливів

Кам-ера	Q <sub>1</sub>		Q <sub>2</sub>		Q <sub>3</sub>		Q <sub>4</sub>		Q <sub>5</sub>		ΣQ	
	Кам. обл	КМ	Кам. обл	КМ	Кам. обл	КМ	Кам. обл	КМ	Кам. обл	КМ	Кам. обл	КМ
№1	2.09	1.9	3.57	2.14	0.56	0.56	5.5	4.1	1.4	1.4	13.1	10
№2	2.06	1.85	3.57	2.14	0.56	0.56	5.5	4.1	0.7	0.7	12.4	9.4
№3	3.78	3.3	3.57	2.14	0.56	0.56	5.5	4.1	1.4	1.4	14.8	11.5
									Всього:		40.3	30.9

$$Q_0 = \frac{K \cdot Q_{\text{КМ}}}{b}; \quad (3.18)$$

де,

K- коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах, апаратах холодильної установки.

Q<sub>КМ</sub>– сумарне навантаження на компресори для цієї температури кипіння, прийняте за зведеною таблицею теплоприпливів, кВт  
b-коефіцієнт робочої години.

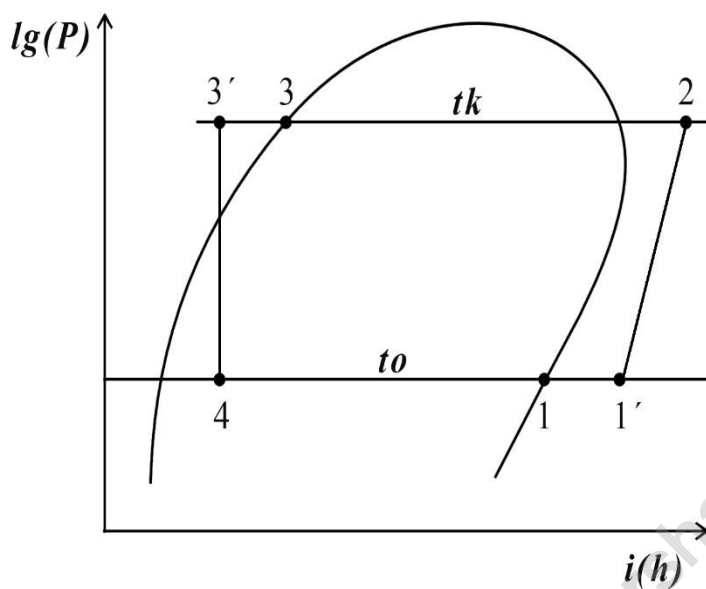
$$Q_0 = \frac{1.05 \cdot 30.9}{0.8} = 40.5 \text{ кВт}$$

												Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МХ 54.00 02 003.ДП ПЗ							



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

-цикл холодильної машини



Wondershare  
PDFelement

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МХ 54.00 02 003.ДП ПЗ

Арк.

### 3.10 Тепловий розрахунок і добір компресора

Розрахунок одноступінчатого компресору:

1. Питома холодопродуктивність:

$$q_0 = i_1 - i_4; \quad (3.20)$$

$$q_0 = 410 - 270 = 170 \left( \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right);$$

2. Масова холодопродуктивність:

$$M_T = \frac{Q_0}{q_0}; \quad (3.21)$$

$$M_T = \frac{21}{170} = 0.124 \left( \frac{\text{кг}}{\text{сек}} \right);$$

3. Об'ємна холодопродуктивність компресора:

$$V_T = M_T \cdot V_1; \quad (3.22)$$

$$V_T = 0.124 \cdot 0.078 = 0.010 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{сек}} \right);$$

4. Об'ємні втрати дійсного компресора:

$$V_h = \frac{V_T}{\lambda}; \quad (3.23)$$

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda_w; \quad (3.24)$$

$$\lambda_c = 1 - C \left[ \left( \frac{P_k}{P_0} \right)^{1/n} - 1 \right] < 1; \quad (3.25)$$

$$\lambda_w = \frac{T_0}{T_k}; \quad (3.26)$$

$$\lambda_c = 1 - 0.04 \left[ \left( \frac{1.7}{0.42} \right)^{1/1} - 1 \right] = 0.88 < 1;$$

$$\lambda_w = \frac{265}{313} = 0.88;$$

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda_w = 0.88 \cdot 0.89 = 0.78;$$

$$V_h = \frac{0.010}{0.77} = 0.013 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{сек}} \right);$$

5. Адіабатна потужність:

$$N_a = M_T \cdot (i_2 - i_1); \quad (3.27)$$

$$N_a = 0.124 \cdot (468 - 428) = 5.96 (\text{кВт});$$

6. Індикаторна потужність:

$$N_i = N_a / \lambda_w + (b \cdot t_0); \quad (3.28)$$

$$N_i = 5.96 / 0.88 + ((0.0025 \cdot (-8))) = 6.76 (\text{кВт});$$

7. Розрахунок потужності тертя:

$$N_{\text{тер}} = V_T \cdot P_{\text{тер}}; \quad (3.29)$$

$$N_{\text{тер}} = 0.01 \cdot 49 = 0.49 (\text{кВт});$$

8. Ефективна потужність:

$$N_e = N_i \cdot N_{\text{тер}}; \quad (3.30)$$

$$N_e = 6.76 \cdot 0.49 = 7.3 (\text{кВт});$$

9. Потужність двигуна:

$$N_{\text{дв}} = 1.11 \cdot N_e / \lambda_n; \quad (3.31)$$

$$N_{\text{дв}} = 1.11 \cdot 7.3 / 0.96 = 7.8 (\text{кВт});$$

10. Холодильний коефіцієнт:

$$E_e = \frac{Q_0}{N_e}; \quad (3.32)$$

$$E_e = \frac{21}{7.6} = 2.9 (\text{кВт});$$

11. Теоретичне навантаження на конденсатор:

$$Q_{\text{кд}}^{\text{T}} = M_{\text{T}} \cdot (i_2 - i_3); \quad (3.33)$$

$$Q_{\text{кд}}^{\text{T}} = 0.124 \cdot (468 - 258) = 26 (\text{кВт});$$

12. Дійсне навантаження на конденсатор:

$$Q_{\text{кд}}^{\text{Д}} = Q_0 \cdot N_i; \quad (3.34)$$

$$Q_{\text{кд}}^{\text{Д}} = 21 \cdot 6.8 = 27.8 (\text{кВт});$$

Підбір компресорно-конденсаторних агрегатів.

Початкові дані:

Холодовиробництво	21,0 kW
Серії	Стандарт
Холодоагент	R407C
Темп., що використовується для розрахунку	Темп. точки роси
Т.випаровування SST	-8,00 °C
Темп. доквілля	29,0 °C
Темп. всмоктуються пари	15,00 °C
Корисний перегрів	100%
Режим експлуатації	Авто
Енергопостачання	400V-3-50Hz
	100%

Результат:

Тип агрегату -4PES-12Y-

Таблиця 3.9 - Технічні дані 4PES-12Y

Технічні параметри	
Объемная произв-сть (1450 об/мин 50Гц)	48,50 m <sup>3</sup> /h
Объемная произв-сть(1750 об/мин 60Гц)	58,53 m <sup>3</sup> /h
Число цилиндров x Диаметр x Ход поршня	4 x 65 mm x 42 mm
Вес	145 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/R407A/R407C/R407F	BSE32(Standard)   R134a tc>70°C: BSE55 (Option)

## Продовження таблиці 3.9 - Технічні дані 4PES-12Y

Версия мотора	2
Напряжение мотора (др. по запросу)	380-420V PW-3-50Hz
Максимальный рабочий ток	22.7 A
Соотношение обмоток	50/50
Пусковой ток (ротор заблокирован)	59.0 A Y / 99.0 A YY
Мах. энергопотребление	14,0 kW
Защита мотора	SE-B3(Standard), SE-B2(Option), CM-RC-01(Option)
Класс защиты	IP66
Антивибрационные демпферы	Standard
Заправка масла	2,60 dm <sup>3</sup>
Запорный вентиль на нагнетании	Standard
Запорный вентиль на всасывании	Standard
Датчик температуры нагнетания	Стартовая разгрузка
Регулирование производительности 100-50% (Option)	Плавное регулирование производи-сти 100-10% (Option)
Дополнительный вентилятор	Refrigerant Injection (RI)Option
Сервисный масляный клапан	Подогреватель масла в картере 0..140 W PTC (Option)
Контроль уровня масла	OLC-K1
Рівень звуку:	
Уровень звуковой мощности(10°C/45°C) @50Гц 76,3 dB(A) @50Hz	Уровень звуковой мощности (35°C/40°C) @50Гц 79,9 dB(A) @50Hz
Уровень звукового давления @1м (-10°C/45°C) @50Гц 68,3 dB(A) @50Hz	Уровень звукового давления @1м (- 35°C/40°C) @50Гц 71,9 dB(A) @50Hz

### 3.11 Тепловий розрахунок і добір конденсаторів

$$F = \frac{Q_{\text{кд}}}{k \cdot \Delta t_{\text{в}}} \quad (3.35)$$

$$F = \frac{27.8}{0.05 \cdot 11} = 50.5 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.10 - Технічні дані LH114E/4PES-12Y

Технічні характеристики:	
Вага	249 kg
Загальна ширина	1356 mm
Загальна глибина	920 mm
Загальна висота	773 mm
Приєднання лінії всмоктування	35 mm - 1 3/8"
Приєднання рідинної лінії	16 mm - 5/8"
Напруга (50 Гц)	230V-1-50Hz (Standard)
Струм / Потужність кожного вентилятора (50 Гц. 1,5 А/330 W)	
Об'ємна витрата пов. конденс. 50 Гц	9300 m <sup>3</sup> /h
Напруга (60 Гц)	230V-1-60Hz (Standard)
Струм / Потужність кожного вентилятора (60Гц. 1,8 А/330 W)	
Об'ємна витрата пов. конденс. 60 Гц	9300 m <sup>3</sup> /h
Об'єм конденсатора	2,17 dm <sup>3</sup>
Комплект поставки:	
Ресивер холодоагенту із запірним вентилем	Standard
Приєднання для запобіжного клапана тиску	Standard
Вентилятори	2 x EC
Захисне заправлення	Standard
Доступні опції:	
Другий клапан-регулятор продуктивності (CRII)	Option
Конденсатор із покращеним захистом від корозії, ребрами з пластиковим покриттям або мідними ребрами.	Option
Маслоотделитель із зворотним клапаном	Option
Регульоване реле високого та низького тиску	Option
Регулювання швидкості вентилятора, діапазон регулювання високого тиску	5 .. 15 bar // 8 .. 25 bar

### 3.12 Розрахунок і добір камерного устаткування

Розрахунок і підбір повітроохолоджувачів:

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t} \quad (3.36)$$

де,

$Q_{\text{обл}}$  - сумарне навантаження на камерне устаткування визначена тепловим розрахунком, кВт,

$k$  - коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження ( $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ ),

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

$$\text{Камера№1: } F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t} = \frac{13.1}{21 \cdot 10} = 62.4 \text{ м}^2$$

$$\text{Камера№2: } F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t} = \frac{12.4}{21 \cdot 10} = 59.1 \text{ м}^2$$

$$\text{Камера№3: } F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k \cdot \Delta t} = \frac{14.8}{21 \cdot 10} = 70.0 \text{ м}^2$$

Таблиця 3.11 - Розрахунки камерного обладнання

Камера№	$Q_{\text{обл}}$	$t_0, \text{ }^\circ\text{C}$	$\Delta t, \text{ }^\circ\text{C}$	$K$ ( $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ )	$F, \text{ м}^2$	Повітро- охолоджувач	Кількість	$F_{\text{д}}, \text{ м}^2$
1	13.1	-8	10	21	61.4	GLE353A4	1	128
2	12.4	-8	10	21	59.1	GLE353A4	1	128
3	14.8	-8	10	21	70	GLE353A4	1	128

Таблиця 3.12 - Характеристики повітроохолоджувача

Показники	GLE353A4
Площа теплопередаючої поверхності, $\text{м}^2$	64
Холодопродуктивність, кВт	10.6
Місткість по х.а, $\text{дм}^3$	2.6
Шаг ребер, мм	3-4.5
Потужність електродвигуна, кВт	2x0.15
Маса	54

### 3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування

Лінійний ресивер:

Об'єм ресиверу  $V_{л.р}$ , м<sup>3</sup>, визначається за формулою:

$$F=1.45 \cdot V_{\text{вип}} \quad (3.37)$$

$$F=1.45 \cdot 7.8=11.3 \text{ м}^3$$

Лінійний ресивер приймаю F152H.

Таблиця 3.13 - Технічні данні лінійного ресиверу

Марка	152H
Загальна ширина, мм	874
Загальна глибина, мм	212.5
Загальна висота, мм	236
Вхід	16
Вихід	16
Вага, кг	13
Місткість, дм <sup>3</sup>	14.4

Таблиця 3.14 Технічні данні: F152H

Технічні данні:	
Вага	20.5kg
Загальна ширина	664mm
Загальна глибина	276mm
Загальна висота	287mm
Корисний обсяг холодоагенту	20.0
Макс.наповн.хладагентом 90% при 20°C	20°C
R407C	15.6 kg
Випускне з'єднання KL	22mm-7/8
Приєднання різьбове/фланцеве	11/4-12 UNF
Випускне приєднання FL	7/16-20UNF
Приєднання різьбове/фланцеве	11/4-12UNF
Манометр	7/16-20UNF
Приєднання для запобіжного клапана тиску	11/14-12UNF
Адаптер для запобіжного клапана	Option
Датчик мінімального рівня	Option

Розрахунок та вибір РТО:

$$F_{т.о} = Q_{пер} / k \cdot Q; \quad (3.38)$$

де,

$Q_{пер}$  - теплове навантаження на переохолоджувач, кВт;

$K$  - коефіцієнт передачі переохолоджувача  $\left(\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}\right)$ ;

$Q$  - різницю температур холодильного агента та води,  $^\circ C$ .

$$Q_{пер} = M_0 \cdot (i_1 - i_1); \quad (3.39)$$

$$Q = (t_3 + t_3/2) - (t_1 + t_1/2); \quad (3.40)$$

$$Q_{пер} = 0.01 \cdot (428 - 410) = 0.18 \text{ кВт}$$

$$Q = (40 + 28/2) - (15 - 8/2) = 30.5^\circ C.$$

$$F_{т.о} = 180 / 230 \cdot 30.5 = 0.025 \text{ м}^2$$

На всі агрегати, приймаю один РТО, марки SLHE1.

Таблиця 3.15 - Характеристика РТО, SLHE1

Модель		SLHE1
Номінальна продуктивність(кВт)		0.74
Діаметр патрубків	рідкий	3/8
	газовий	5/8
Діаметр трубок усередині т.о.(дюйм)		7/8
Кількість трубок		1
Сумарний прохідний переріз газових трубок(см <sup>2</sup> )		19.9
Об'єм рідкої частини(л)		0.04
Максимальний робочий тиск(бар)		34.7

### 3.14 Розрахунок та вибір діаметру трубопроводу холодильної установки

$$d_{\text{вн}}^{\text{всм}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{\text{реч}}}{3.14 \cdot w_{\text{реч}}^{\text{всм}}}}; \quad (3.41)$$

$$d_{\text{вн}}^{\text{наг}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{\text{реч}}}{3.14 \cdot w_{\text{реч}}^{\text{наг}}}}; \quad (3.42)$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot M_{\text{реч}}}{3.14 \cdot w \cdot \rho_{\text{реч}}}};$$

де,

$V_{\text{реч}}$  - питомий обсяг холодильного агента, кг/сек;

$w_{\text{реч}}$  - швидкість руху холодильного агента трубопроводом (нагнітання та всмоктування), м/сек.

$\rho_{\text{реч}}$  - щільність речовини, м<sup>3</sup>/сек.

$$d_{\text{вн}}^{\text{всм}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.013}{3.14 \cdot 10}} = 16 \text{ мм};$$

$$d_{\text{вн}}^{\text{наг}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.013}{3.14 \cdot 16}} = 10 \text{ мм};$$

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.01}{3.14 \cdot 1120 \cdot 1.0}} = 4 \text{ мм};$$

Таблиця 3.16 - Характеристика трубопроводів

Стандартний розмір, дюймів	Зовнішній діаметр, (мм)	Товщина Стінки (мм)	Вага, (кг/м)	Допуски, (мм)	
				Середній Зовн.діам	Товщина стінки
1/4	0.250	0.030	0.0804	0.002	0.003
1/2	0.500	0.032	0.182	0.002	0.003
3/4	0.750	0.035	0.305	0.0025	0.004

**5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА****5.1 Вхідні дані**

Таблиця 5.1 - Вхідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1.	Найменування об'єкту	Система охолодження холодильника при фермерському господарстві, м.Івано-Франківськ
1.	Система охолодження	повітряна
2.	Холодоагент	R407C
3.	Марка масла	синтетична
4.	Наявність градирні	-
5.	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	1808
6.	Ступінь автоматизації	повна
7.	Кількість змін праці	-
8.	Витрати мастила на 1 компресор, кг	1.5
9.	Витрати фреону на поповнення системи на 1 КМ, кг	0.5
10.	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	2.49
11.	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	450
12.	Ціна 1 кг мастила, грн.	1050
13.		

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54.00 02 005.ДП ПЗ

Лист

Таблиця 5.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	Сумарна холодопродуктивність, кВт	$t_0$ °C	Номінальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна одиниці, грн
1	Компресор	4PES-12Y	2	20.25·2	-8	14.0	42000·2
2	Конденсатор	LH114E	1	-		2x0.32	67000
3	РТО	SLHE 1	1	-			7000
4	Повітроохолоджувач	GLE353A4	3	-		2x0.15	51000·3
5	Лін. ресивер	F152H	1	-			9000

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54.00 02 005.ДП ПЗ

Лист

## 2.2 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.

$$C_M(\text{KM}) = 2 \cdot 42000 = 84000$$

$$C_M(\text{KD}) = 1 \cdot 67.000 = 67000$$

$$C_M(\text{PTO}) = 1 \cdot 7000 = 7000$$

$$C_M(\text{Пов-охл}) = 3 \cdot 51000 = 153000$$

$$C_M(\text{Л.Р}) = 1 \cdot 9000 = 9000$$

Розрахунки заносимо в таблицю.

Таблиця 5.3 - Загальна вартість обладнання

№	Найменування обладнання	Тип, марка	Кількість, шт	Ціна за 1 обладнання, грн	Сумарна вартість, грн
2	Компресор	4PES-12Y	2	42000	84000
3	Конденсатор	LH114E	1	67000	67000
6	Теплообмінник	SLHE 1	1	7000	7000
7	Повітроохолоджувач	GLE353A4	3	51000	153000
8	Лін. ресивер	F152H	1	9000	9000
9	Разом сумарна вартість основного обладнання				320000
10	Вартість іншого обладнання (10%)от 9				32000
11	Разом розрахункова вартість 11=9+10				352000
12	Витрати на монтаж і транспорт (15%)от 11				52800
13	Загальна вартість ( $C_{заг}^{об}$ )13=11+12				404800

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54.00 02 005.ДП ПЗ

Лист

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

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

$$K_B = 0 + 404800 = 404800 \text{ грн}$$

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54.00 02 005.ДП ПЗ

Лист

## 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 :

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

$$Q_{ст-8} = 40.5 \cdot 0.72 \cdot 19440 = 566870.4 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{ст. заг} = 566870.4 \text{ тис. кДж}$$

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

$K_l$  – середньозважений коефіцієнт переводу праці компресора з робочих умов у стандартні при різних температурах кипіння холодоагенту:

(0,5 при температурі  $5^{\circ}\text{C}$ ,

0.76 – при температурі  $-10$ ,

1.2 – при температурі  $-15$ ,

1.8 – при температурі  $-20$ ,

2.9 - при температурі  $-40$  )

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54.00 02 005.ДП ПЗ

Лист

### 5.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Розрахунки проводяться у таблиці 5.4

Таблиця 5.4-Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення та розрахунок	Коефіцієнт
1.Сумарна холодопродуктивність, кВт	$\Sigma Q_0$	40.5
2.Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт	$q_a$	0.5
3.Середній коефіцієнт втрат фреону при ремонтах	$K_p$	1.05
4. Ціна 1 кг фреону, грн	$Z_{x.a.}$	450
5.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1.15
<b>6.Витрати на поповнення системи фреоном, грн</b>	$C_{x.a.} = 40.5 \cdot 0.5 \cdot 1.05 \cdot 450 \cdot 1.15$	<b>1100</b>
Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	$m$	1.5
Кількість компресорів, шт;	$n$	2
Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	$K_g$	1,2
Кількість разів змін масла за рік	$R$	( $R=1$ або $2$ )
Середня ціна 1 кг мастила, грн;	$Z_M.$	1060
Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	$K_M.$	1.15
<b>Витрати на поповнення мастила, грн</b>	$C_M = 1.5 \cdot 2 \cdot 1.2 \cdot 1 \cdot 1060 \cdot 1.15$	<b>4400</b>
Разом:	$C_p = C_{x.a.} + C_M$	5500
Інші витрати (5%)	$C_i = C_p \cdot 5/100$	275
<b>Усього:</b>	$C_{д.м} = C_p + C_i$	<b>5750</b>

**С д.м заносим в таблицю 5.7**

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54.00 02 005.ДП ПЗ

Лист

### 5.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергії

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

Таблиця 5.5-Розрахунок споживання силовій електроенергії

№	Споживачі електроенергії Вихідні дані табл. 5.2	Тип, марка обладнання	Номінальна потужність, кВт $W_h$	Коефіцієнт використання обладнання $K_{в.об.}$	Кількість устаткування $K_{уст.}$	Фонд робочого часу, годин $Ч_{рік}$	Загальна потреба в електроенергії, кВт.годин $W_{заг} =$ $W_h \cdot K_{в.об.} \cdot$ $K_{уст.} \cdot Ч_{рік}$	Витрати на силову електроенергію в грн, $C_w =$ $W_{заг} \cdot C_e$
1	Компресор	4PES-12Y	14.0	0,85	2	5400	128520	320015
2	Конденсатор	LN114E	0.64	0.85	1	5400	2938	7315.6
	Повітряохолоджувач	GLE353A4	0.30	0.85	3	3000	2295	5714.4
3	Усього						133753	333045

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

$$C_w = W_{заг} \cdot C_e, \text{ грн}$$

$$C_w(\text{KM}) = 128520 \cdot 2.49 = 320015 \text{ грн}$$

$$C_w(\text{KD}) = 2938 \cdot 2.49 = 7315.6 \text{ грн}$$

$$C_w(\text{Пов-охол}) = 2295 \cdot 2.49 = 333045 \text{ грн}$$

$C_e$  - ціна 1кВт електроенергії, грн(2.49 грн за 1кВт.годину)

$C_w$  - переносимо у таблицю 5.7

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54.00 02 005.ДП ПЗ	Лист

### 5.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху (ДЛЯ МХ)

Чисельність машиністів та слюсарів в цілому для холодильної установки приймаємо 4 чоловіка.

### 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:

$$Tc1 = ЗП / Г, \text{ грн} \quad (5.4)$$

$$Tc1 = 6700 / 162.58 \text{ год} = 40.46 \text{ грн}$$

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 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:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МХ 54.00 02 005.ДП ПЗ	Лист

$$T_{c6} = T_{c1} * TK_6, \text{ грн} \quad (5.5)$$

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:

$$T_{\phi} = T_C \cdot E_{\phi} \cdot K, \text{ грн} \quad (5.6)$$

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

$E_{\phi}$  – ефективний фонд робочого часу, годин;

$K$  – кількість працівників компресорного цеху.

$$T_C = (40.46 + 72,828) / 2 = 56.64$$

$$T_{\phi} = 56.64 \cdot 1808 \cdot 4 = 409620.5 \text{ грн}$$

Основні фонди заробітної плати розраховуються за формулою:

$$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D, \text{ грн} \quad (5.7)$$

$$O_{\phi} = 409620.5 + 184329.2 = 593949.7 \text{ грн}$$

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

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

$$\sum D = 409620.5 \cdot 45 / 100 = 184329.2 \text{ грн}$$

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54.00 02 005.ДП ПЗ	Лист



№	Статті витрат	Сума витрат, грн	
		На річну виробку	На одиницю холоду, грн
1	Допоміжні матеріали(Сд.м.-таб.2.4)	5750	0,09
2	Зарплата виробничих працівників	634911.7	0,5
3	Відчислення від зарплати	139680.6	0,17
4	Електроенергія силова	333045	0,38
5	Цехові витрати( ЗП.вир.прац.*0.5)	317457	0,47
6	Амортизація (5% от Соб)	20240	0,20
7	Разом цехова собівартість (C <sub>2</sub> )	1451084.3	1,96

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

MX 54.00 02 005.ДП ПЗ

Лист

## 5.5 Основні техніко-економічні показники проекту

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 5.7 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1	Найменування об'єкту	Система охолодження холодильника при фермерському господарстві, м.Івано-Франківськ
2	Система охолодження	безпосередня
4	Холодильний агент	фреон
5	Марка масла	BSE 55
6	Ступінь автоматизації	повна
7	Сума капіталовкладень, грн	404800
8	Холодопродуктивність компресорів , кВт	40.5
9	Кількість компресорів, шт	2
10	Річний виробіток холоду , тис. кДж.	566870.4
11	Цехова собівартість, грн	1451084.3
12	Собівартість одиниці холоду, грн..	2.2
13	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	4

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

МХ 54.00 02 005.ДП ПЗ

Лист

## Висновки

Економічні розрахунки підтверджують середню економічну ефективність розробки системи охолодження холодильника при фермерському господарстві, м.Івано-Франківськ, такими показниками як коефіцієнт собівартості за одиницю холоду (2.2 грн за 1000 кДж) у порівнянні з середньогалузевим рівнем на підприємстві, яке проектується, вказує на високий рівень конкурентоспроможності на ринку холоду.

Високі економічні показники ефективності є результатом науково-обґрунтованого проектування з підбором високопродуктивного та високотехнологічного обладнання з економічними характеристиками.

Инов. № подл.	Подп. и дата				Инов. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инов. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	MX 54.00 02 005.ДП ПЗ	Лист



## 7 Перелік використаних джерел

- ❖ Кондрашов Н.Г, Лашутина Н.Г. Холодильно-компрессорні машини та установки.
- ❖ Лашутина Н.Г, Холодильна техніка у м'ясній та молочній промисловості
- ❖ Мальгіна Е.В, Мальгін Ю.В, Суєдов В.П, Холодильні машини та установки
- ❖ Явнель Б.К, Курсове та дипломне проектування холодильних установок та систем кондиціонування повітря.
- ❖ Буренин В.А, Лівчак И.В, Иванов Н.В – Основи промислового будівництва та санітарної техніки.
- ❖ Офіційний сайт Bitzer, <https://www.bitzer.de/ru/ru/>
- ❖ Офіційний каталог Bitzer, <https://bitzer.su/>



					MX54.00 02 007. ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		