

**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. 003. 000 ДП**

**ГОЛИШЕВА ДМИТРА**  
**РУСЛАНОВИЧА**

**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. 003. 000 ДП**

До дипломного проекту на тему:  
Розробка плиточного апарату для заморожування м'яса в блоках  
продуктивністю 230 кг на годину.

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

Дипломник \_\_\_\_\_ (Голишев Д.Р.)

Керівник проекту \_\_\_\_\_ (Торба С.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: Голишева Дмитра Руслановича  
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»  
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»  
Освітня програма «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок»

Тема дипломного проекту: Розробка плиточного апарату для заморожування м'яса в блоках продуктивністю 230 кг на 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 \_\_\_\_\_ (Торба С.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 55.0003.000.00 ДП.ПЗ</i>  |                 |      |         |
| Зм     | А | № докум.     | Підп | Дат |   |                 |      |         |
| Розроб |   | Голишев Д.   |      |     | Розробка плиточного апарату для заморожування м'яса в блоках продуктивністю 230 кг на годину. | Літ.            | Арку | Аркушів |
| Переві |   | Торба С.Г.   |      |     |   |                 |      |         |
| Н.конт |   | Волянська С  |      |     |   | ВСП «ОТФК ОНТУ» |      |         |
| Затв.  |   | Беркань Ір.В |      |     |   | <i>МХ-55</i>    |      |         |

## ВСТУП

Штучний холод використовується в багатьох галузях народного господарства: в хімічній, нафтопереробній, газовій, косметичній, фармацевтичній промисловості, в будівництві, медицині в торгівлі, на транспорті, у побуті.

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 в кількісному, так і в якісному відношенні.

Завданнями холодильного підприємства є термічна обробка і зберігання великих мас швидкопсувних продуктів, організація безперервного холодильного ланцюга і 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.

Штучного охолодження, тобто процесу зниження температури об'єкту нижче температури навколишнього середовища досягають двома шляхами:

- а) використовують штучний холод вироблений спеціальними холодильними машинами;
- б) використовують штучний холод акумульований в обмеженому просторі.

Акумулювання штучного холоду шляхом заготівлі льоду та його застосування при температурі, близькій до 0С робить цей спосіб енергетично та економічно доцільним. За допомогою льодосоляних суміші, зокрема хлориду кальцію і льоду можливо зменшити температуру плавлення аж до –550С.

Та слід пам'ятати, що температурною межею штучного охолодження є температура наближена до абсолютного нуля –273,150С. До того ж, температурний рівень навколишнього середовища в наземних умовах зазнає відчутних коливань. Він не підлягає регулюванню, що не відповідає вимогам сучасного матеріального виробництва, життя та побуту людей.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | МХ 55.003.000 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

Холодильна техніка досягла сучасного розвитку пройшовши тривалий час випробувань та змін. В 1733 році академік Крафт винайшов фізичні властивості льоду , а незабаром у 1739 році вчений з Санкт-Петербурга Браун провів перші досліди із замороженням ртуті. Англійський вчений Перкінсон у 1834 році винайшов першу холодильну машину, холодильним агентом в якій був застосований етиловий ефір. В 1845 році американець Торрі винайшов повітряну холодильну машину.

Вже у 1862 році була відкрита перша холодильна установка для замороження продуктів в Сіднеї, по залізним коліям Росії сунули вагони-льодовики, а відомий Карре сконструював абсорбційну машину.

У 1871 році француз Теньє створив холодильну машину, що працювала на метиловому ефірі, а через рік Бойль винайшов машину, що працювала на аміаку.

Перший побутовий холодильник з машинним охолодженням з'явився в 1910 році у США. В Європі випуск подібної техніки почався з середини 20-х років. На Україні її виготовляв Харківський тракторний завод, починаючи з ХТЗ-120, а було це у 1939 році.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX 55.003.000 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

# 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Призначення та технічна характеристика об'єкта завдання

Заморожування мяса 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 між морозильними плитами дозволяє зберегти високі поживні і смакові якості продукції і її гарний товарний вигляд.

Плиточні 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 плити, які приводяться в рух електричним або гідравлічним приводом з плавним або ступінчастим регулюванням швидкості повороту ротора або ступінчастим регулюванням швидкості, що дозволяє регулювати продуктивність апаратів залежно від виду продукту, поступаючого на заморожування.

Залежно від способу пересування продукту в апараті, розділяють плиточні швидкоморозильні апарати горизонтального, вертикального, роторного типів.

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

Мясо зручно заморожувати в спеціальних роторних морозильних апаратах, які можуть бути завантажені різним продуктом між двома сусідніми плитами для формування правильної форми блоку, а тісний контакт з плитою дає можливість скоротити термін термообробки.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | МХ 55.003.001 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

Морозильні плити зібрані багато секційними, щоб можна було проводити їх відтаювання посекційно, не перериваючи роботу апарату. Як правило, труби для кипіння холодильного агенту прокладені в середині плити ,при її виготовленні і це не є серйозною перешкодою при знятті снігової шуби, яка би зменшувала коефіцієнт теплопередачі, а отже і кількість тепла, що відводилася би такою морозильною плитою ,а це приводить до зростання аеродинамічного опору при протіканні процесів , а також збільшує габаритні розміри апарату.

Шкідливий вплив снігової шуби на роботу апарату можна зменшити виконуючи відтайку секцій перед кожним завантаженням апарату. В цьому випадку використовують гарячі пари агенту після компресору або електротени.

Вихідні дані:

м'ясо заморожують в блок-формах, розміром:

- довжина  $l = 0,8$  м
- ширина  $b = 0,25$  м
- висота  $\sigma = 0,06$  м (товщини блока)

Швидкість руху ротору в вантажному відсіку  $\omega = 0,06$  м/сек

Середня температура плити в апараті  $t_c = -25$  0С

Початкова температура м'яса  $t_1 = 10$  0С, а її кінцева  $t_2 = -18$  0С

Щільність мороженої м'яса  $\rho = 1050$  кг/м<sup>3</sup>

Кріоскопічна температура м'яса  $t_{кр} = -2$

Температура кипіння холодильного агенту  $t_0 = -35$  °С (R404a)

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX 55.003.001 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

## 1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Економічні розрахунки підтверджують, що проект плиточного морозильного апарату з роторним розположенням морозильних плит для заморожування м'яса в блок-формах продуктивністю 230 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 0,49 грн., що цілком прийнято і вигідно для підприємства.

Річний економічний ефект проекту складає 0,56 грн. в рік.

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 розробка плиточного апарату для заморожування м'яса в блоках є привабливим на інвестиційному ринку проектів.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX 55.003.001 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 ТЕХНОЛОГІЯ ОХОЛОДЖЕННЯ М'ЯСА І М'ЯСОПРОДУКТІВ

Обробка холодом, зберігання м'яса і м'ясопродуктів при низьких температурах - один з найбільш поширених методів консервування. Він сприяє збереженню якостей продукту протягом тривалого часу, дозволяє транспортувати його з місць виробництва в місця споживання. При зниженні температури в м'ясі сповільнюється швидкість фізико-хімічних і біохімічних процесів, порушується обмін речовин в мікробних клітинах. У результаті цього частина мікрофлори гине, а частина, перебуваючи в стані анабіозу, тимчасово втрачає здатність шкідливо впливати.

При заморожуванні міститься в м'ясі вода переходить з рідкого стану в твердий, тому вона не може бути використана мікроорганізмами для життєдіяльності. Однак застосування холоду навіть протягом тривалого часу не викликає загибелі всієї мікрофлори, особливо спороутворюючої, а токсини, що виробляються бактеріями, не руйнуються навіть при багаторазовому заморожуванні і розморожуванні м'яса. Більш того, деякі бактерії здатні розвиватися і при низьких температурах. Тому охолодження тільки гальмує псування м'яса, отже, низькі температури не можуть знешкодити м'ясо, отримане від хворих тварин, так як патогенна мікрофлора при заморожуванні залишається життєздатною.

М'ясо та м'ясопродукти направляють на охолодження, як правило, в парному стані (30-37 ° С), рідше - в остиглому (не вище 12 ° С). При повільному охолодженні м'ясо всіх видів охолоджують при 2 ° С протягом 26-28 год і швидкості охолоджуючого повітря 0,16-0,2 м / с.

Крім повільного охолодження застосовують інтенсивне (прискорене і швидке) охолодження м'яса. Швидкий метод охолодження м'яса має ряд принципівих переваг: забезпечує гарний товарний вигляд (зокрема, колір), одержання диплому підсихання, різке зниження втрат маси м'яса і досить високу стійкість при зберіганні. При ньому на поверхні туші скоринка невелика, проникна і прозора,

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | МХ 55.003.002 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

забезпечує поглинання кисню, що сприяє стабілізації червоного кольору м'яса протягом тривалого часу. При прискореному охолодженні температуру в камерах знижують до 0 ° С, тривалість охолодження до 20-24 год, при швидкому - до -3 ...- 5 ° С, тривалість охолодження 12-16 год (для яловичини), 10-13 год ( для свинини), 6-7 год (для баранини і козлятини).

Температура охолодженого м'яса на глибині 6 см повинна бути дорівнює 0-4 ° С. Маса охолодженого м'яса менше, ніж парного, в результаті випаровування вологи з його поверхні. Ступінь усушки м'яса залежить від виду, категорії вгодованості тварин і способу обробки м'яса. Чим більше і відгодував туша, тим менше втрати, чим вище температура і нижче відносна вологість повітря, тим більше усушка.

Для яловичини та баранини усушка складає 0,82-2,28%, для свинини - дещо менше, для субпродуктів усіх видів - 1,63, тушок курей - 0,5, курчат, качок - 0,6, індичок - 0,3 %. Зберігають охолоджене м'ясо при відносній вологості повітря 85-90%, швидкості руху повітря 0,2-0,3 м / с і температурі -1,5 ° С (для яловичини), - 2-0 ° С (для свинини), - 1-0 ° С (для баранини). Яловичину зберігають 10 діб, свинину і баранину-7суток. М'ясо птиці зберігають не більше 5 діб при температурі 0-2 ° С і відносній вологості повітря 80-85%, субпродукти – не більше 3 діб.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | МХ 55.003.002 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

## 2.2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ

Збільшення термінів зберігання м'яса може бути досягнуто пониженням температури. Під подмораживанием розуміють зниження температури на 1-2 ° нижче криоскопической (мінус 2-3 ° С). Підморожує м'ясо в камері при температурі -25 °, яловичину протягом 6-10 год, свинину - 4-8 ч, баранину - 2-3 ч. При -18 ° тривалість процесу збільшується в 1,5-2 рази. Після підморожування м'ясо витримують добу при -2 ° С. Тривалість зберігання підморожене м'яса в 2-3 рази більше охолодженого. Зберігають підморожене м'ясо при температурі -2 .. -3 ° С, яловичину - до 20-30 діб, тушки птиці - до 40 діб. Для збільшення термінів зберігання охолодженого м'яса його обробляють вуглекислим газом, озоном, ультрафіолетовими променями, опроміненням, які викликають загибель або сповільнюють розвиток мікрофлори.

Заморожене м'ясо в товщі повинно мати температуру -8 ° С і нижче. Розрізняють одно-і двофазний методи заморожування м'яса (табл. 1).

Однофазний метод передбачає заморожування парного м'яса, а двофазний - попередньо охолодженого. Двофазне заморожування багато в чому поступається однофаз, тому що при цьому способі знижуються товарні та харчові якості м'яса. Переважно однофазне заморожування, оскільки воно не викликає таких змін в тканинах, як двофазне.

У м'ясі, замороженому в парному стані, різко гальмуються ферментативні, гідролітичні й окисні реакції, процес дозрівання триває 3-4 місяці. Тому однофазним методом заморожують м'ясо, яке припускають зберігати не менше 6 міс.

Заморожують м'ясо в спеціальних морозильних камерах при температурі від -23 до -35 ° С в залежності від виду м'яса, відносної вологості 90-92% і швидкості циркуляції повітря 2-5 м / с, Тривалість заморожування при однофазному способі залежить від температури і циркуляції повітря в камері. Так, при температурі -23 ° С і природної циркуляції повітря тривалість заморожування складе 36-44 год, а

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | МХ 55.003.002 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

при примусовій -29-35 год; при температурі -35 ° С тривалість заморожування буде відповідно 22-27 і 19-23ч. Температуру замороженого м'яса визначають на глибині 7-10см (термометр в металевій оправі вводять до заморожування). Втрати маси м'яса при однофазному заморожуванні складають 1,48-2,48%.

Оптимальна температура зберігання -18 ° С (при цьому виключається розвиток цвілі). При упаковці замороженого м'яса в полімерні матеріали тривалість зростає.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX 55.003.002 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

## 3 Розрахунково-конструкторська частина

### 3.1 Розрахункові дані

М'ясо заморожують до температури  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , від  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; ентальпія продукту при даних температура складає:

$$i_1 = 246500 \text{ Дж/кг}; i_2 = 4600 \text{ Дж/кг}.$$

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 R404A.

Продуктивність холодильного апарату:

$$G_{\text{ан}} = \frac{230}{3600} = 0,108 \text{ кг\сек}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX55.003.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |



### 3.3 Розрахунок терміну заморожування

Об'єм блоку, що заморожується  $V_1$ , м<sup>3</sup> визначаємо за формулою

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

де  $l, b, \sigma$  - 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·м<sup>3</sup>

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

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

Тривалість заморожування блоку  $\tau$ , сек визначаємо за формулою Планка

$$\tau = \frac{q_3 \cdot \rho_{\text{п}} \cdot \delta_{\text{бл}}}{(t_{\text{кр}} - t_{\text{с}}) \cdot 2} \left[ R \frac{\delta_{\text{бл}}}{\lambda_3} + R \frac{1}{\alpha} + \sum \frac{\delta_y}{\lambda_y} \right] \quad (3.5)$$

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

$t_{\text{с}}$  - температура теплоотводящего середовища, °С;

$R$  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;

$\sigma$  - товщина блоку, м;

$\lambda$  - теплопровідність замороженого блоку, Вт/мК;

$\alpha$  - коефіцієнт тепловіддачі від поверхні блок-форми до повітря, Вт/(м<sup>2</sup>К)

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX55.003.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |



де:  $F_k$  – площа поверхні розрізу каналу, м<sup>2</sup>.

$\Pi_k$  - периметр каналу, м.

$$d_э = \frac{4 * 20 * 10}{4(20 + 10)} = 13,3 \text{ мм} = 0,0133 \text{ м}$$

$$Re = \frac{0,2 * 0,0133}{2,47 * 10^{-7}} = 10700$$

$$Nu = 0,021 * 10700^{0,8} * 3,26^{0,43} * 1 = 60,05$$

Коефіцієнт тепловіддачі від поверхні каналу плит до циркулюючого холодильного агенту знаходимо по критеріальній залежності:

$$\alpha = \frac{Nu * \lambda'}{d_э}$$

де:  $\lambda'$  - коеф. теплопровідності рідкого холодильного агенту при  $t_o$ , Вт/мК

$$\alpha = \frac{60,05 * 0,1181}{0,0133} = 533,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3\text{К}}$$

Термічний супротив упаковки блоків, знаходимо використовуючи данні додатку.

$$\tau = \frac{240900 * 1050 * 0,06}{-1,2 + 35} \left[ 0,125 \frac{0,06}{1,6} + 0,5 \frac{1}{533,2} + 0,0062 \right] = 8720 \text{ с}$$

Для визначення дійсної тривалості заморожування блоку необхідно враховувати нещільність контакту продукту з плитою.

$$\tau_d = \frac{\tau}{\varphi_o}$$

де:  $\varphi_o$  - коеф. Враховує нещільність контакту блоку з морозильною плитою ( 0,85 ÷ 0,9)

$$\tau_d = \frac{8720}{0,85} = 10296 = 2,86 \text{ год}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX55.003.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

### 3.5 Розрахунок теплонавантаження

Кількість морозильних секцій  $N$ , закріплення валу ротора розраховуємо за формулою :

$$N = \frac{G \cdot \tau_d}{g_c}$$

де:  $G$  - задана годинна продуктивність апарату, кг.

$g_c$  – маса продукту, завантаженого в одну морозильну секцію.

$$N = \frac{230 \cdot 1,86}{4 \cdot 12,6} = 14,6 \text{ секцій}$$

Приймаю кількість морозильних секцій - 15. Приймаємо, що роторний морозильний апарат виконаний з морозильних секцій, які складаються з трьох плит, між двома плитами укладають: 4 блока м'яса. Виходячи з цього, розмір морозильних плит можна знайти по формулах:

Кут між секціями в роторі апарата:  $\alpha = 360/15 = 24^\circ$

Довжину морозильної плити для заморожування риби:

$$L_{пл} = (L_{бл} \cdot 2) + 0,05$$

Для заморожування м'яса:  $L_{пл} = (L_{бл} \cdot 3) + 0,05$

Ширина морозильних плит:

де: 0,05 – коеф. запасу по довжині (м)

0,01 – коеф. запасу по довжині (м)

$$L_{пл} = (0,8 \cdot 3) + 0,05 = 2,45 \text{ м}$$

Масу продукту завантаженого в одну секцію (кг) знаходимо за формулою:

$$g_c = g_{бл} \cdot n_{бл}$$

де:  $n_{бл}$  - число блоків завантажених в одну морозильну секцію.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX55.003.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Місткість апарату знаходимо за залежністю:

$$G = G' \cdot \tau_d$$

де:  $\tau_o$  – дійсний час заморожування блоку ( год.)

$$G = 230 \cdot 2,86 = 687 \text{ кг}$$

Для розбивки ротора при розміщенні морозильних секцій, визначаємо кут між секціями в роторі апарата за формулою:

$$D_{\text{вн}} = \frac{N \cdot \delta_c + (N - 1) \cdot \delta_3}{\pi}$$

де:  $\delta_c$ - товщина секції, мм  $\delta_c = 202$  мм.

$\delta_3$ - зазор між секціями  $\delta_3 = 65$  мм.

$$D_{\text{вн}} = \frac{15 \cdot 202 + (15 - 1) \cdot 65}{3,14} = 1254 \text{ мм}$$

Зовнішній діаметр ротора апарата становить:

$$D_{\text{н}} = D_{\text{вн}} + 2H_{\text{пл}}$$

$$D_{\text{н}} = 12,54 + 2 \cdot 510 = 2274 \text{ мм}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX55.003.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Згідно з обчисленими розмірами, накресліть принципову схему секцій роторного морозильного апарату та схему розташування морозильних секцій на роторі апарата.

3. Теплопритоки в апараті знаходимо з залежності:

$$Q_o = a_{\text{дон}} \cdot Q_2$$

де:  $a_{\text{дон}}$  – коефіцієнт, враховуючий додаткові теплопритоки в апарат ( від металевих касет, упаковки блока, від навколишнього повітря)  $a_{\text{дон}} = 1,10$ .

Теплопритоки від продукту при його заморожуванні знаходимо за формулою :

$$Q_2 = G \cdot q_3$$

$$Q_2 = \frac{230}{3600} \cdot 240,9 = 17,4 \text{ кВт}$$

$$Q_o = 1,15 \cdot 17,4 = 20 \text{ кВт}$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX55.003.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

### 3.6 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

Холодильний агент R404a, температура кипіння  $t_o$ , °C якого складає:

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

$$t_o = -18 - 12 - 7 = -37 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура конденсації холодильного агента  $t_{\text{к}}$ , °C

- в повітряному конденсаторі розраховуємо за формулою:

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

$$t_{\text{к}} = 32 + 10 = 42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

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

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

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

$$(i_{\text{рвх}} - i_{\text{рвих}}) = (i_{\text{нвх}} - i_{\text{нвих}}) \quad (3.35)$$

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX55.003.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |



### 3.8 Тепловий розрахунок і добір компресору

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

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

Масова витрата пари  $M_d$ , 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  $V_d$ , м<sup>3</sup>/с розраховуємо за формулою:

$$V_d = M_d v_1 \quad (3.37)$$

де  $v_1$  - питомий обсяг усмоктуваного пару, м<sup>3</sup>/кг

Коефіцієнт подачі компресору  $\lambda$  розраховуємо за формулою:

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

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

$$\lambda_{\omega 1} = T_o / T_k \quad (3.40)$$

Теоретична об'ємна подача  $V_T$ , м<sup>3</sup>/с розраховуємо за формулою:

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

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

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

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX55.003.003 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

| $t_0$ ,<br>С | $Q_0$ ,<br>кВт | $q_0$ ,<br>кД/кг | $m_d$ ,<br>Кг/с | $V_d$ ,<br>м <sup>3</sup> /с | $\lambda_i$ , | $\lambda_w$ , | $\lambda$ , | $V_T$ ,<br>м <sup>3</sup> /с | Тип<br>ком-ру | $V_k$ ,<br>м <sup>3</sup> К | Кіль<br>кіст,<br>шт | $\Sigma V_k$ ,<br>м <sup>3</sup> /с |
|--------------|----------------|------------------|-----------------|------------------------------|---------------|---------------|-------------|------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| -37          | 20             | 108              | 0,2             | 0,028                        | 0,78          | 0,77          | 0,65        | 0,043                        | 6GE-34Y       | 0,0425                      | 1                   | 0,0425                              |

Продовження таблиці 3.24

| $q_v$<br>Дж/м <sup>3</sup> | $N_a$ ,<br>кВт | $\eta_i$ , | $N_i$ ,<br>кВт | $P_{тр}$ ,<br>кПа | $N_{тр}$ ,<br>кВт | $N_e$ ,<br>кВт | $N_{дв}$ ,<br>кВт | $E_0$ , | $Q_{кд}^T$ ,<br>кВт | $Q_{кд}$ ,<br>кВт |
|----------------------------|----------------|------------|----------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------------|---------|---------------------|-------------------|
| 934                        | 9              | 0,71       | 12,6           | 39                | 2,06              | 14,6           | 17,8              | 1,6     | 40                  | 32,6              |

|      |      |          |        |      |                    |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      | MX55.003.003 ДП ПЗ |  |  |  |  |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |  |  |  |  |  |      |

Таблиця 3.21 - Технічні характеристики компресорів

| Показники                                | LH135/6GE-34Y               |
|--|-----------------------------|
| Холодопродуктивність, кВт                | 14,63 kW                    |
| Потужність, кВт                          | 10,4                        |
| Об'ємна потужність, м <sup>3</sup> /с    | 0,0306                      |
| Вага, кг                                 | 405                         |
| Максимально надлишковий тиск, бар(НТ/ВТ) | 19/28                       |
| Приєднання лінії всмоктування            | 54 мм – 2 1/8 <sup>//</sup> |
| Приєднання лінії нагнітання              | 22 мм – 7/8 <sup>//</sup>   |
| Тип масла для R 404 а                    | BSE 32                      |
| Тип ресиверу                             | F302H                       |
| Макс. напов. холодагентом, кг            | 28,8                        |
| Об'єм конденсатора, дм <sup>3</sup>      | 22,0                        |

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX55.003.003 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,  $Вт/м^2К$ ;

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

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

$$F = \frac{32,6}{0,035 \cdot 9} = 103,5 \text{ } m^2$$

Необхідну площу теплопередачі забезпечують конденсатори LH135 - 1 шт.

Об'ємну витрату повітря крізь конденсатор  $V_n$ ,  $m^3/с$ , 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,  $кДж/кгК$ ;

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

$$V_n = \frac{32,6}{1,005 \cdot 1,29 \cdot 6} = 5,5 \frac{m^3}{c} = 19800 m^3/c$$

Необхідну витрату повітря забезпечують вентилятори які входять до складу конденсатора

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX55.003.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Таблиця 3.22 - Технічна характеристика повітряного конденсатора

|                                    |        |
|------------------------------------|--------|
| Марка конденсатора                 | LH 135 |
| Об'ємна витрата повітря, $m^3 / г$ | 11400  |
| Площа теплопередачі, $m^2$         | 107    |
| Довжина, мм                        | 1210   |
| Висота, мм                         | 920    |
| Внутрішній об'єм, $дм^3$           | 4,9    |
| Вага, кг                           | 405    |

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX55.003.003 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

### 3.10 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування

#### *Лінійний ресивер*

Місткість лінійного ресиверу  $V_{л.р.}$ , м<sup>3</sup> розраховуємо за формулою:

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

$$V_{л.р.} = 1,45 * 0,064 = 0,089 \text{ м}^3$$

Приймаємо ресивери марки F302H -2 шт.

Таблиця 3.25- Технічна характеристика ресиверів

| Показники                        | F302H            |
|----------------------------------|------------------|
| Об'єм, л                         | 50               |
| Габаритні розміри, мм<br>Довжина | 730              |
| Діаметр                          | 325              |
| З'єднання:<br>Вхід<br>Вихід      | 13/4''<br>13/4'' |
| Вага, кг                         | 92               |





## 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               | 6GE-34Y | 1         | 215 163                           | 215163                             |
| 2                                | Конденсатор             | LH135   | 1         | 44 000                            | 44000                              |
| 3                                | Теплообмінник           | SLHE5   | 1         | 10000                             | 10000                              |
| 4                                | Морозильні плити        |         |           | 15000                             | 15000                              |
| 5                                | Лінійний ресивер        | F302H   | 1         | 6000                              | 6000                               |
| Сумарна вартість обладнання      |                         |         |           | 290163,0                          |                                    |
| Вартість іншого обладнання 10%   |                         |         |           | 29016,3                           |                                    |
| Розрахункова вартість обладнання |                         |         |           | 319179,3                          |                                    |
| Витрати транспортування 15%      |                         |         |           | 47876,9                           |                                    |
| Витрати на монтаж 20%            |                         |         |           | 63835,86                          |                                    |
| Разом вартість обладнання (Воб)  |                         |         |           | 430892,0                          |                                    |

### 5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо виробіток холоду в робочих умовах:

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

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.

$$Q_{роб} = 20 * 1,12 * 19\,440\,000 * 1 = 0,47 * 10^9 \text{ кДж}$$

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



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                      | 14 400        |
| 2.    | Вартість змащувальних матеріалів           | 3 990         |
|       | Разом                                      | 18 390        |
|       | Витрати на інші допоміжні матеріали ( 5% ) | 920           |
|       | Всього                                     | 19 310        |

### 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

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

Таблиця 5.3 Розрахунок споживання силової електроенергії

| № | Назва обладнання | Кількість одиниць | Потужність, кВт | Тривалість роботи за рік, годин | Коефіцієнт використання обладнання | Загальна потреба в електроенергії, кВт-годину |
|---|------------------|-------------------|-----------------|---------------------------------|------------------------------------|---|
| 1 | Компресор        | 1                 | 15,9            | 5400                            | 0,7                                | 60 102  |
| 2 | Конденсатор      | 1                 | 0,66            | 5400                            | 0,7                                | 2 495   |
|   | Разом            |                   |                 |                                 |                                    | 62 597  |

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.;

$$B_{ел} = 62 597 * 4,3 = 269 166 \text{ грн.}$$

### 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.

### 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.;

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

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

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

$TK_i$  - тарифний коефіцієнт відповідного розряду

Годинна тарифна ставка працівника VI розряду:

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

Основна заробітна плата визначається за формулою:

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

Додаткова заробітна плата становлять 50 % від основної заробітної плати.

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

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     |

### 5.3.5 Амортизація холодильного обладнання

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

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

$$V_a = 430\,892 * 20\% / 100\% = 86\,178 \text{ грн.}$$

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

$$V_{п.р} = 86178 * 0,1 = 8618 \text{ грн.}$$

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

$$V_{ін} = (19310 + 269166 + 55\,381,7 + 86178 + 8618) * 0,05 = 21933 \text{ грн.}$$

Всі статті витрат зводимо в таблицю 5.5.

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

Таблиця 5.5 Експлуатаційні (поточні) річні витрати

| № з/п  | Статті витрат                       | Сума, грн. |
|--------|-------------------------------------|------------|
| 1      | Допоміжні матеріали                 | 19 310     |
| 2      | Електроенергія                      | 269 166    |
| 3      | Зарплата виробничих робочих         | 55 382     |
| 4      | Амортизація холодильного обладнання | 86 178     |
| 5      | Витрати на поточний ремонт          | 8 618      |
| 6      | Інші поточні витрати                | 21 933     |
| Всього |                                     | 460 586    |

## 5.3.6 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

$$C_{1000} = \frac{B_p}{Q_{ост}} \cdot 1000 \quad (5.12)$$

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

$$C_{1000} = (460\,586 / 0,93 \cdot 10^9) \cdot 1000 = 0,49 \text{ грн.}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.6.

Таблиця 5.6 - Техніко-економічні показники проекту

| № з/п | Показники                          | Умовні позначки | Одиниці виміру | Проектний варіант |
|-------|------------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|
| 1     | Продуктивність апарату             | N               | кг/годину      | 230               |
| 2     | Холодопродуктивність               | Q               | кВт            | 20                |
| 3     | Кількість компресорів              | п               | шт             | 1                 |
| 4     | Кількість обслуговуючого персоналу | Кр              | осіб           | 1                 |
| 5     | Капітальні вкладення               | KB              | грн.           | 430 892           |
| 6     | Експлуатаційні витрати             | Bp              | грн.           | 460 586           |
| 7     | Собівартість 1000кДж холоду        | C               | грн.           | 0,49              |

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

## 4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

### 4.1 ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ УСТАНОВКИ.

Монтаж холодильного устаткування - це комплекс робіт з його налагодження, пуску та експлуатації.

Розрізняють три різні способи проведення механічних робіт: державний, підрядний і змішаний.

До початку монтажних робіт проводять організаційно-технічну підготовку, в яку входить: отримання від замовника проектно-технічної документації, розробка і затвердження проекту організації монтажних робіт, отримання від замовника обладнання згідно з проектом. Проектно-технічна документація складається з креслень генерального плану з підземними та наземними комунікаціями, транспортними шляхами, креслень холодильної установки, холодильних камер, трубопроводів і т.д.

Холодильні машини продуктивністю до 50 кВт поставляються заводами-виробниками у вигляді компресорно-конденсаторного агрегату і випарно-регулюючого агрегатів зі щитами управління та сигналізації в повністю зібраному вигляді. Внутрішні порожнини машин та апаратів після промивки і осушення випробовують на герметичність і заповнюють сухим інертним газом. Постачають агрегати з закритими запірними вентилями і запломбованими штуцерами. Після прибуття устаткування на місце монтажу агрегати встановлюють на фундаменти, вивіряють за рівнем, закріплюють болтами. Навіщують і закріплюють охолоджуючі прилади, встановлюють і закріплюють допоміжні апарати, підганяють по місцю і монтують рідинні, газові, допоміжні трубопроводи. Потім встановлюють щити управління і сигналізації, монтують електропривод до компресора, підключають до щитів прилади автоматики. Після закінчення монтажу систему випробовують на щільність надлишковим тиском, вакуумуванням і хладоном. Після випробувань систему заправляють

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | МХ 55.003.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

маслом і хладоном. Перед пуском установки проводиться настроювання приладів автоматики на розрахунковий режим. Якщо результати випробувань позитивні, складають акт про передачу холодильної установки в експлуатацію

Ремонт обладнання - це відновлення його працездатності, втраченої в процесі експлуатації. Ремонт будь-якого обладнання полягає в розбиранні, очищення, дефектації вузлів і деталей. Система планово-попереджувальних ремонтів передбачає зупинку машини на ремонт через певну кількість годин експлуатації. Ця система включає в себе: періодичне виконання технічних оглядів та перевірок частин холодильної установки в терміни, встановлені

Правилами технічної експлуатації холодильних машин;  
виконання профілактичних і ремонтних робіт до наступного планового ремонту;

Для холодильних компресорів і механізмів прийняті поточний, середній і капітальний ремонти.

Поточний ремонт передбачає мінімальний обсяг робіт і пов'язаний із заміною або відновленням швидкозношуваних деталей. Проводиться зазвичай один раз в 1,5 -2 роки. До категорії поточного ремонту відносять профілактичний ремонт, що включає технічний догляд, перебирання механізмів, устаткування, заміну зношених частин запасними.

Середній ремонт полягає у відновленні його експлуатаційних характеристик шляхом ремонту або заміни зношених деталей з обов'язковою перевіркою технічного стану інших складових частин і усуненням виявлених несправностей.

Капітальний ремонт передбачає повне відновлення його надійності шляхом розбирання, дефектації, заміни або ремонту всіх складових частин, комплексної перевірки, регулювання та випробування об'єкта. Його виконують один раз на 5-6 років.

Середній та капітальний ремонти об'єкта можна виконати тільки з залученням спеціалізованих організацій.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX 55.003.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

Експлуатація холодильної установки включає в себе створення і підтримку нормативних температурно-вологісних режимів в охолоджуваних приміщеннях, забезпечення технологічних процесів за умови безпечної та надійної роботи обладнання.

Обслуговування холодильної установки включає в себе наступні операції: пуск, зупинка, регулювання режиму роботи, усунення несправностей у роботі, проведення дрібного поточного ремонту обладнання, спостереження за системою автоматизації, ведення обліку роботи холодильної установки.

Особливості експлуатації фреонових установок обумовлені специфічними властивостями фреонів.

Якщо компресор фреонової встановлення працює короткочасно, тиск нагнітання і всмоктування низька, то причинами цього є утворення крижаних пробок у ТРВ, недостатня поглинальна здатність осушувача.

У цьому випадку необхідно встановити додатковий осушувальний патрон включити його на 14-16 годин. Якщо при несправних заглушках волога потрапила в випарні батареї, то простим способом її видалення є продувка батареї сухим повітрям, азотом або фреоном. Як поглинач вологи використовується силікагель із зернами розміром 3,6 - 6 мм.

Якщо компресор фреонової встановлення працює з короткочасними зупинками, а тиск на високій та низькій стороні нормальне, то допускаються пропуски в клапанах через прокладку головки блоку або допускаються значні перевищення теплопритоків.

Часто при експлуатації холодильних установок має місце повна або часткова втрата фреону з системи. У цьому випадку агрегат не включається, тиск нагнітання і всмоктування близько нуля; змійовики випарника не покриваються інеєм. Іноді спостерігається втрата фреону з термобаллона, капілярної трубки. У цьому випадку шляхом налаштування ТРВ не дається збільшити подачу рідкого фреону в випарну систему. Необхідно відремонтувати силову частину і замінити капілярну трубку.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX 55.003.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

Коли прохідний перетин рідинного зміювика теплообмінника зменшено при виготовленні або забруднено настільки, що не вдається домогтися необхідної холодопродуктивності, а компресор сильно розігрівається через пониження тиску кипіння, потрібно довести прохідний перетин зміювика до нормативного.

На проектованому холодильнику передбачається примусова циркуляція повітря через випарник. При порушенні нормальної роботи вентилятора може різко погіршитися теплопередача від повітря до випарника і температура в холодильній камері збільшиться. У цьому випадку рідкий фреон в випарнику майже не випаровується, він може потрапити в циліндр компресора і викликати гідравлічний удар.

Вологий хід компресора може мати місце, коли ТРВ сильно відкритий внаслідок неправильного положення клапана на сідлі. При цьому стінки компресора покриваються інеєм, тиск всмоктування підвищується, а тиск нагнітання залишається постійним. Слід перекрити подачу холодильного агента на камеру, вручну за допомогою спеціального гвинта, розташованого в нижній частині ТРВ підняти сідло і повернути в колишнє положення, відновивши подачу рідкого холодильного агента, простежити за нормальним відкриттям ТРВ.

При обслуговуванні фреонової установки вентиля відкривають або закривають тільки за допомогою маховика даного вентиля. Після закінчення операції закривають вузол сальника спеціальним ковпаком. У рідинну лінію фреону повинен бути включений фреоновий фільтр. Фільтр перемикають тільки при його очищенні. Після заповнення системи фреоном, а також після ремонту окремих вузлів і апаратів в рідинну лінію включають фреоновий осушувач на 10-12 частину. На всіх вентилях, що знаходяться в закритому стані, вивішують таблички з написом "Вентиль закритий".

Усі несправності неаварійного характеру, які неможливо усунути при роботі машини, фіксують в журналі з тим, щоб усунути їх при першій зупинці машини.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | МХ 55.003.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

## 4.2 АВТОМАТИЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

У схемі автоматизації передбачається взаємодія різних приладів автоматичного регулювання, захисту, пускових пристроїв та сигналізації. Схема автоматизації забезпечує незалежність взаємодії приладів, максимально можливу простоту, зручність наладки приладів, їх обслуговування, заміни та ремонту.

Регулювання заповнення камерних приладів охолодження здійснюється підтриманням заданого перегріву плавним зміною подачі рідини за допомогою ТРВ. Встановлені в камерах реле температури періодично відкривають і закривають соленоїдні вентиля на лінії подачі рідкого холодоагенту, що знаходяться перед ТРВ. Після ТРВ встановлюють спеціальний розподільник рідини РЖ.

Температура в камері схову регулюється пуском і зупинкою компресора від реле температури випарника РТ, керуючого котушкою магнітного пускача П.

Для захисту компресора від перегріву в кожусі його встановлюють реле температури РТК, яке при 85-95 0С розмикає свої контакти і зупиняє компресор.

Для захисту мережі від короткого замикання та електродвигуна від струмів перевантаження в силовому ланцюзі встановлений автомат АВ. Він же служить кнопковим рубильником. При 12-кратної перевантаження відключення відбувається майже миттєво. При тривалій перевантаження спрацьовує тепловий захист автомата. Для повторного включення автомата типу АП50 потрібно через 10-15 хвилин після спрацювання натиснути на кнопку.

Для відтавання випарника у реле температури РТ типу РТХО є кнопка. При натисканні кнопки відключається соленоїд, що живить рідким холодильним агентом повітроохолоджувачі камери в якій проводиться оттайке. Поки температура випарника не підвищиться на 4-6 0С, тобто відбудеться відтавання інею. Тільки тоді соленоїд відкривається. Кожна камера комплектується індивідуальним РТХО.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | МХ 55.003.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

У проекті підібрані машини з водяним охолодженням конденсатора, регулювання тиску в конденсаторі відбувається автоматично.

Автоматичний захист забезпечує відключення компресора: при тиску нагнітання 14 - 14,5 x 105 Па; при струмового перевантаження електродвигуна через 30 хвилин при перевантаженні 35% і не більше 10-40 секунд при 4-кратній перевантаженні, коли двигун при включенні не розкручується з-за відсутності однієї фази; у разі короткого замикання; при перегріві обмоток безсальниковим компресора. Додатково передбачаємо профілактичний захист: зупинку компресора при зниженні тиску води в конденсаторі, при досягненні заданої температури одночасно у всіх камерах.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX 55.003.004 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

У країнах світу, залежно від економічного розвитку та політичного стану, існують закони та нормативні документи, які повністю або частково захищають людину від небезпечних та шкідливих умов праці, забезпечують охорону її здоров'я.

У конституційній державі всі закони і підзаконні акти повинні базуватися і відповідати основному закону держави - Конституції. Конституція України прийнята Верховною Радою 26 червня 1996 року. В ній декларуються права і свобода всіх громадян України. Для сфери трудової діяльності ці права і свобода конкретизовані в законах України і нормативно-правових актах про охорону праці (НПАОП), Державних стандартах та постановах Кабінету Міністрів України, що стосуються охорони праці.

Соціально і законодавчо захищена людина зацікавлена в своїй праці, цінує свою роботу, яка дає їй змогу пристойно існувати, утримувати сім'ю, годувати і виховувати своїх дітей. Умови праці те економічні фактори безпосередньо впливають на продуктивність і якість праці. Отже, можна констатувати, що охорона праці є категорія економічна.

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.

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.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX 55.003.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

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 плиточного апарату для заморожування м'яса в блоках продуктивністю 230 кг/год.

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.

Фактори виробничого середовища в першу чергу впливають на функціонування органів дихання, слуху, системи кровообігу людини, а також це

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX 55.003.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

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.

### *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.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX 55.003.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

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 - 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 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.

|      |      |          |        |      |                     |      |
|------|------|----------|--------|------|---------------------|------|
|      |      |          |        |      | MX 55.003.006 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

## 7 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

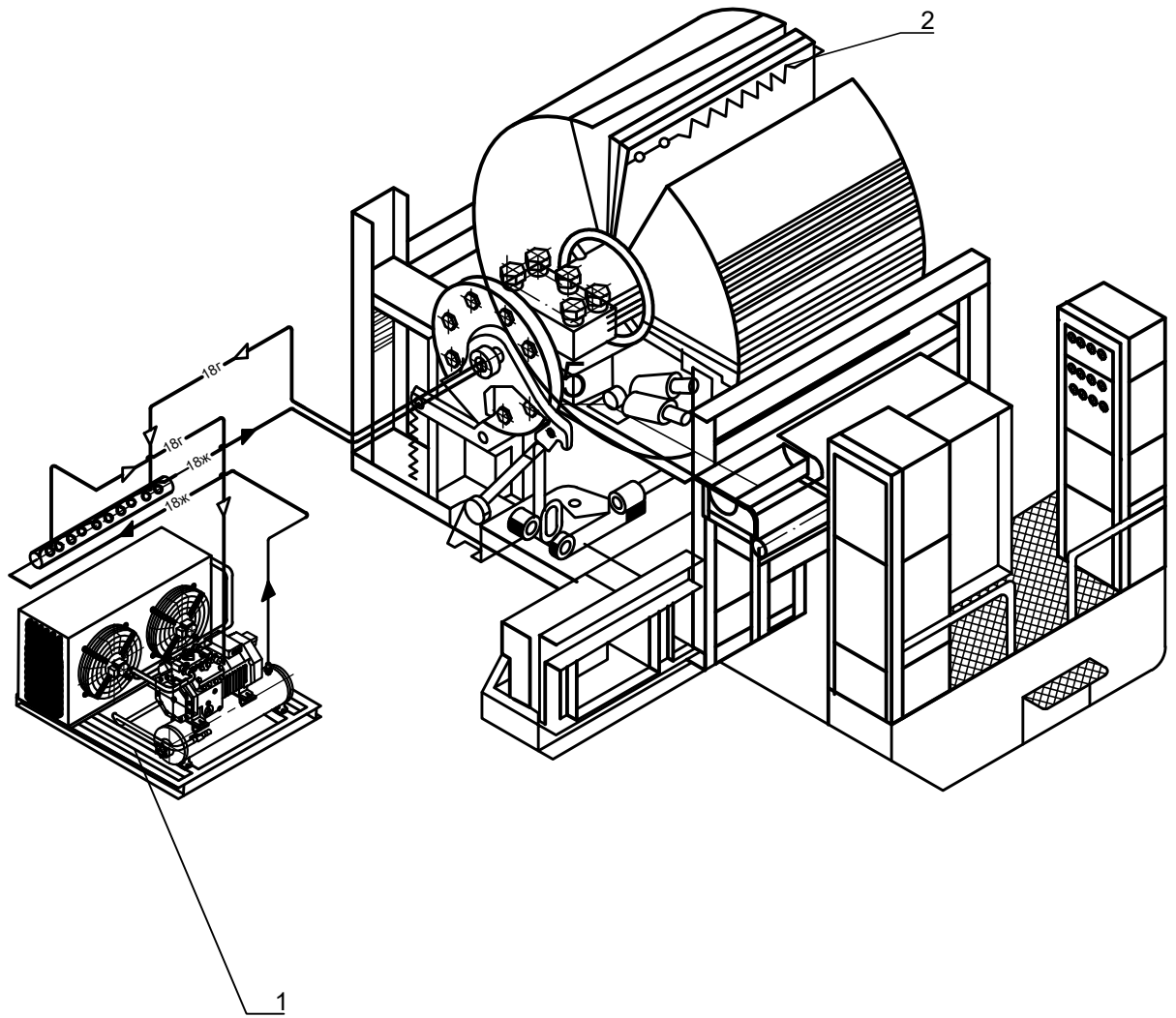
1. М.Г. Хмельнюк, О. С. Подмаско, І.О. Подмаско «Холодильні установки та сфери їх використання» підручник для вищих навчальних закладів, Херсон, Грінь, 484 с., 2014.
2. Холодильні установки, (І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю. Ларьяновський та інш.), підручник для вищих навчальних закладів, в двох томах, 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 55.003.007 ДП ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                     |      |

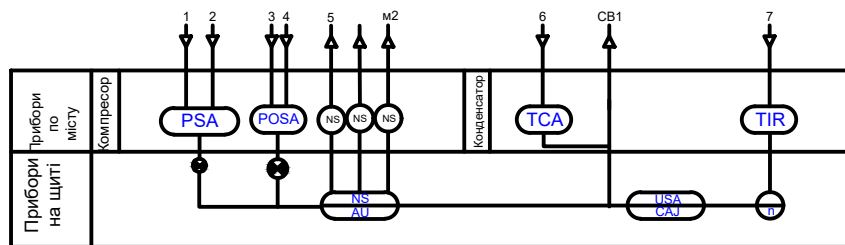
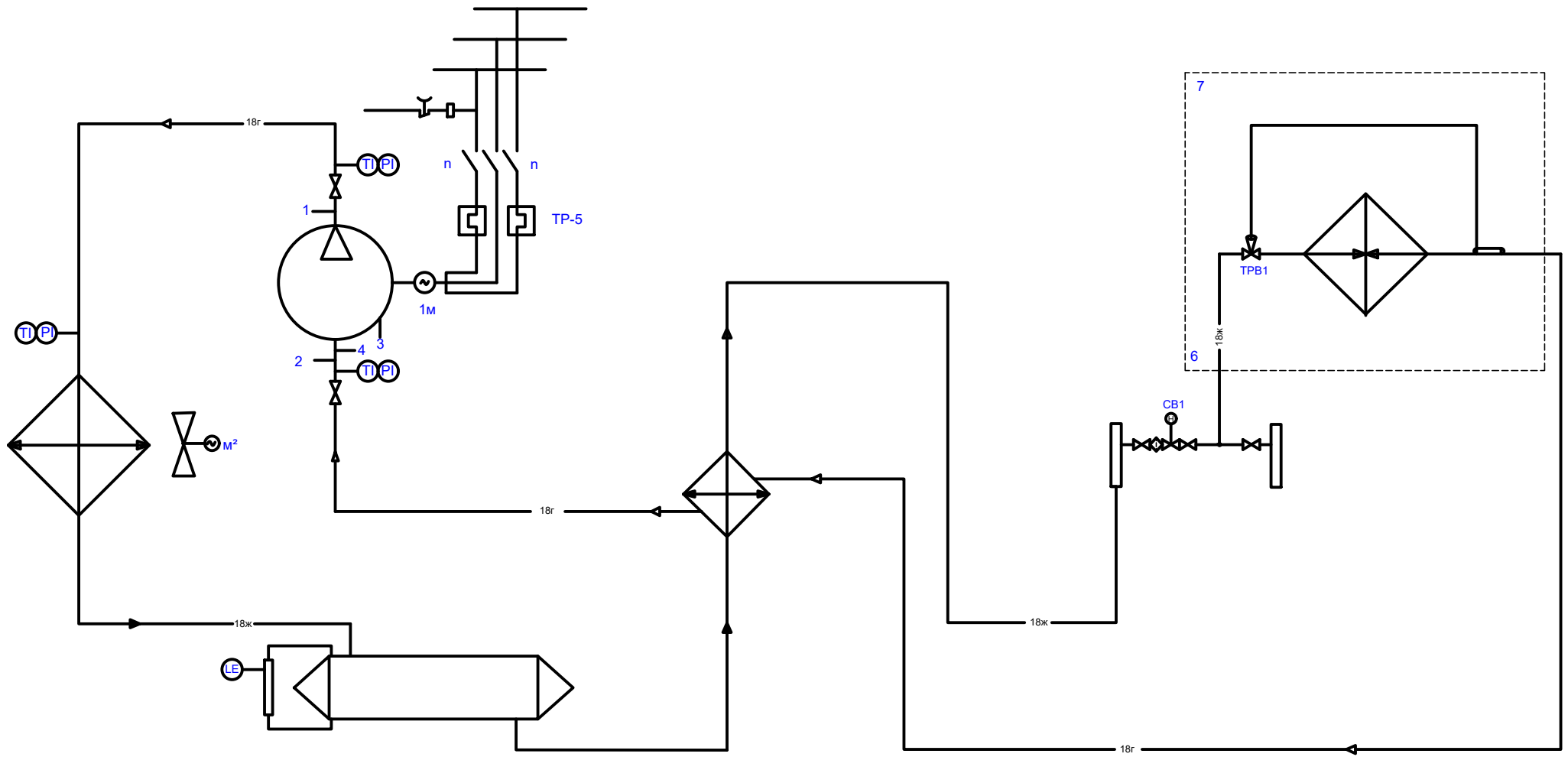


Умовні позначення :

- ← 1Вг — лінія газового хладону;
- ← 1Вж — лінія рідкого хладону.



| MX 55.00.03.002.ДП С7 |               |        |      |                        | Лп. | Маса | Масштаб |
|-----------------------|---------------|--------|------|------------------------|-----|------|---------|
| ВМ. Аук.              | № докум.      | Підпис | Дата | Розводка трубопроводів |     |      | у       |
| Розробив              | Голішів Д.    |        |      |                        |     |      | —       |
| Зареєстрував          | Торба С.Г.    |        |      |                        |     |      |         |
| Т.контр.              |               |        |      | Арш. 2 Арш. 3          |     |      |         |
| Н.контр.              | Вольська С.В. |        |      | ВСП "ОТФК ОНТУ"        |     |      |         |
| Затв.                 | Беркань І.В.  |        |      | 4MX-55                 |     |      |         |



| MX 55.00 03 003.ДП С2  |                 |          |        | Лист                   | Масштаб |
|--|-----------------|----------|--------|------------------------|---------|
| Зм.  | Арх.            | № докум. | Підпис | Дата                   |         |
| Розробив   | Гоголишев Д.    |          |        |                        |         |
| Перевірив  | Горба С.Г.      |          |        |                        |         |
| Т.контр.   |                 |          |        |                        |         |
| Н.контр.   | Вольницька С.В. |          |        |                        |         |
| Ватв.  | Бергачев І.В.   |          |        |                        |         |
| Схема автоматизації холодильної установки морозильного апарату |                 |          |        | Лист                   | Масштаб |
|  |                 |          |        | у                      |         |
|  |                 |          |        | Аркуш 3                | Аркуш 3 |
|  |                 |          |        | ВСП "ОТФК ОНТУ" 4МХ-55 |         |

