

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних

машин та установок»

Група: МХ-55

Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення

МХ 55. 007. 000 ДП

Дідок Костянтина
Івановича

м. Одеса - 2023 р.

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

Спеціальність 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Монтаж і обслуговування
холодильно-компресорних машин та
установок»
Група МХ-55

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
МХ 55. 007. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:
Розробка конвеєрного морозильного апарату для заморожування риби в
блок-формах продуктивність 300 кг/годину.

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

Дипломник _____ (Дідок К.І.)

Керівник проекту _____ (Бригадир Л.Г.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Шимко О.В.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

по дотриманню
вимог ЄСКД _____ (Волянська С.В.)

До захисту допущено
Голова предметної комісії _____ (Беркань Ір. В.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

Захист “ _____ ” _____ 2023 р. Протокол ЕК № _____
Оцінка ЕК _____

Секретар ЕК _____

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

Дата видачі завдання
«20» лютого 2023 р.
Дата закінчення проекту
«01» липня 2023 р.

Затверджую
Заступник директора з НВР
_____ Беркань Іг.В.
“ 20 ” лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

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

Тема дипломного проекту: Розробка конвеєрного морозильного апарату для заморожування риби в блок-формах продуктивність 300 кг/годину.

Стверджена наказом по коледжу від « 17 » 10 2022 р. № 235-А2- ОД

Вихідні дані для проекту: температура літня 32 °С
відносна вологість повітря літня 60 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Пояснювальна записка

1. Загальна частина

- 1.1 Вихідні дані
- 1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

2. Технологічна частина

- 2.1 Характеристика швидкокопсувних продуктів
- 2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання

3. Розрахунково- конструкторська частина

- 3.1 Розрахункові дані
- 3.2 Розрахунок будівельних площ
- 3.3 Вимоги до планування холодильника
- 3.4 Планування холодильника.
- 3.5 Розрахунок ізоляційного шару огорожень
- 3.6 Тепловий розрахунок
- 3.7 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер
- 3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки
- 3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок
- 3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресора
- 3.11 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора
- 3.12 Розрахунок та вибір обладнання камер
- 3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування
- 3.14 Розрахунок та відбір градирні

4. Організаційна частина

4.1 Організація монтажу, експлуатація, ремонту та холодильного обладнання

4.2 Автоматизація холодильної установки

5 Економічна частина

6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7. Перелік використаних джерел

Графічна частина

Аркуш 1 План та перетин будівлі холодильника, або (Технічне креслення обладнання)

Аркуш 2 Розводка трубопроводів

Аркуш 3 Схема автоматизації холодильної установки

Графік виконання проекту

| Зміст | Термін виконання |
|--|------------------|
| 1 Загальна частина | 22 ÷ 23.05.2023 |
| 2 Технологічна частина | 24 ÷ 25.05.2023 |
| 3 Розрахунково-конструкторська частина | 26 ÷ 05.06.2023 |
| 4 Організаційна частина | 06.06.2023 |
| 5 Аркуш 1,2 | 07 ÷ 09.06.2023 |
| 6 Економічна частина | 10 ÷ 12.06.2023 |
| 7 Аркуш 3 | 13.06.2023 |
| 8 Охорона праці | 14.06.2023 |
| Попередній захист | 15.06.2023 |
| Захист дипломного проекту | 22 ÷ 30.06.2023 |

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 2 від “13” вересня 2022

Голова комісії _____ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Бригадир Л.Г.)

ЗМІСТ

| | |
|---|--|
| ВСТУП..... | |
| 1.ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА | |
| 1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкта..... | |
| 1.2 Вихідні данні..... | |
| 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА..... | |
| 2.1 Характеристика швидкокопсувних продуктів..... | |
| 2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання | |
| 3 РОЗРОХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА..... | |
| 3.1 Розрахункові дані | |
| 3.2 Розрахунок будівельних площ..... | |
| 3.3 Вимоги до планування..... | |
| 3.4 Планування холодильника | |
| 3.5 Розрахунок ізоляції огорожень | |
| 3.6 Тепловий розрахунок..... | |
| 3.7 Визначення навантаження на компресор і камерне устаткування | |
| 3.8 Вибір температурних режимів роботи холодильної машини | |
| 3.9. Побудова циклів холодильної машини зняття параметрів вузлових точок... | |
| 3.10 Тепловий розрахунок і добір компресорів..... | |
| 3.11 Тепловий розрахунок і добір конденсаторів..... | |
| 3.12 Розрахунок і добір камерного устаткування..... | |
| 3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування..... | |
| 3.14 Визначення діаметру трубопроводів холодильної установки..... | |
| 4.ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА..... | |
| 4.1 Організація монтажу, експлуатація, ремонту та холодильного обладнання | |
| 4.2 Автоматизація холодильної установки..... | |
| 5 . ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА..... | |
| 6. ОХОРОНА ПРАЦІ..... | |
| 7. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ..... | |

| | | | | | | | | |
|--------|--------------|----------|------|-----|--|--------------------------|------|---------|
| | | | | | <i>МХ 55.007.000.00 ДП.ПЗ</i> | | | |
| Зм | А | № докум. | Підп | Дат | | | | |
| Розроб | Дідок К.І. | | | | Розробка конвеєрного морозильного апарату для заморожування риби в блок-формах продуктивність 300 кг/годину. | Літ. | Арку | Аркушів |
| Переві | Бригадир Л.Г | | | | | | | |
| Н.конт | Волянська С | | | | | ВСП «ОТФК ОНТУ» МХ-55 | | |
| Затв. | Беркань Ір.В | | | | | | | |

ВСТУП

Використання штучного холоду – важлива умова зберігання якості і зниження витрат харчових продуктів при їх заготівлі, транспортуванні, зберіганні, переробці та реалізації. Основні ланки цього ланцюга повинні бути повністю забезпечені холодом як у кількісному, так і в якісному відношенні.

Сучасна техніка низьких температур пройшла стадії становлення й бурхливого розвитку, у результаті чого в другій половині століття вона проникнула в усі сфери діяльності людей. Це пов'язане з тим, що холодильна техніка наполегливо затребувана як необхідний засіб захисту сфер перебування людей, заощадження й раціонального використання природних ресурсів в умовах росту чисельності населення Землі. Приріст населення створив глобальні економічні й екологічні проблеми, необхідність рішення яких зажадала залучення нових високих технологій, до яких ставиться холодильна й криогенна техніка.

Завданням холодильного підприємства є термічна обробка і зберігання великих мас швидкопсувних продуктів, організація безперервного холодильного ланцюга й виробництво продукції з використанням штучного холоду, створення спеціального технологічного режиму на всіх стадіях її промислової переробки, систематичне підвищення ефективності виробництва шляхом найбільш повного використання виробничих ресурсів робочого часу.

Широкого використання набули швидко морозильні апарати безпосереднього охолодження. Залежно від способи розміщення замороженого у вантажного відсіку розрізняю апарати цього типу з ланцюговим конвеєром, гравітаційно–конвеєрні та стрічкові. В даних апаратах продукт заморожується в металевих блок-формах прикріплених на конвеєрі, спеціальними шарнірами. Для зменшення усихання при заморожуванні блоків риби використовують блок-форми с кришками. Блок-форми є невід'ємною частиною апарату.

Рух повітря створюється від центрованим вентилятором з двостороннім всмоктуванням. Електродвигун вентилятора винесений за охолоджуваній контур апарата.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.000 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення та технічна характеристика об'єкта завдання

Заморожування риби проводиться або в камерах заморожування, або в швидкоморозильних апаратах у вигляді блоків.

Апарати можуть бути безперервної і періодичної дії, і мають одне дуже істотне обмеження: товщина заморожуваного продукту (блоку) не повинна перевищувати 50...60 мм, але заморожування в повітрі дозволяє зберегти високі поживні і смакові якості продукції і її гарний товарний вигляд.

Повітряні швидкоморозильні апарати являють собою ізольований контур, розділений на два відсіки: вантажний і охолоджувачі (трубчаті секції для охолодження повітря) та вентилятори, з піддоном для збору талої води.

У вантажному відсіку для безперервного або періодичного переміщення заморожуваних продуктів застосовують різного роду візки, ланцюгові та стрічкові конвеєри, які приводяться в рух електричним або гідравлічним приводом з плавним або ступінчастим регулюванням швидкості, або ступінчастим регулюванням швидкості, що дозволяє регулювати продуктивність апаратів залежно від виду продукту, поступаючого на заморожування.

Залежно від способу пересування продукту в апараті, розділяють повітряні швидкоморозильні апарати на: конвеєрні, візкові, спіральні та інші.

У перших двох продукт заморожують як в дрібній розфасовці масою до 1 кг, так і у вигляді блоків масою до 10-12 кг.

Рибу зручно заморожувати в спеціальних блок-формах, які можуть бути – з кришками для формування правильної форми блоку та – оребреними, для скорочення терміну термообробки.

Охолоджуючі секції виконані багато секційними, щоб можна було проводити їх відтаювання посекційно, не перериваючи роботу апарату. Як правило, труби оребрені і це є серйозною перешкодою при знятті снігової шуби, яка зменшує

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | MX 55.007.001 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

коефіцієнт теплопередачі, а отже і кількість тепла, що відводиться такою батареєю, приводить до зростання аеродинамічного опору і суттєвого зменшення живого перерізу для проходження повітря, але також зменшує габаритні розміри охолоджуючих секцій.

Шкідливий вплив снігової шуби на роботу апарату можна зменшити виконуючи оребрення труб з різним їх кроком в кожній секції по ходу повітря – 30,20,13 мм. В цьому випадку труби з великим кроком оребрення, забираючи на себе більшу кількість вологи, забиваються снігом інтенсивніше, але довше зберігають прохід повітря через секцію.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | MX 55.007.001 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Економічні розрахунки підтверджують, що проект конвеєрного морозильного апарату для заморожування риби в блок формах продуктивністю 300 кг в годину, можна вважати економічно вигідним, доцільним, та обґрунтованим оскільки показники економічної ефективності є дуже привабливими: термін окупності капітальних витрат на будівництво складає близько півтора року, а собівартість одиниці холоду менш, ніж аналогова, і складає 0,4 грн., що цілком прийнято і вигідно для підприємства.

Високі економічні показники ефективності є результатом науково - обґрунтованого проектування з підбором високо продуктивного та економічного обладнання.

Вкладення коштів на придбання такого високоефективного обладнання з технічного і економічного боку, дає змогу зменшити цехову собівартість, тому що обладнання було підібрано з невеликим електроспоживанням.

Таким чином, при впровадженні цього проекту ми отримуємо високу економічну ефективність, знижену собівартість, невеликий термін окупності, що призводить у подальшій роботі підприємства к отриманню більшого прибутку.

Отже проект даного морозильного апарату є привабливим на інвестиційному ринку проектів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | МХ 55.007.001 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 ТЕХНОЛОГІЯ ОХОЛОДЖЕННЯ М'ЯСА І М'ЯСОПРОДУКТІВ

При холодильній обробці та зберіганні у харчових продуктах відбуваються складні процеси і явища, які призводять до змін їх вихідної якості.

Холодильна технологія харчових продуктів складається із обробки холодом – охолодження або заморожування і наступної дії холоду при зберіганні охолоджених або заморожених продуктів. До холодильної технології деяких харчових продуктів належить також відтеплення і розморожування їх при випуску із холодильника

Основною метою холодильної технології харчових продуктів є збереження якості і початкових їх властивостей . Окрім того , холодильна технологія повинна забезпечити подовження строків зберігання харчових продуктів при самих незначних втратах у вазі від усушки, без помітного погіршення смаку і зовнішнього вигляду.

Застосування природного (зимового) холоду для зберігання харчових продуктів відомо людині дуже давно. Однак холодильна технологія харчових продуктів , як окрема галузь холодильної техніки , що використовує для обробки харчових продуктів штучний холод,нараховує приблизно сто років свого існування .

Харчові продукти, які обробляють холодом , поділяються на продукти тваринного походження – м'ясо різних тварин , яйця і молоко, і рослинного походження – плоди , деякі овочі та ін. При переробці вказаних продуктів одержують ковбасні вироби, яечний меланж, масло , фруктові соки та інші продукти , які також потребують застосування холоду .

На стійкість харчових продуктів при зберіганні впливає їх хімічний склад і, головним чином , вміст води , мінеральних речовин , жирів ,білків і вуглеводів . Вода міститься в значній кількості у всіх продуктах у вільному і зв'язаному вигляді. Соки харчових продуктів – це водні розчини деяких мінеральних солей . Вони містять також цукор і білкові речовини .

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | MX 55.007.002 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Мінеральні речовини містяться у кістках у вигляді розчинних солей натрію , кальцію , калію та ін. Ці солі знижують температуру замерзання соку продуктів нижче 0°С .

Жири. Не всі жири однаково стійкі при зберіганні . Під дією кисню вони окислюються – стають масними і прогіркають.

Білки або азотисті речовини, є основною частиною тваринних м'язів і рослинних клітин і мають досить складну будову. Існуючі у природі білки , відрізняються один від одного хімічними і фізичними властивостями внаслідок вмісту амінокислот у різному кількісному і якісному поєднанні .

Всі білки, як високомолекулярні речовини ,є колоїдами і стійкість їх залежить від ступеню дисперсності .

Вуглеводи становлять значну частину продуктів рослинного походження і складаються головним чином з клітковини і цукрів. До вуглеводів належать всі прості цукри (глюкоза, фруктоза , лактоза та ін.), а також речовини , які можуть бути перетворені у них шляхом гідролізу .

Важливе значення для харчування і здоров'я людини мають вітаміни (А,В1, В2, С, D, РР та ін.) , які містяться в деяких продуктах рослинного і тваринного походження , наприклад вітамін А- у зелених частинах рослин, у овочах , а також у риб'ячому жирі та молоці ; вітамін С (аскорбінова кіслота) –переважно у плодах і овочах.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | МХ 55.007.002 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2.2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ

Охолодження харчових продуктів складається з відводу від них тепла та зниження температури до початку затвердіння соків. Кінцева температура охолоджених продуктів знаходиться вище точки затвердіння їх соків і зазвичай лежить у межах від 0 до 5°C.

На процес охолодження продукту впливають такі чинники:

1. Його фізичні властивості
2. Геометрична форма і його товщина
3. Величина і стан поверхні
4. Початкова і задана кінцева температури продукту
5. Вид охолоджуючого середовища його температура і вологість

Тривалість зберігання продуктів на підприємствах обмежена 2-3 добами, тривалість зберігання окремих продуктів збільшена до 6 діб. Продукти зберігаються окремо групами : м'ясо; риба; м'ясні рибні овочеві напівфабрикати; молочні продукти; жири та гостронамія; кондитерські вироби; замороженні продукти.

Не допускається спільне зберігання молочних виробів з іншим продуктом.

Температури зберігання: 2°C - молочні продукти, 2°C - яйця птиці.

Відносна вологість повітря у холодильних камерах повинна бути 80....95%.

При зберіганні продукції передбачається приточно-витяжна вентиляція з кратністю повітрообміну 4 об'єми на добу.

Контроль параметрів зберігання здійснюють прилади вимірювання температури , вологості , швидкості переміщення охолоджуючого середовища.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | MX 55.007.002 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3 Розрахунково-конструкторська частина

3.1 Розрахункові дані

Рибу заморожують до температури -18°C , від 8°C ; ентальпія продукту при даних температура складає:

$$i_1 = 277000 \text{ Дж/кг}; i_2 = 5600 \text{ Дж/кг}.$$

Теплопровідність алюмінію $\lambda_{\text{ал}} = 160 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{K}$;

Товщина ребра $\sigma_p' = 4 \text{ мм}$;

Висота ребра $h_p = 25 \text{ мм}$;

Питома теплоємність алюмінія $C_{\text{ал}} = 838 \text{ Дж/кг}^{\circ}\text{K}$;

При відношенні розмірів блоку:

$$\beta_1 = l / \sigma = 800/60 = 13,33$$

$$\beta_2 = b / \sigma = 250/60 = 4,16$$

додаткові коефіцієнти P і R складають:

$$P = 0,3846$$

$$R = 0,1037$$

В якості робочої речовини приймаю хладон R507A.

Продуктивність холодильного апарату:

$$G_{\text{ан}} = \frac{300}{3600} = 0,08 \text{ кг\сек}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.2 Розрахунок огорожень апарату

Товщину ізоляційного шару $\delta_{гр}$ мм, огороження визначаємо за формулою:

$$\delta_{гр} = \lambda_{із} \cdot \left[\frac{1}{K_0} - \left(\frac{1}{\lambda_{із}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right] \quad (3.1)$$

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

K_0 - оптимальний коефіцієнт теплопередачі огороження, прийнятий у залежності від характеру огороження і температур по обох боках від нього, Вт/(м² К)

$\alpha_з$ - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої або більш теплої сторони огороження, Вт/(м² К)

$\alpha_в$ - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої або більш холодної сторони огороження, Вт/(м² К)

Після вибору дійсної товщини ізоляції визначаємо дійсний коефіцієнт теплопередачі K_d , Вт/(м² К), за формулою:

$$K_d = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_с} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_с} \right) + \frac{\delta_{із}}{\lambda_{із}}} \quad (3.2)$$

Морозильний апарат знаходиться в приміщенні з температурою 20-25⁰С, коефіцієнт теплопередачі для огорожень апарату складає $k=0,5$ Вт/м².К при внутрішній температурі в холодному контурі апарату -25⁰С.

$$\delta_{гр} = 0,05 \left[\frac{1}{0,5} - \left(\frac{1}{11} + 0,0005 + \frac{1}{8} \right) \right] = 0,089 \text{ м}$$

$$K_d = \frac{1}{\left(\frac{1}{11} + 0,0005 + \frac{1}{8} \right) + \frac{0,100}{0,08}} = 0,45 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.3 Розрахунок терміну заморожування

Об'єм блоку, що заморожується V_1 , м³ визначаємо за формулою

$$V_1 = l \cdot b \cdot \sigma \quad (3.3)$$

де l , b , σ - довжина, ширина й товщина блоку, м

$$V_1 = 0,8 \cdot 0,25 \cdot 0,06 = 0,012 \text{ м}^3$$

Масу заморожуючого блоку g_1 , кг визначаємо за формулою

$$g_1 = V_1 \cdot \rho_{\text{п}} \quad (3.4)$$

де $\rho_{\text{п}}$ – щільність продукту, кг·м³

$$g_1 = 0,012 \cdot 1050 = 12,6 \text{ кг}$$

Уявляємо, що в одній блок – формі перебувають два однакові блоки.

Тривалість заморожування блоку τ , сек визначаємо за формулою Планка

$$\tau = \frac{q_3 \cdot p_n}{t_{\text{кр}} - t_c} \cdot \frac{\delta^2}{2} \left[R \frac{\delta'}{\lambda_3} + P \frac{1}{\alpha} \right] \quad (3.5)$$

де $t_{\text{кр}}$ - температура початку замерзання соків продукту (кріоскопічна температура), °С, $t_{\text{кр}} = -2$ °С;

t_c – температура теплоотводящего середовища, °С;

P і R – додаткові коефіцієнти, що залежать від форм і співвідношення розмірів продукту, що заморожується;

q_3 – питома кількість теплоти, що приділяється від 1 кг продукту при його заморожуванні від початкової до кінцевої температури, Дж/кг;

σ – товщина блоку, м;

λ – теплопровідність замороженого блоку, Вт/мК;

α – коефіцієнт тепловіддачі від поверхні блок-форми до повітря, Вт/(м²К)

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Чисельне значення питомої кількості теплоти q_3 , Дж/кг визначаємо за формулою

$$q_3 = i_1 - i_2 \quad (3.6)$$

де i_1, i_2 - початкова й кінцева ентальпії продукту, кДж/кг

$$q_3 = 277,0 - 5,6 = 271,4 \text{ кДж/кг}$$

При заданій швидкості руху повітря в поверхні блок-форм $\omega = 6$ м/с при турбулентному режимі руху число Нуссельта Nu визначаємо за формулою

$$Nu = 0.032 \cdot Re^{0.8} \quad (3.7)$$

Число Рейнольдса Re визначаємо за формулою

$$Re_{ж} = \frac{\omega \cdot \delta}{\nu_n} \quad (3.8)$$

де ν_n – кінематична в'язкість повітря при $t_n = 25$ °С;

σ – визначальний розмір, м

$$Re_{ж} = \frac{6 \cdot 1,62}{10,42 \cdot 10^{-6}} = 9,33 \cdot 10^5$$

$$Nu = 0.032 \cdot (9,33 \cdot 10^5)^{0.8} = 1910$$

В якості визначального розміру при поперечному обдуванні блок – форм повітрям приймаємо довжину, яка для зведеного варіанта рівна

$$\sigma = 2l + 0,02 \quad (3.9)$$

$$\sigma = 2 \cdot 0,8 + 0,02 = 1,62$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Для гладкої блок-форми коефіцієнт тепловіддачі від її поверхні α , Вт/(м²К) визначаємо за формулою

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda_g}{\delta} \quad (3.10)$$

де $\lambda_{п}$ – теплопровідність повітря при температурі $t_{п} = 25$ °С, Вт/(м²К)

$$\alpha = \frac{1910 \cdot 0,021}{1,62} = 24,75 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$$

Тривалість процесу заморожування в гладкій блок-формі

$$\tau = \frac{271400 \cdot 1000}{-2 + 37} \cdot \frac{0,06}{2} \left[0,1037 \frac{0,06}{1,13} + 0,3846 \frac{1}{24,75} \right] = 7503 \text{ с} = 2,08 \text{ г}$$

Приведений коефіцієнт тепловіддачі для оребреної блок – форми $\alpha_{пр}$, Вт/(м²К) визначаємо за формулою

$$\alpha_{пр} = \alpha \left(\frac{F_p}{F_o} E + \frac{F_{мп}}{F_o} \right) \quad (3.11)$$

де F_p , F_o , $F_{мп}$ – площа поверхні відповідно ребер блок-форми, гладкою блок-форми із кришкою міжреберного простору, м²;

E – коефіцієнт ефективності ребра.

Площа поверхні гладкої блок –форми із кришкою F_p , м² визначаємо за формулою

$$F_p = f \cdot 2 \cdot n \quad (3.12)$$

де f – площа поверхні одного ребра, м²;

n – число ребер на оребреної блок-форми і кришці.

Площа поверхні гладкої блок –форми із кришкою F_o , м² визначаємо за формулою

$$F_o = 2 \cdot \sigma \cdot b \quad (3.13)$$

$$F_o = 2 \cdot 1,62 \cdot 0,25 = 0,81 \text{ м}^2$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Коефіцієнт ефективності ребра E визначаємо за формулою

$$E_p = \frac{th(mh_p)}{mh_p} \quad (3.14)$$

де $th(mh)$ – функція гіперболічного тангенса, величину якого знаходимо з відношення виду

$$m = \sqrt{\frac{2\alpha}{\lambda_p \cdot \delta'_p}} \quad (3.15)$$

де λ_p – теплопровідність матеріалу ребра, Вт/мК;

при виготовленні блок-форми з алюмінієвих сплавів $\lambda_p = 160$ Вт/мК;

σ_p – товщина ребра, м.

Приймаємо ребра прямі постійного перетину (товщини).

Висота ребра $h_p = 25$ мм, а товщина $\sigma_p = 4$ мм

Крок оребрення $b_p = 25$ мм, а число ребер з кожної сторони оребрений блок – форми складає

$$n = \frac{b}{b_p} - 1 = \frac{0,25}{0,025} - 1 = 9 \text{ шт}$$

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot 24,75}{160 \cdot 0,004}} = 8,8 \text{ м}^{-1}$$

$$mh = 8,8 \cdot 0,025 = 0,22; \quad t(mh) = 0,2164$$

$$E = \frac{0,2164}{0,22} = 0,98$$

Площу поверхні одного ребра f , м² визначаємо за формулою

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$f = 2 \cdot \sigma \cdot h + \sigma_p / \cdot \sigma = 2 \cdot 0,025 \cdot 1,62 + 0,004 \cdot 1,62 = 0,0875 \text{ м}^2$$

Тоді $F_p = 0,0875 \cdot 2 \cdot 9 = 1,575 \text{ м}^2$

Площу поверхні міжреберного простору F_{mp} , м^2 визначаємо за формулою

$$F_{mp} = F_0 - F_p / \quad (3.16)$$

$$F_{mp} = 0,81 - (1,62 \cdot 0,004 \cdot 2 \cdot 9) = 0,694 \text{ м}^2$$

Коефіцієнт тепловіддачі для оребреної блок-форми

$$\alpha_{np} = 24,75 \left(\frac{1,575}{0,81} \cdot 0,98 + \frac{0,694}{0,81} \right) = 66,7 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

Визначаємо тривалість заморожування блоку при використанні оребреної блок-форми τ' , сек визначаємо за формулою

$$\tau' = \frac{q_3 \cdot P}{t_{kp} - t_c} \cdot \frac{\delta'}{2} \left[R \frac{\delta'}{\lambda_3} + P \frac{1}{\alpha_{np}} \right] \quad (3.17)$$

$$\tau = \frac{271400 \cdot 1000}{-2 + 37} \cdot \frac{0,06}{2} \left[0,1037 \frac{0,06}{1,13} + 0,3846 \frac{1}{66,7} \right] = 4030 \text{ с} = 1,12 \text{ з}$$

Ефективність застосування оребреної блок-форми складає 37,8 %.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.4 Розрахунок габаритних розмірів апарату

Місткість апарату G , кг визначаємо за формулою

$$G = G' \cdot \tau' \quad (3.18)$$

де G' - продуктивність апарату, кг/с

$$G = (300/3600) \cdot 4030 = 201,5 \text{ кг}$$

Кількість блок форм $Z_{\text{бл}}$, шт визначаємо за формулою

$$Z_{\text{бл}} = \frac{G}{2 \cdot q^1} \quad (3.19)$$

$$Z_{\text{бл}} = \frac{201,5}{2 \cdot 12,6} = 7,99 \approx 8 \text{ шт}$$

Для визначення довжини ланцюга вантажного вважаємо, що вантажний конвеєр у морозильному апараті розташований цілком у вантажному відсіку й несе на собі закриті блок-форми у вертикальному положенні, а повітроохолоджувач розміщений між верхніми й нижніми ланцюгами конвеєра. Блок форми не зв'язані жорстко з ланцюгом конвеєра, а встановлюється в спеціальні захвати із кроком зачеплення $S_k = 420$ мм. Тоді довжина ланцюга вантажного конвеєра в апараті складе:

$$L_{\text{ц}} = Z_{\text{бл}} \cdot S_k \quad (3.20)$$

$$L_{\text{ц}} = 8 \cdot 0,42 = 3,46 \text{ м}$$

Конвеєр має одну вітку з довжиною $l_B = 4,5$ м, тоді висота грузового відсіку $h_B = 1,2$ м.

Швидкість руху вантажного конвеєра апарату ω_K , м/хв визначаємо за формулою

$$\omega_K = \frac{L_{\text{ц}}}{\tau'} \quad (3.21)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$\omega_k = \frac{4,5}{4030} = 0,0011 \text{ м/с} = 0,067 \text{ м/хв}$$

Довжину вантажного відсіку апарату L_a , м визначаємо за формулою

$$L_a = l_b + 2D_6 + 2 b_\phi + 2\sigma_3 + 2\sigma_{и} \quad (3.22)$$

де l_b - довжина вітки конвеєра, м;

D_6 – діаметр приводної зірочки, м ($D_6 = 0,4\text{м}$);

b_ϕ - ширина блок –форми з урахуванням висоти ребра, м

$$b_\phi = h_p + 2 \sigma_1 = 0,21 + 2 \cdot 0,05 = 0,026 \text{ м};$$

σ_3 - бічні зазори, м (0,1 м);

$\sigma_{и}$ – товщина стінки апарата з ізоляцією, м ($\sigma_{и} = 0,15 \text{ м}$)

$$L_a = 4,5 + 2 \cdot 0,4 + 2 \cdot 0,26 + 2 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 = 6,32 \text{ м}$$

Висоту вантажного відсіку апарата H_A , м визначаємо за формулою

$$H_A = H_{BO} + 2 b_\phi + 2\sigma_3 + 2\sigma_{и} \quad (3.23)$$

де H_{BO} – висота повітроохолоджувача, м (ухвалюємо орієнтовно 2,2 м)

$$H_A = 2,2 + 2 \cdot 0,26 + 2 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 = 3,2 \text{ м}$$

Ширину вантажного відсіку апарата B_A , м визначаємо за формулою

$$B_A = l_\phi + 2 \sigma_{32} + 2\sigma_1 + 2b_{дв} \quad (3.24)$$

де l_ϕ – довжина блок форми з обліком оребренья, м 4

σ_{32} - зазор між блок формами, м $b_{32} = 0,3 \text{ м}$;

$b_{дв}$ – ширина дверей в тунелі, м $b_{дв} + 0,6 \text{ м}$

$$B_A = 1,72 + 2 \cdot 0,3 + 2 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,6 = 3,8 \text{ м}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.5 Розрахунок теплонавантаження

Теплове навантаження на повітроохолоджувач Q_0 , Вт визначаємо за формулою

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_4 \quad (3.25)$$

де Q_0 – теплоприплив через огороження апарата, Вт;

Q_2, Q_4 – теплоприплив від термічної обробки продукту й блок-форм, експлуатаційний теплоприток відповідно, Вт.

Для визначення теплоприплива крізь огороження апарата Q_1 , Вт розраховуємо за формулою:

$$Q_1 = k_f F \Delta t \quad (3.26)$$

де k_f - коефіцієнт теплопередачі огороження $k_f = 0,45$ Вт/м² К – для апарату розташованого в приміщенні з температурою 22-25 °С;

F - площа поверхні огороження , м²;

Δt – перепад температур складає 45 °С.

Площа поверхні огороження апарату F , м² визначаємо за формулою

$$F = 2L_a B_A + 2L_a H_A + 2B_a H_A \quad (3.27)$$

$$F = 2 \cdot 6 \cdot 3,8 + 2 \cdot 6 \cdot 3,2 + 2 \cdot 3,8 \cdot 3,2 = 112,5 \text{ м}^2$$

$$Q_1 = 0,45 \cdot 112,5 \cdot 45 = 1392 \text{ Вт}$$

Теплопотік від продукту при його заморожуванні Q_2 , Вт розраховуємо за формулою:

$$Q_2 = G \cdot q_3 \quad (3.28)$$

де G – продуктивність апарату, кг/с;

q_3 – питома кількість теплоти, що виділяється від 1 кг продукту при заморожуванні від t_1 до t_2 , Дж/кг

$$Q_2 = (300/3600) \cdot 271400 = 18020 \text{ Вт}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

При визначенні теплопритока від блок-форм, вважаємо, що блок-форми надходять в апарат після відтавання заморожених блоків температурою $t_{\phi 1} = 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$, а в апараті охолоджуються до температури $t_{\phi 2} = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Для даної конструкції конвеєра маса металу блок форм на 1 м ланцюга конвеєра становить 140 кг/м, тоді теплоприток від термообробки блок-форм можна визначити по формулі

$$Q_2^{\phi} = g_{\phi} \cdot C_{\phi} \cdot \omega_{\phi}(t_{\phi 1} - t_{\phi 2}) \quad (3.29)$$

де g_{ϕ} – маса матеріалу блок-форм, що доводяться на 1 м ланцюгу конвеєра ,

$g_{\phi} = 140 \text{ кг/м}$;

C_{ϕ} – питома теплоємність алюмінієвого сплаву , $C_{\phi} = 838 \text{ Дж/кгК}$.

$$Q_2^{\phi} = 140 \cdot 838 \cdot 0,0011 (8+18) = 2323 \text{ Вт}$$

Тепловий еквівалент від роботи вентиляторів і обслуговування апарату приймаємо 15% від Q_2 і 10% від Q_1 відповідно.

$$Q_4 = 0,1 \cdot 1392 + 0,1 \cdot 18020 = 1992 \text{ Вт}$$

Теплове навантаження на повітроохолоджувач

$$Q_0 = 1392 + 18020 + 1992 = 21500 \text{ Вт}$$

Теплове навантаження на компресор

$$Q_{\text{км}} = \frac{k \cdot Q_0}{b} \quad (3.30)$$

$$Q_{\text{км}} = \frac{1,07 \cdot 16,04}{0,85} = 23,1 \text{ кВт}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.6 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

Холодильний агент R507 а, температура кипіння t_o , °C якого складає:

$$t_o = t_{\text{п}} - (10 \div 16) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.31)$$

$$t_o = -25 - 12 = -37 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура конденсації холодильного агента t_k , °C

- в повітряному конденсаторі розраховуємо за формулою:

$$t_k = t_{\text{зв}} + (10 \div 12) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.32)$$

$$t_k = 30 + 10 = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- в водяному конденсаторі розраховуємо за формулою:

$$t_k = t_{\text{м.т.}} + (7 \div 12) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.33)$$

$$t_k = 24,5 + 9,5 = 34 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура парів холодильного агента перед компресором при використанні регенеративного теплообміну, складає

$$t_{\text{вс}} = t_o + (15 \div 30) \quad (3.34)$$

з РТО

$$t_{\text{вс}} = -37 + 22 = -15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

без РТО

$$t_{\text{вс}} = -37 + 7 = -30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура переохолодження рідкого холодильного агента перед дроселем визначається із теплового балансу теплообмінника по діаграмі хладону

$$(i_{\text{рех}} - i_{\text{рвих}}) = (i_{\text{нех}} - i_{\text{нвих}}) \quad (3.35)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.8 Тепловий розрахунок і добір компресору

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента q_o , кДж/кг розраховуємо за формулою:

$$q_o = i_1 - i_4 \quad (3.36)$$

Масова витрата пару M_d , кг/с розраховуємо за формулою:

$$M_d = Q_o / q_o \quad (3.35)$$

де Q_o - навантаження на компресор з обліком витрат, кВт

Дійсна об'ємна подача V_d , м³/с розраховуємо за формулою:

$$V_d = M_d V_1 \quad (3.37)$$

де V_1 - питомий обсяг усмоктуваного пару, м³/кг

Коефіцієнт подачі компресору λ розраховуємо за формулою:

$$\lambda = \lambda_i \lambda_{\omega 1} \quad (3.38)$$

$$\lambda_i = \frac{p_o - \Delta p_{sc}}{p_o} - c \left(\frac{p_k + \Delta p_n}{p_o} - \frac{p_o - \Delta p_{sc}}{p_o} \right) \quad (3.39)$$

$$\lambda_{\omega'} = T_o / T_k \quad (3.40)$$

Теоретична об'ємна подача V_T , м³/с розраховуємо за формулою:

$$V_T = V_d / \lambda \quad (3.41)$$

Адіабатна потужність (для хладонового КМ) N_a , кВт розраховуємо за формулою:

$$N_a = M_d (i_2 - i_1) \quad (3.42)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Індикаторна потужність N_i , кВт розраховуємо за формулою:

$$N_i = N_a / \eta_i \quad (3.42)$$

Потужність тертя $N_{тр}$, кВт розраховуємо за формулою:

$$N_{тр} = V_t * P_{тр} \quad (3.43)$$

Ефективна потужність N_e , кВт розраховуємо за формулою:

$$N_e = N_i / \eta_m \quad (3.44)$$

Потужність на валу двигуна $N_{дв}$, кВт розраховуємо за формулою:

$$N_{дв} = N_e / \eta_{п} \quad (3.45)$$

Ефективна питома холодопродуктивність, чи холодильний коефіцієнт E_0 розраховуємо за формулою:

$$E_0 = Q_0 / N_e \quad (3.46)$$

Тепловий потік у конденсаторів в теоретичному циклі $Q_{кд}$, кВт розраховуємо за формулою:

$$Q_{кд} = Q_0 + N_i \quad (3.47)$$

Таблиця 3.24 Розрахунок КМ

| t_0 , С | Q_0 , кВт | q_0 , кД /кг | m_d , кг/с | V_d , м ³ /с | λ_i | λ_w | λ | V_T , м ³ /с | Тип ком-ру | V_k , м ³ К | Кіль кіст, шт | ΣV_k , м ³ /с |
|--------------|----------------|----------------------|-----------------|------------------------------|-------------|-------------|-----------|------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| -37 | 23,1 | 125 | 0,176 | 0,021 | 0,72 | 0,77 | 0,63 | 0,0336 | 6FE-44Y | 0,042 | 1 | 0,042 |

Продовження таблиці 3.24

| q_v Дж/м ³ | N_a , кВт | η_i | N_i , кВт | $P_{тр}$, кПа | $N_{тр}$, кВт | N_e , кВт | $N_{дв}$, кВт | ϵ_0 | $Q_{кд}^T$, кВт | $Q_{кд}$, кВт |
|----------------------------|----------------|----------|----------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------|---------------------|-------------------|
| 934 | 6,48 | 0,71 | 9,1 | 39 | 1,28 | 10,38 | 11,5 | 2,1 | 25,5 | 31,2 |

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | | | | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | | |

Таблиця 3.21 - Технічні характеристики компресорів

| Показники | LN135/ 6FE-44Y |
|---|-----------------------------|
| Холодопродуктивність, кВт | 27,7 kW |
| Споживана потужність, кВт | 19,3 |
| Об'ємна потужність, м ³ /с | 0,042 |
| Вага, кг | 250 |
| Максимально надлишковий тиск, бар(НТ/ВТ) | 19/28 |
| Приєднання лінії всмоктування | 54 мм – 2 1/8 ^{//} |
| Приєднання лінії нагнітання | 42 мм – 1 5/8 ^{//} |
| Тип масла для R 404 а | B5.2 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.9 Тепловий розрахунок і добір конденсатору

Площу теплопередаючої поверхні конденсатора F , m^2 , розраховуємо за формулою:

$$F = \frac{Q_{кд}}{k * \theta_m} \quad (3.48)$$

де $Q_{кд}$ - дійсний тепловий потік у конденсатор, кВт;

k - загальний коефіцієнт теплопередачі, Вт/ m^2K ;

θ_m - середній температурний напір, $^{\circ}C$.

Середня логарифмічна різниця температур, $\theta_T = 9 \div 11 \text{ } ^{\circ}C$

$$F = \frac{31,2}{0,03 \cdot 10} = 104 \text{ } m^2$$

Об'ємну витрату повітря крізь конденсатор V_n , m^3/c , розраховуємо за формулою:

$$V_n = \frac{Q_{кд}}{c_n \cdot \rho_n \cdot \Delta t_n} \quad (3.50)$$

де c_n - питома теплоємність повітря, кДж/кгК;

Δt_n - підігрів повітря у конденсаторі, $^{\circ}C$

$$V_n = \frac{31,2}{1,005 \cdot 1,29 \cdot 6} = 4,01 \frac{m^3}{c} = 14400 m^3 / c$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 3.22 - Технічна характеристика повітряного конденсатора

| | |
|----------------------------------|--------|
| Марка конденсатора | LH 135 |
| Об'ємна витрата повітря, m^3/g | 15000 |
| Довжина, мм | 2085 |
| Висота, мм | 1308 |
| Внутрішній об'єм, dm^3 | 4,9 |
| Вага, кг | 279 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3. 10 Конструктивний розрахунок і добір охолоджуючого обладнання

Конструктивно повітроохолоджувач виконується із 3 секцій, довжина одної складає

$$l_c = \frac{l_e - D_s}{3} \quad (3.51)$$

$$l_c = \frac{5,0 - 0,4}{3} = 1,52 \text{ м}$$

Живий перетин секцій:

$$F_{\text{ж}} = 2 l_c (b_{\text{ф}} + 2 \sigma_3) - 2(n-1) (b_{\text{ф}} \sigma_{\text{ф}} + h \sigma_{\text{р}} / (n+1)) \quad (3.52)$$

$$F_{\text{ж}} = 2 \cdot 1,52 (0,26 + 2 \cdot 0,1) - 2(9-1) (0,26 \cdot 0,07 + 0,025 \cdot 0,04 / (9+1)) = 1,22 \text{ м}^2$$

Кількість циркулюючого повітря:

$$V = 3 \cdot V_c = 3 \cdot F_{\text{ж}} \cdot \omega \quad (3.53)$$

$$V = 3 \cdot 1,22 \cdot 4 = 14,6 \text{ м}^3/\text{с} = 52560 \text{ м}^3/\text{год}$$

Зміни температури повітря в апараті при заморожуванні риби:

$$\Delta t_0 = \frac{Q_o}{\nu \rho_{\text{в}} C_{\text{в}}} \quad (3.54)$$

$$\Delta t_0 = \frac{23,1}{14,6 \cdot 1,48 \cdot 1,03} = 1,98^\circ \text{C} = 2^\circ \text{C}$$

Тоді температура на вході і виході з повітроохолоджувача складає:

$$\text{На вході} \quad t_{\text{в}}^I = -25 + 1 = -24^\circ \text{C}$$

$$\text{На виході} \quad t_{\text{в}}^{II} = -25 - 1 = -26^\circ \text{C}$$

Теплопередаючу площу поверхні повітроохолоджувача знаходимо за формулою

$$F_{\text{во}} = \frac{Q_o}{k \Delta t} \quad (3.55)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

де k - коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження Вт/ м²К (12 ÷14) ;
 Δt - різниця температур між киплячим ХА і повітрям у камері.

$$F_{\text{во}} = \frac{23100}{12 \cdot 12} = 153,5 \text{ м}^2$$

Приймаємо, що повітроохолоджувач виконаний із оребрених труб діаметром 12*1 мм, товщиною $\sigma_p=0,8$ мм і висотою ребра $h_p = 13$ мм, з кроком оребрення 7 мм.

Площа поверхні такої труби на 1 п.м. складає $f=0,54$ м²/м

Тоді довжина труб 3х повітроохолоджувачів складе

$$L_{\text{тр}} = \frac{153,5}{0,54} = 284 \text{ м}$$

З довжиною $L_{\text{тр}}' = \frac{284}{2} = 142 \text{ м}$ на 16 труб по висоті, тоді довжина труб в кожному ряду = 15 м, тоді число вертикальних рядів в секції:

$$n_{\text{тр}} = \frac{142}{15} = 9,47 = 10 \text{ шт}$$

При праці між трубками секції $S_2 = 0,110$ м, висота секцій

$$H_c = n_{\text{тр}}' * S_2 \tag{3.56}$$

$$H_c = 10 * 0,11 = 1,1 \text{ м}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.11 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування

Лінійний ресивер

Місткість лінійного ресиверу $V_{л.р.}$, м³ розраховуємо за формулою:

$$V_{л.р.} = 1,45 V_{исп} \quad (3.57)$$

$$V_{л.р.} = 1,45 \cdot 0,021 = 0,029 \text{ м}^3$$

Приймаємо ресивери марки Bitzer F302H

Таблиця 3.25- Технічна характеристика ресиверів

| Показники | F302H |
|----------------------------------|------------------|
| Об'єм, л | 28,8 |
| Габаритні розміри, мм Довжина | 730 |
| Діаметр | 325 |
| З'єднання: Вхід Вихід | 13/4// 13/4// |
| Вага, кг | 92 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ремонту та монтажу холодильного обладнання

Ремонт – це комплекс робіт, необхідний для підтримки справності і працездатності холодильної установки, у які входять зміна або відновлення зношених деталей, складальних одиниць і складальних комплексів, регулювання і накладка устаткування з доведенням його параметрів до відповідності вимогам технічної документації.

Розрізняють плановий, неплановий і аварійний (змушений) ремонти. Плановий ремонт виконують у плановому порядку з періодичністю, передбаченою нормативно-технічною документацією. Неплановий ремонт передбачається нормативно-технічною документацією, але здійснюється не в плановому порядку. Аварійний ремонт виконується при відмові устаткування в міжремонтний період.

Планово-попереджувальний ремонт проводиться до появи несправностей для попередження прогресуючого зносу деталей, що знижує можливість виходу устаткування з ладу.

У процесі роботи деталі машин і апаратів у слідстві фізичного матеріального зносу перестають задовольняти вимогам технічної документації на устаткування. Матеріальний знос відбувається під впливом механічних, теплових і хімічних факторів. Знос форми і геометричних розмірів деталей, зміні шорсткості поверхні, структури матеріалу, прочностних характеристик і ін. У результаті зносу змінюються зазори, можуть з'явитися задирки, тріщини, збільшується шум і вібрація при роботі. В остаточному підсумку знос призводить до витрат справності або працездатності.

Основними видами зносу є механічний і корозійний.

Механічний знос відбувається під впливом сил тертя, ударної дії часток газу, пару, рідини і різноманітного роду навантажень. Механічний знос підрозділяють на знос від сил тертя, ерозійний, кавітаційний, знос від силових і теплових навантажень.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Корозійний знос відбувається в процесі перетворення металу в окисний стан. По механізму взаємодії металів із середовищем розрізняють хімічну й електрохімічну корозію.

Система організації технічного обслуговування і ремонту на основі методу планово-попереджувального ремонту – сукупність організаційних і технічних заходів щодо технічного обслуговування і ремонту устаткування, а також по уходу і нагляду за ним., проведених профілактичних по заздалегідь складеному плані через визначений час або після визначеного наробітку для забезпечення безпечної і безвідмовної роботи і попередження зносу.

У системі ППР входять технічне обслуговування ТЕ 1 планові ремонти: поточний або профілактичний огляд ПРО, текучий Т, малий М, середній с і капітальний К.

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

Розрізняють три різні способи проведення механічних робіт : господарські, підрядні та змішані .

При господарському способі праці виконується силами підприємства – власника обладнання на його виробниче технічній базі .

Підрядний вид заснований на виконанні робіт спеціалізованою підрядною спеціалізацією приймаючий заклади від підприємства, експлуатаційних обладнань.

Змішаний спосіб проведення робіт передбачає виконання робіт організації, а роботу по монтажу холодильного обладнання підрядною організацією.

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

Перед виконанням робіт необхідно ознайомитись з особливостями конструкції та правилами монтажу нового обладнання . Транспортування обладнання до

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

міста установки повинна здійснюватися у відповідності з вказівками по страхуванню, приведеними в інструкції заводу виробника.

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

При не відповідності існуючих фундаментів на валу обладнання необхідна повна їх заміна.

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

Виготовлення фундаментів компресорів та апаратів не повинен бути зв'язаний з фундаментом стін та колон будівлі машинного відділення.

При монтажі КМ найкращім є таке їх розміщування, коли вони встановленні в один чи два ряди, а передня частина КМ виходить у сторону центрального проходу, маючого мінімальну величину 1.5м. Прохід між виступаючими частинами компресора повинен бути не менше 1.0м.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4.2 Експлуатація холодильної установки

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

Перед пуском компресора перевіряють причину його припинення по змінному часопису, наявність мастила в картері не менш 2/3 висоти оглядового скла, наявність манометрів, клейма перевірки на них, справності термометрів , наявність пломб на захисних клапанах і вентилях нагнітальної магістралі , опломбованих у відкритому положенні, можливість повороту компресора вручну, надійність кріплення огорожень частин, що рухаються, наявність заземлення . Насоси охолодної води і холодоносія запускають з закритою засувкою на нагнітанні. Засувку повільно відчиняють при досягненні повного тиску насоса. У системі холодильного агента відкривають усі вентиля, за винятком регулюючих. На компресорі при наявності бай паса останній відкритий, всмоктуючий та нагнітаючий вентиля закриті, Пуск компресора проводиться у півавтоматичному режимі. Перевіряють наявність різниці тисків мастила , закривають бойпасний вентиль і спостерігаючи за мономерам усмоктування, відкривають усмоктувальний гвинтиль компресора.

Перед зупинкою компресора закривають РВ і всмоктують ХА із випарника, не допускаючи підвищення температури нагнітання більш 160С. Це роблять з метою зниження рівня ХА у випарнику для полегшення наступного пуску. Потім закривають усмоктувальний вентиль компресора . Відсмоктують пар із картера компресора до тиску 0 МПа. Зупиняють компресор, закривають нагнітальний вентиль компресора і відкривають бай пас. Після цього зупиняють насоси холодоагенту, води і холодоносія.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

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

Найбільш економічне режим роботи установки, коли температура кипіння максимально висока, а температура конденсації низька.

У теплообмінних апаратах і що прохолоджуються в помешканнях для забезпечення нормального теплообміну між середовищами зберігається певна різниця температур або температурний напір. Температура кипіння визначається по двох шкальному мановокуумметру, установленому на випарнику. Підвищення температури кипіння на один градус призводить до збільшення холодопродуктивності установки на 4-5% і зменшенню відносної витрати електроенергії на 2-3.5% Температура конденсації визначається по температурній шкалі манометра, установленного на конденсаторі. Зниження температури конденсації на один градус призводить до збільшення холодопродуктивності на 1-2% і зменшенню відносної витрати електроенергії на 2-3% Температури усмоктування і нагнітання визначаються по скляних термометрах установлених на відстані 200-300 мм від запірних вентилів компресора. Основні відхилення від оптимального режиму роботи:

Зниження температури кипіння; підвищення температури кипіння; підвищена температура конденсації, нагнітання, і вологий хід компресора.

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

Оптимальний режим роботи холодильної установки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Оптимальний режим роботи холодильної установки називають такий режим при якому працює вартість експлуатації мінімально забезпечена довговічністю машин та апаратів та безпекою роботи всієї ХУ.

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4.3 АВТОМАТИЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ.

Для ефективної роботи ХУ необхідно підтримувати в заданих межах чи змінювати значення чи в одночас декількох параметрів.

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

Під автоматизацією розуміють комплекс технічних закладів, частково чи повністю виключаючи участь обслуговуючого персоналу в експлуатації.

Розрізняють частково та повністю автоматизовані ХУ. При частковій автоматизації, прилади автоматично управляють деякими операціями та проводять захист режимів роботи .

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

Проектом передбачена часткова автоматизація ХУ

Основні параметри потребуючі захисту.

Небезпечний режим роботи ХУ частіше всього виникає при виконанні нормальних умов праці: зупинення подачі охолоджувальної води на КД, високі температури навколишнього середовища, втрата напруги при різкому збільшенню теплопритоків в об'єкт та інше. Крім того небезпечний режим роботи може бути визваний виходом з ладу окремих вузлів та деталей компресора ХМ.

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

Параметри які підлягають регулюванню .

Регулювання температури повітря в камерах виконується за допомогою температурного реле ТР-1Б-02 і працюючого разом з ним соленоїдного вентиля СВМ-10. Соленоїдний вентиль є виконавцем механізмів позиційного рижиму дії

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

призначеним зупинити подачу холодильного агенту в випарну систему якщо температура в камері підвищується.

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

Схемою автоматизації передбачено захист КМ від наступних небезпечних режимів роботи:

- зниження різниці тиску масла між тиском у картері компресору та на нагнітаючій стороні масляного насосу (менш 0.05 МПа)- реле різниці тиску РКС-1-ОМ5-01А розмикає контакти магнітного пускача ел. Двигуна. КМ . При запуску Км реле блокує на 2-3 секунди контакти реле контролю змащення , для необхідного набору оборотів масляного насосу .

- при підвищенні температури нагнітання більш ніж 100 °С – реле температури РТ-ОМ-09 відключає КМ .

- при підвищенні тиску нагнітання на ступені низького тиску більш ніж 14.5 МПа і пониженні тиску всмоктування менш ніж на 0.5 МПа двоблочне реле тиску Д220А-13 зупинить КМ.

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

Хладонова установка повинна бути обезпечена реле тиску, яке яке відключає компресор при підвищенні тиску до величини, визначеної умовами роботи данної установки в слідуючому порядку: для R404a - $7 \div 16$ кг/см².

Дане реле підключається до запорного нагнітаючого вентеля по напрямку хладону.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

На кожному компресорі повинно бути встановлено реле контролю мастила, відключаючого компресор в випадку зниження тиску в системі мастила до нижнього допустимого значення.

Компресори з охолоджуючою водяною сорочкою забезпечень прибором (реле витрати, чи реле тиску) зупиняючим компресор в випадку припинення доступу води в охолоджуючу сорочку.

Випарювачі забезпечуються автоматичними приборами, регулюючими заповнення випарювальної системи (ТРВ) й забезпечуючих перекриття подачі рідкого хладону при зупинці компресору (соленоїдний вентиль). Регулююче включення і виключеннякомпресору реле температури, в залежності від значення її в охолоджуємому об`єкті.

Тиск в конденсаторі регулює водорегулюючий вентиль, установлений на трубопроводі подачі охолодженої води з градирні, або реле тиску в випадку повітряного конденсатора.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4.4 Охорона навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища може здійснюватися створенням замкнених технологічних процесів без стоків і викидів або очищенням доступними методами викидів і стоків із наступним створенням навколо підприємств захисних зон.

Джерела забруднення атмосфери можуть бути природними і штучними. До природних джерел відносять постійне утримання в ньому деякої кількості пилу. Вона утворюється в результаті природних процесів. Одним з основних джерел забруднення атмосферного повітря є промислові викиди, відходи від експлуатації різноманітних видів транспорту і сжигання енергоносіїв. Заходи спрямовані на попередження забруднення навколишнього середовища. І зниження шкідливих домішок можна привести три групи.

-поліпшення існуючих і впровадження нових технологічних процесів, що виключають виділення шкідливих речовин у самому джерелі їхній утворення. Поліпшення состава палива апаратів. Зменшення аба усунення влучення шкідливих викидів у атмосферу.за допомогою очисних споруд.

-Запобігання забруднення атмосфери шляхом створення зелених зон навколо підприємств із шкідливим виробництвами .Холодильні підприємства є енергоємним виробництвом при виробітку електроенергії необхідної для роботи холодильної установки порушується екологічна рівновага. Необхідно знижувати енергоємність холодильних підприємств за рахунок використання сучасних апаратів і техніки.

Зменшення забруднення навколишнього середовища ХУ досягається підтримкою герметичності системи хладоносіїв, використанням оборотного водопостачання , застосовуванням конденсаторів повітряного охолодження, скороченням витрат електроенергії на роботу ХУ.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.007.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні витрати складаються з витрат на обладнання холодильної установки.

Таблиця 5.1 Вартість обладнання

| № з/п | Найменування обладнання | Марка | Кількість | Вартість одиниці обладнання, грн. | Загальна вартість обладнання, грн. |
|----------------------------------|-------------------------|----------|-----------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Компресор | 6FE-44Y | 1 | 260 715 | 260715 |
| 2 | Конденсатор | LH135 | 1 | 44 000 | 44000 |
| 3 | Повітроохолоджувач | LH104 | 1 | 27 000 | 27000 |
| 4 | Теплообмінник | SLHE5 | 1 | 10000 | 10000 |
| 5 | Лінійний ресивер | F302H | 1 | 6000 | 6000 |
| Сумарна вартість обладнання | | 347715 | | | |
| Вартість іншого обладнання 10% | | 34771,5 | | | |
| Розрахункова вартість обладнання | | 382486,5 | | | |
| Витрати транспортування 15% | | 57372,98 | | | |
| Витрати на монтаж 20% | | 76497,3 | | | |
| Разом вартість обладнання (Воб) | | 516357 | | | |

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

5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо виробіток холоду в робочих умовах:

$$Q_{0роб} = Q_0 * k * t * n \quad (5.1)$$

де Q_0 - холодопродуктивність компресора в робочих умовах, кВт;

k – коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах;

t - час роботи компресора за рік, секунд;

n - кількість компресорів даного типу, од.

$$Q_{0роб} = 23 * 1,2 * 19\,440\,000 * 1 = 0,54 * 10^9 \text{ кДж}$$

Річний виробіток холоду в стандартних умовах:

$$Q_{0ст} = Q_{0роб} * k_n; \quad (5.2)$$

де k_n - коефіцієнт переведення роботи компресора з робочих умов в стандартні

$$Q_{0ст} = 0,54 * 10^9 * 2,5 = 1,34 * 10^9 \text{ кДж}$$

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

До експлуатаційних (поточних) витрат відносяться витрати на:

- допоміжні матеріали;
- електроенергію;
- заробітну плату виробничих робочих;
- амортизацію холодильного обладнання;
- поточний ремонт обладнання;
- інші.

5.3.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів відносяться:

- а) холодоагент;
- б) змащувальні матеріали.

Розрахунок вартості річної потреби холодоагенту:

$$B_{ха} = G_{ха} * C_{ха} \quad (5.3)$$

де $G_{ха}$ - річне поповнення системи холодоагентом, т;

$C_{ха}$ - ціна холодильного агента за 1т, грн.

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

Річна потреба холодильного агенту при ремонті

$$G_{xa} = (g_{x.a.} * \sum Q_0 * k') / 1000 \quad (5.4)$$

де k' - коефіцієнт, який враховує втрати холодильного агенту при ремонтних роботах;

$g_{x.a.}$ - норма витрат холодоагенту, кг/1кВт

$$G_{xa} = (1,2 * 23 * 1 * 1,2) / 1000 = 33,12 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 33,12 * 500 = 16\,560 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості річної потреби змащувальних матеріалів:

$$B_m = G_m * C_m \quad (5.5)$$

де C_m - вартість 1т змащувальних матеріалів, грн./кг

G_m - річна потреба змащувальних матеріалів, кг

$$G_m = g_m * n * R * k' \quad (5.6)$$

де g_m - норма витрат мастила на 1 компресор, кг;

n - кількість компресорів;

R - кількість разів заміни масла на рік;

k' - коефіцієнт, який враховує втрати мастила при ремонтних роботах

$$G_m = 4,75 * 1 * 2 * 1,2 = 11,4 \text{ кг}$$

$$B_m = 11,4 * 350 = 3\,990 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 Допоміжні матеріали

| № з/п | Стаття витрат | Витрати, грн. |
|-------|--|---------------|
| 1. | Вартість холодоагенту | 16 560 |
| 2. | Вартість змащувальних матеріалів | 3 990 |
| | Разом | 20 550 |
| | Витрати на інші допоміжні матеріали (5%) | 1 028 |
| | Всього | 21 578 |

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

5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою (5.7):

$$N_{ел} = N_{ел.дв} * n_{дв} * T * K \quad (5.7)$$

де $N_{ел.дв}$ - номінальна потужність електродвигунів, кВт;

$n_{дв}$ – кількість електродвигунів;

T – тривалість роботи при максимальному навантаженні;

K – коефіцієнт використання обладнання

Таблиця 5.3 Розрахунок споживання силовій електроенергії

| № | Назва обладнання | Кількість одиниць | Потужність, кВт | Тривалість роботи за рік, годин | Коефіцієнт використання обладнання | Загальна потреба в електроенергії, кВт-годину |
|---|--------------------|-------------------|-----------------|---------------------------------|------------------------------------|---|
| 1 | Компресор | 1 | 18,2 | 5400 | 0,7 | 68 796 |
| 2 | Конденсатор | 1 | 0,66 | 5400 | 0,7 | 2 495 |
| 3 | Повітроохолоджувач | 1 | 1,16 | 3000 | 0,7 | 2 436 |
| | Разом | | | | | 73 727 |

Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою (5.8):

$$B_{ел} = N_{ел} * Ц_{ел} \quad (5.8)$$

$Ц_{ел}$ - тариф за 1 кВт-годину електроенергії, грн.;

$$B_{ел} = 73 727 * 4,3 = 317025 \text{ грн.}$$

5.3.3 Визначення кількості виробничого персоналу

З урахуванням повної автоматизації приймаємо 1 працівника по обслуговуванню холодильної установки VI розряду з річним фондом робочого часу 440 годин.

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

5.3.4 Розрахунок витрат на заробітну плату

Загальний фонд оплати праці визначається як сума основної та додаткової заробітної плати.

Основна заробітна плата визначається за формулою:

$$ЗПосн = ГТС_i * Теф * Кр \quad (5.9)$$

де $Теф$ - ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік, годин

$Кр$ - кількість робітників, обслуговуючих холодильне обладнання, осіб

$ГТС_i$ - годинна тарифна ставка по відповідному розряду, грн.;

$$ГТС_i = ГТС_{\min} * ТК_i \quad (5.10)$$

де $ГТС_{\min}$ – мінімальна годинна тарифна ставка, грн.;

$ТК_i$ - тарифний коефіцієнт відповідного розряду

Годинна тарифна ставка працівника VI розряду:

$$ГТС_{VI} = 40,46 * 1,7 = 68,78 \text{ грн.}$$

Основна заробітна плата визначається за формулою:

$$ЗПосн = 68,78 * 440 * 1 = 30\,263,2 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 50 % від основної заробітної плати.

$$ЗПдод = 30\,263,2 * 0,5 = 15\,131,6 \text{ грн.}$$

Нарахування на фонд заробітної плати (єдиний соціальний внесок) 22% від загального річного фонду оплати праці.

Таблиця 5.4 Заробітна плата виробничих робочих з нарахуваннями

| № з/п | Стаття витрат | Сума, грн. |
|--------|----------------------------------|------------|
| 1. | Фонд основної заробітної плати | 30 263,2 |
| 2. | Фонд додаткової заробітної плати | 15 131,6 |
| 3. | Єдиний соціальний внесок | 9 986,9 |
| Всього | | 55 382 |

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

5.3.5 Амортизація холодильного обладнання

Витрати на амортизацію розраховують виходячи з вартості обладнання, з урахуванням встановлених норм амортизації обладнання:

$$V_a = V_{об} * N_a / 100\%, \text{ грн.} \quad (5.11)$$

$$V_a = 516357 * 20\% / 100\% = 103271 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт обладнання (приймаються в розмірі 10% від суми витрат на амортизацію обладнання).

$$V_{п.р} = 103271 * 0,1 = 10327 \text{ грн.}$$

Інші поточні витрати приймаємо в розмірі 5 % від суми експлуатаційних витрат.

$$V_{ін} = (21578 + 317025 + 55381,7 + 103271 + 10327) * 0,05 = 25379 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблицю 5.5.

Таблиця 5.5 Експлуатаційні (поточні) річні витрати

| № з/п | Статті витрат | Сума, грн. |
|--------|-------------------------------------|------------|
| 1 | Допоміжні матеріали | 21 578 |
| 2 | Електроенергія | 317 025 |
| 3 | Зарплата виробничих робочих | 55 382 |
| 4 | Амортизація холодильного обладнання | 103 271 |
| 5 | Витрати на поточний ремонт | 10 327 |
| 6 | Інші поточні витрати | 25 379 |
| Всього | | 532 962 |

5.3.6 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

$$C_{1000} = \frac{V_p}{Q_{ост}} * 1000 \quad (5.12)$$

де C_2 - річні витрати на виробництво холоду, грн.;

$$C_{1000} = (532962 / 1,34 * 10^9) * 1000 = 0,4 \text{ грн.}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.6.

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

Таблиця 5.6 - Техніко-економічні показники проекту

| № з/п | Показники | Умовні позначки | Одиниці виміру | Проектний варіант |
|-------|------------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|
| 1 | Продуктивність апарату | N | кг/годину | 300 |
| 2 | Холодопродуктивність | Q | кВт | 23 |
| 3 | Кількість компресорів | п | шт | 1 |
| 4 | Кількість обслуговуючого персоналу | Кр | осіб | 1 |
| 5 | Капітальні вкладення | КВ | грн. | 516357 |
| 6 | Експлуатаційні витрати | Вр | грн. | 532 962 |
| 7 | Собівартість 1000кДж холоду | С | грн. | 0,40 |

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

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Актуальність проблеми охорони праці та безпеки життєдіяльності людини в світі значно зросла на початку третього тисячоліття. Сьогодні ця проблема стала пріоритетною для світової цивілізації. Це пояснюється необхідністю навчання людей безпечним методам життя та праці. Безпека життя та праці сьогодні формується як меганаука, без якої людство приречене на значні втрати.

Проблеми створення безпечних і нешкідливих умов праці існували, можна сказати, завжди. Однак, у період науково-технічного прогресу вони набули особливого значення, адже істотно зросла ціна кожного нещасного випадку та аварії. За приблизними оцінками щороку в світі трапляється близько 250 млн. випадків виробничого травматизму, внаслідок яких гине більше мільйона людей. У деяких країнах фінансові втрати в результаті нещасних випадків та аварій за розмірами наближаються до державних витрат на потреби національної оборони. Ніякими мірками не можна оцінити людські втрати: втрачену працездатність, незворотно ушкоджене здоров'я, скалічення та загибель людей.

Конституція України щодо охорони праці виходить з конституційного права кожного громадянина на належні безпечні і здорові умови праці та пріоритету життя і здоров'я працівника по відношенню до результату виробничої діяльності. В реалізації цієї політики значну роль має відігравати постійне поліпшення умов і безпеки праці, зменшення рівнів травматизму та професійної захворюваності.

Можливість загинути, отримати травму чи набути професійне захворювання існує на тих підприємствах, установах та організаціях, де нехтуються правила безпеки і не виконуються вимоги охорони праці. Людина, яка володіє професійними навичками та знаннями правил безпеки, передбачає цей ризик і застосовує заходи, які його зменшують або зовсім виключають.

Суспільно політичні та соціально-економічні реформи, що здійснюються в нашій країні, не можуть бути ефективними без докорінних змін у сфері праці. Безпечні умови виробництва стоять поруч з такими суспільними потребами, як харчування, житло, одяг, лікування, екологічно чисте середовище тощо.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.006.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Загальними законами України, що визначають основні положення з охорони праці є Конституція України, Закон України «Про охорону праці», Кодекс Законів про Працю України, Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» тощо.

Відповідальність за забезпечення безпечних умов праці, дотримання законодавства по охороні праці покладається на керівника підприємства (роботодавця). На робітників та службовців покладаються обов'язки по дотриманню всіх інструкцій з охорони праці, правил по обслуговуванню машин, правильному застосуванню засобів індивідуального захисту.

Особливими правилами регулюється охорона праці жінок і молоді. Усі працівники підлягають обов'язковому загальнодержавному соціальному страхуванню від нещасних випадків і професійних захворювань

Темою дипломного проекту являється розробка конвеєрного морозильного апарату для заморожування риби в блок-формах продуктивністю 300 кг/годину. Одним із головних завдань є збільшення продуктивності праці, поліпшення якості виробів, досягнення високих економічних показників. Все це нерозривно пов'язане з умовами праці, розробкою та впровадженням заходів до попередження впливу шкідливих та небезпечних факторів на працівників.

Тому у даному розділі дипломного проекту приведено аналіз необхідних умов для роботи виробничого персоналу підприємства, і фактори, що діють на нього в процесі роботи, а також рекомендації до усунення або зменшення небезпечних і шкідливих виробничих чинників та приведені рекомендації по зменшенню пожежонебезпеки виробничих приміщень.

Аналіз умов та знарядь праці на підприємстві.

На холодильних установках до основних функцій обслуговуючого персоналу відноситься управління технологічним процесом, нагляд і контроль за роботою машин та приборів автоматики. При експлуатації холодильних установок основна частина навантаження приходить на нервову систему робітника, при виконанні монтажних та ремонтних робіт збільшується навантаження на м'язову систему.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.006.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Фактори виробничого середовища в першу чергу впливають на функціонування органів дихання, слуху, системи кровообігу людини, а також це метеорологічні умови виробничих приміщень, стан повітряного середовища, освітленість робочої зони, шум, вібрація тощо.

Основними шляхами забруднення повітряного середовища в приміщеннях холодильних установок є: витік газів і пару через нещільності, розлив рідини, дифузія парів або газів через стінки і ущільнення. Причиною забруднення повітря може бути і виробничий пил.

На підприємстві, що проектується, здійснюється суворий контроль за дотриманням режиму праці і відпочинку, раціональної організації робочого місця з врахуванням ергономічних вимог.

Виробнича санітарія і гігієна праці

Головним завданням будь-якої галузі промисловості є збільшення продуктивності праці. Разом з тим, людина що працює, проводить на виробництві значну частину свого життя. Тому для її нормальної життєдіяльності в умовах виробництва треба створити санітарні умови, які б дали змогу їй плідно працювати не перевтомлюючись та зберігати своє здоров'я.

Об'ємно-планувальні рішення будівель та приміщень для підприємства відповідають вимогам СНіП 2.09.02-85 «Производственные здания».

Територія двору повинна бути спланована, рівна, не мати ділянок з застійними атмосферними або стічними водами. Територія підприємства необхідно утримувати в чистоті, вона має бути озеленена. Проходи і проїзди повинні бути вільними для руху, рівними і достатньо освітлені в вечірній та нічний час. Резервуари, ємкості, колодязі повинні бути закриті кришками чи обгороджені з усіх боків.

При плануванні виробничих приміщень потрібно враховувати санітарну характеристику виробничих процесів, дотримуватися норм корисної площі та об'єму для працівників, а також норм площі ділянок для розташування обладнання та необхідної ширини проходів та прорізів, що забезпечують безпечну роботу та зручне обслуговування обладнання.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.006.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Об'єм виробничого приміщення на кожного робітника повинен бути не менше 15 куб.м, а площа приміщення – 4,5 кв.м.

Компресори і апарати хладонових холодильних установок розміщують в машинних відділеннях висотою не менше 3,5 м, а при об'ємній подачі компресорів до 0,042 м³/с – в відділеннях висотою не менше 2,6 м.

Машинні відділення розміщують на будь-якому поверсі або в підвалах.

Кількість хладону в установках, які розміщені в машинних відділеннях, не обмежується. В деяких випадках створення спеціального машинного відділення не має сенсу.

Допускається розміщення хладонових холодильних установок в виробничих приміщеннях сумісно з іншим технологічним обладнанням при умові, що в цих приміщеннях знаходиться персонал, який пройшов інструктаж по техніці безпеки на хладонових холодильних установках, а кількість хладона в установках, що приходяться на 1 м³ об'єму приміщення, становить не більше 0,5 кг для R134a и 0,35 кг для R404a.

В одному приміщенні з хладоновими установками забороняється розміщувати апарати і прибори з відкритим вогнем або з нагрітими зовнішніми поверхнями, температура яких більше 350⁰С.

Двері машинних відділень повинні виходити назовні або в коридори, відділені дверима від інших приміщень, і відкриватися в сторону виходу.

Мінімальні розміри проходів для хладонових установок з об'ємною подачею компресорів більше 0,017 м³/с приймають такими же, як і для аміачних установок (мінімальні розміри проходів в машинних і апаратних відділеннях повинні бути: основний прохід або відстань між регулюючою станцією і виступаючими частинами компресорів – 1,5 м, а між виступаючими частинами компресорів -1,0 м, між рівною стінкою і компресором (апаратом) – 0,8 м.).

Мінімальні розміри проходів для обслуговування установок з об'ємною подачею компресорів менше 0,017 м³/с повинні становити: головний прохід і прохід від електрощита до виступаючих частин машин – 1,2 м, між виступаючими частинами машин – 1 м.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.006.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Зменшення вказаних проходів перешкоджає обслуговуванню обладнання, приводить до травматизму при виконанні ремонтних робіт і евакуації обслуговуючого персоналу.

Трубопроводи, які проходять через приміщення і не обслуговуються холодильною установкою, прокладають в сталій трубі або газоне-проникливому кожусі, який сполучений з зовнішнім повітрям або з приміщенням, яке обслуговується установкою.

При прокладці трубопроводів в тунелі, де по умовам обслуговування необхідно періодичне знаходження персоналу, передбачають витяжну вентиляцію. Трубопроводи, які знаходяться в тунелі, не повинні мати роз'єднувальних сполучень. При монтажі холодильного устаткування і трубопроводів необхідно дотримуватись вимог ГОСТ 12.2.016-81 ССТБ «Оборудование компрессорное. Общие требования безопасности».

Для запобігання, поглинання і накопичення токсичних речовин і руйнування агресивними речовинами, внутрішні поверхні приміщень захищають глазурованими керамічними плитками, кислототривкими штукатурками, масляними фарбами і іншими покриттями, що легко піддаються очищенню.

Колірну обробку інтер'єрів приміщень передбачають відповідно до СН 181-70. Стіни і стелі фарбують фарбами світлих тонів, малої насиченості з високим коефіцієнтом віддзеркалення світла. Забарвлення приміщень повинне сприяти створенню необхідного рівня яскравості в полі зору, а також збільшити коефіцієнт використання потоку світильників.

Підлоги машинних і апаратних відділень повинні бути рівними, не слизькими, без щілин і баюр, зручними для санітарного прибирання, виконані із вогнестійкого жаростійкого матеріалу, який не підлягає швидкому зносу. Технологічні заглиблення в підлозі приміщення повинні бути зачинені кришками, закріпленими на рівні підлоги. При виході із машинного відділення назовні повинна бути площадка зі сходами.

Машини і апарати, які потребують огляду і постійного обслуговування на висоті більше 1,8м, обладнують спеціальними площадками и драбинами. Вони

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.006.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

огорожуються поручнями висотою не менше 1,0 м. При довжині площадки більше як 6м драбини розміщують на обох її кінцях.

На підприємстві передбачені побутові приміщення – гардеробні, туалети, умивальні,душові, приміщення для прийому їжі. Загальні санітарні вимоги до побутових приміщень визначаються « Санітарними нормами проектування виробничих приміщень». Гардеробні, умивальні, душеві, туалети слід відділяти від виробничої ділянки і встановити окремий вхід через тамбур або коридор.

Всі виробничі, а також допоміжні приміщення – коридори, східці, проходи – повинні утримуватися в чистоті і порядку в відповідності до санітарних правил.

Вхід сторонніх людей в машинне відділення не дозволяється. На вхідних дверях вивішується табличка «Компресорний цех. Стороннім вхід заборонено.». Для виклику машиніста встановлюється дзвінок. Поза приміщення біля входу в компресорний цех на стіні встановлюють кнопки аварійного відключення всього обладнання машинного відділення. Одночасно з зупинкою компресорів, насосів і вентиляторів включається аварійна вентиляція від окремого джерела живлення. В холодильних камерах з температурою нижче 0⁰С повинна бути організована система світлової і звукової сигналізації «Людина в камері». Вона встановлюється біля дверей камери на висоті не більше 50 см від полу і виводиться в компресорний цех на пульт управління або сигнальний щит.

Найбільш значним фактором продуктивності й безпеки праці є виробничий мікроклімат, що характеризується температурою й вологістю повітря, швидкістю його руху і повинен відповідати ДСН 3.3.6-042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Мікроклімат виробничих приміщень впливає на тепловий стан організму людини, його теплообмін з навколишнім середовищем.

Оптимальні норми температури, відносної вологості й швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наступні:

температура - 18- 22-24 С;

відносна вологість – 40-60 %;

швидкість руху повітря – 0,1-0,2 м/с;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.006.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Для підтримки необхідної температури й вологості робоче приміщення оснащено системами опалення й вентиляції, що забезпечують постійне й рівномірне нагрівання, циркуляцію, а також очищення повітря від пилу й шкідливих речовин. Вимоги до параметрів мікроклімату в цілому виконані.

Для підтримки в приміщеннях, відповідно до гігієнічних вимог, складу повітря, видалення з нього шкідливих газів, пару і пилу використовують вентиляцію. Дипломним проектом передбачено устанавлення в машинних відділеннях примусової припливної і витяжної механічної вентиляції з кратністю повітрообміну в годину, яка визначена розрахунком, але не менше 3 для притоку і 4 для витоків повітря. Витяжна вентиляція одночасно є аварійною. Аварійна вентиляція повинна забезпечити кратність повітрообміну не менше 8 об'ємів в годину. Втягуючі отвори повітроводів витяжної вентиляції розміщують в нижній зоні приміщення. Параметри повітря в машинному і апаратному відділеннях повинні відповідати СНіП 2.04.05-91 « Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати встановлених гранично-допустимих концентрацій

Одним з основних питань охорони праці є організація раціонального освітлення виробничих приміщень і робочих місць. Проектом передбачено використання в виробничих приміщеннях холодильників змішаного освітлення, тобто сполучення природного і штучного освітлення. Природне освітлення здійснюється через вікна в зовнішніх стінах будинку. Штучне передбачає три типи освітлення: робоче, місцеве (для огляду і ремонту) і аварійне. Освітленість машинних і апаратних відділень повинна відповідати СНіП II-4-79 «Естественное и искусственное освещение». При використанні ламп розжарювання мінімальна освітленість – 75 лк, при використанні люмінесцентних ламп – 150лк. Освітленість приборів при використанні любых ламп повинна становити не менше 300лк. Для місцевого освітлення при огляді, чистці або ремонті обладнання (усередині компресора, апарата) повинні використовуватися переносні світильники у вибухобезпечному виконанні напругою не вище 12В, а також електричні кишенькові або акумуляторні ліхтарі.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.006.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Система опалення повинна забезпечити в приміщеннях машинних і апаратних відділеннях при непрацюючому обладнанні температуру повітря 16⁰С. При цьому температура поверхні нагрівальних пристроїв не повинна перевищувати 130⁰С. Допускається використання систем водяного і парового опалювання.

Для забезпечення вимог до норми рівня шуму та вібрації проектом передбачено виконання наступних заходів:

- правильна експлуатація обладнання та проведення своєчасних профілактичних ремонтів;

Припустимий рівень шуму – 80 Дцб, рівень вібрації – 92 Гц. Зони, де рівень шуму вищий 80 Дцб позначені знаками небезпеки.

Електробезпека.

Широке використання електроенергії у всіх галузях народного господарства визначає збільшення числа людей, які експлуатують електроустаткування. Тому проблема електробезпеки здобуває особливе значення. Електричні мережі і електрообладнання в холодильно-компресорних цехах і відділеннях повинні відповідати вимогам Правил улаштування електроустановок. При нормальному режимі роботи безпека в електроустановках забезпечується наступними засобами: використання малих напруг, ізоляції струмоведучих частин, виконанням електричних мереж, ізольованих від землі, недоступності струмоведучих частин. Відповідно до нормативних документів для захисту працюючих від ураження електричним струмом передбачені наступні заходи:

- недоступність струмоведучих частин;
- захисне відключення;
- розділювальний трансформатор, мала напруга, двійна ізоляція;
- вирівнювання потенціалів;
- захисне заземлення (занулення) корпусів електрообладнання;
- передбачені рубильники закритого типу;
- блокування, надписи, плакати, засоби індивідуального захисту (калоші і боти діелектричні (ГОСТ 13385-78), рукавиці резинові діелектричні, коврики резинові діелектричні (ГОСТ 4997-75);

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.006.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Техніка безпеки.

Безпечні умови праці на підприємстві досягаються за рахунок забезпечення безпеки виробничих процесів, які обґрунтовані і прийняті в технологічній частині дипломного проекту.

Робочі місця повинні бути організовані у відповідності з ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.2.061-81 – «Оборудование производственное. Общие требования безопасности», і відповідати ергономічним характеристикам ГОСТ 12.2.032-78 і ГОСТ 12.2.033-78 – «Рабочее место при выполнении работ сидя» и «Рабочее место при выполнении работ стоя».

При експлуатації холодильних установок необхідно керуватися НАОП 2.2.00-1.10-88 «Правила будови і безпечної експлуатації хладонових холодильних установок».

Компресорні установки є небезпечними, тому що при стисненні повітря від атмосферного тиску до 1МПа, його температура може підвищуватися з 20⁰С до 300⁰С, мастила при цьому частково випаровуються, а при надмірному змащуванні розпилюються у вигляді туману, що може утворювати вибухонебезпечну суміш з повітрям. Дотримання вимог до мастил та режимів змащування у поєднанні з надійним охолодженням є основним заходом попередження вибухів парів мастил при його розкладі. У компресорах низького тиску і малої продуктивності достатньо повітряного охолодження, і в інших, необхідно застосовувати водяне охолодження.

Кожна компресорна установка повинна бути оснащена такими приладами та арматурою: манометрами, запобіжними клапанами на холодильниках і ресиверах, термометрами і термопарами на кожному ступені компресора, після

проміжного та кінцевого холодильника, контактними пристроями, тепловими реле для сигналізації і автоматичного відмикання двигуна компресора при підвищенні тиску і температури стисненого повітря понад установлене значення, а також при припиненні подачі води на охолодження компресора; манометрами і термометрами для вимірювання тиску і температури мастила при автоматичному (централізованому) змащуванні; зворотним клапаном та запірним органом на лінії

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.006.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

нагнітання за умови роботи декількох компресорів, підімкнених до одної загальної магістралі.

Вибухи та аварії холодильних установок інколи трапляються внаслідок гідравлічного удару, відмови запобіжних пристроїв і розриву нагнітального трубопроводу чи балонів з холодильним агентом. Холодильні установки оглядаються і випробовуються 1 раз на 3 роки під тиском азоту або діоксиду вуглецю, оскільки потрапляння води в систему може призвести до її псування. Гідравлічне випробування трубопроводів на міцність і щільність швів та з'єднань проводиться пробним тиском, який дорівнює 1,25 робочого тиску.

Робочою речовиною даної холодильної установки є хладон. Це безбарвний газ зі слабким специфічним запахом, який відчувається при об'ємній частці його в повітрі більше 20%. Щільність газоподібного хладону при атмосферному тиску приблизно в 4,3 рази більше щільності повітря при 20°C . По своїм токсичним властивостям відноситься до найменш небезпечних хладагентів. Але при вдиханні високих концентрацій хладону через півгодини-годину з'являється головна біль, слабкість, підвищена частота пульсу і дихання, нерівна хода, нерозбірлива мова, може також бути блювота.

Слід відмітити, що при нагрівання хладони можуть розкладатися зі створенням ядовитих речовин, а інколи самі хладони можуть вміщувати ядовиті домішки.

При вдиханні продуктів розкладу хладонів відразу з'являється сухий кашель, біль за грудиною, подразнення в горлі, інколи підвищується температура. Багато які продукти розкладу хладонів не мають запаху і кольору.

Максимально припустимий вміст в повітрі хладона-12 повинно бути не більше 0,5 кг/м³, хладону-22 – не більше 0,35 кг/м³. Рідкі хладони визивають опіки шкіри і пошкодження очей.

Нещільності в хладонових холодильних установках виявляють за допомогою розчину мильної емульсії, полімерних індикаторів, галоїдних ламп і течешукачів. Перспективним способом є добавка до хладогену фарбуючі індикаторів, які створюють в місцях нещільностей стійкі кольорові плями. При визначенні місць витоку хладона за допомогою галоїдних ламп і течешукачів приміщення машинного

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.006.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

відділення попередньо вентилюють, під час перевірки в приміщенні не повинно бути сильних потоків повітря.

До індивідуальних засобів захисту на хладонових холодильних установках відносять апарати стисненого повітря типу АСП або ізолюючі шлангові протигази типу ПШ. Рядом з установкою в закленій шафі зберігають не менше двох пар гумових перчаток, захисні очки і рукавиці.

В компресорному цеху повинна бути аптечка з необхідним набором медикаментів і засоби для надання долікарської допомоги.

Перед входом в машинне відділення хладонової установки включають вентиляцію. При значному витoku хладона і роботі в загазованому приміщенні вентиляція повинна працювати постійно.

До самостійної роботи допускаються робітники не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд і навчання, мають посвідчення на право виконання робіт. Експлуатація холодильних установок пов'язана з необхідністю цілодобового чергування обслуговуючого персоналу. Машиністи холодильних установок виконують свої обов'язки відповідно до посадових інструкцій, виходять на роботу по графіку. Прийом і здача зміни оформлюють записами в добовому журналі з підписами здаючого і приймаючого. В журналі записують зауваження по роботі обладнання і приборів автоматики. При відсутності на чергуванні одного із зміни машиністів, про це ставлять до відома адміністрацію і продовжують роботу. Категорично забороняється здача зміни машиністу, який прийшов на чергування хворим або в нетрезвому стані.

В машинних і апаратних відділеннях холодильних установок на видних місцях повинні бути вивішені: схеми трубопроводів хладагента, рассола і води з пронумерованими в них і відповідно до місця встановлення запірними вентилями і приборами автоматики, інструкції по улаштуванню і безпечної експлуатації установок, обслуговуванню кожного типу компресорів, насосів, вентиляторів, апаратів, експлуатації охолоджуючих установок, обслуговуванню приборів автоматики і контрольно-вимірювальних приборів, надання першої долікарської допомоги при отруєнні хладагентом, графіки проведення планово-

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.006.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

попереджувального ремонту, покажчики місць зберігання засобів індивідуальної допомоги, номери телефонів швидкої допомоги, пожежної команди, диспетчера електромережі, начальника компресорного цеху.

Пожежна безпека.

Під пожежною безпекою розуміють систему державних і суспільних заходів, спрямованих на охорону від вогню людей і матеріальних цінностей.

Протипожежний захист приміщення забезпечується застосуванням автоматичної установки пожежної сигналізації, наявністю засобів пожежогасіння, застосуванням основних будівельних конструкцій будинку з регламентованими межами вогнестійкості, організацією своєчасної евакуації людей.

На території холодильних виробництв використання відкритого вогню забороняється. Найбільше число пожеж на холодильному виробництві пов'язано з порушенням правил експлуатації електричних установок. В приміщеннях машинних і апаратних відділень холодильних установок забороняється використовувати нагрівальні прилади з відкритим вогнем, в тому числі електричні рефлектори.

До засобів гасіння пожежі відносяться внутрішні пожежні водопроводи (крани –ПК), вогнегасники, сухий пісок тощо.

В будівлях пожежні крани встановлюють в коридорах, на майданчиках сходових кліток. Кожний пожежний кран укомплектований пожежним рукавом і розміщений у відповідних ящиках, які знаходяться на висоті 1.35 м від полу. В приміщеннях холодильників водопровід проектується об'єднаним.

В охолоджених приміщеннях прокладка водопроводу не допускається.

Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовуються вогнегасники. У виробничих приміщеннях це головним чином пінні та вуглекислотні вогнегасники, достоїнством яких є висока ефективність гасіння пожежі, збереження електричного устаткування. Розташовують вогнегасники на видних місцях, на висоті не більше як 1,5 м від полу.

Будівлі укомплектовані пожежними щитами з набором інструментів – лому, багра, сокири з дерев'яною ручкою, щільного полотна (азбест, войлок), біля щитів –

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.006.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

бочки з водою, ящики з піском. Паління на підприємстві допускається тільки в спеціальних місцях, обладнаних надписом – «Місце для паління».

Виробничі приміщення мають запасні виходи. Двері повинні мати освітлений надпис « Запасний вихід». План евакуації вивішується на видному місці у основного виходу із приміщення.

Навчання працівників з питань охорони праці.

Навчання і інструктажі працівників з питань охорони праці є складовою частиною системи управління охороною праці. Вони проводяться зі всіма працівниками в процесі їх трудової діяльності.

Допуск до роботи осіб, що не пройшли навчання та перевірку знань з охорони праці забороняється.

Всі працівники, яких приймають на роботу, проходять на підприємстві інструктажі, які за формою та часом проведення бувають вступним, первинним, повторним, позаплановим, цільовим. Їх проводять спеціалісти служби охорони праці, керівники робіт та структурних підрозділів.

Навчання персоналу дозволяє значно зменшити травматизм на роботі, а також дозволяє запобігти виникненню аварійної ситуації на виробництві.

Дотримуючись всіх правил техніки безпеки, вживаючи своєчасно заходи пожежної безпеки можна досягти зменшення частоти травматичних випадків і збільшення випуску продукції високої якості, що є головною метою підприємства.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | MX55.006.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

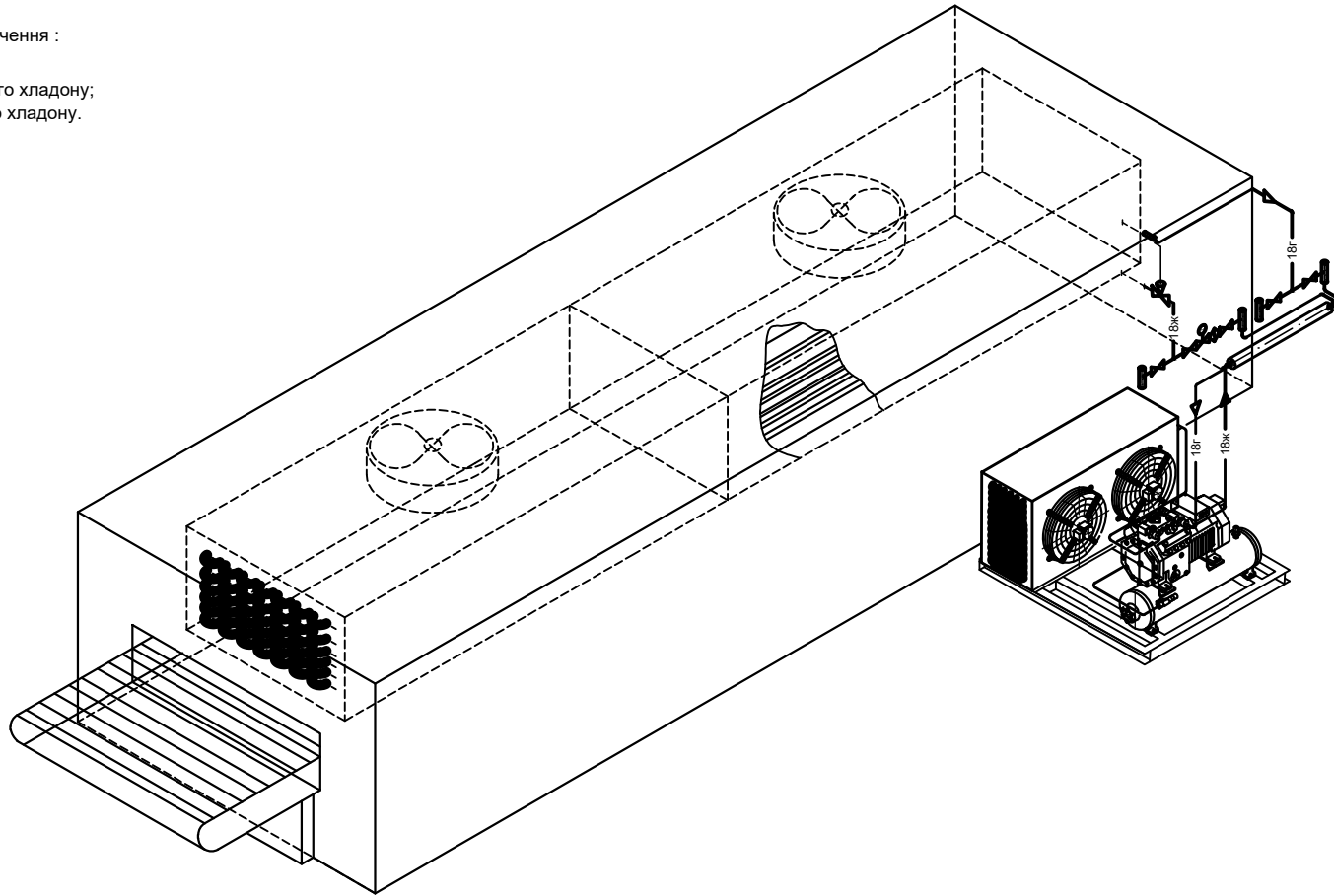
7 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М.Г. Хмельнюк, О. С. Подмаско, І.О. Подмаско «Холодильні установки та сфери їх використання» підручник для вищих навчальних закладів, Херсон, Грінь, 484 с., 2014.
2. Холодильні установки, (І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю. Ларьяновський та інш.), підручник для вищих навчальних закладів, в двох томах, Київ, «Либідь», 1995.
3. І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю. Ларьяновський та інші. «Холодильні установки» Одеса, «Рефпринтінфо» 513 с., 2003.
4. Б.К. Явнель Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха. — 3-е изд. перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1989 – 315 с.
5. І.О. Конвісер, Т.Б. Баригіна «Холодильна технологія харчових продуктів», Київ, 2001.
6. В.К. Якобсон Малые холодильные машины –Из-во «Пищевая промышленность», 1977
7. Закон України “Про охорону праці”.
8. Закон України “Про пожежну безпеку”.
9. “Основи охорони праці” Купчик М.П., Гандзюк М.П., К., 2000р.
10. Журнали «Холодильна техніка», «Холод»
11. Діаграми і таблиці стану хладонів.
12. Стислий конспект з предмету «Проектування холодильних споруд» ОТК ОНАХТ , 2005р.
13. Лабай В.Й., Тепломасообмін [Текст] / В.Й. Лабай // –Львів: Тріада плюс. 2004 – 260.
14. Спосіб охолодження повітря виробничих приміщень Патент на корисну модель №u 117837 /Когут В.О., Бутовський Є.Д., Бушманов В.О., Хмельнюк М.Г., Жихарева Н.В. Заявка №u201700793 Публікація 10.07.2017 р. бюл. №13

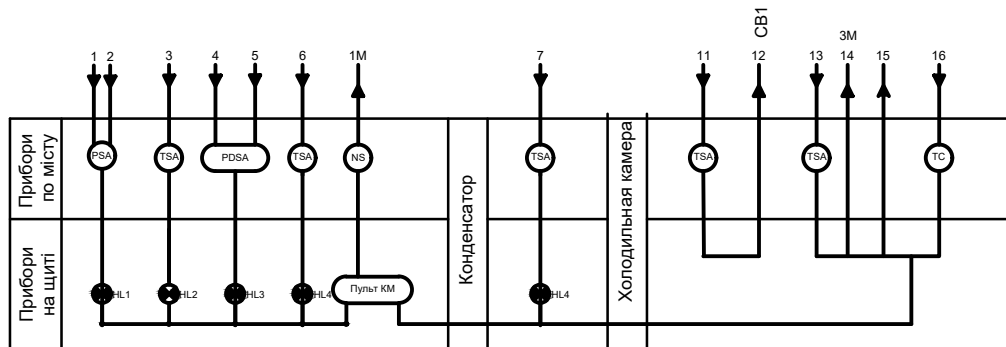
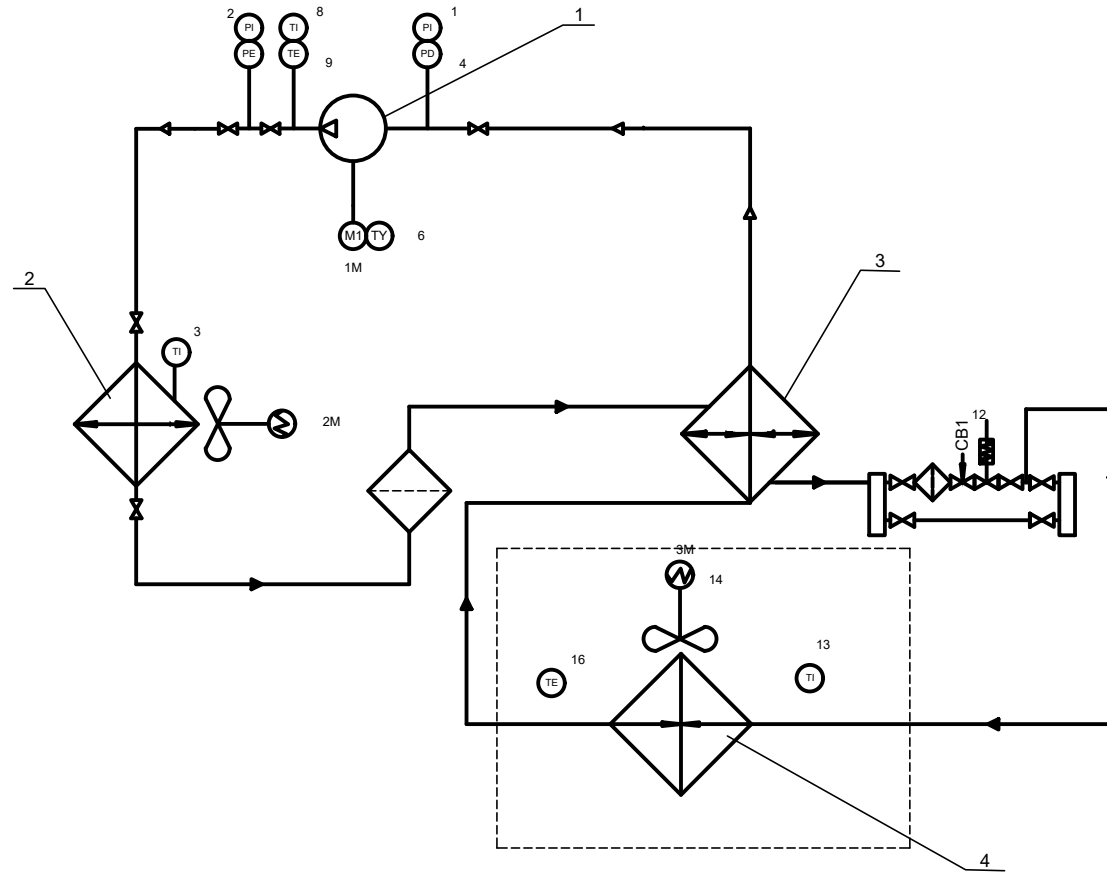
| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | МХ 55.007.007 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Умовні позначення :

- ← 18г — лінія газового хладону;
- ← 18ж — лінія рідкого хладону.



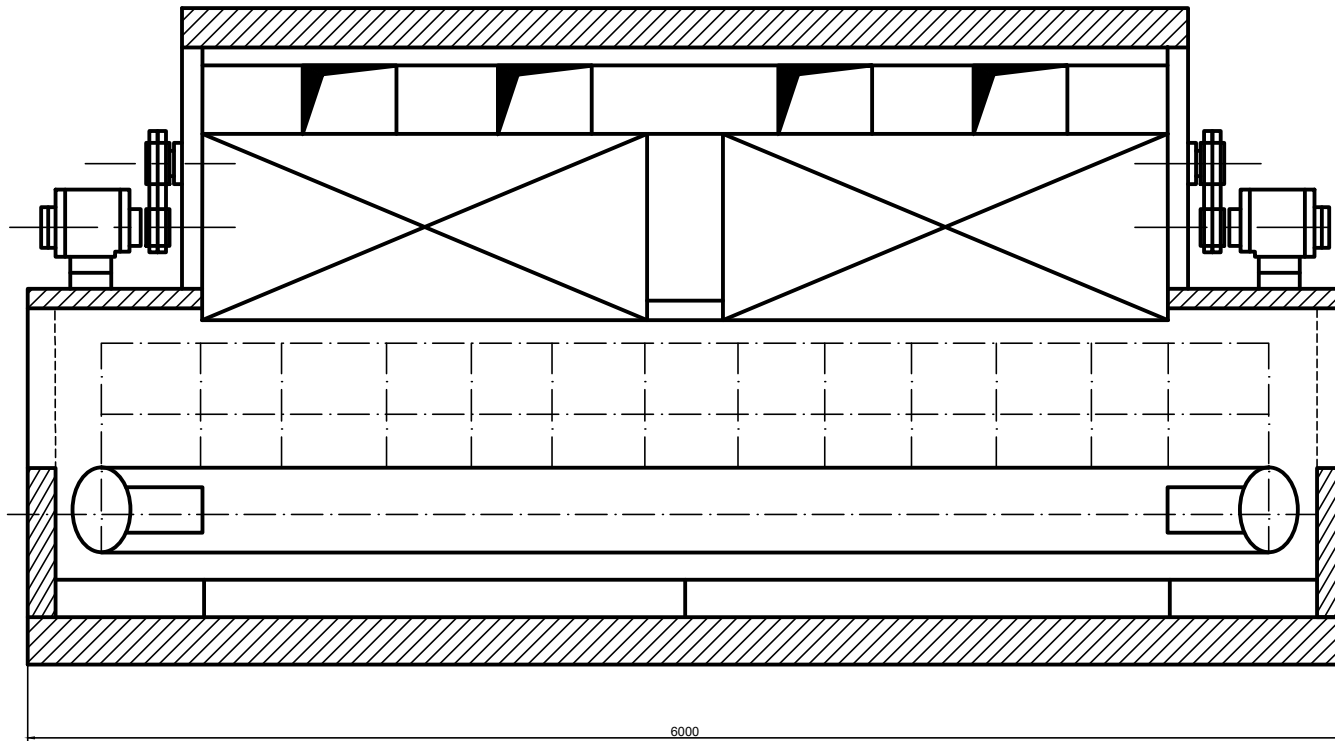
| MX 55.00 07 002.ДП С7 | | | | | | Лист | Маса | Масштаб |
|-----------------------|---------------|----------|---------|------|---|---------|------|---------|
| Взм. | Арх. | № докум. | Тіплиці | Дата | Розводка трубопроводів морозильного апарату | | | — |
| Розробив | Діжок К. | | | | у | | | |
| Перевірив | Бригидар Д.І. | | | | Арсен 2 | Арбуш 3 | | |
| Т.контр. | | | | | ВСП "ОТФК ОНТУ" | | | |
| Н.контр. | Вольська С.В. | | | | 4МХ-55 | | | |
| Затв. | Бергана І.В. | | | | | | | |



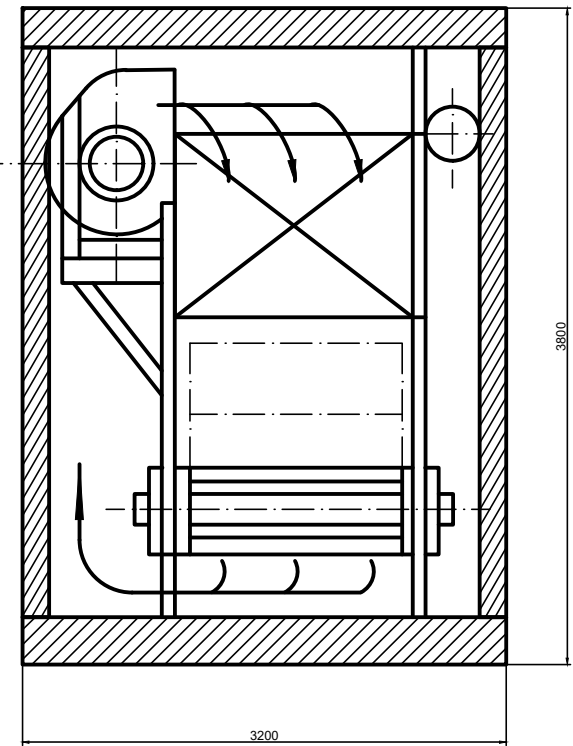
| | | | | | | | | | |
|----------|---------------|----------|--------|------|---|--|------------------------|---------|---------|
| | | | | | MX 55.00 07 003.ДП С2 | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Функціональна схема автоматизації холодильної установки | | Літ. | Маса | Масштаб |
| Розробив | Данил К. | | | | холодильної установки | | у | | - |
| Т.контр. | Бригада Л.Г. | | | | | | Аркуш 3 | Аркуш 3 | |
| Н.контр. | Вольська С.В. | | | | | | ВСП "ОТФК ОНТУ" 4МХ-55 | | |
| Зав. | Беркв'я І.В. | | | | | | | | |

A

A-A



A



| MX 55.00 07 000.ДП СБ | | | | | Конвейерний морозильний апарат (продольний та поперечний розріз) | | | Лит. | Маса | Масштаб |
|-----------------------|---------------|----------|--------|------|--|---------|--|------|------|---------|
| Зм. | Арх. | № докум. | Підпис | Дата | у | | | | | 1:4 |
| Розробив | Діжок К. | | | | Аркуш 1 | Аркуш 3 | | | | |
| Вирішив | Бригадир Л.П. | | | | | | | | | |
| Т.екстр. | Вольська С.В. | | | | | | | | | |
| Н.контр. | Вольська С.В. | | | | | | | | | |
| Затв. | Беркань І.В. | | | | | | | | | |

3800

6000

3200