

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) \_\_\_\_\_ ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_ теплоенергетики та холодильної техніки \_\_\_\_\_

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування \_\_\_\_\_  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_ холодительна техніка та технології \_\_\_\_\_

на тему: \_\_\_\_\_ Проект холодительної установки пвзаводу продуктивністю 400тисяч дал  
за рікв місті Одеса \_\_\_\_\_

Виконав: здобувач \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ курсу, групи \_\_\_\_\_ ХМ-4-11ск \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Лукашевич Богдан Михайлович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Грищенко Роман Володимирович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній  
роботі немає запозичень із праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильна техніка татехнології  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач

кафедри ТЕХТ

“08” 04 2021 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лукашевич Бргдан Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодильної установки пвзаводу  
продуктивністю 400тисяч дал за рікв місті Одеса

керівник роботи асистент Грищенко Роман Володимирович,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “30” 03 2021 року №227-кв

2. Строк подання здобувачем роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Холодоагент R 404a

Тип продукту Пиво «Темне», «Живе», «Світле»

Ізоляційний матеріал ПСБ-С

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_

1). Технолог. схема оброблення продукції. \_\_\_\_\_

2). Розрахунок холодильної частини проекту \_\_\_\_\_

3). Техніко економічні показники \_\_\_\_\_

4). Охорона праці \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу

1. План та розріз будівлі холодильника \_\_\_\_\_

2. Схема холодильної установки \_\_\_\_\_



## *Анотація*

*В своєму дипломному проєкті я розраховую холодильну установку в місті Одеса.*

*Було розроблено холодильну схему, та підібрано необхідне обладнання холодильної установки, також спроектована холодильне приміщення. Основною ціллю даного проєкту – це досягнення отримання штучного холоду використовуючи мінімальні капітальні та експлуатаційні затрати. Наведено розрахунки споживання холоду під час виробництва пива, детальні розрахунки конденсаційної установки та випарників, основного та допоміжного обладнання холодильної установки.*

*Під час роботи я враховував сучасні технології конструктивних рішень схем охолодження та установок.*

*Під час розрахунку проєкту було використано ряд ПЗ, такого, як “Microsoft word” для вводу тексту та “MathCad” для бчислення формул, при виконанні креслення використовував “КОМПАС 3Д”.*

*Ключові слова: Фреон, R404a, пивзавод, ПСБ-С, централізована схема, ЦКТ, ЦКА.*

					<b>00.БКР 142.008.005.ПЗ</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Лукашевич Б.М			Проект холодильної установки пивзаводу продуктивністю 400тисяч дал за рікв місті Одеса	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Грищенко Р.В					4	
<i>Н. Контр.</i>		Петренко В.П				<b>НУХТ ХМ-4-11ск</b>		
<i>Утв.</i>								

## *Зміст*

*Вступ*

*Сторінка*

1. *Технологія виробництва*
2. *Розрахунок та підбір технологічного обладнання* \_\_\_\_\_
3. *Визначення основних розмірів та планування приміщень* \_\_\_\_\_
4. *Розрахунок конструкцій та товщин ізоляцій стін* \_\_\_\_\_
5. *Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень* \_\_\_\_\_
6. *Вибір розрахункового режиму та підбір компресорів* \_\_\_\_\_
7. *Розрахунок та підбір теплообмінного обладнання* \_\_\_\_\_
8. *Підбір допоміжного обладнання* \_\_\_\_\_
9. *Визначення діаметрів трубопроводів* \_\_\_\_\_
10. *Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах* \_\_\_\_\_
11. *Підбір насосів* \_\_\_\_\_
12. *Економіка* \_\_\_\_\_
13. *Охорона праці* \_\_\_\_\_
14. *Список використаної літератури* \_\_\_\_\_

					<b>ОО БКР 142 008 005 ПЗ</b>	<b>Лис</b>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## **Вступ**

*Оскільки Український ринок пива – це один з розвинених галузей , та високим експортним потенціалом, доцільно було б розташувати в Одесі з виходом в порт, та високим рівнем збуту в самому місті особливо в літній сезон, хоч карантин дуже сильно “вдарив” по різних закладам з розливом пива та кількість туристів значно зменшилася.*

*Також хотів би зазначити значимість такого великого заводу для країни та населення, будуючи такий завод ми забезпечим велику кількість людей працевлаштуванням , адже в результаті ми не обійдемося без працівників агропромисловості , які будуть забезпечувати наш завод обладнанням та пивоварним ячмінем з солодом, потім для розповсюдження пива, завод забезпечить працевлаштуванням логістів.*

*При проектуванні слід дотримуватися таких задач:*

- Вибір схеми технічного процесу*
- Визначення теплового навантаження*
- Визначення розмірів та планування приміщень*
- Обґрунтований вибір системи охолодження*
- Вибір ХА та холодоносія згідно до навколишніх умов*
- Вибір сучасного обладнання*

*При розрахунку слід отримуватися сучасних наукових положень по заощадженню витрат електроенергії на виробітку штучного холоду , зменшення витрат води та забезпечити високоякісною продукцією*

*Як інженера моя задача – це визначити місцеві умови та отримати необхідні дані для технічного обґрунтування та доцільності в плані економіки проектування і будівництва*

					<b>ОО БКР 142 008 005 ПЗ</b>	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

*Як я вже зазначив вище холодильну установку пивзаводу ми розташували в м. Одеса, що відкрив як наземний експорт , так і водний в такі країни, як Туреччина, Армения, Греція, тощо.*

					00 БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПИВА**

*Перш за все нам слід розібратися що таке пиво.*

*Пиво — насичений діоксидом вуглецю пінистий алкогольний напій із вмістом спирту етилового від 0,5 відсотка об'ємних одиниць, отриманий під час бродіння охмеленого сусла пивними дріжджами.*

*Пиво готується в декілька етапів, які ми розглянемо нижче*

- 1. Підготовка солоду (Солод првіують та подрібнюють)*
- 2. Затирання сусла (Подрібнений солод змішується з водою. При затиранні крохмаль у зернах розщеплюється в цукру мальтозу і розчинні речовини декстрини. Сусло при цьому набуває солодкуватого смаку. Затор — суміш подрібнених зернопродуктів, призначених для затирання, з водою.)*
- 3. Фільтрація затору (Затор перекачується у чан, де він ділиться на неохмелене сусло і дробину)*
- 4. Кип'ятіння сусла (Сусло з додаванням хмелю та інших інгредієнтів варять 1-2 години Під час кип'ятіння хміль розчиняється, білкові речовини коагулюють та випадають в осад. Крім того, випаровуються різні ароматичні компоненти, що несприятливо впливають на смак пива.)*
- 5. Освітлення сусла (Сусло перекачують у гідроциклон (Вірпул) для відділення нерозчинних залишків ячменю і хмелю. Ці частинки, під дією відцентрової сили, збираються по радіусу гідроциклона. Після 20-30 хвилин відстоювання сусло відділяють від нерозчинного залишку — бруху.)*
- 6. Охолодження та аерація сусла (сусло перекачується в бродильний танк. Протягом перекачування воно охолоджується і насичується киснем, необхідним для харчування дріжджів.)*

					<b>ОО БКР 142 008 005 ПЗ</b>	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7. *Бродіння (В отриманий розчин додаються пивні дріжджі, і він зброджується при низьких температурах кілька тижнів. Після доброжування виходить живе пиво. Живе, тому що воно насичене пивними дріжджами (мікроорганізмами), корисними мікро-та макроелементами, в ній дуже високий вміст вітаміну РР. Через це живе пиво завжди має осад на дні.)*

8. *Дозрівання*

9. *Фільтрація (Пиво фільтрується від залишків дріжджів. Фільтроване пиво відрізняється тим, що воно більш стабільне, і може зберігатися до 2-х тижнів. Інколи, цей крок пропускається. У цьому випадку таке пиво називають «Нефільтрованим».)*

10. *Пастеризація (деякі сорти пива піддаються пастеризації — нагрівання до температури 68-72 °С, для збільшення терміну зберігання. Таке пиво зберігається до 6-ти місяців.)*

*Деякі з етапів пропоную розглянути окремо.*

**Затирання солоду** — особлива наука, для кожного сорту пива воно проводиться зі своїми технологічними нюансами. Спочатку солод перемелюють на млині. Мелений солод не повинен бути однорідним, а складатися як із дрібних, так і з грубих крупинок, а також з тонкого борошна, причому зернові ості повинні залишатися майже недоторканими. Різні сорти пива вимагають різного співвідношення дрібних і великих частинок в подрібненому солоді. Подрібнений солод і воду змішують у затирочному чані, при цьому відновлюється діяльність ферментів, яка зупинилась після сушіння солоду. Ожилі ферменти починають перетворювати крохмаль, з якого на 70 % складається зерно, в солодовий цукор. Щоб прискорити процес ферментації, солодову кашу (затор) поступово

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

нагрівають до температури оцукрювання — 76 °С. У результаті майже весь крохмаль розщеплюється на цукор та декстрини, які в процесі затирання розчиняються у воді. Маса що утворилася, перекачується для очищення у велике сито, яке поки залишається закритим знизу. Затертий солод залишають тут на деякий час, щоб на дно осіли нерозчинні частинки, які називають дробиною. Завдяки недоторканим остям дробина не злипається, виступаючи додатковим ситом. Коли сито відкривають, крізь нього і дробину просочується прозоре світле сусло, що являє собою розчин цукристих речовин, що перейшли в нього із солоду.

### **Кип'ятіння сусла**

У варочному котлі сусло нагрівають і доводять до кипіння. На цій стадії в майбутнє пиво додають хміль. Його дозування залежить від багатьох умов: від сорту та якості самого хмелю, від властивостей води і від сорту пива, який збираються варити. Це відповідальне рішення пивовар приймає ґрунтуючись на своєму досвіді та чутті. Наприклад, для Дортмундського експортного зазвичай береться хмелю вдвічі менше, ніж для пльзеньського, але точну кількість щоразу визначає майстер. Варка основного сусла триває від півтори до трьох годин. Під впливом тривалого нагрівання в суслі гинуть всі мікроорганізми і руйнуються природні ферменти, тому в складі сусла вже не відбувається яких-небудь хімічних змін. Лупулін, що міститься у хмелі частково розчиняється в суслі, з'єднуючись з його компонентами і надає пиву характерну гіркоту. Під час варіння вимірюють рівень екстрактивності, чи щільності, основного (початкового) сусла. Роблять це в лабораторії. Зварене сусло проціджують від залишків хмелю і дають йому відстоятися. При цьому на дно осідають навіть найдрібніші частинки, які не

					Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата	ОО БКР 142 008 005 ПЗ

були видалені під час проціджування. За прискореною технологією осад видаляють на центрифугі.

### **Бродіння**

Потім очищене пивне сусло трубами перетікає в бродильний чан. Перш ніж приступити до наступного відповідального етапу і додати в сусло останній важливий інгредієнт — дріжджі, необхідно дочекатися, поки воно охолоне. Для верхового пива необхідна температура сусла від 18 до 22 °С, для низового — від 5 до 10 °С. Існує, проте, нова технологія прискореного зброджування низового пива, якою допускається температура сусла близько 18-20 °С, що дозволяє скоротити тривалість бродіння приблизно вдвічі. Без додавання дріжджів, методом мимовільного бродіння, сьогодні готують тільки деякі сорти пива в Бельгії. Приблизно через добу після закладки дріжджів на поверхні сусла утворюється товстий шар жовтувато-білої піни. Це показує, що дріжджі вже розпочали свою життєдіяльність, в ході якої солодовий цукор перетворюється на спирт і вуглекислий газ. Ступінь зброджування пива визначається сахарометром. Після завершення бродіння більшість сортів пива фільтрують через кизельгур (пухка діатомова земля), в результаті чого в пиві не залишається і сліду дріжджів. Проте останнім часом у всьому світі зростає популярність нефільтрованого і непастеризованого пива. Воно дуже корисне, тому що містить живі дріжджові клітини, які до того ж надають пиву додаткові смакові відтінки.

### **Дозрівання пива**

Після цього молоде пиво в принципі готове, хоча пити його ще рано. Таке незріле, або «зелене» пиво повинне ще дозріти, на

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

що йде від декількох тижнів до чотирьох місяців.

Доброджування (вторинна ферментація, тихе бродіння) і дозрівання пива відбувається у величезних ємностях з нержавіючої сталі. Пиво типу Lager має витримуватися в спеціальних танках від одного до трьох місяців без доступу кисню. Виняток становлять біле пшеничне пиво і деякі інші верхові сорти, які після закінчення головного бродіння відразу розливають по пляшках, де вони і дозрівають. При доброджуванні і витримці пива низового шумування дуже важливо ретельно дотримувати температурний режим і підтримувати постійний тиск в бродильних танках. За цим стежить автоматична електронна апаратура, яка не дозволяє даним показникам відхилитися від необхідного рівня. Після дозрівання пиво ще раз очищають і фільтрують, а потім переливають у металеві бочки, кеги, пляшки та алюмінієві банки. Скляні пляшки ретельно сортують, перевіряють і мийуть, і лише потім у них розливають пиво і укупорюють під тиском, що запобігає утворенню піни при розливі пива.

Наповнені пивом пляшки піддаються пастеризації — повільне нагрівання приблизно до 65 °С. Пастеризація припиняє бродіння і істотно підвищує стійкість пива. Після цього пляшки з пивом охолоджують і надалі, аж до самої реалізації, зберігають і транспортують у темряві і прохолоді.

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **2. РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

### **Розрахунок продуктивності різних сортів пива**

По завданню потрібно потрібно побудувати ХУ для забезпечення продуктивності в 400 тисяч дал , це 4000м<sup>3</sup> пива за рік. З економічної точки зору виготовляти декілька видів пива буде доцільніше

- Світле

- Живе

- Темне

В залежності від року може бути або 365, або 366 днів, відповідно робочих з них буде 250, або 251 днів, я прийму 250, оскільки в 2021-ому році 250 днів, оскільки зараз технологі вийшли на майже автоматичний рівень, то мінімального персоналу буде достатньо, щоб працювати по вихідним, тому ми робочий час можемо збільшити до 340-ка діб (24 доби на планові ремонти та огляди ЦКТ). З вище перерахованого , ми визначаємо добову продуктивність:

$$G_{p/d} = \frac{\text{Продуктивність заводу за рік}}{\text{кількість робочих діб}} = \frac{4000}{340} = 11,76 \approx 12 \text{ м}^3/\text{добу}$$

На пивзаводі виготовляється пиво в таких пропорціях:

1. Світле – 55% , тобто  $V_{\text{св}} = G_{p/d} * 0,55 = 12 * 0,55 = 6,6 \text{ м}^3/\text{добу}$  За технологією світле пиво витримується в ЦКТ протягом  $T_{\text{жсв}}=20$  діб, отже потрібна ємність цкт

$$V_{\text{цкт св}} = V_{\text{св}} * T_{\text{св}} = 6,6 * 20 = 132 \text{ м}^3$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Живе – 20%, тобто  $V_{\text{жв}} = G_{p/d} * 0,2 = 12 * 0,2 = 2,4 \text{ м}^3/\text{добу}$  За технологією світле пиво витримується в ЦКТ протягом  $T_{\text{жсв}}=20$  діб, отже потрібна ємність цкт

$$V_{\text{цкт жв}} = V_{\text{жв}} * T_{\text{жсв}} = 2,4 * 13 = 31,2 \approx 32 \text{ м}^3$$

3. Живе – 25%, тобто  $V_{\text{т}} = G_{p/d} * 0,25 = 12 * 0,25 = 3 \text{ м}^3/\text{добу}$  За технологією світле пиво витримується в ЦКТ протягом  $T_{\text{т}}=30$  діб, отже потрібна ємність цкт

$$V_{\text{цкт т}} = V_{\text{т}} * T_{\text{т}} = 3 * 30 = 90 \text{ м}^3$$

*Зробимо перевірку*

$$1. \text{ Світле} - N_{\text{циклів світлого за рік}} = \frac{\text{Кількість робочих діб}}{T_{\text{св}}} =$$

$$\frac{340}{20} = 17 \text{ циклів}$$

$$V_{\text{св/рік}} = N_{\text{циклів світлого за рік}} * V_{\text{цкт св}} = 17 * 132 = 2244 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$2. \text{ Живе} - N_{\text{циклів живого за рік}} = \frac{\text{Кількість робочих діб}}{T_{\text{жв}}} = \frac{340}{13} =$$

26 циклів

$$V_{\text{жв/рік}} = N_{\text{циклів живого за рік}} * V_{\text{цкт жв}} = 26 * 32 = 832 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$3. \text{ Темне} - N_{\text{циклів темного за рік}} = \frac{\text{Кількість робочих діб}}{T_{\text{т}}} = \frac{340}{20} =$$

17 циклів

$$V_{\text{т/рік}} = N_{\text{циклів темного за рік}} * V_{\text{цкт т}} = 11 * 90 = 990 \text{ м}^3/\text{рік}$$

*Всього за рік виходить*

$$\Sigma = V_{\text{св/рік}} + V_{\text{жв/рік}} + V_{\text{т/рік}} = 2244 + 832 + 990 = 4066 \text{ м}^3/\text{рік}$$

За вихідними умовами потрібно  $4000 \text{ м}^3/\text{рік}$ , отже завод перевищує норму на  $(66/4000)*100\%=1,65\%$ , що можна списати на похибку, а в разі потреби реалізувати надлишок не складе проблем.

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **Розрахунок об'ємів ЦКТ**

Для того, щоб танки були приблизно однаковими для всіх сортів пива, то для світлого я прийму 4 танки

$$V_{\text{цкт}} = \frac{V_{\text{цкт св}}}{4} = \frac{132}{4} = 33 \text{ м}^3$$

Тобто для світлого та живого пива ми можемо взяти однакові танки ємністю 33 м<sup>3</sup> кожен

Для живого пива приймемо 3 танки

$$V_{\text{цкт}} = \frac{V_{\text{цкт г}}}{3} = \frac{90}{3} = 30 \text{ м}^3$$

Об'єми підбираються спеціально так, щоб зменшити форфасне виділення – Чим менша ємність ЦКТ тим меншою буде ємність форфасного танку. В сучасних ЦКТ для того, щоб лишився простір для вуглекислого газу та утворилася піна, як результат бродіння, потрібно заповнити сулом на 80-90%, тому дійсний об'єм ЦКТ треба збільшити на 10-20%

Для танків об'ємом 33м<sup>3</sup>

$$V_{\text{цкт дійсне}} = V_{\text{цкт}} * 1,2 = 33 * 1,2 = 39,6 \approx 40$$

Для танків об'ємом 30м<sup>3</sup>

$$V_{\text{цкт дійсне}} = V_{\text{цкт}} * 1,2 = 30 * 1,2 = 36$$

## **Визначення основних розмірів ЦКТ**

ЦКТ виготовляють лише під замовлення, приблизно за 2-3 місяці в залежності від розміру. Для зручності діаметр танків приймемо під ширину причепа - 2,4м, що дуже сильно спростить доставку.

Дуже важливим фактором являється відношення діаметру до висоти, яке не має перевищувати норми  $d/h=1/1.5-1/5$ , адже в протилежному випадку дріжджі зазнають перевищення тиску стовпа пивного сула.

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Технологи дослідили, що оптимальний кут конічної частини складає  $60^\circ$ , тому всі ЦКТ виготовляють в формі конуса з кутом  $60^\circ$ .

Оскільки діаметр ми прийняли 2,4м, то висота конуса буде  $h_k=2,1$ м

Об'єм конуса

$$V_k = \frac{1}{3} * \pi * r^2 * h_k = \frac{1}{3} * 3,14 * \left(\frac{2,4}{2}\right)^2 * 2,1 = 3,2 \text{ м}^3$$

Знаходимо висоту циліндричної частини ЦКТ

$$h_{\text{ц}} = \frac{V_{\text{ц}}}{S_{\text{ц}}} = \frac{36,8}{4,52} = 8,15 \text{ м}$$

Де  $V_{\text{ц}} = V_{\text{цкт}} \text{ дійсне} - V_k = 40 - 3,2 = 36,8 \text{ м}^3$  - об'єм циліндричної частини ЦКТ

$$S_{\text{ц}} = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{3,14 * 2,4^2}{4} = 4,52 \text{ м}^2 \text{ - площа основи циліндра}$$

Висота ЦКТ враховуючи ізоляцію з пінополістиролу ( $\delta_{i3}=0,15$ мм)

$$h_{\text{цкт}} = h_k + h_{\text{ц}} + \delta_i = 8,15 + 2,1 + 0,15 = 10,4 \text{ м}$$

Враховуючи ізоляцію дійсний діаметр ЦКТ

$$d_{\text{цкт}} = d + 2 * \delta_{i3} = 2,4 + 2 * 0,15 = 2,7 \text{ м}$$

Проведемо аналогічні розрахунки для ЦКТ темного пива

Об'єм конуса

$$V_k = \frac{1}{3} * \pi * r^2 * h_k = \frac{1}{3} * 3,14 * \left(\frac{2,4}{2}\right)^2 * 2,1 = 3,2 \text{ м}^3$$

Знаходимо висоту циліндричної частини ЦКТ

$$h_{\text{ц}} = \frac{V_{\text{ц}}}{S_{\text{ц}}} = \frac{32,8}{4,52} = 7,26 \text{ м}$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Де  $V_{\text{ц}} = V_{\text{цкт дійсне}} - V_{\text{к}} = 36 - 3,2 = 32,8 \text{ м}^3$  - об'єм циліндричної частини ЦКТ

$$S_{\text{ц}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 2,4^2}{4} = 4,52 \text{ м}^2 \text{ - площа основи циліндра}$$

Висота ЦКТ враховуючи ізоляцію з пінополістиролу ( $\delta_{\text{із}} = 0,15 \text{ мм}$ )

$$h_{\text{цкт}} = h_{\text{к}} + h_{\text{ц}} + \delta_{\text{і}} = 7,26 + 2,1 + 0,15 = 9,51 \text{ м}$$

Враховуючи ізоляцію дійсний діаметр ЦКТ

$$d_{\text{цкт}} = d + 2 \cdot \delta_{\text{із}} = 2,4 + 2 \cdot 0,15 = 2,7 \text{ м}$$

Виконаємо перевірку, по нормам потрібно, щоб  $d/h = 1/1,5 - 1/5$

Для ЦКТ світлого та живого пива  $2,4/10,4 = 1/4,33$ , умова виконана.

Для ЦКТ темного пива  $2,4/9,51 = 1/3,96$ , умова виконана.

### **Підбір варочного обладнання**

З врахуванням майбутнього можливого розширення та збільшенні продуктивності встановлюється варка ємністю  $V_{\text{варки}} = 13 \text{ м}^3 / 1 \text{ варка}$ . В сучасних варках один цикл займає  $t_{\text{варки}} = 3 \text{ год}$ . враховуючи дезінфекцію, отже час заповнення 1-го циклу для світлого та живого пива становитиме

$$\begin{aligned} \tau_{\text{зап}} &= \frac{V_{\text{цкт дійсне}} \cdot \tau_{\text{варки}}}{V_{\text{варки}}} = \frac{40 \cdot 3}{13} \\ &= 9,23 \text{ год, тобто приблизно 9 годин, 14 хв} \end{aligned}$$

Заповнення 1-го ЦКТ темного пива

$$\begin{aligned} \tau_{\text{зап}} &= \frac{V_{\text{цкт дійсне}} \cdot \tau_{\text{варки}}}{V_{\text{варки}}} = \frac{36 \cdot 3}{13} \\ &= 8,30 \text{ год, тобто приблизно 8 годин, 18 хв} \end{aligned}$$

Технологічним умовам в яких сказано, що один ЦКТ повинен заповнюватися не довше ніж 15-ть годин, відповідає.

### **Розрахунок танків для дріжджів (ЦКА)**

					Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	00 БКР 142 008 005 ПЗ

За технологією виготовлення пива витрата дріжджів становить 0,1 літр на 100 літрів сусла, тобто відношення 1:1000.

Тобто для світлого пива об'єм буде становити  $132/1000=0,132\text{м}^3$

З запасом та можливістю розширення ЦКА для світлого пива візьму об'ємом  $V_{\text{цка світле}}=200\text{літрів}$ , для живого та темного рахуємо аналогічно, та беремо два танки по  $V_{\text{цка темне, живе}}=100\text{літрів}$ .

### **Розрахунок форфасного відділення**

У форфасному відділенні розташовані форфаси, це ємності в яких зберігається готове пиво перед розливом. Його основна функція – це повне звільнення ЦКТ від готового пива.

Ємність форфасу для живого та світлого пива буде відповідати ємності пива одного ЦКТ для світлого, оскільки заповнення цих танків відбувається в різні періоди. Також слід врахувати те, що форфасні танки заповнюються на 90%.

$$V_{\text{ф св}} = V_{\text{цкт}} * 1,1 = 33 * 1,1 = 36,3 = 37\text{м}^3$$

Для темного рахуємо аналогічно

$$V_{\text{ф т}} = V_{\text{цкт}} * 1,1 = 30 * 1,1 = 33\text{м}^3$$

Оскільки для охолодження приміщення використовують повітроохолодник, то для можливості вільного обдуву поверхні танків, берем діаметр

$$D_{\text{ф}}=3\text{м}$$

Довжина фосфатних танків для світлого та живого пива:

$$L_{\text{ф св}} = \frac{V_{\text{ф св}}}{F} = \frac{37}{7} = 5,3\text{м}$$

$$\text{Де } F = \frac{\pi * D_{\text{ф}}^2}{4} = \frac{3,14 * 3^2}{4} = 7 \text{ – Площа основи танка}$$

Для темного пива розрахунок алогічний

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$L_{\phi \text{ CB}} = \frac{V_{\phi \text{ CB}}}{F} = \frac{33}{7} = 4,7\text{M}$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### **3.ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ РОЗМІРІВ ТА ПЛАНУВАННЯ ОХОЛОДЖУВАНИХ ПРИМІЩЕНЬ**

*В попередньому розділі мною було розраховано висоти та діаметри танків для всіх сортів пива. ЦКТ світлого та живого пива мають  $D=2,7\text{м}$ , а  $h=10,4\text{м}$ , ЦКТ для темного пива має діаметр як і в світлого та живого, але висота  $h=7,52\text{м}$ .*

*Конуси ЦКТ розташовують в охолоджуваних приміщеннях, а циліндрична частина танку знаходиться на зовні приміщення на відкритому повітрі. Висота конуса, який заходить в приміщенні дорівнює  $hk=2,165\text{м}$ , тому для зручності приймаємо висоту приміщення  $4,8\text{м}$ . Приміщення повинно охолоджуватися, що ми здійснюємо за допомогою повітроохолодників, тому стелі в камерах робимо гладкими, а підлогу приймаємо на рівні землі.*

*В нашому приміщенні розташовано  $n_{\text{цкт}}=8$ , та  $n_{\text{цка}}=3$ ,  $D_{\text{цка}}=0,8\text{м}$ .*

*Сітку колон приймаємо стандартну  $12 \times 6$ , та розрахуємо кількість будівельних квадратів. Між танками для розв'язки труб потрібно лишити не менше ніж  $2\text{м}$ .*

*Приміщення ЦКТ являє собою специфічну будівлю, то потрібно розташувати танки, та перевірити можливість прокладення трубопроводів.*

*Площа будівельного квадрату*

$$F_{\text{пр}} = 12 * 6 = 72 \text{ м}^2$$

*Необхідну площу для розташування ЦКТ розраховуємо аналітично, та визначаємо кількість необхідних будівельних прямокутників.*

*По розрахункам для ЦКТ та форфасного приміщення нам потрібно шість цілих та майже цілий сьомий прямокутник.*

*Необхідна площа КЗ*

$$F_{\text{кхр}} = \frac{B_{\text{к}}}{q_v * h_{\text{гр}} * \beta} = \frac{84}{0,7 * 3 * 0,7} = 57,1 = 60 \text{ м}^2$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$V_k$  – Місткість КЗ =  $12 \cdot 7 = 84 \text{ м}^3$

$q_v$  – Норма навантаження на  $1 \text{ м}^3 = 0,7$

$h_{гр}$  – Вантажна висота штабеля =  $3 \text{ м}$

$\beta$  – Коефіцієнт використання площі =  $0,7$

Додаткова охолоджувана камера буде такою ж як і КЗ

Експедицію зробимо розміром  $6 \times 6 \text{ м}$  з двома виходами для фур , її розмір дозволить вільно пересуватися двом електрокарам одночасно.

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 4. РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЇ ТА ТОВЩИНИ ІЗОЛЯЦІЇ СТІН

### Вибір будівельних конструкцій

В цьому розділі ми обираємо будівельні конструкції. В основі будівлі застосовуються цегляні несучі стіни та колони розміром 400x400 мм, односкатні стропильні балки завдовжки в 12000 мм та висотою 890мм. В споруді покриття буде без горищного типу.

Зовнішні стіни виготовлені з цегли та утеплені ПСБ-С

Мі камерами 1-2,5, 2-1,3,5, 3-2,4,5,6 4-3,6, 5-1,2,3,6, 6-5,7, 7-5,6 також з цегли та ПСБ-С

### Коефіцієнт теплопередачі через стіни

В м.Одеса середньорічна температура сягає 10,7°C

Для всіх зовнішніх стін використовуємо одну конструкцію, таку ж як і для ЦКТ

В приміщеннях коливання температури відбувається в межах +3-+6°C, хоч в експедиції +12 її площа мала, тому приймаємо  $t_e=4^\circ\text{C}$

Коефіцієнт передачі тепла в камері з  $t_e=4^\circ\text{C}$  буде  $k_0^{mp}=0,44\text{Вт/м}^3\cdot\text{K}$   
Зз таблиці 8,2 книги Б.К. Явнель Коефіцієнт тепловіддачі приймається з таблиці 8,1

$$a_n=23\text{Вт/м}^2\cdot\text{K}$$

$$a_e=9\text{Вт/м}^2\cdot\text{K}$$

Термічний опір окремих шарів будівельної конструкції  $R_i = \sum \frac{\delta_i}{\gamma_i}$

Сумарний термічний опір

$$\sum \frac{\delta_i}{\gamma_i} = \frac{0,02}{0,98} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,02}{0,93} = 0,546$$

Товщина теплоізоляційного стану знаходиться за формулою

$$\gamma_{із}^{тр} = \gamma_{із} * \left( \frac{1}{k_0^{тр}} - \left( \frac{1}{a_n} + \sum \frac{\delta_i}{\gamma_i} + \frac{1}{a_e} \right) \right)$$

$$\delta_{із}^{тр} = 0,05 * \left( \frac{1}{0,45} - \left( \frac{1}{23} + 0,55 + \frac{1}{9} \right) \right) = 0,08\text{м}$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Товщину ізоляції прийmemo 100мм

Дійсний коефіцієнт теплопередачі (Розраховується через те, що дійсна товщина більше, як на 10% візняється від розрахункової)

$$k_0^A = \frac{1}{\frac{1}{a_H} + \sum \frac{\delta_i}{\gamma_i} + \frac{1}{a_B} + \frac{\delta_i}{\gamma_i}}$$

$$k_0^A = \frac{1}{\frac{1}{23} + 0,55 + \frac{1}{9} + \frac{0,1}{0,05}} = 0,38 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * \text{К}$$

Зовнішня стіна експедиції приймається такою ж.

Внутрішні стіни

Між ох. Приміщеннями, приймаємо склад всіх перегородок однаковими для перепаду температур 34°C-12°C

Коефіцієнт теплопередачі  $k_0^{mp} = 0,5 \text{ Вт/м}^3$

Необхідна товщина теплоізоляційного шару

$$\delta_{iz}^{tp} = 0,05 * \left( \frac{1}{0,42} - \left( \frac{1}{9} + 0,35 + \frac{1}{9} \right) \right) = 0,07 \text{ м}$$

Приймаємо 75мм

Покриття охолоджуваних камер

Для всіх камер товщина покриття буде однаковою. Для розрахунку візьмо камеру ЦКТ в якій  $t_6 = 0^\circ\text{C}$ . Коефіцієнт теплопередачі

$k_0^{mp} = 0,42 \text{ Вт/м}^2 * \text{К}$ . Коефіцієнт тепловіддачі для внутрішньої поверхні

$$a_6 = 9 \text{ Вт/м}^2 * \text{К}$$

Теплоізоляція покриття з плитних матеріалів ПСБ-С

Сумарний термічний опір

$$\sum \frac{\delta_i}{\gamma_i} = 0,743 \text{ Вт/м}^2 * \text{К}$$

Товщина теплоізоляційного шару

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\delta_{\text{із}}^{\text{тр}} = 0,05 * \left( \frac{1}{0,42} - \left( \frac{1}{23} + 0,743 + \frac{1}{9} \right) \right) = 0,074\text{м}$$

*Приймаємо 75мм*

*Підлога охолоджуючих приміщень*

*Теплоізоляція для всіх приміщень буде однаковою для всіх приміщень.*

*Для розрахунку візьмо камеру ЦКТ в якій  $t_e = 0^\circ\text{C}$ . Коefіцієнт теплопередачі  $k_0^{\text{тр}} = 0,41 \text{Вт/м}^2 * \text{К}$ . Коefіцієнт тепловіддачі для внутрішньої поверхні*

$$a_e = 9 \text{Вт/м}^2 * \text{К}$$

*Сумарний термічний опір шарів конструкції (крім теплоізоляції керамзитового гравію)*

$$\sum \frac{\delta_i}{\gamma_i} = 0,586 \text{Вт/м}^2 * \text{К}$$

*Товщина теплоізоляційного шару*

$$\delta_{\text{із}}^{\text{тр}} = 0,05 * \left( \frac{1}{0,41} - \left( \frac{1}{9} + 0,586 \right) \right) = 0,34\text{м}$$

*Приймаємо 340мм*

*Розрахунок ізоляції ЦКТ*

*В танках стандартна ізоляція з пінополістиролу завтовшки в 150мм*

*Розрахунок проводиться за аналогічними попереднім формулам  
Оцінкований захисний шар товщиною 1мм не враховується.*

$$a_n = 21 \text{Вт/м}^2 * \text{К}$$

$$a_e = 11 \text{Вт/м}^2 * \text{К}$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$k_0 = \frac{1}{\frac{1}{a_H} + \sum \frac{\delta_i}{\gamma_i} + \frac{1}{a_B}}$$

$$k_0 = \frac{1}{\frac{1}{21} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{1}{11}} = 0,38 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} * \text{К}$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **5. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОНаДХОДЖЕНЬ ДО ОХОЛОДЖУВАНИХ ПРИМІЩЕНЬ**

### **Види теплонадходжень**

Для зберігання продукції в камерах та ЦКТ повинні бути дотримані певні температурні режими. Для цього потрібно правильно підібрати основне та допоміжне обладнання.

Підбір обладнання виконується за тепловим розрахунком, в якому враховуються всі види теплових надходжень, які впливають на температурний режим в камерах.

Для кожної з камер розрахунок проводиться окремо.

В розрахунках враховуються такі теплопритоки

$Q_1$  – Через огороження

$Q_2$  – Від продуктів під час термообробки

$Q_3$  – Від різних джерел під час експлуатації

$Q_4$  – Від продуктів під час бродіння

Теплонадходження до танків не постійне, а залежить від циклів заповнення та звільнення танків та стадій бродіння. Проте в приміщеннях відбувається постійне охолодження.

### **Теплонадходження через огороження**

$Q_1$  Визначається, як сума теплонадходжень через перегородки, стіни, перекриття, або покриття, підлогу і т.д. Це викликається через різницю температур зовні і в середині приміщення  $Q_{1m}$ , та теплонадходжень від сонячної радіації  $Q_{1c}$  через покриття і стіни.

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1c}$$

Розраховуємо  $Q_{1m}$

$$Q_{1T} = k_d * F * \theta * 10^{-3} = k_d * F * (t_3 - t_B) * 10^{-3}$$

В якій  $k_d$ - Дійсний коефіцієнт теплопередачі

F- Розрахункова площа поверхні огороження м<sup>2</sup>

$\theta$ - Температурний напір

$t_3$ - Зовнішня температура

					Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата	ОО БКР 142 008 005 ПЗ

$t_{в}$  - Внутрішня температура

$Q_{1c}$  Розраховується

$$Q_{1c} = k_{д} * F * \Delta t_{c} * 10^{-3}$$

В якій  $k_{д}$  - Ді йсний коефіцієнт теплопередачі в огорожденнях

$F$  - Опромінювана сонцем площа поверхні огороження  $m^2$

$\Delta t_{c}$  - Надлишкова різниця температур яка характеризується дією сонячної радіації.

Середньорічну температуру в Одесі приймаємо  $t_{с2}=11^{\circ}C$

Літня температура  $t_{лр}=30^{\circ}C$

Зимня  $t_{зр}=-19^{\circ}C$

Розрахунок через будівельні конструкції

ЦКТ,  $t_{вн}=3^{\circ}C$

Стіна з КЗ до ЦКТ, з експедиції до форфасного та КЗ до форфасного виконано суцільною.  $K_{\delta} = 0,44 \text{ Вт} * m^2 * K$

$$K_{\delta} = 0,44 \text{ Вт} * m^2 * K$$

$$T_{н}=20^{\circ}C$$

$$F=lh,$$

Де  $l$  - це довжина стінки

$h$  - висота стінки

$$F = 12 * 5.8 + 12 * 5.8 = 139.2 m^2$$

$$Q_{1т} = 0,44 * 139,2 * (20 - 3) * 10^{-3} = 1,1 \text{ кВт}$$

Теплопритоків від радіації немає

Внутрішня стіна (сх+пн суміжна з кз)

$$K_{\delta} = 0,5 \text{ Вт} * m^2 * K$$

$$T_{н}=6^{\circ}C$$

$$F = 8 * 5,8 = 46,4 m^2$$

$$Q_{1т} = 0,5 * 46,4 * (6 - 3) * 10^{-3} = 0,06 \text{ кВт}$$

Зовнішня стіна (ПД)

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_{\delta} = 0,38 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

$$T_{\text{н}} = 30^{\circ}\text{С}$$

$$F = 20 \cdot 5,8 = 116 \text{ м}^2$$

$$Q_{1\text{T}} = 0,38 \cdot 116 \cdot (30 - 3) \cdot 10^{-3} = 1,3 \text{ кВт}$$

*Від сонячної радіації.*

$$\Delta t_{1\text{с}} = 5,5^{\circ}\text{С}$$

$$Q_{1\text{с}} = 0,38 \cdot 116 \cdot 5,5 \cdot 10^{-3} = 0,34 \text{ кВт}$$

$$Q_1 = 1,54$$

*Пкрівля*

$$K_{\delta} = 0,42 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

$$T_{\text{н}} = 30^{\circ}\text{С}$$

$$F = 24 \cdot 12,585 - 7 \cdot 5,7 = 262,1 \text{ м}^2$$

$$Q_{1\text{T}} = 0,42 \cdot 262,1 \cdot (30 - 3) \cdot 10^{-3} = 3,2 \text{ кВт}$$

*Від сонячної радіації.*

$$\Delta t_{1\text{с}} = 14,9^{\circ}\text{С}$$

$$Q_{1\text{с}} = 0,42 \cdot 262,1 \cdot 14,9 \cdot 10^{-3} = 1,65 \text{ кВт}$$

$$Q_1 = 4,65$$

*Підлого*

*Коефіцієнт для урахування шару ізоляції*

$$m = \frac{1}{1 + 1,25 \cdot \left(\frac{\delta_i}{\gamma_i}\right)} = \frac{1}{1 + 1,25 \cdot ( ) \cdot 0,586 + 1,7} = 0,26$$

$$k_{\text{усл}} = 0,47; 0,23; 0,12; 0,07$$

$$F_1 = 20 \cdot 2 = 40 \text{ м}^2$$

*Для першої двох метрової зони*

$$Q_{1\text{T}} = k_{\text{усл}} \cdot F \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{в}}) \cdot m \cdot 10^{-3} = 0,47 \cdot 40 \cdot (6,8 - 3) \cdot 0,26 \cdot 10^{-3} \\ = 0,02 \text{ кВт}$$

*Для всіх інших зон проводиться аналогічний розрахунок*

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_{2T} = 0,009 \text{ кВт}$$

$$Q_{3T} = 0,005 \text{ кВт}$$

$$Q_{4T} = 0,008 \text{ кВт}$$

$$Q_{1c} = 0 \text{ кВт}$$

$$Q_1 = 0,042$$

*Стіна ЦКТ до Форфасного*

$$K_0 = 0,5 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

$$T_n = 5^\circ \text{C}$$

$$F = 12,35 \cdot 5,8 = 69,6 \text{ м}^2$$

$$Q_{1T} = 0,5 \cdot 69,6 \cdot (5 - 3) \cdot 10^{-3} = 0,08 \text{ кВт}$$

*Теплопритоків від радіації немає*

*Двері КЗ, та складу готової продукції*

*Для мінімальних втрат температури двері повинні щільно прилягати до коробки та відкриватися/зачинятися без зусиль. Обираємо вантажні відкатні двері.*

*Далі всі розрахунки проводяться аналогічним методом та заносяться до таблиці*

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Огородження	код	F м <sup>2</sup>	тн	θ	Q1т	Δt	Q1с	Q1
ЦКТ								
Зовнішня стінна	0,38	116	30	27	1,2	5,5	0,34	1,54
Південна	0,42	262,1	30	27	3	14,9	1,65	4,65
Покрівля	0,41	302	8	3,8	0,042	-	-	0,04
Підлога	0,5	46,4	6	3	0,06	0	0	0,06
Стіна з КЗ	0,5	139,2	20	17	1,1	0	0	1,1
Стіна сх+пн								
								Σ=7,4кВт
форфасне								
Зовнішня стінна	0,28	92,8	30	27	1	5,5	0,3	1,3
Південна	0,5	9,6	20	15	0,5	0	0	0,5
Стінка з кам7	0,5	34,8	12	7	0,11	0	0	0,11
Стінка з експ.	0,4	58	6	1	0,03	0	0	0,03
З камерами кз	0	6	0	0	0	0	0	0
Двері	0,42	209	30	25	2,3	14,9	1,3	3,67
Покрівля	0,41	209	8	1,8	0,01	0	0	0,01
підлога								
								Σ=5,6кВт
КЗ ГОТОВОГО								
Зовнішня стінна	0,38	52,2	30	24	0,5	0	0	0,5
ПН	0,42	63,4	30	24	0,67	14,9	0,42	11
Покрівля	0,41	63,4	8	0,8	-	0	0	0
Підлога	0,4	6	0	0	0	0	0	0
Двері	0,5	38	20	14	0,24	0	0	0,24
Стіна з техн ка	0,5	38	12	6	0,1	0	0	0,1
Стіна з експ	0,44	58	-	-	-	-	-	-
Стіна з форфас								
								Σ=1,95кВт
КЗ сировини								
Зовнішня стінна	0,38	52,2	30	24	0,5	0	0	0,5
ПН	0,42	63,4	30	24	0,67	14,9	0,42	1,1
Покрівля	0,41	63,4	8	0,8	-	0	0	0
Підлога	0,4	6	0	0	0	0	0	0
Двері	0,5	38	20	14	0,24	0	0	0,24
Стіна з техн ка	0,5	38	12	6	0,1	0	0	0,1
Стіна з експ	0,5	58	-	-	-	-	-	-
Стіна з ЦКТ								
								Σ=1,95кВт
Експедиція								

Зовнішня стіна	0,38	34,8	30	18	0,24	0	0	0,24
Північна	0,44	43	30	18	0,34	14,9	0,28	0,62
Покрівля	0,41	43	8	-	-	0	0	0
Підлога	04	6	0	0	0	0	0	0
Доки								
								$\Sigma=0,86\text{кВт}$

*Теплонадходження до танків ЦКТ*

$$K_0 = 0,32 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

$$T_n = 30^\circ\text{C}$$

$$F = 4,52 + 9,3 * 4,52 = 47\text{м}^2$$

$$Q_{1T} = 0,32 * 47 * 30 * 10^{-3} = 0,45 \text{ кВт}$$

*Через сонячне опромінення*

$$Q_{1c} = 0,32 * 47 * 4 * 10^{-3} = 0,06 \text{ кВт}$$

$$Q_1 = 0,51 \text{ кВт}$$

*Для світлого та живого пива 5 танків*

$$Q_1 = 5 * 0,45 + 5 * 0,06 = 2,55 \text{ кВт}$$

*Для темного 3 танка*

$$Q_1 = 3 * 0,3 + 3 * 0,04 = 1,02 \text{ кВт}$$

*Теплопритоки від обробки продукту Q2 кВт*

*Продуктивність за добу становить G=12т/доб*

*Розрахунок теплового навантаження на КО та КЗ готової продукції*

$$Q_{2,3} = G * c_p * \Delta t = \frac{12 * 1000}{24 * 3600} * 4,19 * (15 - 8) = 4,1 \text{ кВт}$$

*На КЗ сировини навантаження приймають таке ж саме*

					<b>ОО БКР 142 008 005 ПЗ</b>	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_{2,3} = 4,1 \text{ кВт}$$

За технологією сусло за добу потрібно охолодити від 6 до 0°C

Танки для світлого пива  $V_{\text{св}} = 33 \text{ м}^3$

$$Q_{2,\text{св}} = G * c_p * \Delta t = \frac{33 * 1000}{24 * 3600} * 4.19 * 6 = 9,56 \text{ кВт}$$

Для живого

$$Q_{2,\text{жв}} = G * c_p * \Delta t = \frac{33 * 1000}{24 * 3600} * 4.19 * 12 = 19,2 \text{ кВт}$$

Для темного

$$Q_{2,\text{тв}} = G * c_p * \Delta t = \frac{30 * 1000}{24 * 3600} * 4.19 * 6 = 9,1 \text{ кВт}$$

Максимальне навантаження

$$Q_{2,\text{цкт}} = Q_{2,\text{св}} + Q_{2,\text{жв}} + Q_{2,\text{тв}} = 9,56 + 19,2 + 9,1 = 37,86 \text{ кВт}$$

Теплопритоки від ох. Завареного сусла

Тепловий баланс

$$Q_{\text{сусла}} = Q_{\text{води}}$$

$$G_c * c_c * \Delta t_c = G_v * c_v * \Delta t_v$$

$$\frac{12 * 9600}{7200} * 3,85 * (95 - 6) = 550 \text{ кВт}$$

На пластинчатий теплообмінник навантаження

становить 550 кВт, а якщо врахувати втрати, то

$$Q_{\text{води}} = 1,3 * Q_{\text{сусла}} = 550 * 1,3 = 715 \text{ кВт}$$

Витрата льдяної води

$$G_v = \frac{Q_{\text{води}}}{c * \Delta t} = \frac{715}{4.19 * (85 - 2)} = 2,1 \text{ кг/с}$$

Навантаження на випарник

$$\Delta t = 14 - 2 = 12^\circ\text{C}$$

$$Q_{2,\text{лв}} = G_v * c_p * \Delta t = 2,1 * 4,19 * 12 = 106 \text{ кВт}$$

Теплопритоки від бродіння пива Q4

По технології макс. підвищення температури сусла за добу сягає

1,5°C

					Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ОО БКР 142 008 005 ПЗ

Кількість танків в яких відбувається одночасно головне бродіння сягає для світлого-2, для живого-1, для темного-1.

Максимальний об'єм сусла на стадії головного бродіння

$$V_{\text{бр макс}} = 33 * 3 + 30 = 129$$

Теплопритік від бродіння сусла

$$Q_5 = G * c_p * \Delta t = \frac{129 * 960}{24 * 3600} * 3,85 * 1,5 = 8,3 \text{кВт}$$

Експлуатаційні теплонадходження

Це надходження тепла від таких чинників, як

- Освітлення
- Людей
- Роботи двигунів
- Відкривання дверей

Їх рахують окремо один від одного.

Експлуатаційні теплонадходження

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4$$

Від освітлення  $q_1$

$$q_1 = A * F * 10^{-3}$$

A- Теплота, яка виділяється на  $1 \text{м}^2$  за одиницю часу

Вт/м<sup>2</sup>

F-Площа камери м<sup>2</sup>

Від людей

$$q_2 = 0,35 * n$$

Від двигунів

$$q_3 = N_e$$

Від дверей

$$q_4 = K * F * 10^{-3}$$

K- Питомий приплив теплоти від відкривання дверей Вт/м<sup>2</sup>

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

*ЦКТ*

$$F = 288\text{м}^2 A = 2.3\text{Вт/м}^2$$

$$q_1 = 2,3 * 288 * 10^{-3} = 0,66\text{кВт}$$

$$n = 1 \text{ чол. } q_2 = 0.35 * 1 = 0.35\text{кВт}$$

$$q_3 = N_e = 8\text{кВт}$$

$$K = 4\text{Вт/м}^2 q_4 = 4 * 288 * 10^{-3} = 1,15\text{кВт}$$

$$Q_4 = 0,66 + 0,35 + 8 + 1,15 = 10,16\text{кВт}$$

*Форфасне*

$$F = 206,4\text{м}^2 A = 2.3\text{Вт/м}^2$$

$$q_1 = 2,3 * 206,4 * 10^{-3} = 0,47\text{кВт}$$

$$n = 1 \text{ чол. } q_2 = 0.35 * 1 = 0.35\text{кВт}$$

$$q_3 = N_e = 6\text{кВт}$$

$$K = 4\text{Вт/м}^2 q_4 = 4 * 206,4 * 10^{-3} = 0,82\text{кВт}$$

$$Q_4 = 0,47 + 0,35 + 6 + 0,82 = 7,64\text{кВт}$$

*КЗ готового*

$$F = 60\text{м}^2 A = 2.3\text{Вт/м}^2$$

$$q_1 = 2,3 * 60 * 10^{-3} = 0,138\text{кВт}$$

$$n = 2 \text{ чол. } q_2 = 0.35 * 1 = 0,7\text{кВт}$$

$$q_3 = N_e = 4\text{кВт}$$

$$K = 38\text{Вт/м}^2 q_4 = 15 * 60 * 10^{-3} = 0,9\text{кВт}$$

$$Q_4 = 0,138 + 0,7 + 4 + 0,9 = 5,738\text{кВт}$$

*КЗ сровини*

$$F = 60\text{м}^2 A = 2.3\text{Вт/м}^2$$

$$q_1 = 2,3 * 60 * 10^{-3} = 0,138\text{кВт}$$

$$n = 2 \text{ чол. } q_2 = 0.35 * 1 = 0,7\text{кВт}$$

$$q_3 = N_e = 4\text{кВт}$$

$$K = 38\text{Вт/м}^2 q_4 = 15 * 60 * 10^{-3} = 0,9\text{кВт}$$

					<i>ОО БКР 142 008 005 ПЗ</i>	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_4 = 0,138 + 0,7 + 4 + 0,9 = 5,738 \text{ кВт}$$

*Експедиція*

$$F = 36 \text{ м}^2 \quad A = 4,7 \text{ Вт/м}^2$$

$$q_1 = 4,7 * 36 * 10^{-3} = 0,169 \text{ кВт}$$

$$n = 2 \text{ чол. } q_2 = 0,35 * 1 = 0,7 \text{ кВт}$$

$$q_3 = N_e = 4 \text{ кВт}$$

$$K = 78 \text{ Вт/м}^2 \quad q_4 = 78 * 36 * 10^{-3} = 2,8 \text{ кВт}$$

$$Q_4 = 0,169 + 0,7 + 4 + 2,8 = 7,67 \text{ кВт}$$

*Навантаження на обладнання камер та на компресор*

*Спочатку на обладнання камер*

$$Q_{\text{обл}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

*ЦКТ*

$$Q_{\text{обл}} = 7,4 + 10,16 = 17,56 \text{ кВт}$$

*Форфасне*

$$Q_{\text{обл}} = 5,6 + 7,64 = 13,24 \text{ кВт}$$

*КЗ готового*

$$Q_{\text{обл}} = 1,95 + 5,738 = 7,688 \text{ кВт}$$

*КЗ сровини*

$$Q_{\text{обл}} = 0,86 + 5,738 = 6,598 \text{ кВт}$$

*Експедиція*

$$Q_{\text{обл}} = 1,95 + 7,67 = 9,62 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{цкт}} = 2,5 + 0,7 + 39,6 + 8,5 = 51,3 \text{ кВт}$$

*Випарник льодяної води  $Q_{\text{л}} = 106 \text{ кВт}$*

*Навантаження на компресор*

*Компресор працює при температурі кипіння  $t_0 = -15^\circ\text{C}$*

$$\sum Q_{-15} = 38 * 0,6 + 26 + 51,3 = 100 \text{ кВт}$$

*На компресор, який працює на  $0^\circ\text{C}$*

$$\sum Q_{-4} = 106 \text{ кВт}$$

					<b>ОО БКР 142 008 005 ПЗ</b>	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

*Втрата тепла в трубопроводах*

$$Q_{-15} = Q * k = 100 * 1.12 = 112 \text{кВт}$$

*У випарнику льодяної води*

$$Q_{-4} = Q * k = 106 * 1.03 = 110 \text{кВт}$$

## **6. ВИБІР РОЗРАХУНКОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ПІДБІР КОМПРЕСОРИВ**

*Від вибору температурного режиму залежить економічність та ефективність холодильної установки. Характеристики режиму - це температури:*

- *Кипіння*
- *Конденсації*
- *Переохолодження*
- *Всмоктування*

*Найнижча температура до якої буде охолоджено сусло в ЦКТ*  
 $t_6 = 0^\circ\text{C}$

*З економічної точки зору приймемо систему охолодження з проміжним теплоносієм. В водному розчині буде 40-ка відсоткова концентрація з температурою замерзання  $-20^\circ\text{C}$*

*Визначення температури розсолу на охолодження танків ЦКТ.*

*Температура розсолу на виході повинна бути на  $8^\circ\text{C}$  нижчою від температури сусла  $t_6 = 0^\circ\text{C}$ ,  $t_{p2} = t_6 - 8 = 0 - 8 = -8^\circ\text{C}$ .*

*Нагрівання розсолу в приладах охолодження становить  $3^\circ\text{C}$*

$$t_{p1} = t_{p2} - 3 = -8 - 3 = -11^\circ\text{C}$$

*По середній температурі розсолу можна визначити температуру кипіння холодильного агенту*

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\bar{t}_p = \frac{t_{p1} + t_{p2}}{22} = \frac{-11 + (-8)}{2} = -9,5^\circ\text{C}$$

Температура кипіння фреону має бути порівняно з  $\bar{t}_p$  нижчою на 5-6°C

$$t_0 = \bar{t}_p - 5 = -9,5 - 5 = -14,5 = -15^\circ\text{C}$$

З використанням кожухотрубного випарника ми охолоджуємо льдядну воду, температура якої від 0,5 до 2°C

$$t_{ол} = -4^\circ\text{C}$$

*побудова циклу та розрахунок ХМ*

Навантаження на компресор які ми попередньо розраховали становлять

$$Q_{(15^\circ\text{C})} = 112\text{кВт}$$

$$Q_{(-4^\circ\text{C})} = 110\text{кВт}$$

Використаємо дві одноступеневі схеми на один спільний повітряний конденсатор. Для повітряних конденсаторів приймаємо температуру повітряних конденсаторів на 12°C вищу чим  $t_{нс}$

$$t_k = t_{нс} + 12 = 30 + 12 = 42^\circ\text{C}$$

В  $\lg P-h$  діаграмі ми будуємо цикл для ХА R-404a.

*Перегрівання пари*

$$t_{вс} - t_0 = 10^\circ\text{C}$$

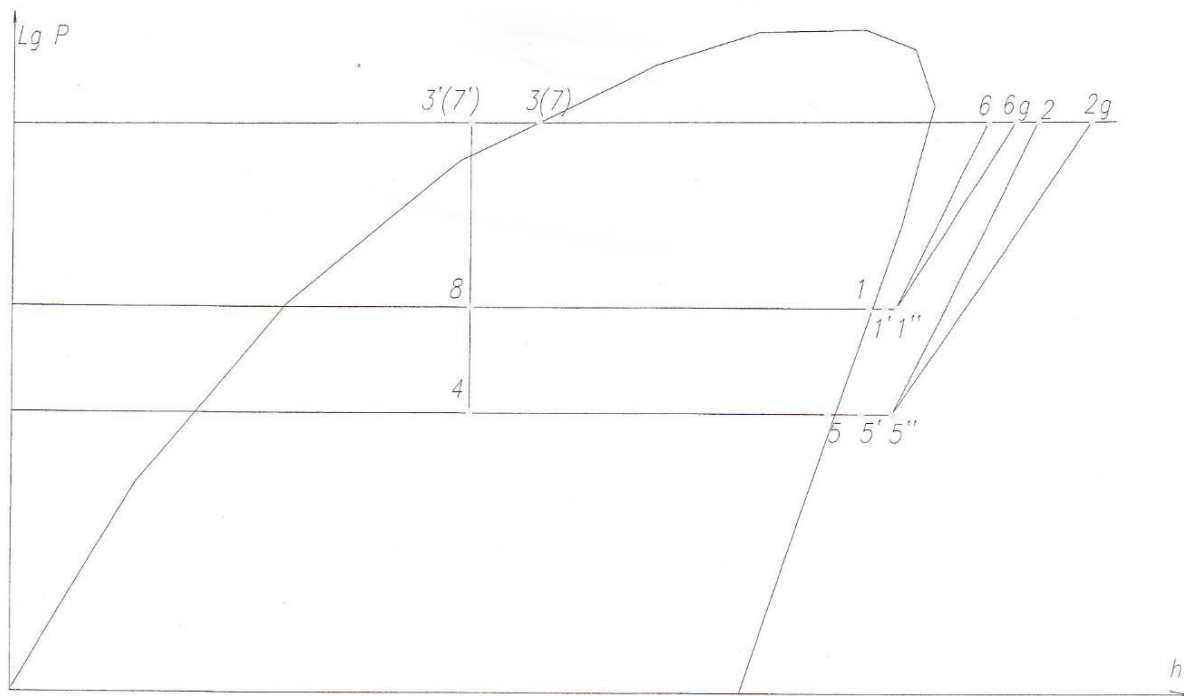
*Переохолодження в конденсаторі*

$$t_{по} - t_k = 10^\circ\text{C}$$

Нагрівання пари при охолодженні електрообмотки двигуна компресора.

$$t_{п дв} = 5^\circ\text{C}$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



№ точки	$t^{\circ}\text{C}$	$P \text{ bar}$	$V \text{ м}^3/\text{кг}$	$H$ кДж/кг
1	-15	5,3	0,054	360
1'	-5	5,3	0,57	369
1''	0	5,3	0,059	372
2	62	19	0,011	408
3	42	19	-	257
3'	39	19	-	261
4	-15	3,6	-	261
5	-4	3,6	0,37	365
5'	6	3,6	0,39	370
5''	11	3,6	0,041	380
6	60	19	0,011	407
7	42	19	-	257
7'	39	19	-	261
8	-4	5,3	-	261

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ОО БКР 142 008 005 ПЗ

Лис

Компресор для системи з проміжним теплоносієм

Масова витрата ХА

$$M_T = \frac{Q_{-15^\circ\text{C}}}{h_4 - h_{1'}} = \frac{112}{369 - 261} = 1,009 \text{ кг/с}$$

Для визначення потрібної об'ємної продуктивності компресора знаходимо подачу

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{w1}$$

$$\lambda_{i1} = \frac{P_0 - \Delta P_{\text{BC}}}{P_0} - C * \left( \left( \frac{P_k + \Delta P_H}{P_0} \right)^{\frac{1}{m_n}} - \left( \frac{P_0 + \Delta P_{\text{BC}}}{P_0} \right) \right)$$

C-мертвий простір = 0,025

T<sub>n</sub>-показник політропи = 1,1

$\Delta P_{\text{BC}} = 35 \text{ кПа}$ ;  $P_0 = 360 \text{ кПа}$ ;  $P_k = 1900 \text{ кПа}$ ;  $\Delta P_H = 200 \text{ кПа}$

$$\lambda_{i1} = \frac{360 - 35}{360} - 0,025 * \left( \left( \frac{1900 + 200}{360} \right)^{\frac{1}{1,1}} - \left( \frac{360 + 35}{360} \right) \right) = 0,83$$

Об'ємні витрати

$$\lambda_{w1} = \frac{T_{\text{пр}}}{T_k} = \frac{273 - 15}{273 + 42} = 0,84$$

$$\lambda_i = \lambda_{i1} * \lambda_{w1} = 0,84 * 0,86 = 0,7$$

Об'єм пару за одиницю часу, яку компресор відсмоктує

$$V_T = M_{\text{пр}} * v_{1''} = 1,009 * 0,059 = 0,06 \text{ м}^3/\text{с}$$

Об'єм компресора

$$V_D = \frac{V_T}{\lambda} = \frac{0,06}{0,07} = 0,84 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 302 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Вибираємо компресор марки BLITZER 6H-35.2 в кількості 3-и

штуки з сумарною подачею  $V_{\text{KM}} = 331,5 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,092 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$

Технічні характеристики

Об'ємна подача м <sup>3</sup> /год	110,5
------------------------------------	-------

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис

<i>Кількість циліндрів</i>	6
<i>Діаметр мм</i>	70
<i>Хід поршня мм</i>	55
<i>Вага кг</i>	235
<i>Масило R404a</i>	BSE55
<i>Максимальний тиск бар</i>	19/28

*Коефіцієнт робочого часу*

$$b = \frac{V_D}{V_{KM}} = \frac{302,4}{331,5} = 0,91$$

*Масова витрата*

$$M_{KM} = \lambda \frac{V_{KM}}{v_1} = 0,7 * \frac{0,091}{0,059} = 1,1 \text{ кг/сек}$$

*Дійсна холодопродуктивність*

$$Q_0 = M_{km} * q_0 = 1,1 * 111 = 122 \text{ кВт}$$

*Адіабатна потужність*

$$N_A = M_{km} * (h_2 - h_{1'}) = 1,1 * (408 - 372) = 40 \text{ кВт}^*$$

*Індикаторний ККД*

$$\eta_i = \lambda_{wi} + b * t_{пр}, b = 0,0025$$

$$\eta_i = 0,83 + 0,0025(-15) = 0,79$$

*Визначаємо дійсну точку стискання*

$$h_{2D} = h_1 + \frac{h_2 - h_1}{\eta_i} = 372 + \frac{408 - 372}{0,79} = \frac{417,5 \text{ кДж}}{\text{кг}}$$

*Індикаторна потужність*

$$N_i = \frac{N_A}{\eta_i} = \frac{40}{0,79} = 50,1 \text{ кДж/кг}$$

*Сила тертя*

$$N_{тр} = V_T * P_{тр} = 0,078 * 40 = 3,12 \text{ кВт}$$

*Ефективна потужність*

$$N_e = N_i + N_{тр} = 50,1 + 3,12 = 53,22 \text{ кВт}$$

*Потужність двигуна*

$$N_{dv} = \frac{N_e}{\eta_{el.dv}} * \eta_{мех} = \frac{53,22}{0,95} * 0,96 = 59 \text{кВт}$$

*Потужність двигунів встановлених на компресорі*

$$P_{км} = 26 \text{кВт}$$

*Сумрна потужність ел.двигунів*

$$\sum P_{км} = 26 * 3 = 78 \text{кВт}$$

*Компресор для охолодження льодяної води*

*Розрахунки проводяться аналогічно попередньому*

*Об'єм пару за одиницю часу, яку компресор відсмоктує*

$$V_T = 0,038 \text{м}^3/\text{с}$$

*Об'єм компресора*

$$V_D = \frac{V_T}{\lambda} = \frac{0,038}{0,75} = 0,051 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 183,6 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

*Вибираємо компресор марки BLITZER 6H-35.2 в кількості 3-и*

*штуки з сумарною подачею  $V_{км} = 221 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} = 0,061 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ . Його технічні характеристики наведені в таблиці вище.*

*Коефіцієнт робочого часу*

$$b = \frac{V_D}{V_{км}} = \frac{183,6}{221} = 0,83$$

*Масова витрата*

$$M_{км} = \lambda \frac{V_{км}}{v_1} = 0,7 * \frac{0,083}{0,059} = 1,12 \text{кг/сек}$$

*Дійсна холодопродуктивність*

$$Q_0 = M_{км} * q_0 = 1,12 * 118 = 132 \text{кВт}$$

*Адіабатна потужність*

$$N_A = 31,3 \text{кВт}$$

*Індекаторний ККД*

$$\eta_i = \lambda_{wi} + b * t_{пр}, b = 0,0025$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\eta_i = 0,85$$

*Визначаємо дійсну точку стискання*

$$h_{2Д} = 412 \text{кДж/кг}$$

*Індикаторна потужність*

$$N_i = 36,8 \text{кВт}$$

*Сила тертя*

$$N_{тр} = 2 \text{кВт}$$

*Ефективна потужність*

$$N_e = 38,8 \text{кВт}$$

*Потужність двигуна*

$$N_{dv} = 41 \text{кВт}$$

*Потужність двигунів встановлених на компресорі*

$$P_{км} = 26 \text{кВт}$$

*Сумрна потужність ел.двигунів*

$$\sum P_{км} = 26 * 2 = 52 \text{кВт}$$

*Навантаження на конденсатор*

$$Q_{конд} = 184 \text{кВт}$$

					<i>ОО БКР 142 008 005 ПЗ</i>	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **7. РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕПЛООБМІННОГО**

### **ОБЛАДНАННЯ**

#### **Підбір конденсатора**

*Всі компресори роблять на одному конденсаторі з паралельним підключенням, тому на конденсаторі навантаження буде*

$$Q_{\text{конд}} = 181 + 84 = 365 \text{ кВт}$$

*Середній логарифмічний температурний напір*

$$\theta_m = \frac{t_{vih} + t_{vh}}{\ln \frac{\Delta t_b}{\Delta t_m}} = \frac{37 - 30}{\ln \frac{42 - 30}{42 - 37}} = 8$$

*Коефіцієнт теплопередачі*

$$k = 25 * 10^{-3} \text{ кВт/м}^2 * \text{К}$$

*Площа теплообмінної поверхні*

$$F = \frac{Q_{\text{конд}}}{k * \theta_m} = \frac{365}{0.025} * 8 = 1805 \text{ м}^2$$

*Необхідна продуктивність вентилятора*

*Масова витрата повітря в конденсаторі*

$$G_m = \frac{Q_{\text{конд}}}{i_2 - i_1} = \frac{365}{76 - 67} = 39 \text{ кг/с}$$

*Витрата повітря (Об'ємна)*

$$G_v = \frac{G_m}{\rho} = \frac{38.4}{1.15} = 33.9 \text{ м}^3/\text{с} = 122087 \text{ м}^3/\text{год}$$

*$\rho$ -густина повітря за температури 35°C*

*В підборі конденсатора я використав програмне забезпечення від Guntner під назвою GUNTNER PRODUCT CALCULATOR CUSTOMER*

*Оскільки охолодження льодяної води проводиться не щоденно, то з ПО ми беремо двопоточний конденсатор.*

*Згідно з вихідними даними оберемо S-GVH080.3B/2X2-N(J).E*

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

<i>Витрата повітря <math>G_v, m^3 / год</math></i>	<i>124200</i>
<i>Температура конденсації <math>^{\circ}C</math></i>	<i>41,9</i>
<i>Площа поверхні теплообмінника <math>F.m^2</math></i>	<i>1818,7</i>
<i>Кількість вентиляторів</i>	<i>6</i>
<i>Потужність вентиляторів</i>	<i>1,65</i>
<i>Довжина</i>	<i>7400</i>
<i>Ширина</i>	<i>2291</i>
<i>висота</i>	<i>1430</i>

*Випарник для пропиленгліколю*

*Навантаження*

$$Q_{-15} = 112 \text{кВт}$$

*Середній логарифмічний температурний напір*

$$\theta_m = \bar{t}_p - t_0 = 6,5^{\circ}C$$

*Коефіцієнт теплопередачі*

$$k = 1100 * 10^{-3} \text{кВт/м}^2 * \text{К}$$

*Площа теплообмінної поверхні*

$$F = \frac{Q_{-15}}{k * \theta_m} = \frac{112}{1.1 * 5.5} = 17.7 \text{m}^2$$

*Об'ємна витрата пропиленгліколю*

$$G_m = \frac{Q_{\text{конд}}}{i_2 - i_1} = \frac{365}{76 - 67} = 39 \text{кг/с}$$

*Приймаємо випарник марки ИТР-18 , в якого площа теплообміну  $18 \text{m}^2$*

*Випарник для охолодження льдяної води*

*Розрахунок проводиться так само як і попередній*

*Навантаження*

$$Q_{-4} = 110 \text{кВт}$$

*Середній логарифмічний температурний напір*

					<i>ОО БКР 142 008 005 ПЗ</i>	<i>Лис</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

$$\theta_m = \frac{t_v + t_{v2}}{\ln \frac{\Delta t_b}{\Delta t_m}} = \frac{14 - 2}{\ln \frac{14 - (-4)}{2 - (-4)}} = 11^\circ\text{C}$$

*Коефіцієнт теплопередачі*

$$k = 1,21100 * 10^{-3} = 1,32 \text{кВт/м}^2 * \text{К}$$

*Площа теплообмінної поверхні*

$$F = \frac{Q_{-15}}{k * \theta_m} = \frac{110}{1.32 * 5.5} = 8 \text{м}^2$$

*Об'ємна витрата пропіленгліколю*

$$G_m = 0,0022 \text{м}^3/\text{с}$$

*Приймаємо випарник марки ИТР-12, в якого площа теплообміну 12м<sup>2</sup>*

<i>Марка</i>	<i>Площа теплообмінної поверхні м2</i>	<i>Розмір мм</i>	<i>Кількість труб</i>	<i>Кількість ходів</i>	<i>Маса кг</i>
<i>ИТР-18</i>	<i>18</i>	<i>325* 1665</i>	<i>84</i>	<i>6</i>	<i>360</i>
<i>ИТР-12</i>	<i>12</i>	<i>325* 1414</i>	<i>70</i>	<i>6</i>	<i>300</i>

*Повітроохолодники*

*Оскільки завдання повітроохолодника рівномірно розповсюджувати холод в камері, то можна брати декілька в одній кімнаті.*

*Розрахунок аналогічний як був для випарників*

*ЦКТ*

*Температура всередині камери t=3°C*

$$Q_{\text{цкт}} = 17.65 = 18 \text{кВт}$$

*В цій камері доцільним буде встановлення -охповітроохолодників*

$$Q_{\text{по}} = \frac{Q_{\text{цкт}}}{3} = 6 \text{кВт}$$

*Середній логарифмічний температурний напір*

$$\theta_m = \frac{t_{п1} + t_{п2}}{\ln \frac{\Delta t_b}{\Delta t_m}} = \frac{5 - 1}{\ln \frac{5 - (-11)}{1 - (-8)}} = 7^\circ\text{C}$$

*Коефіцієнт теплопередачі*

$$k = 15,2 * 10^{-3} \text{кВт/м}^2 * \text{К}$$

*Площа теплообмінної поверхні*

$$F = \frac{Q_{по}}{k * \theta_m} = \frac{6}{0,0152} * 7 = 24,5 \text{м}^2$$

*Масова витрата повітря в конденсаторі*

$$G_{п} = \frac{Q_{по}}{\rho_{вз} * (h_1 - h_2)} = \frac{6}{1,34 * (16 - 10)} = 0,75 \text{м}^3/\text{с} = 2700 \text{м}^3/\text{год}$$

*В підборі повітроохолодника я використав програмне забезпечення від Guntner під назвою GUNTNER PRODUCT CALCULATOR CUSTOMER*

*Згідно з вихідними даними оберяємо GGHN040.2H/110-ANW50/20PE зलोцею теплообміну 27,7м2, та витратою повітря 3060м3/год*

*Форфасне відділення*

*Температура всередині камери  $t=3^\circ\text{C}$*

$$Q_{цкт} = 13,3 = 14 \text{кВт}$$

*Достатньо буде встановити один повітроохолодник на 3X стіні*

*Середній логарифмічний температурний напір*

$$\theta_m = \frac{t_{п1} + t_{п2}}{\ln \frac{\Delta t_b}{\Delta t_m}} = \frac{8 - 3}{\ln \frac{8 - (-11)}{3 - (-8)}} = 9^\circ\text{C}$$

*Коефіцієнт теплопередачі*

$$k = 15,2 * 10^{-3} \text{кВт/м}^2 * \text{К}$$

*Площа теплообмінної поверхні*

$$F = \frac{Q_{по}}{k * \theta_m} = \frac{14}{0,0152} * 9 = 43,7 \text{м}^2$$

*Масова витрата повітря в конденсаторі*

$$G_{п} = \frac{Q_{фр}}{\rho_{вз} * (h_1 - h_2)} = \frac{14}{1,34 * (20 - 12)} = 1,36 \text{м}^3/\text{с} = 4700 \text{м}^3/\text{год}$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

*В підборі повітроохолодника я використав програмне забезпечення від Guntner під назвою GUNTNER PRODUCT CALCULATOR CUSTOMER*

*Згідно з вихідними даними оберяємо GGHN040.2H/212-ANW50/8PE зплоцею теплообміну 47,1м2, та витратою повітря 6280м3/год*

*КЗ сировини та готової продукції*

*Температура всередині камери  $t=6^{\circ}\text{C}$*

$$Q_{\text{цкт}} = 11,9 = 12\text{кВт}$$

*Достатньо буде встановити один повітроохолодник на 3X стіні*

*Середній логарифмічний температурний напір*

$$\theta_{\text{м}} = \frac{t_{\text{п1}} + t_{\text{п2}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{б}}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{8 - 3}{\ln \frac{8 - (-11)}{3 - (-8)}} = 9^{\circ}\text{C}$$

*Коефіцієнт теплопередачі*

$$k = 15,2 * 10^{-3}\text{кВт/м}^2 * \text{К}$$

*Площа теплообмінної поверхні*

$$F = \frac{Q_{\text{по}}}{k * \theta_{\text{м}}} = \frac{12}{0,0152} * 9 = 34,7\text{м}^2$$

*Масова витрата повітря в конденсаторі*

$$G_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{кз}}}{\rho_{\text{вз}} * (h_1 - h_2)} = \frac{12}{1,34 * (20 - 12)} = 1,12\text{м}^3/\text{с} = 4030\text{м}^3/\text{год}$$

*В підборі повітроохолодника я використав програмне забезпечення від Guntner під назвою GUNTNER PRODUCT CALCULATOR CUSTOMER*

*Згідно з вихідними даними оберяємо GGHN040.2F/212-ANW50/10PE зплоцею теплообміну 35.3м2, та витратою повітря 6600м3/год*

*Експедиція*

*Температура всередині камери  $t=12^{\circ}\text{C}$*

$$Q_{\text{експ}} = 9,2 = 10\text{кВт}$$

*Достатньо буде встановити один повітроохолодник на 3X стіні*

*Середній логарифмічний температурний напір*

$$\theta_{\text{м}} = \frac{t_{\text{п1}} + t_{\text{п2}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{б}}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{14 - 8}{\ln \frac{14 - (-11)}{8 - (-8)}} = 9^{\circ}\text{C}$$

										Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ОО БКР 142 008 005 ПЗ					

Коефіцієнт теплопередачі

$$k = 15,2 * 10^{-3} \text{кВт/м}^2 * \text{К}$$

Площа теплообмінної поверхні

$$F = \frac{Q_{\text{по}}}{k * \theta_{\text{м}}} = \frac{10}{0,0152} * 13 = 21,2 \text{м}^2$$

Масова витрата повітря в конденсаторі

$$G_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{фр}}}{\rho_{\text{вз}} * (h_1 - h_2)} = \frac{6}{1,34 * (16 - 10)} = 0,83 \text{м}^3/\text{с} = 3000 \text{м}^3/\text{год}$$

В підборі повітроохолодника я використав програмне забезпечення від Guntner під назвою GUNTNER PRODUCT CALCULATOR CUSTOMER

Згідно з вихідними даними оберяємо GGHN040.2D/14-ANW50/10PE з площею теплообміну 35.3м<sup>2</sup>, та витратою повітря 3600м<sup>3</sup>/год

Марка	Площа поверхні	Витрата	Кількість вентиляторів	Потужність вентиляторів
GGHN040.2H/110-ANW50/20PE	27,7	3060	1	0,23кВт
GGHN040.2H/212-ANW50/8PE	47,1	6280	2	0,23кВт
GGHN040.2D/14-ANW50/10PE	35,3	6600	2	0,23кВт
GGHN040.2F/212-ANW50/10PE	32,7	3060	1	0,23кВт

## 8. ПІДБІР ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

### Лінійний ресивер

Лінійний ресивер призначений для прийому сконденсованого в конденсаторі холодоагент, накопичення і забезпечення його рівномірного надходження в випарну систему. Лінійні ресивери встановлюють безпосередньо після конденсаторів. Рідкий холодоагент самопливом надходить з конденсатора в корпус, що монтується нижче конденсатора ресивера. Щоб тиск в конденсаторі і ресивері було однаковим, в ресивері передбачені два патрубкі для приєднання парового і рідинного зрівняльного трубопроводів. Для попередження попадання пара холодоагенту в випарну систему кінець рідинного трубопроводу, по якому рідина відводиться з ресивера, знаходиться всередині під рівнем рідини. Контроль за рівнем рідини в лінійному ресивері здійснюють за допомогою скляних або дистанційних показників рівня. Деяка частина накопичується в конденсаторі повітря потрапляє щодо зрівняльного трубопроводу в лінійний ресивер. Для видалення повітря передбачено двотрубний воздухоохладитель, який є складовою частиною конструкції ресивера. Лінійні ресивери обладнані також штуцерами для підключення манометра і запобіжних клапанів. Випуск масла проводиться через масловипускной клапан.

З характеристик попередньо обраного випарника ИТР-18 його об'єм по ХА буде  $V_B = 0,101\text{м}^3$ . Вибираємо ресивер FS-1122 від blitzer  $V=0.112\text{м}^3$

Ресивер для ох. Льоду

Розрахунок проводиться аналогічно попередньому

$$V_B = 0,68\text{м}^3$$

Вибираємо ресивер FS-732 від blitzer  $V=0.073\text{м}^3$

Масловіддільник

На обидві установки будуть встановлені загальні масловіддільники.

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

*Для пропіленгліколю буде встановлено Alco controls OSH413-1-5/8,  
об'ємом 3,6літра.*

*Для льодяної води буде встановлено Alco controls OSH409-1-1/8,  
об'ємом 3літра*

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 9. РОЗРАХУНОК ДІАМЕТРІВ ТРУБОПРОВІДІВ

Діаметри трубопроводів слід розраховувати опираючись на допустиму швидкість ХА в певних ділянках системи.

З попередніх розділів ми вже знаємо витрату фреону.

Діаметр трубопроводу

$$d_{\text{тр}} = \sqrt{\frac{G_{\text{ха}} * 4}{\omega_{\text{дод}} * \pi}}$$

Для всмоктувального трубопровода швидкість  $\omega_{\text{дод}} = 8 - 12 \text{ м/с}$

Через можливість повернення мастила в компресор, потрібно, щоб швидкість була більшою ніж  $6 \text{ м/с}$

- Нагнітання  $\omega_{\text{дод}} = 10 \text{ м/с}$

- Рідинна лінія  $\omega_{\text{дод}} = 1 \text{ м/с}$

Розрахунок діаметрів трубопроводів

Для пропіленгліколю

Всмоктувальний

$$d_{\text{тр}} = \sqrt{\frac{G_{\text{ха}} * 4}{\omega_{\text{дод}} * \pi}} = \sqrt{\frac{M_{\text{rv}} * 4}{\omega_{\text{дод}} * \pi * \rho}} = \sqrt{\frac{1.1 * 4}{17 * 10 * 3.14}} = 0.085 \text{ м}$$

Отже з розрахунку буде прийнято мідний трубопровід діаметром  $d_{\text{в}} = 88,9 \times 2 \text{ мм}$

Перевірка

$$\omega = \frac{G_{\text{ха}}}{S} = \frac{0.065}{0.0057} = 11 \text{ м/с}$$

Інші трубопроводи піддаються аналогічним маніпуляціям

Нагнітання

$$d_{\text{тр}} = 0,037 \text{ м}$$

Отже з розрахунку буде прийнято мідний трубопровід діаметром  $d_{\text{в}} = 42 \times 1,5 \text{ мм}$

$$d_{\text{тр}} = 0,037 \text{ м}$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Отже з розрахунку буде прийнято мідний трубопровід діаметром  
 $d_{\text{в}} = 42 \times 1,5 \text{ мм}$

Для льодяної води та пропиленгліколю

Розрахунок проводиться аналогічно як і з пропиленгліколем

Допустимі швидкості для теплоносія

- На лінії всмоктування-0,8м/с
- На лінії нагнітання- 1,2м/с

Допустимі швидкості для води

- На лінії всмоктування-1м/с
- На лінії нагнітання- 1,3м/с

Пропиленгліколь

- Всмоктування  $d_{\text{тр}} = 0.118$  Приймає  $d_{\text{в}} = 119 \text{ мм}$
- Нагнітання  $d_{\text{тр}} = 0.096$  Приймає  $d_{\text{в}} = 101 \text{ мм}$

Льдяна вода

- Всмоктування  $d_{\text{тр}} = 0.05$  Приймає  $d_{\text{в}} = 51 \text{ мм}$
- Нагнітання  $d_{\text{тр}} = 0.041$  Приймає  $d_{\text{в}} = 41 \text{ мм}$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 10. ГІДРАВЛІЧНІ ВТРАТИ В ТРУБОПРОВОДАХ

Перед розрахунком насосів необхідно знати які втрати тиску  $x$  будуть в трубопроводах і об'ємну витрату.

Втрати тиску від тертя

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{\lambda_{\text{тр}}}{d} * \frac{\rho * \omega^2}{2} * l = R * l$$

$\lambda_{\text{тр}}$ - коефіцієнт тертя, який залежить від  $Re$

$$Re = \frac{\omega * d_v * \rho}{\mu}$$

Втрати в опорах

$$Z = \sum \xi_m * \frac{\rho * \omega^2}{2}$$

Втрати тиску розраховуємо на найдовшому колі подачі холодноносія.

З схеми видно, що це буде коло подачі пропіленгліколю в КЗ готової продукції.

Коло ділимо на участки з однаковими діаметрами трубопроводів.

Коло з подачею пропіленгліколю можна умовно розділити на 5 ділянок.

Всі розрахунки будуть проведені в таблиці, як для пропіленгліколю, так і для льодяної води.

$n$	$V \text{ м}^3/\text{с}$	$d, \text{ м}$	$L, \text{ м}$	$W \text{ м}/\text{с}$	$Pw2/2$	$Re$	$\lambda$	$\lambda/d$	$R$	$R \times L$
1	0,01	0.119	6	0.8996	428.9	6304	0.041	0.348	149.4	896.
2	0.01	0.101	3	1.2488	826.5	7427	0.041	0.402	332.5	9975
3	0.001	0.037	30	0.9491	477.5	2068	0.049	1.337	638.5	1956
4	0.001	0.03	6	1.4437	1105	2551	0.048	1.587	1753	1051
5	0.01	0.101	30	1.2488	826.5	7427	0.041	0.402	332.5	9975
Льод. вод.	0.002	0.041	36	1.7	1390	3797	0.045	1.09	1509	5433

$$\sum_{\text{пг}} = 60,6 \text{ кПа}$$

$$\sum_{\text{лв}} = 54,6 \text{ кПа}$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

*Необхідний напір для насоса*

$$H_{\text{пг}} = \frac{\Sigma_{\text{пг}}}{\rho * g} + h = \frac{60600}{1060 * 9.81} + 9 = 14.8 \text{ м водяної сруї}$$

$$H_{\text{лв}} = \frac{\Sigma_{\text{лв}}}{\rho * g} + h = \frac{54600}{1060 * 9.81} + 2 = 7.6 \text{ м водяної сруї}$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 11, ПІДБІР НАСОСІВ

Насоси підбирають згідно з характеристиками які вже були розраховані в попередніх розділах , а саме напір (водяна струя) та витрати.

Оскільки ми будемо транспортувати холодоносій та воду слід використати насос типу К.

Для пропіленгліколевої системи використаємо насос марки К45/30а з подачею  $G=0.01\text{м}^3/\text{с}$ , напір  $H=22\text{м}$ , потужність ел двигуна  $N=5.5\text{kWt}$

Для води системи використаємо насос марки К8/18б з подачею  $G=3\text{л}/\text{с}$ , напір  $H=10,2\text{м}$ , потужність ел двигуна  $N=1.5\text{kWt}$

Необхідна потужність ел.дв

$$N = \frac{V * H}{\eta * 1000}$$

Для пропіленгліколю

$$N = \frac{0,01 * 228769}{0,7 * 1000} = 3,3\text{kВт}$$

Для води

$$N = 0,5\text{kВт}$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **12, ЕКОНОМІКА**

*Для розрахунку економічної частини потрібно знати спожиті витрати на*

- *Електроенергію*
- *ХА R404a*
- *Масило*
- *Амортизацію*
- *Масило*
- *Інші витрати*

*Електроенергія спожита холодильним обладнанням*

					00 БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

№	Тип обладнання	Найменування	кількість	РелкВт	$\Sigma$ РелкВт	За рік тис.ч кВт
1	Компресор	Bitzer 6H-35.2	5	26	130	702
2	Конденсатор	GuntnerS -GVH 080.3B/2 x-N (J) PE	1	10	10	54
3	Випарник	ИТР-12	1	112	112	604,8
4	Випарник	ИТР-18	1	110	110	594
5	Насос	K45/30a	1	5,5	5,5	29,7
6	Насос	K8/18б	1	1,5	1,5	8,1
7	Цирк, насос	циркуляційний насос	1	0,5	0,5	2,7
8	повітроохолодник	Guntner GGHN040. 2H/110	3	0.23	0.69	3.7
9	повітроохолодник	Guntner GGHN040. 2H/112	1	0.23	0.46	2.4
10	повітроохолодник	Guntner GGHN040. 2F/110	2	0.23	0.92	5
11	повітроохолодник	Guntner GGHN040. 2D/14	1	0.23	0.23	1.2
Загальна річна витрата						200

Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ОО БКР 142 008 005 ПЗ

Лис



олодник	GGHN040. 2H/110		6,2	8,6 2		5,2
Повітроох олодник	Guntner GGHN040. 2H/112	1	3223 2	322 3,2	644 ,64	3609 9,84
Повітроох олодник	Guntner GGHN040. 2F/110	2	2954 9	295 4,9	590	1670 1
Повітроох олодник	Guntner GGHN040. 2D/14	1	4912	149 1	298	1670 1,64
Вертикаль ний ресивер	FS1122	1	5400	540	108	6048
Вертикаль ний ресивер	FS732	1	5400	540	108	6048
мастилові ддільник	AlcoCont rolsOSH- 413-1- 5/8	1	1500	150	30	1680
мастилові ддільник	AlcoCont rolsOSH- 409-1- 1/8	1	1300	130	26	1456
Всього						7465 92.4

*Витрати на монтаж та на інші витрати приймаємо 10 та відповідно 2 % від вартості обладнання*

*Споживання електроенергії за рік  $E = 2007$ тисяч кВт \* годину*

*Ціна за 1кВт на момент виконання роботи становить  $C=1,68$ грн*

*Річна витрата на електроенергію*

$$E_{el} = 2007000 \text{кВт} * 1,68 = 3371760$$

*- Мастило коштує 140грн/літр, в проекті буде використано 1000л, це 130000грн*

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

- Ціна на ХА становить 150грн/1кг, для проекта потрібно близько 2000кг, тобто його вартість становить 300000грн

- Розрахунок оплати праці

№	Посада	Розряд	Кількість осіб	Місячний фонд	Річний фонд
1	Механік		1	12000	144000
2	Машиніст	3	2	18100	217200
3	Машиніст	4	1	13500	162000
4	Слюсар		1	12000	144000
Всього				55600	667200

- Амортизація

Норми амортизаційних відрахувань

Основне обладнання -22% від вартості самого обладнання

$$A_{\text{обл}} = 1404.9 * 0.22 = 309.078 \text{тисяч грн}$$

- Інші витрати

Витрати на ремонт 10% від амортизації

$$V_{\text{рем}} = A_{\text{обл}} * 0.10 = 309078 * 0.10 = 31000 \text{грн}$$

Пускові витрати 2% від вартості всього обл.

$$V_{\text{пуск}} = V_{\text{обл}} * 0.02 = 746592.4 * 0.02 = 14931.9 \text{грн}$$

Додаткові витрати-3% від амортизації

$$V_{\text{ін}} = A_{\text{обл}} * 0.03 = 309078 * 0.3 = 9200 \text{грн}$$

Загальна сума

$$\sum V = V_{\text{рем}} + V_{\text{пуск}} + V_{\text{ін}} = 31000 + 14931.9 + 9200 = 55131.9 \text{грн}$$

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

*Порахуємо загальні витрати*

<i>Пункт</i>	<i>Кількість грн</i>
<i>Електрика</i>	<i>3371760</i>
<i>Масло</i>	<i>130000</i>
<i>ХА</i>	<i>150000</i>
<i>Праця</i>	<i>667200</i>
<i>Амортизація</i>	<i>309078</i>
<i>Інші витрати</i>	<i>9200</i>
<i>Вартість обладнання</i>	<i>746592,4</i>
<i>разом</i>	<i>5383830,4</i>

*Холод за рік , який ми виготовим*

$$22*270*(112+110)=665390\text{кВт/год}$$

*Собівартість холоду*

$$\Delta C = \frac{5383830,4}{665390} = 8 \frac{\text{грн}}{\text{кВт}} * \text{год}$$

## ОХОРОНА ПРАЦІ

*Охорона праці — це система правил і заходів, які забезпечують безпечну роботу на даному виробництві. При роботі на металорізальному верстаті необхідно передбачити ряд вимог, які б дозволили працівнику виконувати поставлене перед ним завдання в умовах, які передбаченні конструкторськими документами. Основними заходами, які зменшують або попереджають травматизм при роботі на дільниці є автоматизація або механізація технологічного процесу. додав до передньої частини слова «безпеки», склад «не» Знак небезпеки «Електрична напруга» (DIN 4844-W 8) на електроциті Крім цього на верстатах встановлюють захисні кожухи на вузлах, які передбачають крутні моменти. Всі захисні кожухи з внутрішнього боку, фарбуються в жовтий колір (сигнальний), а ззовні, наноситься знак безпеки за ГОСТ 12.4.025-86 (рівнобічний трикутник жовтого кольору з вершиною доверху, в чорній рамці і знаком оклику посередині). Під знаком встановлено таблицю з написом «При ввімкненому верстаті не відкривати». Для орієнтовної оцінки шуму приймають показник, який називається «рівнем шуму» і вимірюється за шкалою «А» шумоміра. Допустимий рівень шуму в приміщеннях, в тому числі і цехах холодної обробки по СН 245-79 становить 71-90 Дб. Основними заходами, які захищають працівників від шкідливих дій шуму і вібрацій, є установка верстата на віброопори. Правильне визначення площі дільниці, визначає правильну організацію робочого місця згідно з науковою організацією праці. Завдяки цьому, зменшується втома робітників і знижується ймовірність травматизму. Кожне робоче місце обладнане інструментальною тумбочкою і дерев'яною підставкою, а для видалення стружки з верстата, застосовують спеціальні вмонтовані у верстат шнекові і магнітні транспортери, а на свердлильних*

										Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ОО БКР 142 008 005 ПЗ					

*верстатах — спеціальні гачки і щітки. В цеху застосовується комбіноване освітлення. Освітленість на підлозі при загальному освітленні, повинна бути не менше 150 лк для ламп розжарення (з 2010-х років, повсюдно замінюються на світлодіодні лампи та світильники) та не менше 150 лк для люмінесцентних ламп,*

### **Медична допомога**

*Перша медична допомога – це комплекс термінових заходів, спрямованих на припинення дії фактора (джерела) ураження, на усунення явищ, що загрожують життю, на полегшення страждань і підготовку потерпілого для відправлення до лікувально-профілактичного закладу, що вживаються в разі нещасних випадків і раптових захворювань. Як правило, першу медичну допомогу (найпростіші медичні дії, що виконуються безпосередньо на місці події в найкоротші строки після травмування) надають працівники, котрі перебувають поруч. Для полегшення стану потерпілої людини чи врятування її життя треба знати, як надати першу допомогу. Це стосується насамперед надання допомоги працівникам на роботах зі шкідливими і небезпечними умовами праці. Законодавством передбачено систему відповідних заходів щодо набуття працівниками необхідних знань і навичок. Згідно з чинним Законом України «Про охорону праці» від 21 листопада 2002 року № 229-IV (далі – Закон № 229) роботодавець вживає термінових заходів для надання допомоги потерпілим та несе безпосередню відповідальність за забезпечення функціонування системи управління охороною праці (ст. 13 Закону № 229). Працівники зобов'язані дотримуватися вимог нормативно-правових актів з охорони праці, зокрема дбати про безпеку і здоров'я людей у процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства. За порушення цих вимог працівники несуть безпосередню відповідальність (ст. 14 Закону № 229). Працівник, який виявив нещасний випадок, або за змогою і сам потерпілий повинні*

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

негайно повідомити безпосереднього керівника чи іншу уповноважену особу підприємства і вжити заходів щодо надання необхідної допомоги. Такі вимоги передбачено Порядком розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 25 серпня 2004 року № 1112 (далі – Порядок). У свою чергу, безпосередній керівник (або уповноважена ним особа) зобов'язана терміново організувати надання медичної допомоги потерпілому, у разі необхідності – забезпечити доставку його до лікувально-профілактичного закладу, повідомити про те, що сталося, роботодавця, профспілкову організацію (п. 8 Порядку). Пунктом 2.7 Положення про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженого наказом Комітету по нагляду за охороною праці Міністерства праці та соціальної політики України від 29 січня 1998 року № 9 передбачено, що в Інструкції з охорони праці, яка діє на підприємстві, у розділі «Вимоги безпеки під час роботи» має бути описано, зокрема, порядок повідомлення роботодавця про нещасні випадки чи раптові захворювання. Згідно з пунктом 2.9 цього Положення розділ «Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях» повинен містити, зокрема, порядок повідомлення роботодавця про аварії та ситуації, які можуть до них призвести, а також порядок дій у разі надання першої медичної допомоги потерпілим під час аварій.

**Що робити в разі отруєння аміаком:**

винесіть постраждалого на свіже повітря; дайте подихати зволоженим повітрям (теплыми водяними парами 10%-го розчину ментолу в хлороформі); шкіру, слизові та очі промивайте водою або 2%-м розчином борної кислоти щонайменше 15 хвилин; в очі закрапайте по дві-три краплі 30%-го альбуциду; ніс змастіть оливковою чи вазеліновою олією; дайте потерпілому теплого молока з «Боржомі» або харчовою содою; у разі спазму голосових щілин треба зігріти ділянку шиї, зробити теплі ванночки, інгаляцію; у разі ураження шкіри обмийте

									Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ОО БКР 142 008 005 ПЗ				

її чистою водою, зробіть примочки з 5%-го розчину оцтової, лимонної або соляної кислоти.

### **Загальні положення**

1.1. Дія інструкції поширюється на всі підрозділи підприємства.

1.2. Інструкція розроблена на основі ДНАОП 0.00-8.03-93 "Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві", ДНАОП 0.00-4.15-98 "Положення про розробку інструкцій з охорони праці", ДНАОП 0.00-4.12-99 "Типове положення про навчання з питань охорони праці".

1.3. За даною інструкцією машиніст холодильних установок (далі - машиніст) інструктується перед початком роботи (первинний інструктаж), а потім через кожні 3 місяці (повторний інструктаж). Результати інструктажу заносяться до «Журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці», в журналі після проходження інструктажу повинні бути підписи особи, яка інструктує, та машиніста.

1.4. Власник повинен застрахувати машиніста від нещасних випадків та професійних захворювань. В разі пошкодження здоров'я машиніста з вини власника, він (машиніст) має право на відшкодування заподіяної йому шкоди.

1.5. За невиконання даної інструкції машиніст несе дисциплінарну, матеріальну, адміністративну та кримінальну відповідальність.

1.6. До роботи машиністом холодильної установки допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, пройшли спеціальне навчання і мають відповідне посвідчення, пройшли вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місці та інструктаж з пожежної безпеки.

1.7. Машиніст холодильної установки повинен мати групу з електробезпеки не нижче II.

									Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата	ОО БКР 142 008 005 ПЗ				

*1.8. Машиніст холодильної установки повинен:*

*1.8.1. Знати будову та правила безпечної експлуатації холодильної установки, яку обслуговує.*

*1.8.2. Проходити періодичну перевірку знань не рідше одного разу на 12 місяців з відміткою у посвідченні.*

*1.8.3. Знати токсичну дію на організм людини газу в разі його витікання.*

*1.8.4. Виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку.*

*1.8.5. Не допускати сторонніх осіб на своє робоче місце.*

*1.8.6. Працювати тільки на тій установці, будову і правила безпечно*

*1.8.7. Пам'ятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці та відповідальність за товаришів по роботі. І*

*1.8.8. Не виконувати вказівок, які суперечать правилам охорони праці.*

*1.8.9. Користуватися спецодягом та засобами індивідуального захисту.*

*1.8.10. Вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим від нещасних випадків.*

*1.8.11. Вміти користуватись первинними засобами пожежегасіння.*

*1.9. Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які діють на машиніста:*

*1.9.1. Ураження електричним струмом.*

*1.9.2. Підвищений рівень шуму, загазованості робочої зони.*

*1.9.3. Недостатня освітленість робочої зони.*

*1.9.4. Токсична дія пари газу.*

*1.10. Машиністу видається спецодяг та засоби індивідуального захисту: комбінезон бавовняний, рукавиці комбіновані, протигаз.*

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

1.11. На кожному підприємстві наказом власника повинна бути призначена особа, відповідальна за справний стан, правильну і безпечну експлуатацію холодильних машин і установок.

1.12. На підприємстві повинні бути розроблені і затверджені власником інструкції з:

1.12.1. Будови і безпечної експлуатації холодильних установок.

1.12.2. Експлуатації холодильної системи (охолоджуючих пристроїв).

1.12.3. Обслуговування контрольно-вимірювальних приладів і автоматики.

1.12.4. Пожежної безпеки.

1.12.5. Охорони праці (надання долікарняної допомоги у разі отруєння аміаком, дії персоналу з усунення прориву аміаку та за виникнення аварійної ситуації тощо).

13. Крім інструкцій, повинні бути розроблені і затверджені власником:

1.13.1. Річні та місячні графіки проведення планово-профілактичного ремонту.

1.13.2. Схеми аміачних, водяних та інших трубопроводів.

1.13.3. Показчики розміщення засобів індивідуального захисту.

1.13.4. Номери телефонів "швидкої допомоги", пожежної охорони, диспетчера електромережі, міліції, начальника компресорного цеху (домашній телефон).

1.13.5. Номери телефонів і адреса організації, яка обслуговує автоматизовану холодильну установку.

1.14. Документи, вказані в пп. 1.12.-1.13, повинні знаходитись у машинному відділенні і бути доведені до відома кожного машиніста (під розпис).

1.15. У компресорному цеху повинен бути добовий журнал встановленої форми. Журнал повинен бути пронумерований,

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

прошнурований, стверджений печаткою підприємства, з датою і підписом начальника цеху.

1.16. Начальник компресорного цеху зобов'язаний щоденно контролювати ведення журналу, записувати до нього розпорядження обслуговуючому персоналу та розписуватись.

1.17. Вхід стороннім особам у приміщення машинного (апаратного) і конденсаторного відділень забороняється. На видних місцях повинні бути вивішені плакати: "ВХІД ЗАБОРОНЕНО!".

1.18. Роботи, не зв'язані з обслуговуванням холодильної установки, повинні проводитись з оформленням наряду-допуску на роботи підвищеної небезпеки.

1.19. Ремонтні роботи, а також очищення батарей при відтаюванні повинні проводитись під контролем особи, відповідальної за експлуатацію холодильної установки, або особи, яка її замінює. 2.

Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Отримати завдання від керівника робіт.

2.2. Одягти спецодяг.

2.3. Разом зі змінником (при змінній роботі) перевірити стан контрольно-вимірювальних приладів, захисного огороження і заземлення, відсутність витікання аміаку і зробити відповідний запис в спеціальному журналі.

3. Вимоги безпеки під час виконання роботи (при експлуатації холодильних установок)

3.1. Компресори:

3.1.1. Пуск компресора в роботу - первісний, після тривалої зупинки, ремонту, профілактики, а також після зупинки його при спрацюванні приладів аварійного захисту необхідно виконувати вручну із закритим впускним вентиляем.

3.1.2. Перед пуском компресора в роботу необхідно впевнитись, що всі запірні вентиля на нагнітальному трубопроводі від компресора до

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

конденсатора відкриті (за винятком пуску компресора з використанням вбудованого байпаса, коли нагнітальний клапан компресора повинен бути закритий, а клапан байпаса відкритий, якщо це передбачено інструкцією заводу-виробника).

3.1.3. Всмоктування пари аміаку компресорами повз віддільник рідини (або посудину, яка його замінює) не допускається.

3.1.4. Витікання аміаку через сальники компресора повинно бути усунено при його виявленні.

Відкривати компресори, демонтувати апарати, трубопроводи і арматуру дозволяється тільки після видалення з них аміаку.

Виконання цих робіт без аміачного протигаза з фільтруючою коробкою марки КД і гумових рукавичок забороняється.

3.1.5. Залишки аміаку випускають з компресора через гумовий шланг, один кінець якого надягають на спеціальний клапан, розташований на компресорі, а другий - виводять назовні в посудину з водою (під її рівень).

3.1.6. Щоб уникнути потрапляння води в компресори під час видалення аміаку, необхідно контролювати в них тиск, не допускаючи падіння його нижче атмосферного.

3.1.7. Перегрівання пари аміаку, яка всмоктується компресором, повинно бути не менше 5°C (для одноступінчатих і ступені високого тиску двоступінчатих компресорів) і 10°C (для ступеня низького тиску двоступінчатих компресорів).

Це перегрівання визначають як різницю між температурою пари, яка вимірюється термометром перед всмоктувальним штуцером компресора, і температурою кипіння аміаку, яка визначається по тиску всмоктування за таблицею для насиченої пари аміаку.

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

*Мановакуумметр (чи прилад для вимірювання перегріву) для вимірювання тиску всмоктування повинен вибиратися таким чином, щоб похибка при визначенні температури кипіння була не більше 5°C.*

*3.1.8. Для вимірювання температури пари аміаку, що нагнітається компресором, термометр повинен бути встановлений в гільзі на трубопроводі на відстані від 200 до 300 мм від патрубку чи запірного вентиля компресора.*

*Температура нагнітання для сучасних поршневих компресорів повинна бути не більше 160°C та 90°C для гвинтових (якщо заводською інструкцією не передбачено інше значення), а для горизонтальних тихохідних компресорів старих марок - 135°C.*

*3.1.9. Забороняється вприскування рідкого аміаку в всмоктувальний трубопровід поршневого компресора.*

*3.1.10. При зменшенні перегріву і швидкому падінні температури пари аміаку, обмерзанні всмоктуючих трубопроводів і появі інших ознак вологого ходу (в поршневому компресорі - приглушений стукіт в нагнітальних клапанах і падіння тиску змащування; в гвинтовому - зміна шуму в роботі і падіння тиску змащування; в ротаційному багатолопатевому - зміна шуму в роботі і збільшення масла в масловіддільнику) слід прийняти заходи по відключенню компресорної установки і усуненню несправності, що виникла.*

*3.1.11. У холодильній установці, не спорядженій захисними ресиверами, перед підключенням до працюючого компресора додаткового теплового навантаження (холодильної камери після її ремонту або відтаювання батарей тощо) слід знизити подачу рідини у випарювальну систему, закрити всмоктуючий запірний вентиль у компресора і тільки після підключення додаткового теплового навантаження поступово відкривати останній.*

					<b>ОО БКР 142 008 005 ПЗ</b>	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.1.12. Взимку при перервах у роботі холодильної установки і можливості замерзання води необхідно її спускати з охолодних оболонок циліндрів і сальників компресорів, водяних насосів, конденсаторів закритого типу, переохолоджувачів і інших апаратів, а також з водяних трубопроводів, для чого повинні бути передбачені спускні крани в самих низьких точках системи.

3.1.13. Усі рухомі і обертові частини устаткування повинні бути надійно огорожені суцільними або сітчастими огорожами, знімними і легкокорозбірними.

Вузли і деталі огорожі повинні бути надійно закріплені і мати достатню міцність і жорсткість.

3.1.14. Доступ до рухомих частин дозволяється тільки після повної зупинки і вжиття всіх заходів щодо запобігання пуску її сторонніми особами.

Замір лінійного зазору в компресорі проводиться тільки при ручному повертанні вала.

3.1.15. На компресорах і насосах, що працюють в автоматичному режимі, повинні бути на видному місці вивішені таблички: «Обережно! Пускається автоматично!».

3.1.16. Перевірку і обкатку аміачних компресорів після монтажу і ремонту необхідно виконувати у відповідності з інструкціями заводів-виготівників.

3.1.17. На діючих холодильниках, що мають безнасосні затоплені системи безпосереднього охолодження з живленням випарувального обладнання через розміщені над ним віддільники рідини, забороняється підтримування в них рівня рідкого аміаку за наявності небезпеки викиду із системи рідини у всмоктувальну лінію компресорів при збільшенні теплового навантаження.

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

*Якщо зазначену схему подачі рідини в охолоджуючий пристрій змінити неможливо, тоді перед компресором повинен бути встановлений додатковий віддільник рідини (сухий) із захисним ресивером.*

*3.1.18. Після ремонту і профілактики холодильного устаткування, а також після вимушеної зупинки компресора чергова зміна може проводити пуск його тільки після письмового дозволу начальника цеху (або особи, яка його замінює), який повинен особисто пересвідчитися, що пуск компресора можливий та безпечний.*

*При цьому пуск кожного компресора необхідно здійснювати вручну після попереднього дренажу всмоктуючого і нагнітального трубопроводів компресора від можливого скупчення рідкого аміаку і масла за допомогою дренажних вентилів і трубопроводів.*

*Перед пуском гвинтового компресора, який має пристрій для ручного регулювання продуктивності, необхідно вивести пристрій в положення мінімальної продуктивності.*

### *3.2. Апарати (посудини):*

*3.2.1. Під час відсмоктування аміаку з апаратів (посудин) не дозволяється швидко (із швидкістю зниження температури більше 30°C на годину) знижувати в них тиск для запобігання зниження механічної міцності їх стінок з причини різкого зниження температури.*

*3.2.2. Необхідно систематично усувати лід, що створюється взимку на зрошувальних конденсаторах, градирнях, драбинах, площадках для їх обслуговування.*

*3.2.3. Механічне очищення від водяного каменя труб конденсатора повинно виконуватись під керівництвом начальника цеху і тільки після звільнення конденсатора від аміаку.*

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

*Не рідше одного разу на місяць необхідно перевіряти воду, що відходить з конденсатора, на наявність аміаку.*

*3.2.4. Окремо розташовані апаратні і конденсаторні приміщення повинні зачинятись на ключ, який має знаходитися у чергового зміни холодильної установки.*

*3.2.5. При охолодженні води в кожухотрубних випарниках температура кипіння аміаку повинна бути не менше 2°C.*

*3.2.6. У системах охолодження з проміжним теплоносієм необхідно періодично (не рідше одного разу на місяць) перевіряти його на наявність аміаку у ньому.*

*3.2.7. Масло з масловіддільників (за відсутності автоматичного перепуску в картер компресора) і апаратів сторін високого і низького тиску необхідно періодично пропускати в маслзбірники. З маслзбірників воно повинно випускатися при тиску, близькому до атмосферного - вище його на 0,01...0,02 МПа (0,1...0,2 кг/см<sup>2</sup>) після відсмоктування пари аміаку через пристрій для відділення рідини.*

*Випускати масло безпосередньо із апаратів (посудин) холодильної установки забороняється.*

*На маслзбірниках мають бути встановлені мановакуумметри.*

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.2.8. Повітря і інші гази, що не конденсуються, повинні випускатися із системи в посудину з водою через спеціально встановлений апарат - повітровіддільник.

**Кольори трубопроводів**

Вода-зелений

Пара-червоний

Повітря-синій

гази-жовтий

					00 БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Явнель Б.К. “Курсове та дипломне проектування холодильних машин та систем кондиціювання повітря” 1989-223с
2. Сагун И.А. “Теплові та конструктивні розрахунки ХМ” 1987-423с
3. Чумак І.Г. Холодильні установки- Легкая и пищевая промышленность 1981-334с
4. Ознайомлення з законодавством щодо пивоваріння  
<https://zakon.rada.gov.ua>
5. Охорона праці <https://ohoronapraci.kiev.ua>
6. Вивчення з технологією пивоваріння <https://pivnoe-delo.info>
7. Економічні показники та вивчення спросу на пиво  
<http://www.economy.nayka.com.ua>

					ОО БКР 142 008 005 ПЗ	Лис
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		