



# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С.Гулого  
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф. Петренко В.П.

“31” березня 2022 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Нікітенко Олександр Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодильника для зберігання фруктів місткістю 4000 т у м. Рівне

керівник роботи к.т.н., доц., Іващенко Н.В

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 31.03.2022р. №167-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 06.06.2022 року

3. Вихідні дані до роботи передбачити камери зберігання фруктів, холодоагент R717, теплоізоляційні конструкції сендвіч-панелі на основі пінополіуретана

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
Вступ; Холодильна частина; Розділ економіки; Розділ охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема Холодильної установки (A1)

2. План та розріз будівлі холодильника (A1)



## Анотація

В кваліфікаційній роботі виконано проектування та розрахунок холодильника для зберігання фруктів місткістю 4000 тон у м. Рівне.

В проекті розроблено схему холодильної установки та обрано необхідний холодильний режим для довгострокового зберігання продукту, а також при зберіганні деяких сортів яблук було використано камери з регульованим газовим середовищем (РГС). За результатами виконаних розрахунків обрано обладнання таким чином, щоб досягти максимальної ефективності у витратах електроенергії при роботі холодильної установки та досягнення необхідного ефекту в отриманні штучного холоду при максимальному зниженні втрат. Наведено розрахунки будівельних конструкцій, теплоізоляції, площі камер холодильника, основного та допоміжного обладнання холодильної установки.

Проект має розділ з охорони праці та розрахунок економічної ефективності.

Графічна частина складається з плану та розрізу холодильника (формат А1), схема трубопроводів холодильної установки (формат А1).

Всі розрахунки, креслення та схеми виконані за допомогою ПК, для розрахунків використовувалися такі прикладні програми: “Microsoft Office 2007” та “Mathcad 15”, креслення та схеми виконанні за допомогою програми “AutoCad 2015”.

**Ключові слова:** фруктосховище, зберігання продукції, яблука, груші, РГС, аміак, теплонадходження, R717, ізоляційні матеріали, охорона праці.

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Нікітенко О.М.			Літ.	Лист.	Листів
Перевір.		Іващенко Н.В.					
Реценз.					Анотація  ХМ-4-12ск		
Н. Контр.							
Затверд.		Петренко В.П.					

## Зміст

### Вступ

1. Розробка технологічної схеми холодильного оброблення продукції....
2. Розрахунок тривалості холодильного оброблення продукції.....
3. Визначення основних розмірів та планування холодильника.....
4. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника.....
5. Розрахунок теплонадходжень до охолоджених приміщень.....
6. Визначення навантаження на теплообмінне обладнання камер та компресори.....
7. Вибір структури системи охолодження та типу холодильної установки..
8. Вибір розрахункового робочого режиму, побудова циклу та розрахунок холодильної машини.....
9. Розрахунок і вибір теплообмінного обладнання холодильних камер....
10. Розрахунок теплообмінних апаратів (конденсатор, випарник).....
11. Вибір допоміжного обладнання (ресивери, насоси, труби та градирня)..
12. Розрахунок техніко-економічних показників.....
13. Охорона праці.....

### Список використаної літератури

#### Графічна частина

Лист 1 Планування холодильника

Лист 2 Розріз холодильника

Лист 3 Схема холодильної установки

Додаток В

Додаток В1

					<i>00.КР.142.008.020.2022.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Нікітенко О.М.</i>			<i>Зміст</i>	<i>Літ.</i>	<i>Лист.</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Іващенко Н.В.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>						
						<i>ХМ-4-12ск</i>		

## Вступ

Виробництво продуктів харчування, враховуючи постійнозростаючий світовий рівень споживання, характеризується як збільшенням врожайності полів за рахунок введення нових врожайних сортів рослин, селекцією високопродуктивних сортів, хімізацією сільського господарства з однієї сторони, а з іншої сторони – скорочення посівних площ внаслідок будівництва населених пунктів (сіл, міст), розширення мережі автомобільних та залізничних шляхів, рекреаційних об'єктів, підприємств, під які найчастіше виділяють багато цінної землі, яка підходить для ведення сільськогосподарської діяльності. Такі процеси ідуть паралельно із демографічною ситуацією у світі – населення стрімко зростає. Питання забезпечення продуктами харчування стає, як постійно це буває, одним з найбільш пріоритетних і гострота рішення цього питання буде зростати.

На сьогодні, проблематика питання полягає не в тому, що харчові ресурси стрімко вичерпуються, а в тому, що невимушені втрати продовольства та сільськогосподарської продукції на їх шляху від полів до столу споживача досягають значних величин. У світі щорічно виробляється близько 4 млрд.тон продуктів харчування, половина з яких вимагає постійної холодильної обробки, і лише 25% із них проходить таку обробку. Близько 30% продукції не доходить до споживача взагалі.

Виходячи з цього необхідно створювати безупинний холодильний ланцюжок, у який входять окремі ланки, які забезпечують умови для безупинної холодильної обробки та якнайкращого збереження швидкопсуючих продуктів харчування на шляху від місць виробництва чи вирощування до місць споживання.

					<i>00.КР.142.008.020.2022.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Нікітенко О.М.</i>			<i>Вступ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Лист.</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Іващенко Н.В.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>						
						<i>ХМ-4-12ск</i>		

Початковою ланкою холодильного ланцюга є виробничо – заготовчі холодильники, що є складовою частиною харчового підприємства та являють собою самостійні організаційні структури. Їх робота має сезонний характер і не розрахована на тривале збереження продукції, тому обсяг камер не повинен бути дуже значним. Для більш тривалого зберігання продуктів харчування, а також для рівномірного розподілення та забезпечення ними населення великих міст і індустріальних центрів через торгову мережу, розподільні холодильники стають основною ланкою холодильного ланцюга.

Холодильники у торгових мережах призначені для короткочасного збереження харчових продуктів у роздрібній торгівлі. Домашні побутові холодильники - це остання ланка холодильного ланцюга.

Невід’ємною сполучною ланкою сучасного холодильного ланцюга є холодильний транспорт (автомобільний, залізничний, річковий, морський та повітряний). Особлива увага приділялася продуктам тваринного походження. Вони повинні бути забезпечені холодильним ланцюгом з моменту їх виробництва до моменту їх споживання.

Штучний холод у плодоовочевій промисловості використовують при попередньому охолодженні, транспортуванні, заморожуванні та збереженні плодів і овочів, а також у виробництві та збереженні соків і плодоовочевих консерв.

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. Технологічна схема холодильного оброблення продукції

Холодильник для зберігання фруктів розташовано у м. Рівне. Місткість камер зберігання складає 4000 т. Продукція для зберігання: яблука різних сортів та груші. Призначення даного холодильника полягає в тому, щоб можна було зберігати, продавати в інші області України та за кордон на протязі року, високоякісні плоди.

Приймання яблук та груш на холодильник здійснюється в найкоротші терміни з полів після збору, без пошкодження та забруднення продуктів і тари.

До початку надходження вказаних продуктів зазвичай складають план розподілу продукції по камерах, а також розміщення кожного сорту всередині окремої камери з дотриманням порядку укладання та штабелювання ящиків відповідно до рекомендацій.

Продукція надходять до холодильника в дерев'яних ящиках. При надходженні товару на початковому етапі відбувається його огляд та товарна обробка, яка включає в себе наступні основні операції:

- сортування на товарні сорти по дефектності;
- сортування за величиною;
- упаковку в ящики або іншу тару.

При надходженні продукція обов'язково реєструється, зокрема вага бруutto прийнятої продукції. Зважування проводять на платформі на пересувних або стаціонарних вагах холодильника.

При упаковці велике значення мають стан тари та правильний її вибір в залежності від видових та сортових особливостей кожного продукту. Зокрема тара повинна бути чистою, без сторонніх запахів, непошкодженою, міцною.

					<i>00.КР.142.008.020.2022.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Нікітенко О.М.</i>			<i>Технологічна схема холодильного оброблення продукції</i>	<i>Літ.</i>	<i>Лист.</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Іващенко Н.В.</i>						
<i>Реценз.</i>						<i>ХМ-4-12ск</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>						

Яблука та груші, згідно запропонованої технологічної схеми, складаються у стандартні складні контейнери типу ТКБ-42, що дозволяється ставити їх у 5 ярусів та завантажувати до 350 кг у кожен контейнер. Габаритні розміри прийнятого контейнеру 1220x835x920 мм. Враховуючи прийняту кількість ярусів, вантажна висота складає:  $5 \cdot 920 = 4600$  мм.

Відповідно проекту камери висотою 6000 мм.

Охолодження самих фруктів, згідно технологічних рекомендацій, відбувається у камерах зберігання, оскільки завантаження цих камер буде складати приблизно 15% від їх місткості на добу. Завантаження холодильника відбувається партіями, при цьому відбувається оформлення паспорту на кількість і якість, а також роблять запис у журналі надходження. У кожен камеру завантажують один помологічний та товарний сорт або підбирають сорти, які подібні за вимогами до холодильного режиму та термінів зберігання.

Приймаю, що вказані фрукти в камерах зберігаються при температурі:  $0 \pm 5$  °C та відносній вологості повітря  $\varphi = 80-95\%$ .

Відвантаження продукції з холодильника в теплу пору року проводять після попереднього поступового отеплення (дефростації) в спеціальній дефростаційній камері або в тій же камері, якщо весь товар з неї підлягає відвантаженню до торгівельної мережі чи для відправлення у інші пункти реалізації товару.

Даний холодильник для зберігання фруктів проекту з урахування відвантаження продукції лише через автомобільну платформу. Це дозволить використати його для будівництва в будь-якому місці без прив'язки до залізничних шляхів.

					00.KP.142.008.020.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 1.2 Обладнання для РГС

Камери зберігання, у яких застосовується РГС, повинні бути максимально захищені від потрапляння інших газів, тобто мати підвищену газонепроникність, яка може бути досягнута при застосуванні спеціальних матеріалів, які використовуються при будівництві та при обробці поверхонь камери та установкою герметичних дверей спеціального виконання.

Для перевірки камери на герметичність застосовують наступний метод: після герметичного закривання камери, в ній створюється невеликий надлишковий тиск, який через годину перевіряється мікроманометром. При зменшенні тиску менше ніж на половину від початкового, камеру можна застосовувати для зберігання продукції у регульованому газовому середовищі. Дану перевірку необхідно проводити кожного сезону.

Для створення РГС в камерах використовують генератори азоту, адсорбери CO<sub>2</sub>, каталітичні конвертери етилену та інше спеціалізоване обладнання. Система автоматики є вбудованою з газовим аналізом та автоматичним управлінням режимами зберігання на основі сучасного контролера (PLC). Даним контролером, а також самим обладнанням можна віддалено керувати при наявності модему. Базовий комплект постачання включає програму оперативного диспетчерського управління, за допомогою якого видно роботу обладнання, а також можна переглядати графіки режимів роботи у кожній камері.

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. Розрахунок режиму холодильного оброблення продукції

Зміна температури яблук у процесі охолодження наближено протікає експоненціально.

$$t_k - t_c = (t_n - t_c) * e^{-m\tau}$$

де  $t_n$  - початкова температура плодів;

$t_k$  - кінцева температура плодів;

$t_c$  - температура охолоджуючого середовища;

$\tau$  - продовжуваність охолодження;

$m$  - темп охолодження.

Тому, якщо знати температурні умови охолодження та значення темпу охолодження  $m$ , тривалість охолодження плодів можна обчислити за формулою:

$$\tau = \frac{1}{m} \ln \frac{t_n - t_c}{t_k - t_c}$$

Згідно даних МІХ приймаю темп охолодження для безпосереднього охолодження фруктів в камерах зберігання,  $m=0,4$

Час охолодження:

$$\tau = \frac{1}{0,4} \ln \frac{15 - 2}{5 - 2} = 3,6 \text{ годин.}$$

Кількість відведеного за одиницю часу тепла  $Q_2$  в (Вт), для одного вантажного пакету можна визначити

$$Q_2 = M_{пр} * \Delta i * \frac{1000}{\tau * 3600}$$

де  $M_{пр}$  - надходження продукту в камеру (від кожного ящика), т.

$$Q_2 = 0,33 * (328 - 317) * \frac{1000}{3,6 * 3600} = 1,37 \text{ кВт} = 1374 \text{ Вт}$$

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Нікітенко О.М.			Розрахунок режиму холодильного оброблення продукції		
Перевір.		Іващенко Н.В.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Петренко В.П.					
					Літ.	Лист.	Листів
					ХМ-4-12ск		

### 3. Визначення основних розмірів і планування приміщень ХОЛОДИЛЬНИКА

У даному розділі розраховуємо необхідні площі камер зберігання та розплановуємо приміщення, виходячи із геометрії ділянки для забудови.

1. Визначаю загальний вантажний об'єм камер:

$$V_{\text{вант}} = \frac{G}{q_v} = \frac{4000}{0,35} = 11429 \text{ м}^3$$

де  $q_v$  - норма навантаження на 1 м<sup>3</sup> вантажного об'єма камери;

G- місткість камери, т.

2. Визначаю необхідну площу основних камер виходячи з вантажного об'єму камери:

$$F_{\text{вант}} = \frac{V_{\text{вант}}}{h_{\text{ван}}} = \frac{11429}{4,6} = 2485 \text{ м}^2$$

де  $h_{\text{ван}}$  -вантажна висота штабелю, м.

3. Визначаю будівельну площу камери фруктосховища:

$$F_{\text{буд}} = \frac{F_{\text{вант}}}{\beta_{\text{ван}}} = \frac{2485}{0,8} = 3107 \text{ м}^2$$

де  $\beta$  -коефіцієнт використання будівельної площі камери.

4. Визначаю кількість будівельних прямокутників:

$$n = \frac{F_{\text{буд}}}{f_{\text{буд}}} = \frac{3107}{72} = 43,2 \text{ шт}$$

Приймаю сітку колон рівною 6 × 12 м, а висоту камер – 6 м (до низу балки).

Ширину вантажних коридорів приймаю 6м, а їхню висоту – 3 м.

Висоту складування приймаю згідно розрахунку (5 ярусів) – 4,6 м.

Приймаю наступні камери для збереження продукції:

- камери №1-2 для зберігання літніх яблук «Білий налив», по 4 прямокутники кожна.

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Нікітенко О.М.			Визначення основних розмірів та планувань приміщень холодильника	Літ.	Лист.	Листів
Перевір.		Іващенко Н.В.						
Реценз.						ХМ-4-12ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П.						

- камери №3-4 для зберігання осінніх яблук «Авангард», по 4 прямокутники кожна.
- камери №5-6 для зберігання яблук «Августа», по 4 прямокутники кожна.
- камери №7-8 для зберігання зимніх яблук «Старкінг» , по 4 прямокутники кожна.
- камери №9-11 для зберігання груш «Вільямс» , по 4 прямокутники кожна

5. Визначаю дійсну ємкість кожної з камер E, тон:

$$E = q_v * h_v * \beta * F_{к.з.}$$

Камери зберігання яблук «Білий налив»1-2:

$$E_{ябл.біл.налив} = 0,35 \cdot 4,6 \cdot 0,8 \cdot 288 = 371 \text{ т}$$

Камери зберігання яблук «Авангард»3-4:

$$E_{ябл.авангард} = 0,35 \cdot 4,6 \cdot 0,8 \cdot 288 = 371 \text{ т}$$

Камери зберігання яблук «Августа»5-6:

$$E_{ябл.августа} = 0,35 \cdot 4,6 \cdot 0,8 \cdot 288 = 371 \text{ т}$$

Камери зберігання яблук «Старкінг»7-8:

$$E_{ябл.старкінг} = 0,35 \cdot 4,6 \cdot 0,8 \cdot 288 = 371 \text{ т}$$

Камери зберігання груш «Вільямс»9-11:

$$E_{груши_вільямс} = 0,35 \cdot 4,6 \cdot 0,8 \cdot 288 = 371 \text{ т}$$

У фруктосховищі передбачаю цех товарної обробки площею 20 % від площі камер зберігання, де проводять сортування, калібрування та пакування яблук та груш. Приміщення цеху з'єднується як з вантажним коридором, так і з критою автоплатформою. Висоту цеху приймаю 6 м, а його ширину - 12 м.

Цех товарної обробки: 14 прямокутників.

Машинне відділення: 4 прямокутники.

Службові приміщення та адміністративні будівлі: 14 прямокутників.

План розташування камер зображено на рис. 1.

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



#### 4. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника

Для розрахунку ізоляційних конструкцій необхідно знати розрахункові параметри повітря в місці майбутнього будівництва фруктосховища. Відповідно до отриманих параметрів підбираються відповідні коефіцієнти, які впливають на кінцеву товщина прийнятого ізоляційного матеріалу. Для м. Рівне параметри зовнішнього повітря наступні:

- середньорічна температура 7,2 °С,
- розрахункова літня температура 30 °С,
- розрахункова зимня температура -22 °С,
- відносна вологість влітку 52 %,
- відносна вологість взимку 82 %.

##### 4.1 Вибір матеріалу ізоляції та опис будівельних конструкцій

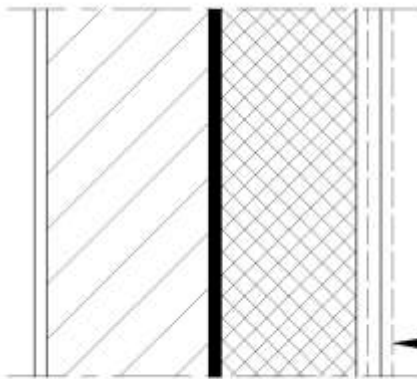
Термін служби холодильника та його економічні показники багато в чому визначаються якістю ізоляції. Правильно спроектована та якісно змонтована ізоляція забезпечує тривалу експлуатацію при мінімальних експлуатаційних затратах.

Для теплоізоляції зовнішніх і внутрішніх стін, перекриттів приймаю: плити теплоізоляційні з пінопласту полістирольного самозагасаючого ПСБ-С. До його переваг можна віднести: малий коефіцієнт теплопровідності, негорючість, мала вартість, нетоксичність, водостійкий, має високу механічну міцність, гідрофобний.

Для теплоізоляції покрівлі та підлоги на ґрунтах приймаю гравій керамзитовий. Даний будівельний матеріал відрізняється своєю невеликою масою та пористою структурою. На даний момент керамзит є найбільш популярний екологічний утеплювач. Щільність керамзиту, як правило, має відносно невисокі значення.

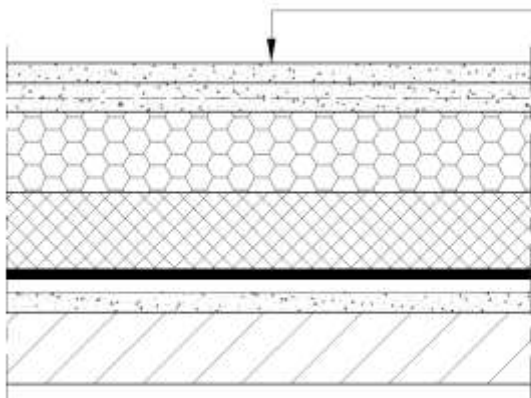
					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Нікітенко О.М.			<i>Визначення основних розмірів та планувань приміщень холодильника</i>	Літ.	Лист.	Листів
Перевір.		Іващенко Н.В.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П.						
						ХМ-4-12ск		





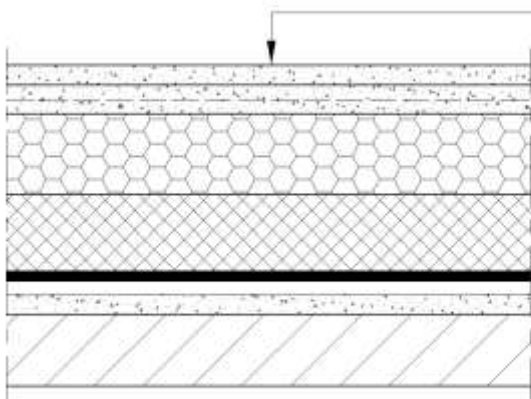
Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0,02 м
Теплоізоляція із пінопласта полістирольного ПСБ-С	-
Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004 м
Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0,02 м
Цегла	0,25 м
Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0,02 м

Рис. 3. Конструкція перегородки



1. Монолітне бетонне покриття із важкого бетону	0,04 м
2. Армована бетонна стяжка	0,04 м
3. Гравій керамзитовий	0,1 м
4. Теплоізоляція із пінопласта полістирольного ПСБ-С	-
5. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004 м
7. Цементно-піщаний розчин	0,03 м

Рис. 4. Конструкція підлоги



1. Монолітне бетонне покриття із важкого бетону	0,04 м
2. Армована бетонна стяжка	0,04 м
3. Гравій керамзитовий	0,1 м
4. Теплоізоляція із пінопласта полістирольного ПСБ-С	-
5. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці	0,004 м
7. Цементно-піщаний розчин	0,03 м

Рис. 4. Конструкція підлоги

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00.KP.142.008.020.2022.ПЗ

Арк.

## 4.2 Розрахунок ізоляції

Визначаю необхідну товщину ізоляційного шару:

$$\delta_{із} = \lambda_{із} \cdot \left( \frac{1}{k_0} - \left( \frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right)$$

де  $\delta_{із}$ ,  $\delta_i$  - товщини теплоізоляційного та будівельного шарів відповідно, м;  
 $\alpha_n$ ,  $\alpha_B$  - коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхні стін відповідно, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $\lambda_{із}$ ,  $\lambda_i$  - коефіцієнти теплопровідності теплоізоляційного та будівельних шарів відповідно, Вт/(м·К);  $k_0$  - коефіцієнт теплопровідності огорож, Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Приймаю дійсне значення товщини теплоізоляції  $\delta_{із.д}$ , округлюючи розрахункове значення  $\delta_{із}$  в бік зростання (товщини ПСБ-С: 20, 30, 40, 50, 100 мм).

Визначаю дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$k_d = \frac{1}{\left( \frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) + \frac{\delta_{із.д}}{\lambda_{із}}}$$

де  $\delta_{із.д}$  - прийнята товщинна ізоляційного шару, м.

Зовнішня стіна: значення коефіцієнта теплопередачі  $k_0 = 0,39$  Вт/ м<sup>2</sup> К,  
Коефіцієнти тепловіддачі приймаю:  $\alpha_n = 23,3$  Вт/ м<sup>2</sup> К ;  $\alpha_B = 9$  Вт/ м<sup>2</sup> К .

Визначаю товщину теплоізолюючого шару:

$$\delta_{із}^{mp} = 0,05 \cdot \left( \frac{1}{0,39} - \left( \frac{1}{23,3} + 3 \cdot \frac{0,02}{0,98} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{1}{9} \right) \right) = 0,05 \cdot (2,564 - 0,692) = 0,093 \text{ м}$$

Приймаю товщину ізоляційного шару 100 мм.

Визначаю дійсне значення коефіцієнта теплопередачі:

$$k_0^d = \frac{1}{0,692 + \frac{0,1}{0,05}} = \frac{1}{0,692 + 2} = 0,37 \text{ Вт/ м}^2 \text{ К}$$

Внутрішня стіна: значення коефіцієнта теплопередачі  $k_0 = 0,40$  Вт/ м<sup>2</sup> К,  
Коефіцієнти тепловіддачі приймаю:  $\alpha_n = 9$  Вт/ м<sup>2</sup> К ;  $\alpha_B = 9$  Вт/ м<sup>2</sup> К .

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

00.KP.142.008.020.2022.ПЗ



## 5. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень

Розрахунок теплонадходжен має важливу роль при розрахку будь-якого приміщення, будівлі, адже саме на його основі формуються попереднє, наближене розуміння, якої потужності обладнання необхідно встановлювати.

Теплонадходження через огорожувальні конструкції визначаю, як суму всіх теплонадходжень, які викликані наявністю різниці температур зовні огороження (зовнішнє повітря) та всередині огорожуючого приміщення (внутрішня температура), а також теплонадходжень за рахунок дії сонячної радіації через покрівлі та зовнішні стіни.

Визначаю теплонадходження через стіни, перегородки, покрівлю, Вт:

$$Q_1 = k_d * F * (t_3 - t_b)$$

де  $k_d$  - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, визначається при розрахунку товщини ізоляційного шару, Вт/(м<sup>2</sup> \* К); F - площа поверхні огороження, м<sup>2</sup>;  $t_3$  - температура ззовні огороження, °С;  $t_b$  - температура повітря в середині огорожуваного приміщення, °С.

Враховуючи відсутність мінусових температур в камерах фруктосховища, немає доцільності робити підігрів підлоги, тому теплонадходження розраховую як суму втрат через умовні зони шириною 2 м (згідно рекомендацій літератури).

$$Q_1 = k_y * F * (t_3 - t_a) * m$$

де m – умовний коефіцієнт теплопередачі для відповідної зони.

Коефіцієнт m характеризує зростання термічного опору за рахунок теплоізоляції:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 * (\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{\delta_i}{\lambda_i})} = \frac{1}{1 + 1,25 * (\frac{0,04}{1,4} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,04}{0,12} + \frac{0,1}{0,12} + \frac{0,03}{0,98})} = 0,39$$

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Нікітенко О.М.			Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень		
Перевір.		Іващенко Н.В.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Петренко В.П.					
					Літ.	Лист.	Листів
					ХМ-4-12ск		

Визначаю теплонадходження від дії сонячної радіації:

$$Q_{1c} = k_d * F * \Delta t_c$$

де  $\Delta t_c$  - надлишкова різниця температур, °С.

Після проведених розрахунків результати зводжу до таблиці 2.

Таблиця 2. – Розрахунок теплонадходжень  $Q_1$

Назва камери	Огорожа, орієнтація	К д Вт/м2	F м2	t з С	t в С	$\Delta t$ С	$\Delta t_c$ С	Q 1т Вт	Q 1с Вт	Q 1 Вт
Зберігання яблук Білий Налив №1	Вн-Пн	0,38	144	12	2	10	0	547	0	547
	Вн-Сх	0,38	72	12	2	10	0	274	0	274
	П-Пд	0,55	144	2	2	0	0	0	0	0
	Зс-Зх	0,37	72	30	2	28	7,2	746	192	938
	Підлога 1	0,47	48	14	2	12	0	106	0	106
	Зона 2	0,23	48	14	2	12	0	52	0	52
	Зона 3	0,12	48	14	2	12	0	27	0	27
	Зона 4	0,07	144	14	2	12	0	47	0	47
	Покриття	0,37	288	30	2	28	14,9	2984	1588	4571
<b>Разом</b>								<b>4782</b>	<b>1780</b>	<b>6561</b>
Зберігання яблук Білий Налив №2, та Авангард №3	П-Пн	0,55	144	2	2	0	0	0	0	0
	Вн-Сх	0,38	72	12	2	10	0	274	0	274
	П-Пд	0,55	144	2	2	0	0	0	0	0
	Зс-Зх	0,37	72	30	2	28	7,2	746	192	938
	Підлога 1	0,47	48	14	2	12	0	106	0	106
	Зона 2	0,23	48	14	2	12	0	52	0	52
	Зона 3	0,12	48	14	2	12	0	27	0	27
	Зона 4	0,07	144	14	2	12	0	47	0	47
	Покриття	0,37	288	30	2	28	14,9	2984	1588	4571
<b>Разом</b>								<b>4235</b>	<b>1780</b>	<b>6014</b>

Зберігання яблук Авангард №4	П-Пн	0,55	144	2	2	0	0	0	0	0
	Вн-Сх	0,38	72	12	2	10	0	274	0	274
	Вн-Пд	0,38	144	12	2	10	0	547	0	547
	Зс-Зх	0,37	72	30	2	28	7,2	746	192	938
	Підлога 1	0,47	48	14	2	12	0	106	0	106
	Зона 2	0,23	48	14	2	12	0	52	0	52
	Зона 3	0,12	48	14	2	12	0	27	0	27
	Зона 4	0,07	144	14	2	12	0	47	0	47
	Покриття	0,37	288	30	2	28	14,9	2984	1588	4571
<b>Разом</b>								<b>4782</b>	<b>1780</b>	<b>6561</b>

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Назва камери	Тип огорожі орієнтація	К д Вт/м2	F м2	t з С	t в С	$\Delta t$ С	$\Delta t c$ С	Q 1т Вт	Q 1с Вт	Q 1 Вт
Зберігання яблук Августа №5	Вн-Пн	0,38	144	12	2	10	0	547	0	547
	Вн-Сх	0,38	72	12	2	10	0	274	0	274
	П-Пд	0,55	144	2	2	0	0	0	0	0
	Вн-Зх	0,38	72	12	2	10	0	274	0	274
	Підлога Зон.4	0,07	288	14	2	12	0	94	0	94
	Покриття	0,37	288	30	2	28	14,9	2984	1588	4571
	<b>Разом</b>								4172	1588

Зберігання яблук Августа №6	П-Пн	0,55	144	2	2	0	0	0	0	0
	Вн-Сх	0,38	72	12	2	10	0	274	0	274
	П-Пд	0,55	144	1	2	-1	0	-79	0	-79
	Вн-Зх	0,38	72	12	2	10	0	274	0	274
	Підлога 4	0,07	288	14	2	12	0	94	0	94
	Покриття	0,37	288	30	2	28	14,9	2984	1588	4571
	<b>Разом</b>								3546	1588

Зберігання яблук Старкінга №7	П-Пн	0,55	144	2	1	1	0	79	0	79
	Вн-Сх	0,38	72	12	1	11	0	301	0	301
	П-Пд	0,55	144	1	1	0	0	0	0	0
	Вн-Зх	0,38	72	12	1	11	0	301	0	301
	Підлога 4	0,07	288	14	1	13	0	102	0	102
	Покриття	0,37	288	30	1	29	14,9	3090	1588	4678
	<b>Разом</b>								3874	1588

Назва камери	Огорожа, орієнтація	К д Вт/м2	F м2	t з С	t в С	$\Delta t$ С	$\Delta t c$ С	Q 1т Вт	Q 1с Вт	Q 1 Вт
Зберігання яблук Старкінг №8	П-Пн	0,55	144	2	1	1	0	79	0	79
	Вн-Сх	0,38	72	12	1	11	0	301	0	301
	Вн-Пд	0,38	144	12	1	11	0	602	0	602
	Вн-Зх	0,38	72	12	1	11	0	301	0	301
	Підлога 4	0,07	288	14	1	13	0	102	0	102
	Покриття	0,37	288	30	1	29	14,9	3090	1588	4678
	<b>Разом</b>								4475	1588

Назва камери	Огорожа, орієнтація	К д Вт/м2	F м2	t з С	t в С	$\Delta t$ С	$\Delta t c$ С	Q 1т Вт	Q 1с Вт	Q 1 Вт
Зберігання груш Вільямс №9	Вн-Пн	0,38	144	12	2	10	0	547	0	547
	Зн-Сх	0,37	72	30	2	28	6	746	160	906
	П-Пд	0,55	144	2	2	0	0	0	0	0
	Вн-Зх	0,38	72	12	2	10	0	274	0	274
	Підлога 1	0,47	48	14	2	12	0	106	0	106
	Зона 2	0,23	48	14	2	12	0	52	0	52
	Зона 3	0,12	48	14	2	12	0	27	0	27
	Зона 4	0,07	144	14	2	12	0	47	0	47
	Покриття	0,37	288	30	2	28	14,9	2984	1588	4571
	<b>Разом</b>								4782	1748

Зберігання груш Вільямс №10	П-Пн	0,55	144	2	2	0	0	0	0	0
	Зн-Сх	0,37	72	30	2	28	6	746	160	906
	П-Пд	0,55	144	2	2	0	0	0	0	0
	Вн-Зх	0,38	72	12	2	10	0	274	0	274
	Підлога 1	0,47	48	14	2	12	0	106	0	106
	Зона 2	0,23	48	14	2	12	0	52	0	52
	Зона 3	0,12	48	14	2	12	0	27	0	27
	Зона 4	0,07	144	14	2	12	0	47	0	47
	Покриття	0,37	288	30	2	28	14,9	2984	1588	4571
	<b>Разом</b>								4235	1748

Зберігання груш Вільямс №11	П-Пн	0,55	144	2	2	0	0	0	0	0
	Зн-Сх	0,37	72	30	2	28	6	746	160	906
	Вн-Пд	0,38	144	18	2	16	0	876	0	876
	Вн-Зх	0,38	72	12	2	10	0	274	0	274
	Підлога 1	0,47	48	14	2	12	0	106	0	106
	Зона 2	0,23	48	14	2	12	0	52	0	52
	Зона 3	0,12	48	14	2	12	0	27	0	27
	Зона 4	0,07	144	14	2	12	0	47	0	47
	Покриття	0,37	288	30	2	28	14,9	2984	1588	4571
	<b>Разом</b>								5110	1748

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Визначаю кількість тепла, яку необхідно відвести від продукту при термічній обробці (холодильній обробці):

$$Q_2 = Q_{2\text{вант}} + Q_{2\text{тари}}, \text{ Вт}$$

де  $Q_{2\text{вант}}$  - теплота, яку треба відвести від охолоджуваних продуктів, кВт;

$Q_{2\text{тари}}$  - теплота від тари, кВт.

Визначаю теплоту, яку необхідно відвести від охолоджених продуктів:

$$Q_{2\text{вант}} = \frac{M_k * \Delta i * 1000}{\tau * 3600}$$

де  $M_k$  - добове надходження продукту до камери, т/добу;

$\Delta i$  - різниця ентальпій, що відповідають початковій та кінцевій температурі продукта, Дж/кг;

$\tau$  - тривалість холодильної обробки;

1000 – коефіцієнт для переведення тон в кілограми;

3600 – коефіцієнт для переведення годин в секунди.

Визначаю теплонадходження від тари, кВт:

$$Q_{2\text{тари}} = M_T * c_T * (t_1 - t_2) * \frac{1000}{\tau * 3600}$$

Де  $M_T$  - добове надходження тари, т/добу;

$c_T$  - теплоємність тари, Дж/(кг\*К);

$t_1$  - температура тари при надходженні вантажу, °С ;

$t_2$  - температура тари при виході вантажу, °С .

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Таблиця 4. Розрахунок теплонадходжень від вентиляції

№ Камери	Об'єм, V	Кратність	Густина	$i_{\text{зов}}$ , кДж/кг	$i_{\text{внут}}$ , кДж/кг	Q3, Вт
Камера №1	1728	-	-	-	-	-
Камера №2	1728	-	-	-	-	-
Камера №3	1728	4	1,29	70	12	5800
Камера №4	1728	4	1,29	70	12	5800
Камера №5	1728	4	1,29	70	12	5800
Камера №6	1728	4	1,29	70	12	5800
Камера №7	1728	4	1,29	70	11	5900
Камера №8	1728	4	1,29	70	11	5900
Камера №9	1728	4	1,29	70	12	5800
Камера №10	1728	4	1,29	70	12	5800
Камера №11	1728	4	1,29	70	12	5800

## Експлуатаційні теплонадходження

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4, \text{ Вт};$$

де:  $q_1$  -теплонадходження від людей, що перебувають у камері, Вт;

$q_2$  -теплонадходження від відкривання дверей, Вт;

$q_3$  -теплонадходження від освітлення, Вт;

$q_4$  -теплонадходження від електродвигунів, Вт.

$$q_1 = 350 \cdot n, \text{ Вт}$$

де n-кількість працюючих людей, n=4.

$$q_2 = B \cdot F, \text{ Вт.}$$

де K-питоме теплонадходження через двері, Вт/м<sup>2</sup>

F- площа камер м<sup>2</sup>

$$q_3 = A \cdot F, \text{ Вт}$$

де A-питомі теплонадходження від освітлення, Вт/м<sup>2</sup>

$$q_4 = N_{\text{ел}}, \text{ Вт};$$

де  $N_{\text{ел}}$  - потужність працюючих електродвигунів, Вт

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.KP.142.008.020.2022.ПЗ					

Розрахунок експлуатаційних теплонадходжень заносимо до таблиця 5.

Таблиця 5. Розрахунок експлуатаційних теплонадходжень

№ камери	F, м2	A, Вт/м2	n, чол.	B, Вт/м2	q <sub>1</sub> Вт	q <sub>2</sub> Вт	q <sub>3</sub> Вт	q <sub>4</sub> Вт	Q4,Вт
Камера №1	288	2,3	-	12	1050	-	662,4	576	2288,4
Камера №2	288	2,3	-	12	1050	-	662,4	576	2288,4
Камера №3	288	2,3	3	12	1050	3456	662,4	576	5744,4
Камера №4	288	2,3	3	12	1050	3456	662,4	576	5744,4
Камера №5	288	2,3	3	12	1050	3456	662,4	576	5744,4
Камера №6	288	2,3	3	12	1050	3456	662,4	576	5744,4
Камера №7	288	2,3	3	12	1050	3456	662,4	576	5744,4
Камера №8	288	2,3	3	12	1050	3456	662,4	576	5744,4
Камера №9	288	2,3	3	12	1050	3456	662,4	576	5744,4
Камера №10	288	2,3	3	12	1050	3456	662,4	576	5744,4
Камера №11	288	2,3	3	12	1050	3456	662,4	576	5744,4

Теплонадходження від «дихання» фруктів

$$Q_5 = E_k * (0,1 * q_n + 0,9 * q_{36})$$

де  $E_k$  - місткість камери, кг;

$q_n, q_{36}$  - питоме теплонадходження від біохімічних процесів «дихання» при надходженні та зберіганні, Вт/кг.

Розрахунок теплонадходжень від дихання фруктів зводжу до таблиці 6.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00.КР.142.008.020.2022.ПЗ					

Таблиця 6. Розрахунок теплонадходжень від дихання

№ камери	$q_n$ , Вт/т	$q_{зб}$ , Вт/т	Ек, т	Q5,
Камера №1	-	-	371	-
Камера №2	-	-	371	-
Камера №3	92	21	371	12819,2
Камера №4	92	21	371	12819,2
Камера №5	92	21	371	12819,2
Камера №6	92	21	371	12819,2
Камера №7	58	20	371	10857,5
Камера №8	58	20	371	10857,5
Камера №9	161	27	371	18430,4
Камера №10	161	27	371	18430,4
Камера №11	161	27	371	18430,4

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6. Визначення навантаження на теплообмінне обладнання камер та компресори

Навантаження на теплообмінне обладнання «впливає» із розрахунку теплонадходжень, які були визначені у попередньому розділі.

При розрахунку навантаження на теплообмінне обладнання камер враховано, що навантаження на камерне обладнання складає 100% для всіх видів теплонадходжень, а навантаження на компресор  $Q_1$ -75%,  $Q_2$ -100%,  $Q_3$ -100%,  $Q_4$ -50%,  $Q_5$ -100%,

Таблиця 7. Розрахунок навантаження на камерне обладнання та компресор.

№ камери	Q1, Вт		Q2, Вт	Q3, Вт	Q4, Вт		Q5, Вт	Сумарне Q, Вт	
	кам.обл	компр	кам.обл	кам.обл	кам.обл	компр	кам.обл	кам.обл	компр
Камера №1	6561	4921	25082	-	5744,4	2872,2	-	37387,4	32875,2
Камера №2	6014	4511	25082	-	5744,4	2872,2	-	37387,4	32875,2
Камера №3	6014	4511	25082	5800	5744,4	2872,2	12819,2	55459,6	51083,9
Камера №4	6561	4921	25082	5800	5744,4	2872,2	12819,2	56006,6	51494,15
Камера №5	5760	4320	25082	5800	5744,4	2872,2	12819,2	55205,6	50893,4
Камера №6	5134	3851	25082	5800	5744,4	2872,2	12819,2	54579,6	50423,9
Камера №7	5461	4096	26138	5900	5744,4	2872,2	10857,5	54100,9	49863,45
Камера №8	6063	4547	26138	5900	5744,4	2872,2	10857,2	54702,6	50314,65
Камера №9	6529	4897	24818	5800	5744,4	2872,2	18430,4	61321,8	56817,35
Камера №10	5982	4487	24818	5800	5744,4	2872,2	18430,4	60774,8	56407,1
Камера №11	6858	5144	24818	5800	5744,4	2872,2	18430,4	61650,8	57064,1

					<i>00.КР.142.008.020.2022.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Нікітенко О.М.</i>			<b>Визначення навантаження на теплообмінне обладнання</b>  <i>ХМ-4-12ск</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Іващенко Н.В.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>					

Відповідно до вказаного навантаження на камерне обладнання, яке зведено до таблиці, визначаю сумарне результуюче навантаження:

$$\sum Q = 588577,1 \text{ Вт.}$$

Визначаю навантаження на компресор з урахуванням 22 годин постійної роботи на добу (найбільше навантаження).

$$Q_0 = \sum Q * k / 0,9, \text{ Вт;}$$

де k – коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах, k=1,12

$$Q_0 = 588577,1 * 1,12 / 0,9 = 732451,5 \text{ Вт}$$

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7. Вибір структури системи охолодження та типу холодильної установки

У якості холодильного агента обрано аміак (R717) як найбільш ефективний з термодинамічної точки зору холодильний агент.

Обрано централізовану систему охолодження. Така система є більш доцільною, оскільки наявність великих камер зберігання виключає можливість встановлення децентралізованих систем великої потужності. Завдяки централізованій системі охолодження все обладнання буде знаходитися в одному приміщенні, що значно спрощує його експлуатацію та підвищує безпеку праці персоналу.

Обладнання системи циркуляції холодильного агента розташоване поза охолодженням об'єкту в машинному відділенні.

Для камер зберігання приймаю безпосередню систему охолодження. Основними перевагами такої системи охолодження є її довговічність та економічність.

Для інтенсифікації процесу охолодження, у якості камерного обладнання, прийнято встановлення повітроохолоджувачів. Крім того, охолоджені фрукти потребують примусової циркуляції повітря.

Конденсатори приймаю випарні.

					<i>00.КР.142.008.020.2022.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Нікітенко О.М.</i>			<i>Вибір структури системи охолодження та типу холодильної системи</i>	<i>Літ.</i>	<i>Лист.</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Іващенко Н.В.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>						
						<i>ХМ-4-12ск</i>		

## 8. Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної машини

Для розрахунку опитамального температурного режиму роботи спроектованої холодильної установки необхідно, опираючись на технологію зберігання продукту, прийняти бажану для підтримання температури в камері. Приймаю температуру камери зберігання яблук та груш:

$$t_{\text{кам}} = 1 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Відповідно до прийнятої температури в камері визначаю температуру кипіння холодильного агенту (аміаку), яку приймають на 4...10 градусів нижче ніж температура у камері.

$$t_0 = t_{\text{кам}} - (4...10)$$

$$t_0 = 1 - 10 = -9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температуру всмоктування приймають на 5...15 градусів вище за температуру кипіння холодильного агенту в камері.

$$t_{\text{всм}} = t_0 + (5...15)$$

$$t_{\text{всм}} = -9 + 9 = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температуру конденсації для випарних конденсаторів приймають в залежності від двох факторів температури навколишнього середовища та вологості, адже при роботі випарного конденсатора першочерговення зняття перегріву та конденсації аміаку лежить на вентиляторах, які проганяють повітря через теплообмінну площу конденсатора. Якщо повітря не встигає за певний час сконденсувати холодильний агент і росте тиск конденсації – вмикаються насоси і йде розпилення води, яка достатньо швидко знімає навантаження. Прийнято за основу розрахункову температуру конденсації на рівні 30°C.

$$t_{\text{конд}} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

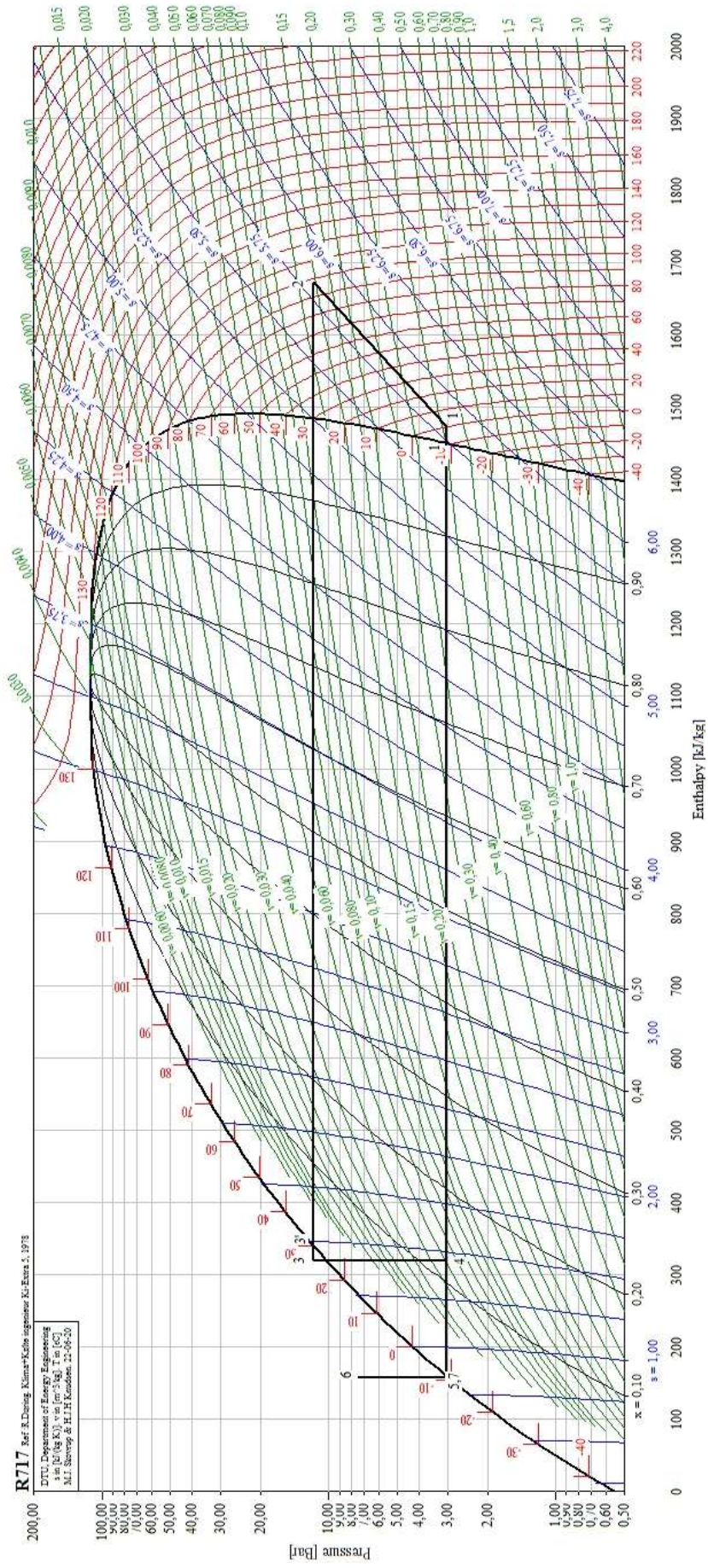
					<i>00.KP.142.008.020.2022.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Нікітенко О.М.</i>			<i>Вибір розрахункового робочого режиму та тепловий розрахунок холодильної машини</i>	<i>Літ.</i>	<i>Лист.</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Іващенко Н.В.</i>						
<i>Реценз.</i>						<i>ХМ-4-12ск</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>						



Параметр, розрахункова формула та од. вимірювання	Камери № 1-11
Ефективна потужність на валу компресора: $N_e = N_i / \eta_{\text{мех}}$ , кВт	285,5/0,9=317,2
Потрібна потужність електродвигунів: $N_{\text{ел}} = N_e / \eta_{\text{ел}}$ кВт	317,2/0,9=352,4

Приймаю два поршневі компресори марки Grasso RC 912 , що мають, теоретичну об'ємну продуктивність на рівні  $V_T = 0,332 * 2 = 0,664 \text{ м}^3 / \text{с}$ .

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Эмн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

00.KP.142.008.020.2022.ПЗ

Арк.

## 9. Розрахунок і вибір теплообмінного обладнання холодильних камер

Даний розділ необхідний для визначення теплообмінного обладнання, у даному випадку повітроохолодників: його площу, марку, виробника, а також технічні характеристики, які повинні задовольняти усі поставленні вимоги.

Визначаю площу поверхні теплопередачі повітроохолоджувача:

$$F = \frac{Q_{\text{обл}}}{k * \Theta}$$

де  $F$  – площа поверхні повітроохолоджувача,  $m^2$ ;

$Q_{\text{обл}}$  - теплове навантаження на обладнання, Вт;

$k$  – коефіцієнт теплопередачі від холодильного агента або холодоносія до повітря, Вт/( $m^2 * \text{град}$ );

$\Theta$  - перепад температур між повітрям в камері і холодильним агентом у батареї випарника.

Для камер зберігання фруктів розрахунковий перепад температур між повітрям камери та холодоносієм приймаю на рівні  $10^\circ\text{C}$ .

Після вибору повітроохолоджувачів слід перевірити, чи достатня об'ємна подача ( $V_n \text{ м}^3 / \text{с}$ ) встановлених вентиляторів

$$V_n = \frac{Q_{\text{обл}}}{\rho_n * (i_1 - i_2)}$$

де  $\rho_n$  - густина повітря, що виходить з повітроохолоджувача,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\Delta i = i_1 - i_2$  - різниця ентальпій вхідного і вихідного повітря в повітроохолоджувачі Дж/кг.

Розраховую повітроохолоджувачів для камери № 1

$$F = \frac{37387,4}{16,5 * 10} = 226,6 \text{ м}^2$$

					<i>00.KP.142.008.020.2022.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Нікітенко О.М.</i>			<i>Розрахунок і вибір теплообмінного обладнання холодильних камер</i>	Літ.	Лист.	Листів
Перевір.		<i>Іващенко Н.В.</i>						
Реценз.						<i>ХМ-4-12ск</i>		
Н. Контр.								
Затверд.		<i>Петренко В.П.</i>						



## 10. Розрахунок та вибір теплообмінних апаратів (конденсатора, випарника)

### Розрахунок конденсатора

Теплове навантаження на конденсатор складається із сумарного навантаження на випарники, а також індикаторного навантаження компресорів:

$$Q_k = Q_0 + N_i, \text{ Вт}$$

$$Q_k = 732,451 + 285,5 = 1017,951 \text{ кВт.}$$

Для знаходження необхідної теплообмінної площі конденсатора необхідно розрахувати чи прийняти згідно літературних рекомендацій чи каталожних значень густину теплового потоку для випарного конденсатора.

$q_f$  – для випарних конденсаторів питомий тепловий потік  $q_f = 1750 - 2300 \text{ Вт/м}^2$ ; Отже, необхідна площа теплообміну буде становити:

$$F = Q_k / q_f = 1017,951 / 2000 = 508,97 \text{ м}^2.$$

Приймаю до встановлення випарний конденсатор марки «Позитрон» :ЭКА 1500, характеристики якого наводжу нижче.

Марка апарату	«Позитрон» :ЭКА 250
Площа поверхні теплообміну	615 м <sup>2</sup>
Номінальний тепловий потік	1565 кВт
Внутрішній об'єм аміачної порожнини	27 м <sup>3</sup>
Потужність, споживана вентиляторами	3 кВт
Частота обертання вентиляторів	1430 об/хв
Витрата повітря	96000 м <sup>3</sup> /год
Витрата циркулюючої води	100 м <sup>3</sup> /год
Витрата води на підживлення	1,6 м <sup>3</sup> /год
Розміри:	
Довжина	6,5 м
Ширина	2,1 м
Висота	3,1 м
Маса, не більш	10200 кг

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Нікітенко О.М.			Розрахунок і вибір теплообмінних апаратів (конденсатор, випарник)		
Перевір.		Іващенко Н.В.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Петренко В.П.					
					Літ.	Лист.	Листів
					ХМ-4-12ск		

## 11. Вибір допоміжного обладнання (ресивери, насоси та градирня)

### Аміачні насоси

Насоси обирають по необхідним значенням подачі та напору. Критерій вибору по напору виконується з умов збільшення циркуляції аміаку 25-30 раз, що необхідно для оптимального теплообміну у змійовику повітроохолоджувачів. Об'ємна подача насосів.

$$V=M*v, \text{ м}^3/\text{с};$$

де M-масова витрата аміаку, кг/с;

v- питомий об'єм аміаку, м<sup>3</sup>/кг.

$$V=0,69*0,0017=0,0011 \text{ м}^3/\text{с}$$

Приймаю два робочих насоси ЦНГ-70М-3.

Технічна характеристика аміачних насосів:

ЦНГ-70М-3 – подача 5,5-12м<sup>3</sup>/год, напір рідкого аміаку 55-45м, кількість ступенів 3, частота обертання 49,5с<sup>-1</sup>, потужність 2,8 кВт.

### Лінійний ресивер

Потрібна місткість лінійного ресивера з умов заповнення на 80%.

$$V_{\text{лр}}=0,4*V_{\text{ко}}, \text{ м}^3 \quad 11.2$$

$V_{\text{ко}}$  - об'єм камерного обладнання.

$$V_{\text{ко}}=2,72 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{лр}}=0,4*2,72=1,088 \text{ м}^3.$$

Прийнято ресивер 1,5РД, що має  $V_{\text{лр}} 1.5 \text{ м}^3$ .

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Нікітенко О.М.			<b>Вибір допоміжного обладнання (ресивери, насоси та градирня)</b>		
Перевір.		Іващенко Н.В.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Петренко В.П.					
					Літ.	Лист.	Листів
					ХМ-4-12ск		

## Дренажний ресивер

Умови вибору дренажного ресивера

$$V_{др} \geq 0,8 * V_{ко}, \text{ м}^3$$

$V_{ко}$  - місткість камерного обладнання,  $\text{м}^3$ .

За умов відтайки одного повітроохолоджувача:

$$V_{др} \geq 0,8 * 2,72 = 2,176 \text{ м}^3.$$

Приймаю ресивер 2,5РД, що має  $V_{др} 2,5 \text{ м}^3$ .

## Циркуляційний ресивер

Вимоги вибору циркуляційного ресивера:

$$V_{цр} = K * (V_{нт} + 0,5 * V_{ко} + V_{вт}), \text{ м}^3$$

де  $K$ -коефіцієнт типу ресивера, для вертикального типу  $K=2$ ;

$V_{нт}$ - об'єм нагнітального трубопроводу від насосу:

$$V_{нт} = 0,05^2 * 0,785 * 40 = 0,0785 = 0,1 \text{ м}^3;$$

$V_{вт}$ - об'єм всмоктувального трубопроводу насоса:

$$V_{вт} = V_{нт} = 0,1 \text{ м}^3. V_{ко} - \text{об'єм камерного обладнання, } V_{ко} = 2,72 \text{ м}^3.$$

$$V_{цр} = K * (V_{нт} + 0,5 * V_{ко} + V_{вт}) = 2 * (0,1 + 0,5 * (2,72) + 0,1) = 3,12 \text{ м}^3.$$

Приймаю 5РД, що має  $V_{цр} = 5,58 \text{ м}^3$ .

## Розрахунок та вибір водяного насосу

Вибір насосу відбувається на підставі значень подачі та напору. Для спрощення вибору насосу користуємось значенням подачі:

$$V = \frac{Q}{c * \rho * \Delta t}, \text{ м}^3/\text{с}$$

де  $c$ - теплоємність речовини,  $\text{кДж}/(\text{кг} * \text{К})$ ;  $\rho$ - густина речовини,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\Delta t$ - різниця температур в теплообміннику,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$Q$  – теплове навантаження на теплообмінний апарат,  $\text{кВт}$ .

Для води:  $c=4,187 \text{ кДж}/(\text{кг} * \text{К})$ ,  $\rho=1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,  $Q=1017,951 \text{ кВт}$

$$V = \frac{1017951}{4,187 * 1000 * 4} = 0,052, \text{ м}^3/\text{с}.$$

Обираю два насоси К90/20, що мають  $V=0,028 \text{ м}^3/\text{с}$ , кожен, ккд 0,76, потужність електродвигунів 7,5 кВт, частота обертання 2900 об/хв.

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Розрахунок трубопроводів

Визначаю внутрішній діаметр трубопроводів для прокачки аміаку по системі:

$$d_{\text{вн}} = 1.13 * (M / (\rho * \omega))^{0.5}, \text{ м};$$

де  $\rho$ - густина речовини,  $\text{кг/м}^3$ ,  $\omega$ - швидкість речовини,  $\text{м/с}$ :

для всмоктувального аміачного трубопроводу  $\omega = 15\text{м/с}$ ;

для нагнітального аміачного трубопроводу  $\omega = 20\text{м/с}$ ;

для рідинного аміачного трубопроводу від конденсатора  $\omega = 0,5\text{м/с}$ ;

для всмоктувального водяного трубопроводу  $\omega = 0,8\text{м/с}$ ;

для нагнітального водяного трубопроводу  $\omega = 1 \text{ м/с}$ ;

Приймаю сталі безшовні труби згідно ГОСТ 3262-75 для аміачного трубопроводу та звичайні труби для води ГОСТ 3262-75. Розрахунок і вибір трубопроводів таблиця 11.

Таблиця 11. Розрахунок і вибір трубопроводів

Призначення трубопроводу	M, кг/с	$\rho, \text{кг/м}^3$	$V, \text{м}^3/\text{с}$	$\omega, \text{м/с}$	$d_{\text{умов}}, \text{мм}$	Прийнято				
						$d_{\text{умов}}, \text{мм}$	$D_{\text{зовн}}, \text{мм}$	$d_{\text{внут}}, \text{мм}$	Вага $\text{кг}$	Кількість
Всмоктувальний аміачний	0,823	2,7	0,489	15	0,20	200	219	161	36,6	2
Нагнітальний аміачний	0,823	7,87	0,168	20	0,10	100	108	18	10,3	2
Рідинний аміачний	0,823	625	0,002	0,5	0,07	70	76	57	6,26	1
Всмоктувальний водяний	-	-	0,026	0,8	0,20	200	219	200	36,6	1
Нагнітальний водяний	-	-	0,026	1	0,18	200	219	180	36,6	1

					00.KP.142.008.020.2022.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 12. Розрахунок техніко-економічних показників

### 12.1 Замовна специфікація на обладнання

Замовна специфікація на обладнання холодильної установки зведено до таблиця 12.

Разом вартість обладнання буде складати 2773 тис. грн. з врахуванням НДС.

Таблиця 12 - Замовна специфікація на обладнання холодильної установки.

№ п/п	Назва обладнання	Виробник	Ціна, тис. грн. шт.	Вартість упаковки та транспортування, тис. грн	Кіл-сть, шт	Вартість, тис. грн.
1	Холодильна машина	Grasso RC912	820	10	2	1650
2	Конденсатор	EKA1500	150	10	1	160
3	Повітроохолоджувач	INBA632D70	43	10	2	96
4	Повітроохолоджувач	INBA633C70	58	10	6	358
5	Повітроохолоджувач	INRA633C60	64	10	3	202
6	Аміачні насоси	ЦНГ-70М3	30	5	2	65
7	Водяні насоси	K90/20	21	5	2	47
8	Дрен.ресивер	2,5РД	25	10	1	35
9	Цирк. ресивер	5РД	30	10	1	40
10	Лінійний ресивер	1,5РД	20	10	1	30
11	Градирня	БВГ-80	80	10	1	90
<b>Разом</b>						<b>2773</b>

### 12.2 Визначення кількості виробленого холоду

Витрати на виробництво штучного холоду при різноманітних температурах кипіння нерівноцінні, саме тому їх слідприводять до умовної величини – приведенного виробництва холоду, яка визначається як сума добутків кількості виробленого холоду при робочих умовах на коефіцієнт переводу. Величина переводного коефіцієнту приймається в залежності від робочої температури.

					00.KP.142.008.020.2022.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Нікітенко О.М.			Розрахунок техніко-економічних показників	Літ.	Лист.	Листів
Перевір.		Іващенко Н.В.						
Реценз.						ХМ-4-12ск		
Н. Контр.								
Затверд.		Петренко В.П.						



Разом річна витрата електроенергії 2247,06 тис.кВт\*год

Тариф оплати електроенергії складає 3,2 грн. за кВт\*год. Тоді витрати на оплату електроенергії складатиме  $2247,06 \cdot 3,2 = 7190,592$  тис.грн.

#### 12.4 Витрати на поповнення системи холодоагентом

Холодоагент R717 купується за ціною 35 грн. за 1кг, в моєму проєкті необхідно 4000 кг і це коштує  $4000 \cdot 35 = 140$  тис.грн

#### 12.5 Витрати на поповнення системи мастилом

Незважаючи на те, що після кожного компресору встановлено мастиловідділювач, мастило виноситься з компресору. Кількість мастила, що виноситься з компресору пропорційно залежить від часів роботи компресорів.

Річна потреба в мастилі визначається за формулою

$$M = \sum (g * Z * n) * \frac{n}{n_1}$$

де  $g$  - норма витрати мастила на 1 циліндр поршневого компресора або на ротор гвинтового, кг/год;

$Z$  – кількість поршнів або роторів, шт;

$n$  – кількість годин роботи компресору, год;  $n_1$  - нормативний час зміни мастила, год.

Для поршневих компресорів  $g=0.01$  кг/год, а нормативний час складає 2700 год.

$$M = \sum (0.01 * 6 * 5400) * \frac{5400}{2700} = 648 \text{ кг}$$

Витрати на поповнення системи мастилом при ціні на мастило 375 грн/кг складатиме

$$V_{\text{маст}} = 648 * 375 = 243 \text{ тис. грн}$$

#### 12.6 Витрати на заробітну плату

Заробітну платню робітників, що обслуговують обладнання отримують платню за договором обслуговування. Розмір платні складає 340000 грн. на рік.

#### 13.7 Амортизація обладнання

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Амортизаційні відрахування на обладнання становлять 10 %

$$2773 * 0,1 = 277,3 \text{ тис. грн}$$

#### 12.8 Витрати на поточні ремонти

Витрати на поточні ремонти складають 50% від амортизаційних витрат

$$V_{\text{поточні}} = 277,3 * 0,5 = 138,65 \text{ тис. грн.}$$

#### 12.9 Утримання будівлі

Вартість будівлі визначається 7000 грн за кожен м<sup>2</sup> будівельної площі.

Таким чином вартість будівлі буде складати  $7000 * 6724 = 47068,0$  тис грн.

Амортизаційні відрахування на будівлі становлять 2%

$$47068,0 * 0,02 = 941,36 \text{ тис. грн.}$$

Таблиця 14 – собівартість одиниці виробленого холоду.

Статті витрат	Значення показників, тис. грн
Електроенергія	7190,592
Масило	243
Аміак	140
Оплата праці	340
Амортизація	277,3
Поточні ремонти	138,65
Утримання будівлі	941,36
Разом	9270,902

#### 12.11 Визначення собівартості одиниці виробленого холоду

$$C = 9270,902 / 4746,2825 = 2 \text{ грн/кВт*год.}$$

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 13. Охорона праці

Темою дипломного проекту передбачено будівництво нового фруктосховища місткістю 4000 тон у м. Рівне із сучасних якісних та високотехнологічних будівельних матеріалів. Виробництво штучного холоду буде здійснюватись за допомогою сучасного обладнанням від провідних світових виробників, які постійно розвиваються, продять дослідження для удосконалення існуючого та розробки нового обладнання для підтримки репутації бренду на світовій арені.

Технологічні рішення, які знайшли своє відображенні у даній кваліфікаційній роботі, необхідні для стабільної роботи підприємства, забезпечення надійності роботи виробництва, запобігання виробничого травматизму та мінімізація рівня шкідливості, або їх виключення взагалі, умов роботи виробничого персоналу.

Опираючись на закон України "Про охорону праці", можна сказати, що охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, які спрямовані на збереження життя, здоров'я та працездатність людини в процесі її трудової діяльності.

#### Умови праці

Холодильник для зберігання фруктів знаходиться у м. Рівне, у якому будуть зберігатися яблука та груші різних сортів, проектується із використанням сучасного холодильного обладнання профільних світових виробників, з відповідним сучасним (майже роботизованим) рівнем автоматики. Ам'ячна холодильна установка, що забезпечує потребу підприємства у штучному холоді, влітку працюватиме не менше 22 годин на добу, а її робота є джерелом ряду шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що діють на обслуговуючий персонал даної установки.

					<i>00.КР.142.008.020.2022.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Нікітенко О.М.</i>			<i>Охорона праці</i>	<i>Літ.</i>	<i>Лист.</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Іващенко Н.В.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петренко В.П.</i>						
						<i>ХМ-4-12ск</i>		

## Шкідливі та небезпечні виробничі фактори

*Шкідливі виробничі фактори, які впливають на працівника фруктосховища:*

- підвищена або понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена або понижена відносна вологість повітря робочої зони;
- підвищення шуму, вібрації на робочому місці;
- підвищення запиленості, загазованості повітря;
- недостатній рівень освітленості робочої зони;

*Небезпечні виробничі фактори на підприємстві:*

- недотримання вимог безпеки до розміщення робочих місць, обладнання і технологічних майданчиків;
- рухомі машини та механізми, незахищені рухомі елементи рухомого обладнання;
- наявність посудин, що працюють під тиском;
- небезпечний рівень напруги в електричному колі;
- небезпечний рівень статичної електрики, атмосферна;
- електрика.

### Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів

Розміщення устаткування холодильного обладнання у машинному відділенні відповідає усім вимогам нормативних документів галузі. Зони компресорних агрегатів знаходяться на достатній віддаленості один від одного, які достатні для сервісного огляду та експлуатації

З компресорних площадок є по два виходи назовні. Двері відчиняються у бік виходу і не виходять безпосередньо у виробничі приміщення чи в зв'язані з ними коридори та сходові майданчики. Висота компресорних площадок до низу несучих конструкцій покриття або до виступаючих частин обладнання (трубопроводів) більше 2,2 м.

На території компресорного цеху встановлено два компресори фірми Gea Grasso серії RC. На конденсаторній площадці встановлено випарний конденсатор. Також на конденсаторній площадці встановлено лінійний та дренажний ресивери.

					00.KP.142.008.020.2022.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відстань між виступаючими частинами компресорних агрегатів – не менше 0,5 м, обладнанням та стіною — не менше 0,6 м.

Підлога даних відділень є рівною, неслизькою (так звана пром. підлога). Холодильне обладнання та трубопроводи пофарбовані у відповідності з діючими нормативами щодо раціонального фарбування поверхонь виробничих приміщень та технологічного обладнання промислових підприємств.

Фундаменти під компресори та їхні електродвигуни не зв'язані з фундаментами стін чи колон будівлі машинного відділення. Під камерами холодильника з від'ємними температурами передбачений захист ґрунтів від промерзання - електропідігрів підлоги.

### Мікроклімат

Санітарно-гігієнічні норми параметрів повітря в робочій зоні закритих виробничих приміщень регламентується «ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату в виробничих приміщеннях». В пункті управління — оптимальні параметри для категорій робіт середньої тяжкості – Іб (табл. 14.1.).

Табл. 14.1

Період року	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний ( $t_3 < 10$ °С)	22–24	40–60	≤0,1
Теплий ( $t_3 \geq 10$ °С)	23–25	40–60	≤0,1

Досягнення цих параметрів приміщення фруктосховища, а також машинного відділення забезпечується загальною обмінною механічною припливно-витяжною вентиляцією в теплий період року, з підігрівом повітря в холодний період року. В пункті управління передбачено систему повітряного опалення, суміщеній з припливною вентиляцією, без рециркуляції повітря, кратність повітрообміну за годину: приток – 2 обсяги, витяжка – із перевищенням притоку на 1 обсяг. Повітря видаляється в атмосферу без очищення.

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### *Чистота повітря (загазованість повітря)*

Очищення повітря виробничого середовища є важливим фактором підтримання стабільної працездатності та здоров'я працівників, формування у них позитивного ставлення до роботи, підвищення продуктивності праці. Значна частина виробничих процесів супроводжується утворенням дрібних часточок твердих або рідких речовин, які утримуються в повітрі. Кількість домішок – газів, парів, пилу, які містяться в одному літрі або одному кубічному метрі повітря у грамах, характеризує ступінь забруднення виробничого середовища.

Найбільшу небезпеку становить пил, розмір часток якого не перевищує 5 мікрон. Попадаючи разом з повітрям в органи дихання, пил викликає захворювання слизової оболонки носа, гортані, трахеї, бронхів і легенів (риніти, катарі бронхів, бронхіальна астма). З органів дихання пил поступово попадає в рот та органи травлення.

### **Шум**

Основними джерелами шуму в холодильних установках є компресори, у даному проекті це компресори фірми Gea Grasso серії RC та рух холодильного агенту (аміаку) по трубопроводах з великою швидкістю.

Допустимий рівень шуму на компресорній площадці, що не перевищує норм, які приведені у ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», складає 75...103 дБ.

### **Вібрація**

Рекомендації щодо загальної технологічної вібрації наступні: вона повинна не перевищувати гранично допустимого значення – 108 дБ (ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. “Вибрационная безопасность. Общие требования” ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації).

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Компресорні агрегати встановлено на віброопорах та окремих фундаментах, що відокремлені від несучих конструкцій будівлі. Для зменшення впливу вібрації, що викликані роботою компресорів, додержуються таких умов: трубопроводи, які приєднуються до холодильної машини, не жорстко кріпляться до конструкцій будинку; при необхідності застосування жорстких кріплень передбачено відповідні компенсаційні пристрої; трубопроводи, які з'єднують компресори з устаткуванням, мають достатню гнучкість, що компенсує деформації.

#### Освітлення

Вимоги до освітлення: рівень освітленості в приміщенні машинного відділення відповідає ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення.

На підприємстві у компресорному цеху бічне одностороннє освітлення, при якому нормується максимальне значення КПО.  $KPO = 0,2 \%$ . Для компресорного цеху при загальному спостереженні за ходом роботи, при постійному перебуванні людей та VIII розряді зорової роботи освітленість становить 75 лк.

Для живлення світильників загального освітлення застосовується напруга 220В.

Світильники з люмінесцентними лампами на напругу 127-220 В встановлено на висоті 3,5 м від підлоги.

Світильники робочого та аварійного освітлення у виробничих будівлях та зонах роботи на відкритому просторі мають живлення від різних незалежних джерел.

Аварійне та ремонтне освітлення: машинного відділення, а також існуючі підземні прохідні тунелі з ам'ячними трубопроводами і розподільчою арматурою мають аварійне освітлення від незалежного джерела (у відповідності з ПУЕ ). Воно автоматично включається при відключенні робочого освітлення.

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Пожежна безпека

Аміак – речовина, що утворює вибухонебезпечну суміш з повітрям. Її відносять до категорія вибухонебезпечної суміші - II А, група вибухонебезпечної суміші - II.

Холодильні камери з безпосереднім охолодженням, коридори та вестибулі з аміачними трубопроводами та розподільчою арматурою, а також виробничі цехи з технологічним обладнанням, що містить аміак, не відносяться до вибухонебезпечних приміщень.

Температура у всіх холодильних камерах  $0...+2$  °С, тому вони відносяться до категорії В.

Система запобігання пожежі включає:

- дотримання пожежної безпеки при експлуатації електроустановок;
- надійна тепло- та електроізоляція та її контроль;
- запобігання палінню у виробничих приміщеннях;
- дотримання вимог пожежної безпеки при виконанні ремонтних робіт.

Система пожежного захисту включає:

- виконання будівельних конструкцій з вогнестійких матеріалів (III ступень вогнестійкості);
- протипожежні розриви між будівлями;
- наявність двох незалежних евакуаційних виходів;
- використання засобів пожежної сигналізації оповіщення;
- наявність протипожежного водопостачання
- наявність плану евакуації.

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Техніка безпеки

Вимоги техніки безпеки регламентує ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

На фруктосховищі наказом відповідного начальника призначені відповідальні особи із числа інженерно-технічних робітників, які пройшли в установленому порядку перевірку знань даних Правил, в тому числі, по нагляду за технічним станом і безпечною експлуатацією холодильної установки і дотриманням вимог даних Правил.

До обслуговування холодильних установок допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд і мають свідоцтво про закінчення спеціального учбового закладу або курсів:

- по експлуатації холодильних установок - для машиністів;
- по автоматизації холодильних установок - для слюсарів по КВП і автоматиці.

Самостійне обслуговування холодильної установки можливе лише при умові, що машиністи допускаються тільки після проходження стажування строком не менше 1 місяця, в результаті якого вони освоюють обслуговування конкретної установки і підтримання нормальних режимів її роботи, і відповідної перевірки знань.

Стажування проводять досвідчені наставники. Допуск до стажування і самостійної роботи здійснюється розпорядженням по підприємству.

Допускається обслуговування холодильної установки одним машиністом у зміну, якщо по умовам технологічного процесу споживача холоду можливе тимчасове припинення постачання холоду з вимкненням холодильної установки. В протилежному випадку холодильну установку повинні обслуговувати не менше двох машиністів в зміну.

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



7. *Методичні* вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальностей 7.090510 “Теплоенергетика”, 7.090520 “Холодильні машини та установки”, 7.090600 “Електротехнічні системи електроспоживання” денної та заочної форм навчання / Ю.М. Ухналевський – К.:УДУХТ, 2002. – 16 с.
8. *Янюк В. Я., Бондарев В.И.* Холодильные камеры для хранения фруктов и овощей в регулируемой газовой среде. – М.; Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 128с.
9. *Цинман М. М., Янюк В. Я.,* Холодильники для фруктов, - М.: Пищевая промышленность, 1969 г.
10. *Агарев Е.М., Момот В.В.* Механизация погрузочно-разгрузочных работ. – М.: Легкая и пищевая промышленность. 1984. – 128 с.
11. Офіційний сайт чиллерів (електронний ресурс).- <http://www.gea.com/>

					00.КР.142.008.020.2022.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		