

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

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

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)  
\_\_\_\_\_ Блаженко С.І. \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Петренко В.П. \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 142 Енергетичне машинобудування \_\_\_\_\_  
(код та назва спеціальності)  
освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_ Холодильні техніка та технології \_\_\_\_\_

на тему: Проект холодильника для зберігання м'ясної продукції, місткістю 9000 т.  
у м. Житомир

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ХМ-4-10ск

Тихонов Денис Сергійович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

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

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

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

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

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

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2021р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 142 Енергетичне машинобудування

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Холодильні техніка та технології

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач

кафедри ТЕХТ

“ 03 ” квітня 2021 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Тихонова Дениса Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодильника для зберігання м'ясної продукції, місткістю 9000 т. у м. Житомир

керівник роботи асистент, к.т.н., Грищенко Роман Володимирович

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

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

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2020р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

Холодоагент R717 аміак

Тип продукту свинина вирізка, вирізка з яловичини, ковбаса, консерви м'ясні пастеризовані

Ізоляційний матеріал ППУ

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

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

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

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

4). Охорона праці \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу \_\_\_\_\_

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

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



## Анотація

В дипломному проекті розраховано та спроектовано холодильник м'ясної продукції місткістю 9000 т в місті Житомир. Суть проекту полягає у визначенні основних розмірів і планування приміщення холодильника, підбір основного та допоміжного обладнання його технічні характеристики.

В дипломному проекті враховані новітні досягнення в об'ємно-планувальних та конструктивних рішеннях холодильників, системах і схемах охолодження холодильних камер та технологічних процесів. За результатами розрахунку зроблено вибір обладнання таким чином, щоб досягти максимальної ефективності у витратах електроенергії при роботі холодильної установки та досягнення необхідного ефекту в отриманні штучного холоду при максимальному зниженні втрат. Наведено розрахунки будівельних конструкцій, теплоізоляції, площі камер холодильника, основного та допоміжного обладнання холодильної установки.

В дипломі описані такі розділи як розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника, теплонадходження, вибір розрахункового режиму, "Охорона праці" та "Техніко-економічні показники".

Дипломний проект виконаний на ПК, для розрахунків використовувалися такі прикладні програми: "Microsoft Excel", "Microsoft Word", "MathCad", "CoolPack", креслення та схеми виконанні за допомогою програми "AutoCad 2010".

Список літератури 10 примірників.

**Ключові слова:** *холодильник зберігання м'ясної продукції, аміак, R717, насосно-циркуляційна схема, безпосереднє охолодження.*

|           |      |               |        |      |   |                 |      |        |
|-----------|------|---------------|--------|------|---|-----------------|------|--------|
|           |      |               |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ   |                 |      |        |
| Зм.       | Лист | № докум.      | Підпис | Дата |   |                 |      |        |
| Розроб.   |      | Тихонов Д.С.  |        |      | Проект холодильника для зберігання м'ясної продукції, місткістю 9000 т.<br>у м. Житомир | Лит.            | Лист | Листів |
| Перевір.  |      | Грищенко Р.В. |        |      |   |                 |      |        |
| Реценз.   |      |               |        |      |   |                 |      |        |
| Н. Контр. |      |               |        |      |   |                 |      |        |
| Затверд.  |      | Петренко В.П. |        |      |   |                 |      |        |
|           |      |               |        |      |   | НУХТ, ХМ-4-10ск |      |        |

## Зміст

1. Вступ
2. Технологічна схема оброблення м'ясної продукції
3. Визначення будівельних площ камер холодильника та складання плану холодильника
4. Розрахунок ізоляційних конструкцій холодильника
5. Розрахунок теплонадходжень до охолоджуваних приміщень
6. Вибір та обґрунтування системи та способу охолодження
7. Розрахунок та підбір основного обладнання
8. Розрахунок та вибір допоміжного обладнання холодильної установки
9. Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах
10. Техніко-економічні показники проекту
11. Охорона праці

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |



машинами або пристроями, принцип дії яких ґрунтується на використанні фізичних процесів пароутворення, розширення газів, плавлення, сублімації. Для штучного охолодження необхідно затратити енергію, завдяки чому теплота від менш нагрітого тіла передається до більш нагрітого.

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

## 2. Технологічна схема оброблення м'ясної продукції

Приміщення розподільчого холодильника знаходиться в місті Житомир. Місткість камер зберігання 9000 т : свинина вирізка 3000т, вирізка з яловичини 3000т, ковбаса: 1500т, консерви м'ясні пастеризовані 1500т

Холодозабезпечення здійснюється від власного холодильно-компресорного цеху, де встановлені аміачні холодильні установки. Продукція спочатку надходить в закритий дебаркадр з функцією експедиції та вагової. Параметри повітря в дебаркадері та каредорах :  $t = 0^{\circ}\text{C}$ ,  $\phi = 80\%$ , природня циркуляція повітря.

М'ясо надходять з температурою в товщі  $t = -8^{\circ}\text{C}$ . М'ясо з експедиції перевантажують в камери зберігання мороженого м'яса при таких параметрах :  $t = -18^{\circ}\text{C}$ ,  $\phi = 95\%$ . Охолодження камер здійснюється за допомогою повітроохолоджувачів з примусовим рухом повітря  $v = 0,5$  м/с при такій швидкості повітря буде не велика усушка м'яса . Ковбасу розміщують в камерах зберігання охолоджених продуктів з такими параметрами: температура камери  $t = 0 \dots +6^{\circ}\text{C}$  відносна вологість  $\phi = 78\%$  швидкість руху повітря в камері  $v = 0.5$  м/с. М'ясні консерви зберігають в камері з такими параметрами :  $t = 0 \dots +5^{\circ}\text{C}$  відносна вологість  $\phi = 75\%$  швидкість повітря  $0.5$  м/с.

Термін зберігання м'яса яловичини 12 та свинини 6 місяців яке зберігається в пластмасових ящиках на піддона, а піддони на стелажах [1], ковбаса до 5 діб в пластмасових ящиках на стелажах [1], консерви до 6 місяців на стелажах в картонних коробках [1] .

Час домороження м'яса від температури  $t = -2^{\circ}\text{C}$  до температури  $t = -18^{\circ}\text{C}$  при таких параметрах камери: доморозки температура камери  $t = -30^{\circ}\text{C}$  відносна вологість  $\phi = 95\%$  швидкість руху повітря в камері  $v = 3$  м/с.

Розміри ящика :  $l = 600$  мм,  $b = 400$  мм,  $h = 260$  мм,  $v = 46$  л, тех.вмістимість 25 кг вага ящика 2.2 кг [3]

Розміри піддона :  $l = 1250$  мм,  $b = 850$  мм,  $h = 144$  мм , максимальна вантажопідємність 2500 кг, маса піддона 15 кг з сайту [4]. Ящики на піддоні розміщені так щоб між ящиками циркулювало повітря.

Час доморозки визначаю за формулою Планка [5] :

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |



### 3. Визначення будівельних площ камер холодильника та складання плану холодильника

- свинна вирізка 3000т – зберігання замороженої продукції;
- вирізка з яловичини 3000т - зберігання замороженої продукції ;
- ковбаса варена 1500т – зберігання охолодженої продукції ;
- консерви м'ясні 1500т- зберігання охолодженої продукції ;

1 Вибираємо склад холодильника за таб 7.4 [2] : 4-7 камер зберігання мор. продукції 70%, 2-3 камери охол. продукції 30%, камери добової продуктивності 0.6% від замороженої продукції;

2 Розмір сітки колон приймаємо 6·12, висота холодильника 9 м ;

3 Знаходимо потрібну площу основних камер

а) Камера зберігання замороженої свинини, яловичини :

$$F_{з. св.} = \frac{V_k}{q_v \cdot h_v \cdot \beta}, \text{ м}^2 \quad (3.1)$$

де:  $q_v$  – норма навантаження на 1 м<sup>3</sup> вантажного об'єму камери т/м<sup>3</sup>, приймається по додатку 11 [2] :  $q_{v св.} = 0.42$  т/м<sup>3</sup>  $q_{v ял.} = 0.42$  т/м<sup>3</sup>;

$V_k$  – місткість камер зберігання свинини т; таб. 3.1

$h_v$  - вантажна висота штабеля ,м приймається  $h_{гр} = 8$ м; таб. 7.5 [2]

$\beta$  – коефіцієнт використання будівельної площі камери приймається в залежності площі камери більше 400 м<sup>2</sup>  $\beta = 0.8 - 0.85$ ; [2]

$$F_{з. св.} = \frac{3000}{0.42 \cdot 8 \cdot 0.8} = 1116 \text{ м}^2 ;$$

Кількість будівельних прямокутників визначається за формулою 7.6 [2] :

$$n_p = \frac{F_{з. св.}}{f} = \frac{1116}{72} = 15.5, 16 \text{ прямокутників};$$

де:  $f$  – будівельна площа 1 прямокутника при сітці колон 6·12=72 м<sup>2</sup>;

$$F_{з. ял.} = \frac{3000}{0.42 \cdot 8 \cdot 0.8} = 1116 \text{ м}^2, 16 \text{ прямокутників};$$

б ) Камери зберігання охолоджених ковбас та м'ясних консервів :

$$F_{о. ковб.} = \frac{V_k}{q_v \cdot h_v \cdot \beta} = \frac{1500}{0.3 \cdot 8 \cdot 0.8} = 781 \text{ м}^2, 11 \text{ прямокутників};$$

де:  $q_v$  – норма навантаження на 1 м<sup>3</sup> вантажного об'єму камери т/м<sup>3</sup>, приймається по додатку 11 [2] :  $q_{v ковб.} = 0.3$  т/м<sup>3</sup>  $q_{v конс.} = 0.62$ /м<sup>3</sup>;

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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

$$F_{o.конс.} = \frac{V_k}{q_v \cdot h_v \cdot \beta} = \frac{1500}{0.62 \cdot 8 \cdot 0.8} = 378 \text{ м}^2, 6 \text{ прямокутників};$$

в) Камера доморожування :

$$F_{кд} = \frac{M_{доб.} \cdot \tau}{qF \cdot 24};$$

$$F_{кд} = \frac{0.006 \cdot 6000 \cdot 24}{0.3 \cdot 24} = 120 \text{ м}^2, 2 \text{ прямокутники};$$

де:  $qF$  – норма навантаження на 1  $\text{м}^2$  будівельної площі камери 0.3  $\text{т}/\text{м}^2$  [2]

4 Розраховуємо загальну площу основних камер зберігання :

$$F_{з.к.з} = F_{з.св.} + F_{з.ял.} + F_{о.ковб.} + F_{о.конс.}; \quad (3.7)$$

$$F_{з.к.з} = 1116 + 1116 + 781 + 378 = 3391 \text{ м}^2;$$

5 Знаходимо площу допоміжних приміщень :

$$F_{доп.} = 0.35 \cdot F_{з.к.з.} = 0.35 \cdot 3391 = 1187 \text{ м}^2; \quad (3.8)$$

6 Розраховуємо потрібну площу охолоджуваного складу :

$$F_{охол.} = F_{з.к.з.} + F_{кд} + F_{доп.}; \quad (3.9)$$

$$F_{охол.} = 3391 + 120 + 1187 = 4698 \text{ м}^2, 66 \text{ прямокутників};$$

7 Розраховуємо площу машинного відділення :

$$F_{м.в.} = 0.12 \cdot F_{охол.} = 0.12 \cdot 4698 = 564 \text{ м}^2, 8 \text{ прямокутників}; \quad (3.10)$$

8 Розраховуємо службові приміщення :

$$F_{сл.} = 0.3 \cdot F_{охол.} = 0.3 \cdot 4698 = 1409 \text{ м}^2, 20 \text{ прямокутників}; \quad (3.11)$$

прямокутники знаходяться біля холодильника, інші 16 на його території

9 Дійсна місткість камер :

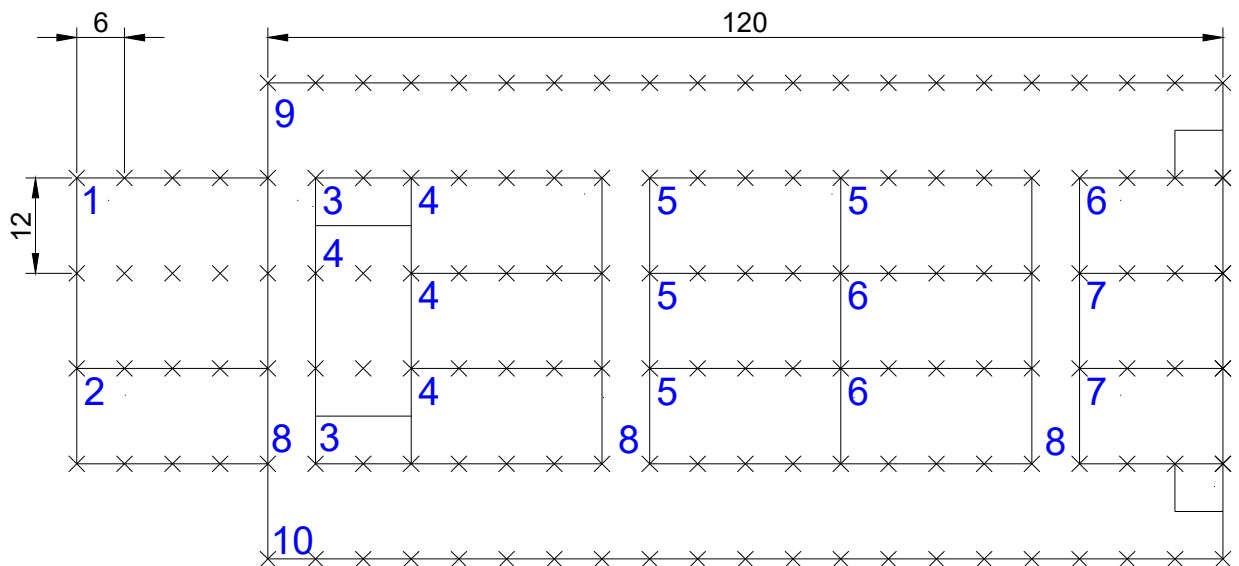
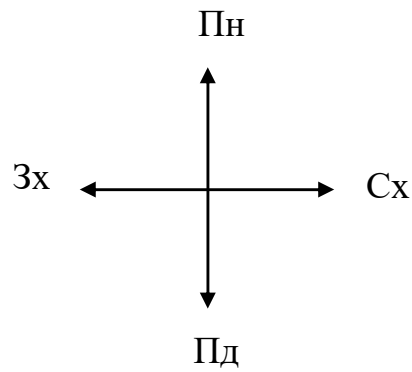
$$V_{кл} = V_k \cdot \frac{n_d}{n_p}; \text{ т} \quad (3.12)$$

Всі розрахункові дані заносяться до таблиці 3.1 Розрахунку місткості камер холодильника.

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

План холодильника :

Сітка колон 6·12



- 1 – Машинне відділення
- 2 – Службове приміщення
- 3 – Камера доморозки
- 4 – Камера зберігання замороженої вирізки з свинини
- 5 – Камера зберігання замороженої вирізки з яловичини
- 6 – Камера зберігання охолодженої ковбаси вареної
- 7 – Камера зберігання охолоджених консерв м'ясних
- 8 – Коридор
- 9 – Залізнична платформа, закритий дебаркадр з функцією експедиції
- 10 – Автомобільна платформа, закритий дебаркадр з функцією експедиції

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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

Лист

Таблиця 3.1 Розрахунку місткості камер холодильника

| Назва камери              | $V_k$ ; т | $\tau$ ; год | $q_v$ ; т/м <sup>3</sup> | $h\epsilon$ ; м | $\beta$ | $qF$ ; т/м <sup>2</sup> | $F_{буд.м^2}$ | $f$ ; м <sup>2</sup> | $n_p$ ; шт | $n_d$ ; шт | $F_{буд.д.}$ ; м <sup>2</sup> | $V_{кд.}$ ; т |
|---------------------------|-----------|--------------|--------------------------|-----------------|---------|-------------------------|---------------|----------------------|------------|------------|-------------------------------|---------------|
| КД заг.                   |           | 24           |                          |                 |         | 0.3                     | 120           | 72                   | 1.7        | 2          | 144                           |               |
| КЗМ свинини               | 3000      |              | 0.42                     | 8               | 0.8     |                         | 1116          | 72                   | 15.5       | 16         | 1152                          | 3097          |
| КЗМ яловичини             | 3000      |              | 0.42                     | 8               | 0.8     |                         | 1116          | 72                   | 15.5       | 16         | 1152                          | 3097          |
| КЗО вар.ковбас            | 1500      |              | 0.3                      | 8               | 0.8     |                         | 781           | 72                   | 10.8       | 11         | 792                           | 1528          |
| КЗО конс. м'яс            | 1500      |              | 0.62                     | 8               | 0.8     |                         | 378           | 72                   | 5.3        | 6          | 432                           | 1698          |
| Будівельна площа кам.     | 9000      |              |                          |                 |         |                         |               | 72                   |            | 51         | 3672                          | 9420          |
| Допоміжні приміщення      |           |              |                          |                 |         |                         | 1187          | 72                   | 16.5       | 17         | 1224                          |               |
| Службове відділення       |           |              |                          |                 |         |                         | 1409          | 72                   | 19.6       | 20         | 1440                          |               |
| Машинне відділення        |           |              |                          |                 |         |                         | 564           | 72                   | 7.8        | 8          | 576                           |               |
| Площа всього холодильника |           |              |                          |                 |         |                         |               | 72                   |            |            |                               |               |

#### 4. Вибір будівельних конструкцій та ізоляційних матеріалів

Холодильник проектується одноповерховим, основа – каркас з легких металевих конструкцій, що складається з кількох типів холодно гнутих профілів. Технологія легких каркасів дозволяє значно знизити вагу будівлі, зменшити вартість, скоротити терміни монтажу. Легкий каркас реалізований в двопрогінному виконанні по 18 м, у вигляді ряду однопрохідних рам із затягуванням, що складаються з колон розміром 400×400 мм і ригелів постійного перетину. Висота камер від чистої підлоги до низу балки 9 м. Покриття безчердачного типу. Сполучення елементів рами між собою – жорстке, сполучення колон з фундаментом – шарнірне. Огороджувальні конструкції виконанні з стінових і покрівельних панелей «сендвіч» різної товщини і профілювання. Використання «сендвіч» - панелей дозволяє поєднувати економічні переваги надлегкого каркаса та високу якість огороджувальних конструкцій. Панелі металеві з утеплювачем виготовлені із сталевих листів з лакофарбовим покриттям з наповнювачем поліізоціанурат, склеєних клейкою композицією на основі поліуретану.

З південної сторони передбачена автомобільна платформа. Висота платформи автомобільного транспорту дорівнює 1200 мм від поверхні навантажувально–розвантажувального майданчика. З північної залізнична платформа. Висота платформи залізничного транспорту дорівнює 1400 мм від головки рейки з навісами шириною не менше 0.56 м для забезпечення відчинення усіх типів ізотермічних вагонів у здовж залізничної колії.

Підлога холодильника повинна мати достатню міцність, щоб витримувати навантаження від вантажів і транспортних засобів, бути гігієнічною і безпечною для руху людей і транспортних засобів. Тому покриття підлоги виконується монолітним товщиною 40 – 50 мм із бетону. Верхній шар плити зміцнюється за допомогою сухих зміцнюючих сумішей (топінгів). На завершення підлога покривається знесилоючим просеченням.

В якості теплоізоляції застосовуються плити з екструдованого пінополістеролу «Styrodur» (виробництво «BASF» Німечинна).

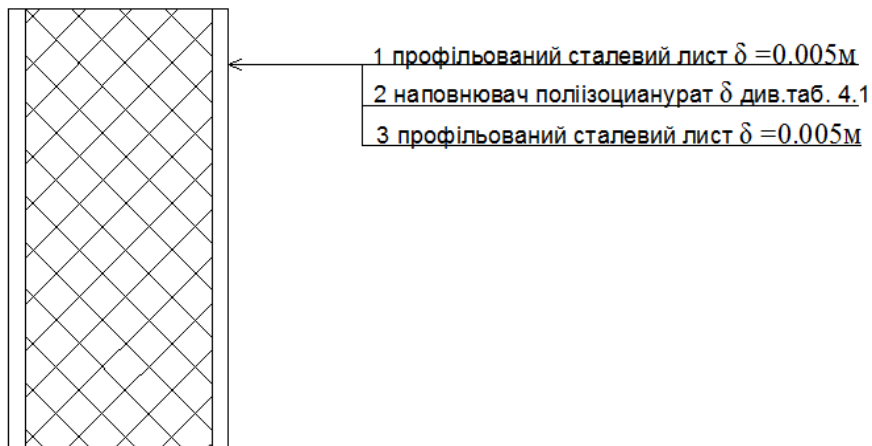
|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

Для захисту ґрунту від промерзання під підлогою низькотемпературних камер передбачена бетонна підготовка з електронагрівачами (виробництво «Devi» Данія)

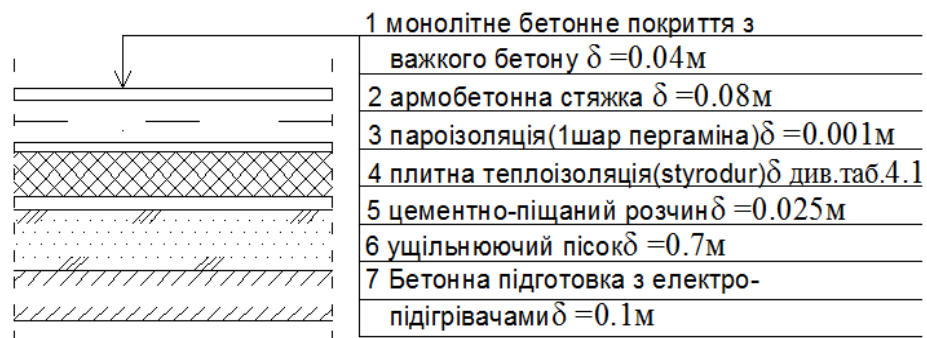
Для безперешкодного завантаження та розвантаження камер холодильника встановлені відкочувальні двері товщиною 150 мм для камери доморожування продуктів, товщиною 120 мм для камер зберігання морожених вантажів, товщиною 80 мм для камер зберігання охолоджених вантажів. Захистом дверей від механічних пошкоджень служить металева обшивка яка водночас є і пароізоляцією : двері блоки обладнані оглядовими вікнами та запірними пристроями, а двері блоки низькотемпературних камер додатково обладнані електропідігрівом (ТЕНами) по периметру для запобігання примерзання та клапанами вирівнювання тиску(в низькотемпературних камерах).

Будівельні конструкції, що використовуються в будівлі холодильника

Конструкція «сендвіч»-панелі для стін, перегородок, покриття :



Підлога приміщень :



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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

Лист





Температура поверхні стінки:

$$\tau_{\text{в}} = t_{\text{в}} - \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{R_0 \cdot \alpha_{\text{в}}} = 31 - \frac{31 - (-30)}{\frac{1}{0.195} \cdot 11} = 29.9^{\circ}\text{C}$$

Параметри в дебаркадері :

$$t_{\text{в}}=0^{\circ}\text{C}, \varphi=60\%,$$

3 h-d – діаграми вологого повітря :  $t_{\text{т.р.}} = -4^{\circ}\text{C}$ .

Температура поверхні стінки:

$$\tau_{\text{в}} = t_{\text{в}} - \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{R_0 \cdot \alpha_{\text{в}}} = 0 - \frac{0 - (-30)}{\frac{1}{0.195} \cdot 11} = -0.5^{\circ}\text{C}$$

$\tau_{\text{в}} > t_{\text{т.р.}}$  – умова виконана конденсації не буде, товщина ізоляції правильна.

Розрахунок ізоляції всіх стін однаковий, тому далі аналогічно.

4.3. Зовнішня стіна камери зберігання охолодженої продукції та дебаркадера.

Температура в камерах  $0^{\circ}\text{C}$ , охолодження здійснюється повітряними охолодниками, відповідно циркуляція повітря посилена. Значення коефіцієнта теплопередачі для камер з  $t_{\text{в}}=0^{\circ}\text{C}$ ,  $k_0^{\text{TP}}=0.4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  відповідно табл. 8.2 [2].

Коефіцієнт тепловіддачі приймаю за табл. 8.1 [2].

$$\alpha_{\text{н}}=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad \alpha_{\text{в}}=9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$\lambda_{\text{із}} = 0.024 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} - \text{коефіцієнт теплопровідності сендвіч-панелі.}$$

Потрібна товщина ізоляційного шару:

$$\delta_{\text{із}} = \lambda_{\text{із}} \cdot \left( \frac{1}{k_0} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} \right) = 0.024 \cdot \left( \frac{1}{0.4} - \frac{1}{23} - \frac{1}{9} \right) = 0.056 \text{ м};$$

Приймаємо товщину ізоляцій 0.06 м

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^{\text{Д}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{\text{із}}}{\lambda_{\text{із}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}}} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{0.06}{0.024} + \frac{1}{9}} = 0.38 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}};$$

Перевіряємо на виділення вологи на стіні, так як різниця температур більше  $10^{\circ}\text{C}$ .

Параметри повітря влітку:

$$t_{\text{в}}=31^{\circ}\text{C}, \varphi=52\%,$$

3 h-d – діаграми вологого повітря :  $t_{\text{т.р.}}=20^{\circ}\text{C}$ .

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

00.БКР.142.008.017.ПЗ



Потрібний коефіцієнт теплопередачі  $k_0^{TP}=0.48$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) відповідно табл. 8.4 [2].

Коефіцієнт тепловіддачі приймаю за табл. 8.1 [2].

$$\alpha_3=9 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)} \quad \alpha_B=11 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$$

$$\delta_{i3} = \lambda_{i3} \cdot \left( \frac{1}{k_0} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{1}{\alpha_B} \right) = 0.024 \cdot \left( \frac{1}{0.48} - \frac{1}{9} - \frac{1}{11} \right) = 0.045 \text{ м;}$$

Приймаємо: 0.06 м

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^D = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}} + \frac{1}{\alpha_B}} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{0.06}{0.024} + \frac{1}{11}} = 0.37 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}};$$

Перевіряємо на виділення вологи на стіні, так як різниця температур більше 10°C.

параметри повітря в :

$$t_B = -18^\circ\text{C}, \varphi=95\%,$$

З h-d – діаграми вологого повітря :  $t_{T.p.} = -20.5^\circ\text{C}$ .

Температура поверхні стінки:

$$\tau_B > t_B - \frac{t_B - t_H}{R_0 \cdot \alpha_B} = -18 - \frac{-18 - (-30)}{\frac{1}{0.37} \cdot 11} = -18.4^\circ\text{C}$$

$\tau_B > t_{T.p.}$  – умова виконана конденсації не буде, товщина ізоляції правильна.

4.6. Перегородка між камерою зберігання охолодженого(0) та замороженого продукту(-18) та коридору з камерой доморозки (0/-30)

Потрібний коефіцієнт теплопередачі  $k_0^{TP}=0.3$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) відповідно табл. 8.4 [2].

Коефіцієнт тепловіддачі приймаю за табл. 8.1 [2].

$$\alpha_3=9 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)} \quad \alpha_B=9 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$$

$$\delta_{i3} = \lambda_{i3} \cdot \left( \frac{1}{k_0} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{1}{\alpha_B} \right) = 0.024 \cdot \left( \frac{1}{0.3} - \frac{1}{9} - \frac{1}{9} \right) = 0.077 \text{ м;}$$

Приймаємо: 0.08 м

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^D = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}} + \frac{1}{\alpha_B}} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{0.08}{0.024} + \frac{1}{9}} = 0.281 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}};$$

Перевіряємо на виділення вологи на стіні, так як різниця температур більше 10°C.

параметри повітря в :

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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

$$t_B=0^{\circ}\text{C}, \varphi=78\%,$$

3 h-d – діаграми вологого повітря :  $t_{т.р.} = -2^{\circ}\text{C}$ .

Температура поверхні стінки:

$$\tau_{\epsilon} > t_{\epsilon} - \frac{t_{\epsilon} - t_H}{R_0 \cdot \alpha_{\epsilon}} = 0 - \frac{0 - (-18)}{\frac{1}{0.281} \cdot 9} = -0.56^{\circ}\text{C}$$

$\tau_B > t_{т.р.}$  – умова виконана конденсації не буде, товщина ізоляції правильна.

Потрібний коефіцієнт теплопередачі  $k_0^{TP}=0.26 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  відповідно табл. 8.4 [2].

Коефіцієнт тепловіддачі приймаю за табл. 8.1 [2].

$$\alpha_3=11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad \alpha_B=9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$\delta_{i3} = \lambda_{i3} \cdot \left( \frac{1}{k_0} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{1}{\alpha_B} \right) = 0.024 \cdot \left( \frac{1}{0.26} - \frac{1}{11} - \frac{1}{9} \right) = 0.087 \text{ м};$$

Приймаємо: 0.1 м

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^D = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}} + \frac{1}{\alpha_B}} = \frac{1}{\frac{1}{11} + \frac{0.1}{0.024} + \frac{1}{9}} = 0.228 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}};$$

Перевіряємо на виділення вологи на стіні, так як різниця температур більше  $10^{\circ}\text{C}$ .

параметри повітря в :

$$t_B=0^{\circ}\text{C}, \varphi=78\%,$$

3 h-d – діаграми вологого повітря :  $t_{т.р.} = -2^{\circ}\text{C}$ .

Температура поверхні стінки:

$$\tau_{\epsilon} > t_{\epsilon} - \frac{t_{\epsilon} - t_H}{R_0 \cdot \alpha_{\epsilon}} = 0 - \frac{0 - (-30)}{\frac{1}{0.228} \cdot 9} = -0.76^{\circ}\text{C}$$

$\tau_B > t_{т.р.}$  – умова виконана конденсації не буде, товщина ізоляції правильна.

4.7. Перегородка між камерами зберігання мороженої продукції (-18/-18).

Потрібний коефіцієнт теплопередачі  $k_0^{TP}=0.58 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  відповідно табл.8.4 [2].

Коефіцієнт тепловіддачі приймаю за табл. 8.1 [2].

$$\alpha_3=9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad \alpha_B=9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$\delta_{i3} = \lambda_{i3} \cdot \left( \frac{1}{k_0} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{1}{\alpha_B} \right) = 0.024 \cdot \left( \frac{1}{0.58} - \frac{1}{9} - \frac{1}{9} \right) = 0.036 \text{ м};$$

Приймаємо: 0.04 м

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

$$k_0^A = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}} + \frac{1}{\alpha_B}} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{0.04}{0.024} + \frac{1}{9}} = 0.529 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}};$$

Перевіряємо на виділення вологи на стіні, так як різниця температур більше  $10^\circ\text{C}$ .  
параметри повітря в :

$$t_B = -18^\circ\text{C}, \varphi = 95\%,$$

З h-d – діаграми вологого повітря :  $t_{\text{т.р.}} = -20.5^\circ\text{C}$ .

Температура поверхні стінки:

$$\tau_\epsilon > t_\epsilon - \frac{t_\epsilon - t_H}{R_o \cdot \alpha_\epsilon} = -18 - \frac{-18 - (-18)}{\frac{1}{0.529} \cdot 9} = -18^\circ\text{C}$$

$\tau_B > t_{\text{т.р.}}$  – умова виконана конденсації не буде, товщина ізоляції правильна.

4.8. Перегородка між камерами зберігання охолодженої продукції (0/0).

Потрібний коефіцієнт теплопередачі  $k_0^{\text{TP}} = 0.58 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  відповідно табл. 8.4 [2].

Коефіцієнт тепловіддачі приймаю за табл. 8.1 [2].

$$\alpha_3 = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad \alpha_B = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$\delta_{i3} = \lambda_{i3} \cdot \left( \frac{1}{k_0} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{1}{\alpha_B} \right) = 0.024 \cdot \left( \frac{1}{0.58} - \frac{1}{9} - \frac{1}{9} \right) = 0.036 \text{ м};$$

Приймаємо: 0.04 м

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^A = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}} + \frac{1}{\alpha_B}} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \frac{0.04}{0.024} + \frac{1}{9}} = 0.529 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}};$$

Перевіряємо на виділення вологи на стіні, так як різниця температур більше  $10^\circ\text{C}$ .

параметри повітря в :

$$t_B = 0^\circ\text{C}, \varphi = 95\%,$$

З h-d – діаграми вологого повітря :  $t_{\text{т.р.}} = -0.5^\circ\text{C}$ .

Температура поверхні стінки:

$$\tau_\epsilon > t_\epsilon - \frac{t_\epsilon - t_H}{R_o \cdot \alpha_\epsilon} = 0 - \frac{0 - (0)}{\frac{1}{0.529} \cdot 9} = 0^\circ\text{C}$$

$\tau_B > t_{\text{т.р.}}$  – умова виконана конденсації не буде, товщина ізоляції правильна.

4.9. Підлога.

Підлога в камерах зберігання мороженої продукції та камерах доморозки .

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |



#### 4.11. Стеля камер зберігання замороженої продукції.

Будова стелі однакова для всіх камер. Але товщина «сендвіча» різна.

Потрібний коефіцієнт теплопередачі для крівлі з горищем на 10% більше від

$k_0^{TP} = 0.25 \cdot 1.1 = 0.275 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  відповідно табл. 8.2 [2]. Коефіцієнти тепловіддачі:

$$\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad \alpha_B = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$\delta_{i3} = \lambda_{i3} \cdot \left( \frac{1}{k_0} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{1}{\alpha_B} \right) = 0.024 \cdot \left( \frac{1}{0.275} - \frac{1}{23} - \frac{1}{9} \right) = 0.84 \text{ м};$$

Приймаємо: 0.1 м

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^D = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}} + \frac{1}{\alpha_B}} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{0.1}{0.024} + \frac{1}{9}} = 0.231 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}};$$

#### 4.12. Стеля камер зберігання охолодженої продукції.

Потрібні коефіцієнти  $k_0^{TP} = 0.4 \cdot 1.1 = 0.44 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$   $\alpha_3 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$   $\alpha_B = 9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

$$\delta_{i3} = \lambda_{i3} \cdot \left( \frac{1}{k_0} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{1}{\alpha_B} \right) = 0.024 \cdot \left( \frac{1}{0.44} - \frac{1}{23} - \frac{1}{9} \right) = 0.051 \text{ м}$$

Приймаємо: 0.06 м

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^D = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}} + \frac{1}{\alpha_B}} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{0.06}{0.024} + \frac{1}{9}} = 0.377 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}};$$

#### 4.13. Стеля камер доморозки.

Потрібний коефіцієнт теплопередачі  $k_0^{TP} = 0.2 \cdot 1.1 = 0.22 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

$$\alpha_H = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad \alpha_B = 11 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$\delta_{i3} = \lambda_{i3} \cdot \left( \frac{1}{k_0} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{1}{\alpha_B} \right) = 0.024 \cdot \left( \frac{1}{0.22} - \frac{1}{23} - \frac{1}{11} \right) = 0.106 \text{ м};$$

Приймаємо: 120 мм

Визначаємо дійсне значення коефіцієнта теплопередачі.

$$k_0^D = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}} + \frac{1}{\alpha_B}} = \frac{1}{\frac{1}{23} + \frac{0.12}{0.024} + \frac{1}{11}} = 0.195 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}};$$

Всі розрахунки заносяться до таблиці 4.1 Розрахунок ізоляції.

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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

Таблиця 4.1 Розрахунок ізоляції

| Огородження               | $t_{п},$<br>°C    | $\alpha_{н},$<br>$\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ | $\alpha_{в},$<br>$\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ | $\lambda_{із},$<br>$\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ | Товщина теплоізоляції, мм |                    | Коеф.теплопер., $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ |         |
|---------------------------|-------------------|---|---|---|---------------------------|--------------------|--|---------|
|                           |                   |   |   |   | $\delta_{потр.}$          | $\delta_{дійсне.}$ | $k_0^{тр}$                               | $k_0^д$ |
| 1                         | 2                 | 3   | 4   | 5   | 6                         | 7                  | 8  | 9       |
| Зов.стіна дом.продукту    | -30               | 23  | 11  | 0.024                                       | 117                       | 120                | 0.2                                      | 0.195   |
| Зов.стіна за мор.продукту | -18               | 23  | 9   | 0.024                                       | 92                        | 100                | 0.25                                     | 0.231   |
| Зов.стіна охл.продукту    | 0                 | 23  | 9   | 0.024                                       | 56                        | 60                 | 0.4                                      | 0.38    |
| Внут.стіна охл.продукту   | 0                 | 23  | 9   | 0.024                                       | 45                        | 60                 | 0.49                                     | 0.365   |
| Перегородка               | $\frac{-30}{-18}$ | 9   | 11  | 0.024                                       | 45                        | 60                 | 0.48                                     | 0.37    |
| Перегородка               | $\frac{0}{-18}$   | 9   | 9   | 0.024                                       | 77                        | 80                 | 0.3                                      | 0.281   |
| Перегородка               | $\frac{0}{-30}$   | 11  | 9   | 0.024                                       | 87                        | 100                | 0.26                                     | 0.228   |
| Перегородка               | $\frac{-18}{-18}$ | 9   | 9   | 0.024                                       | 36                        | 40                 | 0.58                                     | 0.529   |
| Перегородка               | $\frac{0}{0}$     | 9   | 9   | 0.024                                       | 36                        | 40                 | 0.58                                     | 0.529   |
| Підлога                   | -30               |   | 7   | 0.05  | 110                       | 150                | 0.21                                     | 0.18    |
| Підлога                   | -18               |   | 7   |   | 44                        | 50                 | 0.29                                     | 0.28    |
| Стеля камер доморозки     | -30               | 23  | 11  | 0.024                                       | 106                       | 120                | 0.22                                     | 0.195   |
| Стеля камер збер.мор.прод | -18               | 23  | 9   | 0.024                                       | 84                        | 100                | 0.275                                    | 0.231   |
| Стеля камер збер.охл.прод | 0                 | 23  | 9   | 0.024                                       | 51                        | 60                 | 0.44                                     | 0.377   |

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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

Лист

## 5. Тепловий розрахунок

5.1 Навантаження на камерне обладнання визначається як сума всіх теплонадходжень в дану камеру за формулою 9.1 [2] :

$$\sum Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = Q_{обл}, \text{ Вт}; \quad (5.1)$$

5.2 Теплонадходження через огорожуючі конструкції  $Q_1$  визначається за формулою 9.2 [2] :

$$Q_1 = Q_{1т} + Q_{1с}, \text{ Вт}; \quad (5.2)$$

де  $Q_{1т}$  – теплонадходження через стіни, перегородки, покриття та підлогу, Вт;

$Q_{1с}$  – теплонадходження від сонячної радіації, Вт;

5.2.1 Теплонадходження через стіни, перегородки, покриття, підлогу визначається за формулою 9.3 [2] :

$$Q_{1т} = k_0^д \cdot F \cdot (t_з - t_в), \text{ Вт}; \quad (5.3)$$

де  $k_0^д$  – дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження,  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$  приймається з таблиці

4.1 розділу 4;

$F$  - розрахункова площа поверхні огороження,  $\text{м}^2$  ;

$t_з$  і  $t_в$  – розрахункові температури зовнішнього повітря і повітря в камері,  $^{\circ}\text{C}$ ;

5.2.2 теплонадходження від сонячної радіації визначається за формулою 9.7 [2] :

$$Q_{1с} = k_0^д \cdot F \cdot \Delta t_c, \text{ Вт}; \quad (5.4)$$

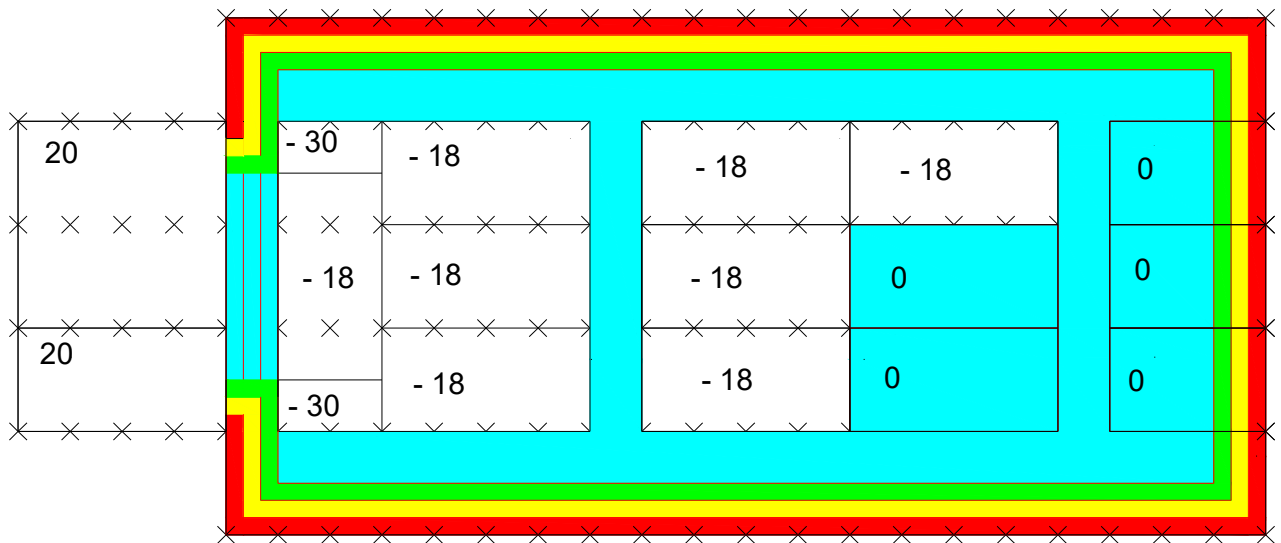
де  $\Delta t_c$  – надлишкова різниця температур, яка характеризує дію сонячної радіації в літній час  $^{\circ}\text{C}$ , приймається по таблиці 9.1 [2].

Для камер з температурою  $0^{\circ}\text{C}$  дійсний коефіцієнт теплопередачі приймається :

1 зона  $k_0^д = 0.47 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$  , 2 зона  $k_0^д = 0.23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$  , 3 зона  $k_0^д = 0.47 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$  ,

4 зона  $k_0^д = 0.07 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$  .

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
|      |      |          |        |      |                       |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |



### Розрахунок камери доморозки

#### Розрахунок $Q_1$

Північна сторона зовнішньої стінки :

$$Q_{1T} = 0.195 \cdot 60 \cdot (31 - (-30)) = 714 \text{ Вт};$$

$$Q_{1C} = 0.195 \cdot 60 \cdot 0 = 0 \text{ Вт};$$

$$Q_1 = 714 + 0 = 714 \text{ Вт};$$

Північна сторона перегородки:

$$Q_{1T} = 0.195 \cdot 48 \cdot (0 - (-30)) = 281 \text{ Вт};$$

$$Q_{1C} = 0.195 \cdot 48 \cdot 0 = 0 \text{ Вт};$$

$$Q_1 = 281 + 0 = 281 \text{ Вт};$$

Східна сторона перегородка :

$$Q_{1T} = 0.37 \cdot 54 \cdot (-18 - (-30)) = 240 \text{ Вт};$$

$$Q_{1C} = 0.37 \cdot 54 \cdot 0 = 0 \text{ Вт};$$

$$Q_1 = 240 + 0 = 240 \text{ Вт};$$

Південна сторона перегородка :

$$Q_{1T} = 0.37 \cdot 108 \cdot (-18 - (-30)) = 480 \text{ Вт};$$

$$Q_{1C} = 0.37 \cdot 108 \cdot 0 = 0 \text{ Вт};$$

$$Q_1 = 480 + 0 = 480 \text{ Вт};$$

|      |      |          |        |      |                              |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>00.БКР.142.008.017.ПЗ</i> | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                              |      |



Продовження таблиці 5.1

| 1   | 2        | 3     | 4  | 5  | 6 | 7   | 8   | 9   | 10  | 11   | 12   | 13   | 14   |
|---|----------|-------|----|----|---|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| 2 Камера<br>доморозки<br>загальна                       | П-Пн     | 0.37  | 12 |    | 9 | 108 | -18 | -30 | 12  | 0    | 480  | 0    | 480  |
|   | П-Сх     | 0.37  | 6  |    | 9 | 54  | -18 |     | 12  | 0    | 240  | 0    | 240  |
|   | ЗС-Пд    | 0.195 | 12 |    | 5 | 60  | 31  |     | 61  | 4.9  | 714  | 57   | 771  |
|   | П-Пд     | 0.195 | 12 |    | 4 | 48  | 0   |     | 30  | 0    | 281  | 0    | 281  |
|   | П-Зх     | 0.228 | 6  |    | 9 | 54  | 0   |     | 30  | 0    | 369  | 0    | 369  |
|   | Покриття | 0.195 | 12 | 6  |   | 72  | 31  |     | 61  | 14.9 | 856  | 209  | 1066 |
|   | Підлога  | 0.18  | 12 | 6  |   | 72  | 1   |     | 31  | 0    | 402  | 0    | 402  |
|   | Всього   |       |    |    |   |     |     |     |     |      |      |      | 3608 |
| 1 Камера<br>зберігання<br>замороже-<br>ної свини-<br>ни | ЗС-Пн    | 0.231 | 24 |    | 5 | 120 | 31  | -18 | 49  | 0    | 804  | 0    | 804  |
|   | П-Пн     | 0.231 | 24 |    | 4 | 96  | 0   |     | 18  | 0    | 399  | 0    | 399  |
|   | П-Сх     | 0.281 | 12 |    | 9 | 108 | 0   |     | 18  | 0    | 544  | 0    | 544  |
|   | П-Пд     | 0.529 | 24 |    | 9 | 216 | -18 |     | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | П-Зх     | 0.529 | 6  |    | 9 | 54  | -18 |     | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | П-Зх     | 0.37  | 6  |    | 9 | 54  | -30 |     | -12 | 0    | -240 | 0    | 0    |
|   | Покриття | 0.231 | 24 | 12 |   | 288 | 31  |     | 49  | 14.9 | 3260 | 991  | 4251 |
|   | Підлога  | 0.28  | 24 | 12 |   | 288 | 1   |     | 19  | 0    | 1532 | 0    | 1532 |
| Всього  |          |       |    |    |   |     |     |     |     |      |      | 7530 |      |
| 2 Камера<br>зберігання<br>замороже-<br>ної свини-<br>ни | П-Пн     | 0.37  | 12 |    | 9 | 108 | -30 | -18 | -12 | 0    | -480 | 0    | 0    |
|   | П-Сх     | 0.529 | 24 |    | 9 | 216 | -18 |     | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | П-Пд     | 0.37  | 12 |    | 9 | 108 | -30 |     | -12 | 0    | -480 | 0    | 0    |
|   | П-Зх     | 0.281 | 24 |    | 9 | 216 | 0   |     | 18  | 0    | 1089 | 0    | 1089 |
|   | Покриття | 0.231 | 24 | 12 |   | 288 | 31  |     | 49  | 14.9 | 3260 | 991  | 4251 |
|   | Підлога  | 0.28  | 24 | 12 |   | 288 | 1   |     | 19  | 0    | 1532 | 0    | 1532 |
| Всього  |          |       |    |    |   |     |     |     |     |      |      | 6872 |      |
| 3 Камера<br>зберігання<br>замороже-<br>ної свини-<br>ни | П-Пн     | 0.281 | 24 |    | 9 | 216 | -18 | -18 | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | П-Сх     | 0.281 | 12 |    | 9 | 108 | 0   |     | 18  | 0    | 544  | 0    | 544  |
|   | П-Пд     | 0.529 | 24 |    | 9 | 216 | -18 |     | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | П-Зх     | 0.529 | 12 |    | 9 | 108 | -18 |     | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | Покриття | 0.231 | 24 | 12 |   | 288 | 31  |     | 49  | 14.9 | 3260 | 991  | 4251 |
|   | Підлога  | 0.28  | 24 | 12 |   | 288 | 1   |     | 19  | 0    |      | 1532 | 1532 |
| Всього  |          |       |    |    |   |     |     |     |     |      |      | 6327 |      |

Продовження таблиці 5.1

| 1   | 2        | 3      | 4  | 5  | 6 | 7   | 8   | 9   | 10  | 11   | 12   | 13   | 14   |
|---|----------|--------|----|----|---|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| 4 Камера зберігання замороженої свинини   | П-Пн     | 0.529  | 24 |    | 9 | 216 | -18 | -18 | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | П-Сх     | 0.281  | 12 |    | 9 | 108 | 0   |     | 18  | 0    | 544  | 0    | 544  |
|   | ЗС-Пд    | 0.231  | 24 |    | 5 | 120 | 31  |     | 49  | 4.9  | 1358 | 136  | 1494 |
|   | П-Пд     | 0.231  | 24 |    | 4 | 96  | 0   |     | 18  | 0    | 399  | 0    | 399  |
|   | П-Зх     | 0.37   | 6  |    | 9 | 54  | -30 |     | -12 | 0    | -240 | 0    | 0    |
|   | П-Зх     | 0.529  | 6  |    | 9 | 54  | -18 |     | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | Покриття | 0.231  | 24 | 12 |   | 288 | 31  |     | 49  | 14.9 | 3260 | 991  | 4251 |
|   | Підлога  | 0.28   | 24 | 12 |   | 288 | 1   |     | 19  | 0    | 1532 | 0    | 1532 |
|   | Всього   |        |    |    |   |     |     |     |     |      |      | 8220 |      |
| 1 Камера зберігання замороженої яловичини | ЗС-Пн    | 0.231  | 24 |    | 5 | 120 | 31  | -18 | 49  | 0    | 283  | 0    | 283  |
|   | П-Пн     | 0.231  | 24 |    | 4 | 96  | 0   |     | 18  | 0    | 399  | 0    | 399  |
|   | П-Сх     | 0.529  | 12 |    | 9 | 108 | -18 |     | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | П-Пд     | 0.529  | 24 |    | 9 | 216 | -18 |     | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | П-Зх     | 0.281  | 12 |    | 9 | 108 | 0   |     | 18  | 0    | 544  | 0    | 544  |
|   | Покриття | 0.231  | 24 | 12 |   | 288 | 31  |     | 49  | 14.9 | 3260 | 991  | 4251 |
|   | Підлога  | 0.28   | 24 | 12 |   | 288 | 1   |     | 19  | 0    | 1532 | 0    | 1532 |
|   | Всього   |        |    |    |   |     |     |     |     |      |      | 7009 |      |
| 2 Камера зберігання замороженої яловичини | ЗС-Пн    | 0.231  | 24 |    | 5 | 120 | 31  | -18 | 49  | 0    | 1358 | 0    | 1358 |
|   | П-Пн     | 0.231  | 24 |    | 4 | 96  | 0   |     | 18  | 0    | 399  | 0    | 399  |
|   | П-Сх     | 0.281  | 12 |    | 9 | 108 | 0   |     | 18  | 0    | 544  | 0    | 544  |
|   | П-Пд     | 0.281  | 24 |    | 9 | 216 | 0   |     | 18  | 0    | 1093 | 0    | 1093 |
|   | П-Зх     | 0.529  | 12 |    | 9 | 108 | -18 |     | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | Покриття | 0.231  | 24 | 12 |   | 288 | 31  |     | 49  | 14.9 | 3260 | 991  | 4251 |
|   | Підлога  | 0.28   | 24 | 12 |   | 288 | 1   |     | 19  | 0    | 1532 | 0    | 1532 |
|   | Всього   |        |    |    |   |     |     |     |     |      |      | 9177 |      |
| 3 Камера зберігання замороженої яловичини | П-Пн     | 0.529  | 24 |    | 9 | 216 | -18 | -18 | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | П-Сх     | 0.281  | 12 |    | 9 | 108 | 0   |     | 18  | 0    | 546  | 0    | 546  |
|   | П-Пд     | 0.529  | 24 |    | 9 | 216 | -18 |     | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | П-Зх     | 0.281  | 12 |    | 9 | 108 | 0   |     | 18  | 0    | 544  | 0    | 544  |
|   | Покриття | 0.231  | 24 | 12 |   | 288 | 31  |     | 49  | 14.9 | 3260 | 991  | 4251 |
|   | Підлога  | 0.28   | 24 | 12 |   | 288 | 1   |     | 19  | 0    | 1532 | 0    | 1532 |
|   |          | Всього |    |    |   |     |     |     |     |      |      |      | 6873 |

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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

Лист

Продовження таблиці 5.1

| 1   | 2           | 3     | 4  | 5  | 6 | 7   | 8   | 9   | 10  | 11   | 12    | 13   | 14   |
|---|-------------|-------|----|----|---|-----|-----|-----|-----|------|-------|------|------|
| 4 Камера зберігання замороженої яловичини | П-Пн        | 0.529 | 24 |    | 9 | 216 | -18 | -18 | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | П-Сх        | 0.281 | 12 |    | 9 | 108 | 0   |     | 18  | 0    | 546   | 0    | 546  |
|   | ЗС-Пд       | 0.231 | 24 |    | 5 | 120 | 31  |     | 49  | 4.9  | 1358  | 136  | 1494 |
|   | П-Пд        | 0.231 | 24 |    | 4 | 96  | 0   |     | 18  | 0    | 399   | 0    | 399  |
|   | П-Зх        | 0.281 | 12 |    | 9 | 108 | 0   |     | 18  | 0    | 544   | 0    | 544  |
|   | Покриття    | 0.231 | 24 | 12 |   | 288 | 31  |     | 49  | 14.9 | 3260  | 991  | 4251 |
|   | Підлога     | 0.28  | 24 | 12 |   | 288 | 1   |     | 19  | 0    | 1532  | 0    | 1532 |
| Всього                                    |             |       |    |    |   |     |     |     |     |      |       |      | 8766 |
| 1 Камера зберігання охолодженої ковбаси   | П-Пн        | 0.281 | 24 |    | 9 | 216 | -18 | 0   | -18 | 0    | -1093 | 0    | 0    |
|   | П-Сх        | 0.529 | 12 |    | 9 | 108 | 0   |     | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | П-Пд        | 0.529 | 24 |    | 9 | 216 | 0   |     | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | П-Зх        | 0.281 | 12 |    | 9 | 108 | -18 |     | -18 | 0    | -546  | 0    | 0    |
|   | Покриття    | 0.377 | 24 | 12 |   | 288 | 31  |     | 31  | 14.9 | 3366  | 1618 | 1618 |
|   | Підлога 4з. | 0.07  | 24 | 12 |   | 288 | 31  |     | 31  | 0    | 625   | 0    | 625  |
| Всього                                    |             |       |    |    |   |     |     |     |     |      |       |      | 2243 |
| 2 Камера зберігання охолодженої ковбаси   | П-Пн        | 0.529 | 24 |    | 9 | 216 | 0   | 0   | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | П-Сх        | 0.529 | 12 |    | 9 | 108 | 0   |     | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | ЗС-Пд       | 0.38  | 24 |    | 5 | 120 | 31  |     | 31  | 4.9  | 1414  | 223  | 1637 |
|   | П-Пд        | 0.38  | 24 |    | 4 | 96  | 0   |     | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | П-Зх        | 0.281 | 12 |    | 9 | 108 | -18 |     | -18 | 0    | -546  | 0    | 0    |
|   | Покриття    | 0.377 | 24 | 12 |   | 288 | 31  |     | 31  | 14.9 | 3366  | 1618 | 4984 |
|   | Підлога 4з. | 0.07  | 24 | 12 |   | 288 | 31  |     | 31  | 0    | 625   | 0    | 625  |
| Всього                                    |             |       |    |    |   |     |     |     |     |      |       |      | 7246 |
| 3 Камера зберігання охолодженої ковбаси   | ЗС-Пн       | 0.38  | 18 |    | 5 | 90  | 31  | 0   | 31  | 0    | 1060  | 0    | 1060 |
|   | П-Пн        | 0.38  | 18 |    | 4 | 72  | 0   |     | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | ЗС-Сх       | 0.38  | 12 |    | 9 | 108 | 31  |     | 31  | 6    | 1272  | 246  | 1518 |
|   | П-Пд        | 0.529 | 18 |    | 9 | 162 | 0   |     | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | П-Зх        | 0.529 | 12 |    | 9 | 108 | 0   |     | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | Покриття    | 0.377 | 18 | 12 |   | 216 | 31  |     | 31  | 14.9 | 2524  | 1213 | 3737 |
|   | Підлога 1з. | 0.47  | 12 | 2  |   | 24  | 31  |     | 31  | 0    | 350   | 0    | 350  |
|   | Підлога 2з. | 0.23  | 12 | 2  |   | 24  | 31  |     | 31  | 0    | 171   | 0    | 171  |
|   | Підлога 3з. | 0.12  | 12 | 2  |   | 24  | 31  |     | 31  | 0    | 89    | 0    | 89   |
|   | Підлога 4з. | 0.07  | 12 | 12 |   | 144 | 31  |     | 31  | 0    | 313   | 0    | 313  |
| Всього                                    |             |       |    |    |   |     |     |     |     |      |       |      | 7238 |

Продовження таблиці 5.1

00.БКР.142.008.017.ПЗ

Лист

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

| 1   | 2           | 3     | 4  | 5  | 6   | 7   | 8   | 9 | 10  | 11   | 12    | 13   | 14   |
|---|-------------|-------|----|----|-----|-----|-----|---|-----|------|-------|------|------|
| 1 Камера зберігання охолоджених консерв                   | П-Пн        | 0.529 | 18 |    | 9   | 162 | 0   | 0 | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | ЗС-Сх       | 0.38  | 12 |    | 9   | 108 | 31  |   | 31  | 6    | 1272  | 246  | 1518 |
|   | П-Пд        | 0.529 | 18 |    | 9   | 162 | 0   |   | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | П-Зх        | 0.529 | 12 |    | 9   | 108 | 0   |   | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | Покриття    | 0.377 | 18 | 12 |     | 216 | 31  |   | 31  | 14.9 | 2524  | 1213 | 3738 |
|   | Підлога 1з. | 0.47  | 12 | 2  |     | 24  | 31  |   | 31  | 0    | 350   | 0    | 350  |
|   | Підлога 2з. | 0.23  | 12 | 2  |     | 24  | 31  |   | 31  | 0    | 171   | 0    | 171  |
|   | Підлога 3з. | 0.12  | 12 | 2  |     | 24  | 31  |   | 31  | 0    | 89    | 0    | 89   |
|   | Підлога 4з. | 0.07  | 12 | 12 |     | 144 | 31  |   | 31  | 0    | 313   | 0    | 313  |
| Всього  |             |       |    |    |     |     |     |   |     |      |       | 6179 |      |
| 2 Камера зберігання охолоджених консерв                   | П-Пн        | 0.529 | 18 |    | 9   | 162 | 0   | 0 | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | ЗС-Сх       | 0.38  | 12 |    | 9   | 108 | 31  |   | 31  | 6    | 1272  | 246  | 1518 |
|   | ЗС-Пд       | 0.38  | 18 |    | 5   | 90  | 31  |   | 31  | 4.9  | 1060  | 168  | 1228 |
|   | П-Пд        | 0.38  | 18 |    | 4   | 72  | 0   |   | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | П-Зх        | 0.529 | 12 |    | 9   | 108 | 0   |   | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | Покриття    | 0.377 | 18 | 12 |     | 216 | 31  |   | 31  | 14.9 | 2524  | 1213 | 3737 |
|   | Підлога 1з. | 0.47  | 12 | 2  |     | 24  | 31  |   | 31  | 0    | 350   | 0    | 350  |
|   | Підлога 2з. | 0.23  | 12 | 2  |     | 24  | 31  |   | 31  | 0    | 171   | 0    | 171  |
|   | Підлога 3з. | 0.12  | 12 | 2  |     | 24  | 31  |   | 31  | 0    | 89    | 0    | 89   |
| Підлога 4з.   | 0.07        | 12    | 12 |    | 144 | 31  | 31  | 0 | 313 | 0    | 313   |      |      |
| Всього  |             |       |    |    |     |     |     |   |     |      |       | 7406 |      |
| 1 Прохід між камерами та службовим, машинним відділеннями | Прох.-Пн    |       | 6  |    | 4   | 24  | 0   | 0 | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | ЗС-Пн       | 0.38  | 6  |    | 5   | 30  | 31  |   | 31  | 0    | 353   | 0    | 353  |
|   | П-Сх        | 0.228 | 6  |    | 9   | 54  | -30 |   | -30 | 0    | -369  | 0    | 0    |
|   | П-Сх        | 0.281 | 24 |    | 9   | 216 | -18 |   | -18 | 0    | -1089 | 0    | 0    |
|   | П-Сх        | 0.228 | 6  |    | 9   | 54  | -30 |   | -30 | 0    | -369  | 0    | 0    |
|   | Прох.-Пд    |       | 6  |    | 4   | 24  | 0   |   | 0   | 0    | 0     | 0    | 0    |
|   | ЗС-Пд       | 0.38  | 6  |    | 5   | 30  | 31  |   | 31  | 4.9  | 353   | 56   | 409  |
|   | ВС-Зх       | 0.365 | 12 |    | 9   | 108 | 20  |   | 20  | 0    | 821   | 0    | 821  |
|   | ВС-Зх       | 0.365 | 24 |    | 9   | 216 | 20  |   | 20  | 0    | 1642  | 0    | 1642 |
|   | Покриття    | 0.377 | 36 | 6  |     | 216 | 31  |   | 31  | 14.9 | 2524  | 1213 | 3737 |
|   | Підлога 4з. | 0.07  | 24 | 6  |     | 144 | 31  |   | 31  | 0    | 312   | 0    | 312  |
| Всього  |             |       |    |    |     |     |     |   |     |      |       | 7431 |      |

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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

Лист

Продовження таблиці 5.1

| 1   | 2           | 3     | 4  | 5 | 6 | 7   | 8   | 9 | 10  | 11   | 12   | 13   | 14   |
|---|-------------|-------|----|---|---|-----|-----|---|-----|------|------|------|------|
| 2 Прохід між камерами зберігання морозних вантажів                | Прох.-Пн    |       | 6  |   | 4 | 24  | 0   | 0 | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | ЗС-Пн       | 0.38  | 6  |   | 5 | 30  | 31  |   | 31  | 0    | 353  | 0    | 353  |
|   | П-Сх        | 0.281 | 12 |   | 9 | 108 | -18 |   | -18 | 0    | -544 | 0    | 0    |
|   | П-Сх        | 0.281 | 12 |   | 9 | 108 | -18 |   | -18 | 0    | -544 | 0    | 0    |
|   | П-Сх        | 0.281 | 12 |   | 9 | 108 | -18 |   | -18 | 0    | -544 | 0    | 0    |
|   | Прох.-Пд    |       | 6  |   | 4 | 24  | 0   |   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | ЗС-Пд       | 0.38  | 6  |   | 5 | 30  | 31  |   | 31  | 4.9  | 353  | 56   | 409  |
|   | П-Зх        | 0.281 | 12 |   | 9 | 108 | -18 |   | -18 | 0    | -544 | 0    | 0    |
|   | П-Зх        | 0.281 | 12 |   | 9 | 108 | -18 |   | -18 | 0    | -544 | 0    | 0    |
|   | П-Зх        | 0.281 | 12 |   | 9 | 108 | -18 |   | -18 | 0    | -544 | 0    | 0    |
|   | Покриття    | 0.377 | 36 | 6 |   | 216 | 31  |   | 31  | 14.9 | 2524 | 1213 | 3737 |
|   | Підлога 4з. | 0.07  | 36 | 6 |   | 216 | 31  |   | 31  | 0    | 469  | 0    | 469  |
|   | Всього      |       |    |   |   |     |     |   |     |      |      |      | 4499 |
| 3 Прохід між камерами зберігання морозних та охолоджених вантажів | Прох.-Пн    |       | 6  |   | 4 | 24  | 0   | 0 | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | ЗС-Пн       | 0.38  | 6  |   | 5 | 30  | 31  |   | 31  | 0    | 353  | 0    | 353  |
|   | П-Сх        | 0.529 | 12 |   | 9 | 108 | 0   |   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | П-Сх        | 0.529 | 12 |   | 9 | 108 | 0   |   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | П-Сх        | 0.529 | 12 |   | 9 | 108 | 0   |   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | Прох.-Пд    |       | 6  |   | 4 | 24  | 0   |   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | ЗС-Пд       | 0.38  | 6  |   | 5 | 30  | 31  |   | 31  | 4.9  | 353  | 56   | 409  |
|   | П-Зх        | 0.529 | 12 |   | 9 | 108 | 0   |   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | П-Зх        | 0.529 | 12 |   | 9 | 108 | 0   |   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    |
|   | П-Зх        | 0.281 | 12 |   | 9 | 108 | -18 |   | -18 | 0    | -544 | 0    | 0    |
|   | Покриття    | 0.377 | 36 | 6 |   | 216 | 31  |   | 31  | 14.9 | 2524 | 1213 | 3737 |
|   | Підлога 4з. | 0.07  | 36 | 6 |   | 216 | 31  |   | 31  | 0    | 469  | 0    | 469  |
|   | Всього      |       |    |   |   |     |     |   |     |      |      |      | 4499 |

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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

Лист

Продовження таблиці 5.1

| 1                                  | 2          | 3      | 4   | 5  | 6 | 7    | 8   | 9 | 10  | 11   | 12    | 13   | 14    |
|------------------------------------|------------|--------|-----|----|---|------|-----|---|-----|------|-------|------|-------|
| дебаркаде<br>р Північна<br>сторона | ЗС-Пн      | 0.38   | 120 |    | 4 | 480  | 31  | 0 | 31  | 0    | 5654  | 0    | 5654  |
|                                    | ЗС-Сх      | 0.38   | 12  |    | 4 | 48   | 31  |   | 31  | 6    | 565   | 109  | 674   |
|                                    | П-Пд       | 0.529  | 18  |    | 4 | 72   | 0   |   | 0   | 0    | 0     | 0    | 0     |
|                                    | Прох.-Пд   |        | 6   |    | 4 | 24   | 0   |   | 0   | 0    | 0     | 0    | 0     |
|                                    | П-Пд       | 0.281  | 24  |    | 4 | 96   | -18 |   | -18 | 0    | -486  | 0    | 0     |
|                                    | П-Пд       | 0.281  | 24  |    | 4 | 96   | -18 |   | -18 | 0    | -486  | 0    | 0     |
|                                    | Прох.-Пд   |        | 6   |    | 4 | 24   | 0   |   | 0   | 0    | 0     | 0    | 0     |
|                                    | П-Пд       | 0.281  | 24  |    | 4 | 96   | -18 |   | -18 | 0    | -486  | 0    | 0     |
|                                    | П-Пд       | 0.228  | 12  |    | 4 | 48   | -30 |   | -30 | 0    | -328  | 0    | 0     |
|                                    | Прох.-Пд   |        | 6   |    | 4 | 24   | 0   |   | 0   | 0    | 0     | 0    | 0     |
|                                    | ЗС-Зх      | 0.38   | 12  |    | 4 | 48   | 31  |   | 31  | 7.2  | 565   | 131  | 696   |
|                                    | Покриття   | 0.377  | 120 | 12 |   | 1440 | 31  |   | 31  | 14.9 | 16289 | 8089 | 24378 |
|                                    | Підлога 1з | 0.47   | 146 | 2  |   | 292  | 31  |   | 31  | 0    | 4255  | 0    | 4255  |
|                                    | Підлога 2з | 0.23   | 138 | 2  |   | 276  | 31  |   | 31  | 0    | 1882  | 0    | 1882  |
|                                    | Підлога 3з | 0.12   | 134 | 2  |   | 268  | 31  |   | 31  | 0    | 923   | 0    | 923   |
|                                    | Підлога 4з | 0.07   | 108 | 6  |   | 648  | 31  |   | 31  | 0    | 1406  | 0    | 1406  |
|                                    |            | Всього |     |    |   |      |     |   |     |      |       |      | 39809 |
| дебаркаде<br>р Південна<br>сторона | Прох.-Пн   |        | 6   |    | 4 | 24   | 0   | 0 | 0   | 0    | 0     | 0    | 0     |
|                                    | П-Пн       | 0.228  | 12  |    | 4 | 48   | -30 |   | -30 | 0    | -328  | 0    | 0     |
|                                    | П-Пн       | 0.281  | 24  |    | 4 | 96   | -18 |   | -18 | 0    | -486  | 0    | 0     |
|                                    | Прох.-Пн   |        | 6   |    | 4 | 24   | 0   |   | 0   | 0    | 0     | 0    | 0     |
|                                    | П-Пн       | 0.281  | 24  |    | 4 | 96   | -18 |   | -18 | 0    | -486  | 0    | 0     |
|                                    | П-Пн       | 0.529  | 24  |    | 4 | 96   | 0   |   | 0   | 0    | 0     | 0    | 0     |
|                                    | Прох.-Пн   |        | 6   |    | 4 | 24   | 0   |   | 0   | 0    | 0     | 0    | 0     |
|                                    | П-Пн       | 0.529  | 18  |    | 4 | 72   | 0   |   | 0   | 0    | 0     | 0    | 0     |
|                                    | ЗС-Сх      | 0.38   | 12  |    | 4 | 48   | 31  |   | 31  | 6    | 565   | 109  | 674   |
|                                    | ЗС-Пд      | 0.38   | 120 |    | 4 | 480  | 31  |   | 31  | 4.9  | 5654  | 894  | 6548  |
|                                    | ЗС-Зх      | 0.38   | 12  |    | 4 | 48   | 31  |   | 31  | 7.2  | 565   | 131  | 696   |
|                                    | Покриття   | 0.377  | 120 | 12 |   | 1440 | 31  |   | 31  | 14.9 | 16289 | 8089 | 24378 |
|                                    | Підлога 1з | 0.47   | 146 | 2  |   | 292  | 31  |   | 31  | 0    | 4196  | 0    | 4196  |
|                                    | Підлога 2з | 0.23   | 138 | 2  |   | 276  | 31  |   | 31  | 0    | 1882  | 0    | 1882  |
|                                    | Підлога 3з | 0.12   | 134 | 2  |   | 268  | 31  |   | 31  | 0    | 923   | 0    | 923   |
|                                    | Підлога 4з | 0.07   | 108 | 6  |   | 648  | 31  |   | 31  | 0    | 1406  | 0    | 1406  |
|                                    |            | Всього |     |    |   |      |     |   |     |      |       |      | 40703 |



Таблиця 5.2 Теплонадходження від вантажів при холодильній обробці.

| Назва камери  | $M_{пр}, \frac{т}{доб}$ | $M_{Т}, \frac{т}{доб}$ | $I_{п}, \frac{кДж}{кг}$ | $I_{к}, \frac{кДж}{кг}$ | $\Delta i, \frac{кДж}{кг}$ | $t_{п}, ^\circ C$ | $t_{к}, ^\circ C$ | $\Delta t, ^\circ C$ | $c_{Т}, \frac{кДж}{кг}$ | $Q_{2пр}, кВт$ | $Q_{2Т}, кВт$ | $Q_2, кВт$ |
|---------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|----------------|---------------|------------|
| КД загальна   | 36                      | 7.2                    | 98.8                    | 4.6                     | 94.2                       | -2                | -18               | 16                   | 2.3                     | 39.3           | 3.1           | 42.4       |
| КЗМ свинини   | 180                     | 36                     | 34.8                    | 4.6                     | 30.2                       | -8                | -18               | 10                   | 2.3                     | 62.9           | 9.6           | 72.5       |
| КЗМ Яловичини | 180                     | 36                     | 39.4                    | 4.6                     | 34.8                       | -8                | -18               | 10                   | 2.3                     | 72.5           | 9.6           | 82.1       |
| КЗО ковбаси   | 90                      | 18                     | 236                     | 225                     | 11                         | 4                 | 0                 | 4                    | 2.3                     | 11.5           | 1.9           | 13.4       |
| КЗО консерв   | 90                      | 18                     | 274                     | 261                     | 13                         | 4                 | 0                 | 4                    | 2.3                     | 13.5           | 1.9           | 15.4       |

5.4. Розраховуємо експлуатаційні теплопритоки за формулою 9.18 [2] :

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4, кВт \quad (5.8)$$

де  $q_1$  – теплонадходження від освітлення, кВт;

$q_2$  – теплонадходження від перебування людей в камері, кВт;

$q_3$  – теплонадходження від працюючих електродвигунів ,кВт;

$q_4$  – теплонадходження при відкриванні дверей, кВт;

#### Розрахунок камер доморозки

$$q_1 = A \cdot F \cdot 10^{-3} = 2.3 \cdot 144 \cdot 10^{-3} = 0.33 кВт; \quad (5.9)$$

де:  $A$  – теплота, яка виділяється джерелами освітлення в одиницю часу на  $1 м^2$  площі підлоги, Вт/м<sup>2</sup>; приймається 9.13 [2]

$F$  – Площа камери, м<sup>2</sup>.

$$q_2 = 0.35 \cdot n = 0.35 \cdot 2 = 0.7 кВт; \quad (5.10)$$

де: 0,35 – тепловиділення однієї людини під час виконання важкої фізичної роботи, кВт;

$n$  – кількість людей, які працюють у камері; приймається 9.14 [2]

$$q_3 = N_{\text{ел.д}} \cdot n_k = 5 \cdot 2 = 10 \text{ кВт}; \quad (5.11)$$

де:  $N_{\text{ел.д}}$  – сумарна потужність електродвигунів в 1 камері, кВт; 9.15 [2]

$n_k$  - кількість камер доморозки

$$q_4 = KF \cdot 10^{-3} = 15 \cdot 144 \cdot 10^{-3} = 2.16 \text{ кВт}; \quad (5.12)$$

де:  $K$  – питоме теплонадходження від відкривання дверей, Вт/м<sup>2</sup>; таблиця 9.2 [2]

$F$  – площа камери, м<sup>2</sup>.

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0.33 + 0.7 + 10 + 2.16 = 13.19 \text{ кВт}; \quad (5.13)$$

Всі інші приміщення та камери розраховуються подібним способом, тому далі аналогічно. Данні заносимо у таблицю 5.3

Таблиця 5.3 Експлуатаційні теплопритоки.

| Назва камери  | $F_{\text{буд.д}}$<br>м <sup>2</sup> | $A$ ,<br>$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ | $q_1$ ,<br>кВт | $n$ , | $q_2$ ,<br>кВт | $N_{\text{ел.д}}$ ,<br>кВт | $n_k$ | $q_3$ ,<br>кВт | $K$ ,<br>$\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$ | $q_4$ ,<br>кВт | $Q_4$ ,<br>кВт |
|---------------|--------------------------------------|---|----------------|-------|----------------|----------------------------|-------|----------------|---|----------------|----------------|
| КД загальна   | 144                                  | 2.3                                     | 0.33           | 2     | 0.7            | 5                          | 2     | 10             | 15                                      | 2.16           | 13.19          |
| КЗМ свинини   | 1152                                 | 2.3                                     | 2.65           | 4     | 1.4            | 4                          | 4     | 16             | 8                                       | 9.216          | 29.266         |
| КЗМ Яловичини | 1152                                 | 2.3                                     | 2.65           | 4     | 1.4            | 4                          | 4     | 16             | 8                                       | 9.216          | 29.266         |
| КЗО ковбаси   | 792                                  | 2.3                                     | 1.822          | 3     | 1.05           | 4                          | 3     | 12             |   |                | 14.872         |
| КЗО консерв   | 432                                  | 2.3                                     | 0.994          | 3     | 1.05           | 4                          | 2     | 8              |   |                | 10.044         |
| Експедиція    | 2880                                 | 4.7                                     | 13.536         | 8     | 2.8            | 8                          | 2     | 16             | 20                                      | 57.6           | 89.936         |
| 1 Коридор     | 144                                  | 2.3                                     | 0.33           | 2     | 0.7            | 4                          |       | 4              |   |                | 5.03           |
| 2 Коридор     | 216                                  | 2.3                                     | 0.497          | 2     | 0.7            | 4                          |       | 4              |   |                | 8.497          |
| 3 Коридор     | 216                                  | 2.3                                     | 0.497          | 2     | 0.7            | 4                          |       | 4              |   |                | 8.497          |

5.5 Розрахунки всіх теплонадходжень заносяться в таблицю 5.4

Таблиця 5.4 Таблиця розрахунку теплонадходжень Q.

| Назва камери    | $t_k$ , °C | Q <sub>1</sub> , кВт | Q <sub>2</sub> , кВт | Q <sub>4</sub> , кВт | Σ Q, кВт |
|-----------------|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|
| 1 КЗО ковбаси   | 0          | 2.243                | 4.47                 | 4.957                | 11.67    |
| 2 КЗО ковбаси   | 0          | 7.246                | 4.47                 | 4.957                | 16.67    |
| 3 КЗО ковбаси   | 0          | 7.238                | 4.47                 | 4.957                | 16.67    |
| 1 КЗО консерв   | 0          | 6.179                | 7.7                  | 5.022                | 18.91    |
| 2 КЗО консерв   | 0          | 7.406                | 7.7                  | 5.022                | 20.13    |
| 1 Коридор       | 0          | 7.431                |                      | 5.03                 | 12.46    |
| 2 Коридор       | 0          | 4.499                |                      | 8.497                | 13       |
| 3 Коридор       | 0          | 4.499                |                      | 8.497                | 13       |
| Дебаркадер Пн   | 0          | 39.809               |                      | 44.968               | 84.78    |
| Дебаркадер Пд   | 0          | 40.703               |                      | 44.968               | 85.67    |
| 1 КЗМ свинини   | -18        | 7.530                | 18.125               | 7.3165               | 32.97    |
| 2 КЗМ свинини   | -18        | 6.872                | 18.125               | 7.3165               | 32.31    |
| 3 КЗМ свинини   | -18        | 6.327                | 18.125               | 7.3165               | 31.77    |
| 4 КЗМ свинини   | -18        | 8.220                | 18.125               | 7.3165               | 33.66    |
| 1 КЗМ Яловичини | -18        | 7.009                | 20.525               | 7.3165               | 34.85    |
| 2 КЗМ Яловичини | -18        | 9.177                | 20.525               | 7.3165               | 37.02    |
| 3 КЗМ Яловичини | -18        | 6.873                | 20.525               | 7.3165               | 34.72    |
| 4 КЗМ Яловичини | -18        | 8.766                | 20.525               | 7.3165               | 36.61    |
| 1 КД загальна   | -30        | 3.551                | 21.05                | 6.595                | 31.2     |
| 2 КД загальна   | -30        | 3.608                | 21.05                | 6.595                | 31.3     |

## 6. Вибір та обґрунтування системи та способу охолодження

Після визначення теплового навантаження на компресор та камерне обладнання вибирають систему охолодження, найбільш раціональну для даного об'єкту.

Для холодильника, який я проектую в місті Житомир, застосовую централізовану систему охолодження. Для цієї системи охолодження будує загальне машинне від-ділення для всіх компресорів, компресорних агрегатів та іншого обладнання, яке буде обслуговувати ряд споживачів холоду.

Проектуємо безпосереднє охолодження.

Приймаємо насосно-циркуляційну систему безпосереднього охолодження із нижньою подачею аміаку у прилади охолодження. Схема буде працювати на три температури кипіння : для аміака  $t_0 = t_B - (5-10)^\circ\text{C}$  , де  $t_B$  – температура в камерах;  $-40^\circ\text{C}$  ,  $-25^\circ\text{C}$ ,  $-8^\circ\text{C}$ .

Для камер з  $t = -8^\circ\text{C}$  вибираю одноступеневу схему. Для камер з  $t = -25^\circ\text{C}$  та  $t = -40^\circ\text{C}$  застосовуємо двоступеневу схему.

В якості приладів охолодження вибираю повітроохолоджувачі, так як на відміну від батарей вони не такі металомісткі і в них добре проводити відтаювання.

Для камер доморожування продуктів вибираємо повітроохолоджувачі, які забезпечують інтенсивну циркуляцію повітря в моєму випадку 3 м/с.

Для камер зберігання охолоджених і заморожених вантажів а також для коридорів та закритого дебаркадеру вибираємо повітроохолоджувачі, які забезпечують помірну циркуляцію повітря 0.5 м/с.

Вибираємо тип конденсатора в залежності від призначення установки, умов водопостачання і якості води із врахуванням кліматичних умов  $\phi = 52\%$ , а саме випарні конденсатори, які не потребують системи зворотнього водопостачання (градирню).

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

## 7. Розрахунок та підбір основного обладнання

7.1 Холодопродуктивність компресорів (на кожну температуру кипіння ) визначається за формулою 3.16 [8] :

$$Q_0 = \frac{k \cdot \sum Q_{\text{км}}}{b}, \text{ кВт} \quad (7.1)$$

де:  $\sum Q_{\text{км}}$  – сумарне теплове навантаження на компресори для даної температури кипіння, кВт приймається з таблиці 7.1

$k$  – коефіцієнт який враховує втрати в трубопроводах і апаратах холодильної установки, приймається в залежності від температури кипіння по [8]

$b$  - коефіцієнт робочого часу приймається по [8]

Всі розрахунки зводяться в таблицю 7.2

Розрахунки всіх теплонадходжень заносяться в таблицю 5.4 і визначається навантаження на камерне обладнання і компресори [2] :

$Q_{1\text{км}}$  – 90% від  $Q_{1\text{км обл}}$

$Q_{2\text{км}}$  – для камер доморожування 100% від  $Q_{2\text{км обл}}$

$Q_{2\text{км}}$  – для камер зберігання охолоджених вантажів 50% від  $Q_{2\text{км обл}}$

$Q_{2\text{км}}$  – для камер зберігання морожених вантажів 60% від  $Q_{2\text{км обл}}$

$Q_{4\text{км}}$  - 75% від  $Q_{4\text{км обл}}$

Таблиця 7.1 Розрахунок холодопродуктивності компресорів

| Назва камери          | $t_k, \text{ }^\circ\text{C}$ | $Q_1, \text{ кВт}$    |        | $Q_2, \text{ кВт}$    |      | $Q_4, \text{ кВт}$    |        | $\sum Q, \text{ кВт}$    |                   |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------|-----------------------|------|-----------------------|--------|--------------------------|-------------------|
|                       |                               | $Q_{1\text{км обл.}}$ | КМ     | $Q_{2\text{км обл.}}$ | КМ   | $Q_{4\text{км обл.}}$ | КМ     | $Q_{\text{заг км обл.}}$ | КМ <sub>заг</sub> |
| КЗО ковбаси           | 0                             | 16.727                | 15.054 | 13.41                 | 6.71 | 14.871                | 11.153 | 45.01                    | 32.92             |
| КЗО консерв           | 0                             | 13.585                | 12.227 | 15.4                  | 7.7  | 10.044                | 7.533  | 39.03                    | 27.76             |
| Коридор та Експедиція | 0                             | 96.941                | 87.247 |                       |      | 116.982               | 87.737 | 213.92                   | 174.98            |
| Всього                |                               |                       |        |                       |      |                       |        | 297.96                   | 235.65            |

Продовження Таблиці 7.1

| Назва камери  | $t_k, ^\circ\text{C}$ | $Q_1, \text{кВт}$           |        | $Q_2, \text{кВт}$           |       | $Q_4, \text{кВт}$           |       | $\sum Q, \text{кВт}$           |                          |
|---------------|-----------------------|-----------------------------|--------|-----------------------------|-------|-----------------------------|-------|--------------------------------|--------------------------|
|               |                       | $Q_{1\text{км}}$<br>обладн. | КМ     | $Q_{2\text{км}}$<br>обладн. | КМ    | $Q_{4\text{км}}$<br>обладн. | КМ    | $Q_{\text{заг км}}$<br>обладн. | $\text{КМ}_{\text{заг}}$ |
| КЗМ свинини   | -18                   | 28.949                      | 26.054 | 72.5                        | 43.5  | 29.266                      | 21.95 | 130.72                         | 91.51                    |
| КЗМ Яловичини | -18                   | 31.825                      | 28.643 | 82.1                        | 49.26 | 29.266                      | 21.95 | 143.19                         | 99.85                    |
| Всього        |                       |                             |        |                             |       |                             |       | 273.91                         | 191.36                   |
| КД загальна   | -30                   | 7.159                       | 6.443  | 42.1                        | 42.1  | 13.19                       | 9.893 | 62.45                          | 58.44                    |
| Всього        |                       |                             |        |                             |       |                             |       | 62.45                          | 58.44                    |

Таблиця 7.2 Розрахунок холодопродуктивності компресорів

| Температура в камері, $^\circ\text{C}$ | $\sum Q_{\text{км}}, \text{кВт}$ | $k$  | $b$ | $Q_0, \text{кВт}$ |
|--|----------------------------------|------|-----|-------------------|
| 0                                      | 235.65                           | 1.05 | 0.9 | 275               |
| -18                                    | 191.36                           | 1.07 | 0.9 | 228               |
| -30                                    | 58.44                            | 1.1  | 0.9 | 72                |

7.2 Робочий режим холодильної установки.

7.2.1 Температура кипіння холодильного агента визначається за формулою [2]:

$$t_0 = t_{\text{кам}} - (5 - 10), ^\circ\text{C} \quad (7.2)$$

$$t_0 = 0 - 8 = -8, ^\circ\text{C}$$

$$t_{-18} = -18 - 7 = -25, ^\circ\text{C}$$

$$t_{-30} = -30 - 10 = -40, ^\circ\text{C}$$

де:  $t_{\text{кам}}$  – температура повітря в камері,  $^\circ\text{C}$

7.2.4 Температура конденсації для випарного конденсатора визначається по графіку мал.11.1 за  $t_{\text{м.т.}}$  та теплового потоку  $q_F = 2.5 \text{ кВт}$

де:  $t_{\text{м.т.}}$  температура мокрого термометру,  $^\circ\text{C}$  визначається по I-d діаграмі для волого повітря в залежності від розрахункової літньої температури  $31 ^\circ\text{C}$  та відносної вологості 52% в районі будівництва пункт 4.1 і складає  $23 ^\circ\text{C}$ .

$$t_k = 37.5, ^\circ\text{C}$$

7.2.5 За діаграмою lgr – h визначаю тиски, які відповідають прийнятим

|      |      |          |        |      |                       |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |                       |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |        |      |                       |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 00.БКР.142.008.017.ПЗ |  |  |  |  |      |

температурам  $t_{к'} = P_{к'} = 1.45$  МПа ,  $t_{-8} = P_{-8} = 0.31$  МПа,  $t_{-25} = P_{-25} = 0.15$  МПа,  $t_{-40} = P_{-40} = 0.071$  МПа.

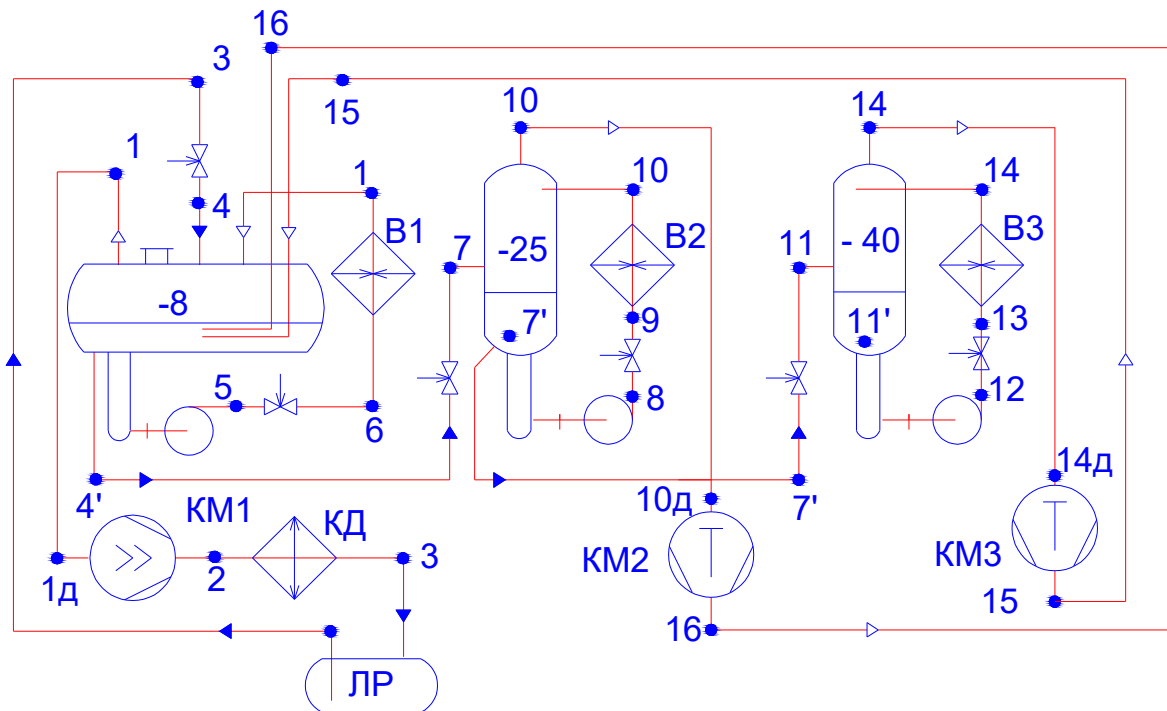
7.2.5 Вибір схеми холодильної установки заноситься в таблицю 7.2

Таблиця 7.2 вибір схеми холодильної установки

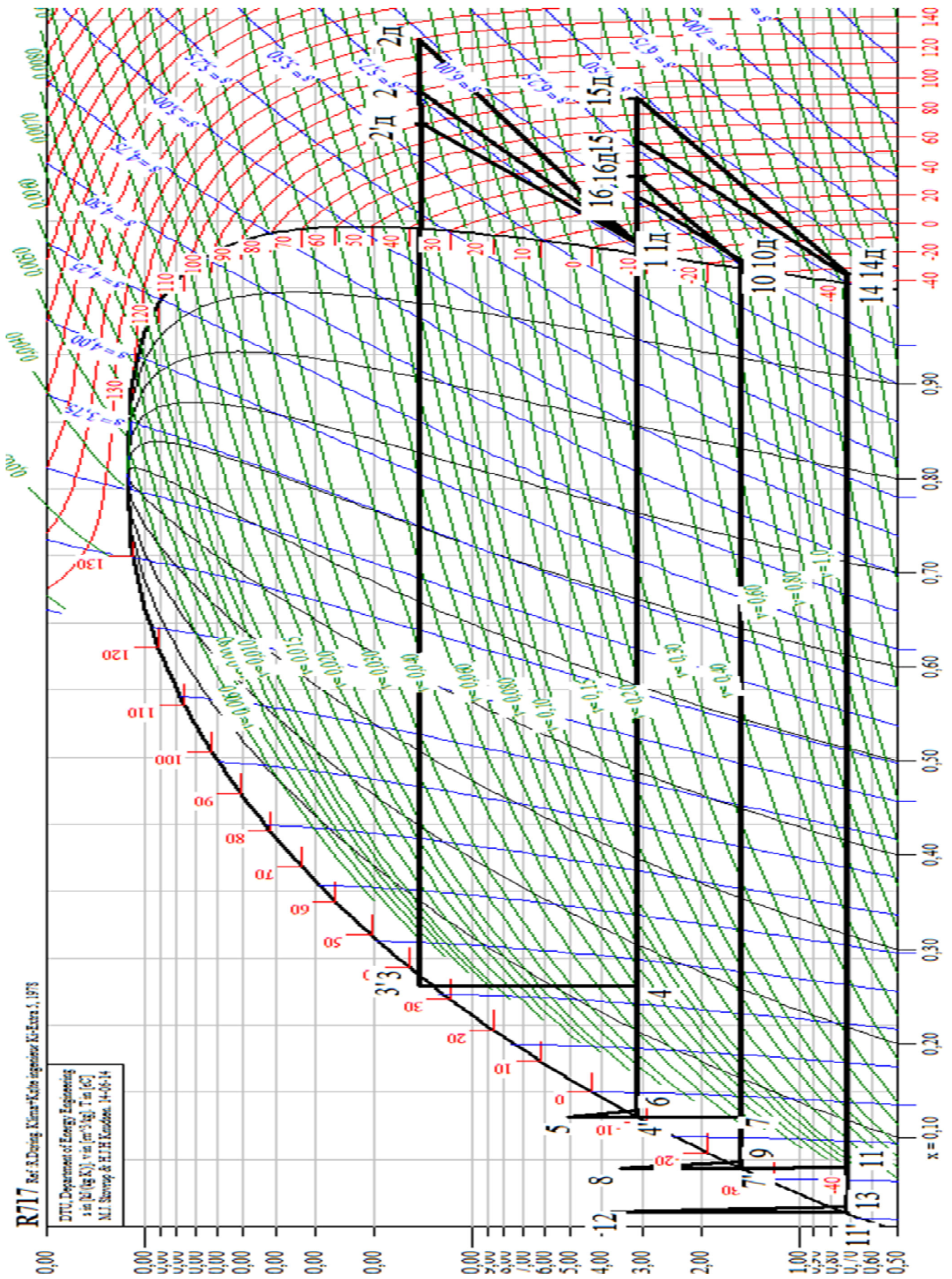
| $t_0$ ,<br>°C | $P_0$ ,<br>МПа | $P_{к'}$ ,<br>МПа | $\frac{P_{к'}}{P_0}$ | Схема холодильної<br>установки |
|---------------|----------------|-------------------|----------------------|--------------------------------|
| -8            | 0.31           | 1.45              | 4.7                  | одноступенева                  |
| -25           | 0.15           | 1.45              | 9.7                  | двоступенева                   |
| -40           | 0.071          | 1.45              | 20.4                 | двоступенева                   |

7.2.6 Розрахункова схема холодильної установки та цикл зображено на малюнку 7.1 та 7.2. Параметри точок циклу заносяться в таблицю 7.3

Малюнок 7.1 Схема холодильної установки.



Малюнок 7.2 Цикл холодильної устаовки.



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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

Таблиця 7.3 Параметри характерних точок циклу

| № точки | t,<br>°C | P,<br>МПа | h,<br>кДж/кг | v,<br>м³/кг |
|---------|----------|-----------|--------------|-------------|
| 1       | -8       | 0.31      | 1450         | 0.390       |
| 1д      | -3       | 0.31      | 1465         | 0.401       |
| 2       | 109      | 1.45      | 1694         | 0.123       |
| 2д      | 140      | 1.45      | 1770         | 0.133       |
| 2`д     | 90       | 1.45      | 1643         | 0.1149      |
| 3       | 37.5     | 1.45      | 375          | 0.00181     |
| 3`      | 34.5     | 1.45      | 359          | -           |
| 4       | -8       | 0.31      | 359          | 0.0615      |
| 4`      | -8       | 0.31      | 165          | 0.00185     |
| 5       | -8       | 0.51      | 165          | -           |
| 6       | -8       | 0.31      | 172          | 0.004       |
| 7       | -25      | 0.15      | 165          | 0.045       |
| 7`      | -25      | 0.15      | 87           | 0.0018      |
| 8       | -25      | 0.35      | 87           | -           |
| 9       | -25      | 0.15      | 96           | 0.0066      |
| 11      | -40      | 0.071     | 87           | 0.077       |
| 11`     | -40      | 0.071     | 20           | 0.0139      |
| 12      | -40      | 0.371     | 20           | -           |
| 13      | -40      | 0.071     | 30           | 0.012       |
| 14      | -40      | 0.071     | 1407         | 1.556       |
| 14д     | -35      | 0.071     | 1419         | 1.596       |
| 15      | 62       | 0.31      | 1617         | 0.515       |
| 15д     | 91       | 0.31      | 1683         | 0.558       |
| 10      | -25      | 0.15      | 1430         | 0.774       |
| 10д     | -20      | 0.15      | 1441         | 0.791       |
| 16      | 25       | 0.31      | 1535         | 0.455       |
| 16д     | 39       | 0.31      | 1566         | 0.558       |

Знаходимо дійсну кінцеву точку 15д стискання компресорів на  $t_0 = -40$  °C :

$\eta_i$  – індикаторний ККД згідно [2]  $\eta_i = 0.75$

$$h_{15д} = \frac{h_{15} - h_{14д}}{\eta_i} + h_{14д} = \frac{1617 - 1419}{0.75} + 1419 = 1683 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (7.3)$$

Знаходимо дійсну кінцеву точку 16д стискання компресорів на  $t_0 = -25$  °C :

$\eta_i$  – індикаторний ККД згідно [2]  $\eta_i = 0.75$

$$h_{16д} = \frac{h_{16} - h_{10д}}{\eta_i} + h_{10д} = \frac{1535 - 1441}{0.75} + 1441 = 1566 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

Знаходимо дійсну кінцеву точку 2д стискання компресорів на  $t_0 = -8^\circ\text{C}$  :

$\eta_i$  – індикаторний ККД згідно [2]  $\eta_i = 0.75$

$$h_{2д} = \frac{h_2 - h_{1д}}{\eta_i} + h_{1д} = \frac{1694 - 1465}{0.75} + 1465 = 1770 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Дійсні точки наносим на діаграму та в таблицю 7.3

7.2.7 Складаємо тепловий баланс:

$$m = \frac{Q_0}{q_0}; \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (7.4)$$

де:  $m$  – маса холодильного агента,  $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$Q_0$  – Холодопродуктивність компресорів кВт, (на кожну температуру кипіння )

береться з таблиці 7.2

$q_0$  – питома холодопродуктивність,  $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$

$$m_1 = \frac{Q_0^{-8}}{q_0^{-8}} = \frac{Q_0^{-8}}{h_1 - h_6} = \frac{275}{1450 - 172} = 0.215, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$m_2 = \frac{Q_0^{-25}}{q_0^{-25}} = \frac{Q_0^{-25}}{h_{10} - h_9} = \frac{228}{1430 - 96} = 0.171, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$m_3 = \frac{Q_0^{-40}}{q_0^{-40}} = \frac{Q_0^{-40}}{h_{14} - h_{13}} = \frac{72}{1407 - 30} = 0.052, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$\sum m = 0.317, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$M^{-25} = m_2 \cdot \frac{h_{16д} - h_4}{h_1 - h_4} = 0.171 \cdot \frac{1566 - 165}{1450 - 375} = 0.229, \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (7.5)$$

$$M^{-40} = m_3 \cdot \frac{h_{15д} - h_4}{h_1 - h_4} = 0.052 \cdot \frac{1683 - 165}{1450 - 375} = 0.073, \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (7.6)$$

$$M_{\text{км1}} = M^{-8} + M^{-25} + M^{-40} = 0.215 + 0.229 + 0.073 = 0.52, \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (7.7)$$

7.3 Визначення потрібної об'ємної продуктивності компресора знайдемо по мал.

11.2 [2] коефіцієнти подачі:

$$\text{при } t_0 = -40^\circ\text{C} \quad p_{np}/p_0 = 0.31/0.071 = 4.37 \quad \lambda_{(-40)} = 0.81$$

$$\text{при } t_0 = -25^\circ\text{C} \quad p_{np}/p_0 = 0.31/0.15 = 2.07 \quad \lambda_{(-25)} = 0.86$$

$$\text{при } t_0 = -8^\circ\text{C} \quad p_{\kappa}/p_{np} = 1.45/0.31 = 4.68 \quad \lambda_{(-8)} = 0.79$$

7.3.1 Необхідна продуктивність компресорів:

$$\Sigma V_{T(-40)} = \frac{m_3 \cdot v_{14д}}{\lambda_{-40}} = \frac{0.052 \cdot 1.596}{0.81} = 0.102, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} ; 367.2, \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (7.8)$$

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

$$\Sigma V_{T(-25)} = \frac{m_2 \cdot v_{10Д}}{\lambda_{-28}} = \frac{0.171 \cdot 0.791}{0.86} = 0.157, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}; 565.2, \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (7.9)$$

$$\Sigma V_{T(-8)} = \frac{M_{км1} \cdot v_{1Д}}{\lambda_{-10}} = \frac{0.52 \cdot 0.401}{0.79} = 0.264, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}; 950, \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \quad (7.10)$$

За необхідною продуктивністю компресорів  $V_T$  з ст. 19 [9] вибираю такі компресори: для камер з температурою кипіння  $t_0 = -40^\circ\text{C}$  приймаю 1 компресор фірми MYCOM 8WA об'ємною подачею  $V_D = 375 \text{ м}^3/\text{год}$ , для температури кипіння  $t_0 = -25^\circ\text{C}$  приймаю 2 компресори фірми MYCOM 6WA сумарною об'ємною подачею  $\Sigma V_D = 2 \cdot 290 = 580 \text{ м}^3/\text{год}$ , для температури кипіння  $t_0 = -10^\circ\text{C}$  приймаю 2 гвинтові компресори фірми MYCOM 160VSD сумарною об'ємною подачею  $\Sigma V_D = 2 \cdot 500 = 1000 \text{ м}^3/\text{год}$

Технічна характеристика компресорів MYCOM заноситься до таблиці 7.4

Таблиця 7.4 Технічна характеристика компресорів фірми MYCOM

| Марка   | Кількість Циліндр. шт. | Макс. частота обертання, об/хв | Об'ємна Подача, $\frac{\text{м}^3}{\text{год}}$ | Об'ємна Подача, $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ | Діаметр Хід Поршня, мм | Габаритні розміри |       |       | Маса, кг |
|---------|------------------------|--------------------------------|---|---|------------------------|-------------------|-------|-------|----------|
|         |                        |                                |   |   |                        | L, мм             | B, мм | H, мм |          |
| 6WA     | 6                      | 1450                           | 290   | 0.081   | 95 / 76                | 1105              | 1045  | 1220  | 700      |
| 8WA     | 8                      | 1450                           | 375   | 0.104   | 95 / 76                | 1125              | 1055  | 1290  | 820      |
| 160VS D | -                      | 3550                           | 500   | 0.138   | -                      | 1210              | 740   | 440   | 570      |

### 7.3.2 Дійсна масова витрата:

$$\Sigma M_{км(-40)} = \lambda_{(-40)} \cdot \Sigma V_{км(-40)} / v_{14Д} = 0.81 \cdot 0.104 / 1.596 = 0.053, \frac{\text{кг}}{\text{с}}; \quad (7.11)$$

$$\Sigma M_{км(-25)} = \lambda_{(-25)} \cdot \Sigma V_{км(-25)} / v_{10Д} = 0.86 \cdot 0.162 / 0.791 = 0.176, \frac{\text{кг}}{\text{с}}; \quad (7.12)$$

$$\Sigma M_{км(-8)} = \lambda_{(-8)} \cdot \Sigma V_{км(-8)} / v_{1Д} = 0.79 \cdot 0.276 / 0.401 = 0.544, \frac{\text{кг}}{\text{с}}; \quad (7.13)$$

### 7.3.3 Сумарна теоретична потужність:

$$\Sigma N_{T(-40)} = \Sigma M_{км(-40)} \cdot (h_{15Д} - h_{14Д}) = 0.053 \cdot (1683 - 1419) = 14, \text{кВт} \quad (7.14)$$

$$\Sigma N_{T(-25)} = \Sigma M_{км(-25)} \cdot (h_{16Д} - h_{10Д}) = 0.176 \cdot (1566 - 1441) = 22, \text{кВт} \quad (7.15)$$

$$\Sigma N_{T(-8)} = \Sigma M_{км(-8)} \cdot (h_{2Д} - h_{1Д}) = 0.544 \cdot (1770 - 1465) = 166, \text{кВт} \quad (7.16)$$

|      |      |          |        |      |                       |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |                       |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |        |      |                       |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 00.БКР.142.008.017.ПЗ |  |  |  |  |      |



7.4.2 За площею випарного конденсатора підбираємо конденсатор «Позитрон», Росія ЄКА 400 площею  $F = 2 \cdot 175 = 350 \text{ м}^2$ . Технічна характеристика заноситься до таблиці 7.5

Таблиця 7.5 Технічна характеристика конденсатора «Позитрон», Росія

| Марка   | F, м <sup>2</sup> | Внут. об'єм, м <sup>3</sup> | Кі-сть вентиляторів, шт | Витрата цирку. води м <sup>3</sup> /год | Витрата води на підживлення м <sup>3</sup> /год | Витрата повітря м <sup>3</sup> /год | Частота обр.вентилят Об/хв | Розміри, м |     |     | маса, кг |
|---------|-------------------|-----------------------------|-------------------------|---|---|-------------------------------------|----------------------------|------------|-----|-----|----------|
|         |                   |                             |                         |   |   |                                     |                            | L          | B   | H   |          |
| ЄКА 400 | 175               | 0.7                         | 2                       | 27                                      | 0.9   | 32000                               | 960                        | 4          | 1.3 | 3.1 | 3287     |

### 7.5 Розрахунок та підбір випарників

7.5.1 В якості випарників приймаю тільки повітроохолодники для всіх камер. Площа теплопередаючої поверхні повітроохолоджувачів визначається за формулою 11.26 [2]:

$$F_{п.о} = \frac{Q_{к.обл}}{K_{п.о} \cdot \Delta t}, \text{ м}^2 \quad (7.23)$$

де:  $Q_{к.обл}$  — теплове навантаження на камерне обладнання для даної камери, Вт приймається по таблиці 5.4

$K_{п.о}$  — коефіцієнт теплопередачі повітроохолоджувача  $\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ , приймається від  $t_0$  по [2]:  $t_0 = -40 \text{ °С } K_{п.о} = 12 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ ,  $t_0 = -25 \text{ °С } K_{п.о} = 12 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$ ,  $t_0 = -8 \text{ °С } K_{п.о} = 14 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$

$\Delta t$  — різниця температур між киплячим та холодильним агентом і повітрям в камері °С

7.5.2 Розрахункова кількість повітроохолоджувачів визначається за формулою :

$$n_p = \frac{F_{п.о}}{f_{п.о}}, \text{ шт} \quad (7.24)$$

де:  $f_{п.о}$  — площа теплопередаючої поверхні прийнятого повітроохолоджувача м<sup>2</sup>;

7.5.3 Об'ємна подача повітря встановленими вентиляторами визначається за формулою 11.39 [2]:

$$V_{пов} = \frac{Q_{к.обл}}{\rho_{пов} \cdot (h_1 - h_2)}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (7.25)$$

|      |      |          |        |      |                       |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |                       |  |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |        |      |                       |  |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 00.БКР.142.008.017.ПЗ |  |  |  |  |  |      |

де:  $\rho_{\text{пов}}$  — густина повітря, яке виходить з повітроохолоджувача  $\text{кг/м}^3$ , знаходиться по i-d діаграмі волого повітря;

$h_1 - h_2$  — різниця ентальпій між повітрям яке входить в повітроохолоджувач та виходить з нього  $\text{кДж/кг}$ , знаходиться по i-d діаграмі волого повітря;

7.5.4 Об'ємна витрата повітря повітроохолоджувачами для даної камери визначається за формулою :

$$V_{\text{пов.д.}} = V_{1 \text{ пов}} \cdot n_{\text{д}}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (7.26)$$

де:  $n_{\text{д}}$  — дійсна кількість повітроохолоджувачів , шт

$V_{1 \text{ пов}}$  — об'ємна витрата повітря одним повітроохолоджувачем,  $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$

7.5.5 Місткість повітроохолоджувачів по аміаку камери визначається за формул.:

$$V_{\text{а.заг}} = V_{\text{а}} \cdot n_{\text{д}}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \quad (7.27)$$

де:  $V_{\text{а}}$  — місткість по аміаку одного повітроохолоджувача  $\text{м}^3$ ,

Підбір повітроохолоджувачів для камер зберігання охолодженої ковбаси 1 :

- площа теплопередаючої поверхні повітроохолоджувачів:

$$F_{\text{п.о}} = \frac{11670}{14 \cdot (0 - (-8))} = 104.2, \text{ м}^2$$

Приймаю повітроохолоджувач ADHN «Guentner» Німеччина ADHN 066C/110

$$f_{\text{п.о}} = 58.7 \text{ м}^2$$

- розрахункова кількість повітроохолоджувачів :

$$n_p = \frac{104.2}{58.7} = 1.8, \text{ шт} \quad n_{\text{д}} = 2, \text{ шт}$$

- об'ємна подача повітря встановленими вентиляторами :

$$V_{\text{пов}} = \frac{11670 \cdot 10^{-3}}{1.29 \cdot (11 - 4)} = 1.29, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

- об'ємна витрата повітря повітроохолоджувачами :

$$V_{\text{пов.д.}} = 1.29 \cdot 2 = 2.58, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

- місткість повітроохолоджувачів по аміаку :

$$V_{\text{а.заг}} = 0.024 \cdot 2 = 0.048 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Інші камери розраховуються аналогічно і дані заносяться до таблиці 7.4 та 7.5

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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

Таблиця 7.4 Розрахунок площі повітроохолоджувачів

| Назва камер       | $Q_{к.о.}$<br>Вт | $t_0$<br>°C | $t_k$<br>°C | $\frac{K_{п.о}}{м^2 \cdot К}$ | $t_в$<br>°C | $t_{внх}$<br>°C | $\frac{h_1}{кДж}$<br>кГ | $\frac{h_2}{кДж}$<br>кГ | $\frac{\rho_{пов}}{кГ}$<br>м <sup>3</sup> | $\varphi$<br>% | $F_{п.о}$<br>м <sup>2</sup> |
|-------------------|------------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|---|----------------|-----------------------------|
| 1 КЗО ковбас      | 11670            | -8          | 0           | 14                            | 2           | -2              | 11                      | 4                       | 1.29                                      | 78             | 104.2                       |
| 2 КЗО ковбас      | 16670            | -8          | 0           | 14                            | 2           | -2              | 11                      | 4                       | 1.29                                      | 78             | 148.8                       |
| 3 КЗО ковбас      | 16670            | -8          | 0           | 14                            | 2           | -2              | 11                      | 4                       | 1.29                                      | 78             | 148.8                       |
| 1 КЗО консерв     | 18910            | -8          | 0           | 14                            | 2           | -2              | 11                      | 4                       | 1.29                                      | 78             | 168.84                      |
| 2 КЗО консерв     | 20130            | -8          | 0           | 14                            | 2           | -2              | 11                      | 4                       | 1.29                                      | 78             | 179.73                      |
| Дебаркадр<br>р Пн | 84780            | -8          | 0           | 14                            | 2           | -2              | 10.9                    | 3.9                     | 1.29                                      | 80             | 756.96                      |
| Дебаркадр<br>р Пд | 85670            | -8          | 0           | 14                            | 2           | -2              | 10.9                    | 3.9                     | 1.29                                      | 80             | 764.91                      |
| 1 коридор         | 12460            | -8          | 0           | 14                            | 2           | -2              | 10.9                    | 3.9                     | 1.29                                      | 80             | 111.25                      |
| 2 коридор         | 13000            | -8          | 0           | 14                            | 2           | -2              | 10.9                    | 3.9                     | 1.29                                      | 80             | 116.1                       |
| 3 коридор         | 13000            | -8          | 0           | 14                            | 2           | -2              | 10.9                    | 3.9                     | 1.29                                      | 80             | 116.1                       |
| 1 КЗМ свинини     | 32970            | -25         | -18         | 12                            | -16         | -20             | -14                     | -18                     | 1.39                                      | 95             | 392.5                       |
| 2 КЗМ свинини     | 32310            | -25         | -18         | 12                            | -16         | -20             | -14                     | -18                     | 1.39                                      | 95             | 384.64                      |
| 3 КЗМ свинини     | 31770            | -25         | -18         | 12                            | -16         | -20             | -14                     | -18                     | 1.39                                      | 95             | 378.21                      |
| 4 КЗМ свинини     | 33660            | -25         | -18         | 12                            | -16         | -20             | -14                     | -18                     | 1.39                                      | 95             | 400.71                      |
| 1 КЗМ яловичини   | 34850            | -25         | -18         | 12                            | -16         | -20             | -14                     | -18                     | 1.39                                      | 95             | 414.88                      |
| 2 КЗМ яловичини   | 37020            | -25         | -18         | 12                            | -16         | -20             | -14                     | -18                     | 1.39                                      | 95             | 440.71                      |

Лист

00.БКР.142.008.017.ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 7.4

| Назва камер     | $Q_{к.о.}$<br>Вт | $t_0$<br>°C | $t_k$<br>°C | $\frac{K_{п.о}}{M^2 \cdot K}$ | $t_b$<br>°C | $t_{вих}$<br>°C | $\frac{h_1}{\frac{кДж}{кг}}$ | $\frac{h_2}{\frac{кДж}{кг}}$ | $\frac{\rho_{пов}}{\frac{кг}{м^3}}$ | $\varphi$<br>% | $F_{п.о}$<br>м <sup>2</sup> |
|-----------------|------------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|----------------|-----------------------------|
| 3 КЗМ яловичини | 34720            | -25         | -18         | 12                            | -16         | -20             | -14                          | -18                          | 1.39                                | 95             | 413.33                      |
| 4 КЗМ яловичини | 36610            | -25         | -18         | 12                            | -16         | -20             | -14                          | -18                          | 1.39                                | 95             | 435.83                      |
| 1 КД            | 31200            | -40         | -30         | 12                            | -27         | -33             | -26                          | -33                          | 1.42                                | 95             | 260                         |
| 2 КД            | 31300            | -40         | -30         | 12                            | -27         | -33             | -26                          | -33                          | 1.42                                | 95             | 260.83                      |

Таблиця 7.5 Підбір та технічна характеристика повітроохолоджувачів ADHN виробництва «Guentner», Німеччина

| Назва камер   | Марка повітроохолоджувача. | $f_{п.о}$<br>м <sup>2</sup> | $n_p$<br>шт | $n_d$<br>шт | $V_{1\text{ пов}}$<br>м <sup>3</sup> /с | $V_{пов д}$<br>м <sup>3</sup> /с | $V_{пов}$<br>м <sup>3</sup> /с | $V_a$<br>м <sup>3</sup> | $V_{а заг}$<br>м <sup>3</sup> |
|---------------|----------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|---|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 КЗО ковбас  | ADHN 066C/110              | 58.7                        | 1.8         | 2           | 2.39                                    | 4.78                             | 1.29                           | 0.024                   | 0.048                         |
| 2 КЗО ковбас  | ADHN 051C/17               | 50.9                        | 2.92        | 3           | 1.56                                    | 4.68                             | 1.85                           | 0.014                   | 0.042                         |
| 3 КЗО ковбас  | ADHN 051C/17               | 50.9                        | 2.92        | 3           | 1.56                                    | 4.68                             | 1.85                           | 0.014                   | 0.042                         |
| 1 КЗО консерв | ADHN 051C/14               | 86.5                        | 1.95        | 2           | 1.51                                    | 3.02                             | 2.09                           | 0.014                   | 0.028                         |
| 2 КЗО консерв | ADHN 046A/24               | 92.3                        | 1.94        | 2           | 2.4                                     | 4.8                              | 2.99                           | 0.015                   | 0.030                         |
| Дебаркадр Пн  | ADHN 066D/210              | 156.4                       | 4.8         | 5           | 4.57                                    | 22.85                            | 9.4                            | 0.056                   | 0.28                          |
| Дебаркадр Пд  | ADHN 066D/210              | 156.4                       | 4.87        | 5           | 4.57                                    | 22.85                            | 9.48                           | 0.056                   | 0.28                          |
| 1 коридор     | ADHN 066C/110              | 58.7                        | 1.89        | 2           | 2.39                                    | 4.78                             | 1.38                           | 0.024                   | 0.048                         |
| 2 коридор     | ADHN 066C/110              | 58.7                        | 1.97        | 2           | 2.39                                    | 4.78                             | 1.44                           | 0.024                   | 0.048                         |
| 3 коридор     | ADHN 066C/110              | 58.7                        | 1.97        | 2           | 2.39                                    | 4.78                             | 1.44                           | 0.024                   | 0.048                         |
| 1 КЗМ свинини | ADHN 066C/14               | 138.4                       | 2.84        | 3           | 2.24                                    | 6.72                             | 5.93                           | 0.024                   | 0.072                         |
| 2 КЗМ свинини | ADHN 066C/14               | 138.4                       | 2.78        | 3           | 2.24                                    | 6.72                             | 5.81                           | 0.024                   | 0.072                         |

Продовження таблиці 7.5

|                 |                 |       |      |   |      |       |      |       |       |
|-----------------|-----------------|-------|------|---|------|-------|------|-------|-------|
| 3 КЗМ свинини   | ADHN<br>066C/14 | 138.4 | 2.73 | 3 | 2.24 | 6.72  | 5.71 | 0.024 | 0.072 |
| 4 КЗМ свинини   | ADHN<br>066C/14 | 138.4 | 2.89 | 3 | 2.24 | 6.72  | 6.01 | 0.024 | 0.072 |
| 1 КЗМ яловичини | ADHN<br>051C/37 | 152.8 | 2.72 | 3 | 4.68 | 14.04 | 6.27 | 0.039 | 0.117 |
| 2 КЗМ яловичини | ADHN<br>051C/37 | 152.8 | 2.88 | 3 | 4.68 | 14.04 | 6.65 | 0.039 | 0.117 |
| 3 КЗМ яловичини | ADHN<br>051C/37 | 152.8 | 2.71 | 3 | 4.68 | 14.04 | 6.24 | 0.039 | 0.117 |
| 4 КЗМ яловичини | ADHN<br>051C/37 | 152.8 | 2.85 | 3 | 4.68 | 14.04 | 6.58 | 0.039 | 0.117 |
| 1 КД загальна   | ADHN<br>066C/24 | 276.8 | 0.94 | 1 | 4.47 | 4.47  | 3.14 | 0.043 | 0.043 |
| 2 КД загальна   | ADHN<br>066C/24 | 276.8 | 0.94 | 1 | 4.47 | 4.47  | 3.15 | 0.043 | 0.043 |

## 8. Розрахунок допоміжного обладнання

### 8.1 Розрахунок та підбір лінійних ресиверів

8.1.1 Місткість лінійних ресиверів для насосно-циркуляційної системи з нижньою подачею холодильного агенту в прилади охолодження визначається за формулою [2] :

$$V_{л.р} = 0.6 \cdot V_{вип}, м^3 \quad (8.1)$$

$$V_{л.р} = 0.6 \cdot 1.736 = 1.042, м^3$$

де:  $V_{вип}$  — місткість по аміаку випарювальної системи,  $м^3$  ;

За місткістю  $V_{л.р}$  підбираю один типу 1.5 РД виробництва ВАТ «Орелхолодмаш» місткістю  $V_{л.р} = 1.4 , м^3$  з нижньою подачею.

Таблиця 8.1 Технічна характеристика лінійного ресивера

| Марка  | Габаритні розміри |       |       | Діаметр внутрішній | Максимальний тиск | $V_{ц.р}$<br>$м^3$ | Діапазон робочих температур $^{\circ}C$ | Маса, кг |
|--------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------------------|--------------------|---|----------|
|        | L, мм             | B, мм | H, мм | D вн, мм           | МПа               |                    |   |          |
| 1.5 РД | 3610              | 816   | 1630  | 800                | 1.8               | 1.4                | -50...+ 50                              | 670      |

### 8.2 Розрахунок та підбір циркуляційних ресиверів.

8.2.1 Циркуляційний ресивер на температуру кипіння  $t_0 = -8 \text{ }^{\circ}C$  виконує роль компаундного ресивера, що суміщає функції проміжної посудини та циркуляційного ресивера.

Подача аміаку до приладів охолодження по всьому холодильнику нижня тому розраховуємо за формулою [2]:

$$V_{цр} = K \cdot (V_{н.т} + 0.2 \cdot V_{вип} + 0.3 \cdot V_{в.т}), м^3 \quad (8.2)$$

де:  $V_{н.т}$  — внутрішній об'єм нагнітального трубопроводу аміачного насосу,

$V_{в.т}$  — внутрішній об'єм трубопроводів поєднаного всмоктування парів та зливу рідини.

Об'єм трубопроводів випарників шукаємо з документації, а об'єм трубопроводів рахуємо (приблизно) за формулою:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l; \quad (8.3)$$

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

де:  $l$  – довжина трубопроводу;

$d$  – діаметр трубопроводу;

Об'єм всмоктувального трубопроводу:

$$V_{в.т} = \frac{\pi \cdot 0,125^2}{4} \cdot 450 = 5,5 \text{ м}^3;$$

Об'єм нагнітального трубопроводу:

$$V_{н.т} = \frac{\pi \cdot 0,07^2}{4} \cdot 450 = 1,73 \text{ м}^3;$$

Об'єм труб у випарнику:  $V_{вип} = 0,894 \text{ м}^3$ ;

$$V_{цр} = 3 \cdot (1,73 + 0,2 \cdot 0,894 + 0,3 \cdot 5,5) = 10,7 \text{ м}^3;$$

Технічна характеристика заноситься до таблиці 8.3

Таблиця 8.3 Технічна характеристика циркуляційного ресивера

| Марка    | Габаритні розміри |       |       | Діаметр внутрішній | Максимальний тиск | $V_{ц.р}$<br>м <sup>3</sup> | Діапазон робочих температур °С | Маса, кг |
|----------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|
|          | L, мм             | B, мм | H, мм | D вн, мм           | МПа               |                             |                                |          |
| РЛД-12.5 | 6550              | 2360  | 3110  | 1600               | 2.3               | 11.88                       | -50...+ 50                     | 4315     |

### 8.2.2 Циркуляційний ресивер на температуру кипіння $t_0 = -25$ °С

Об'єм всмоктувального трубопроводу:

$$V_{в.т} = \frac{\pi \cdot 0,125^2}{4} \cdot 270 = 3,3 \text{ м}^3;$$

Об'єм нагнітального трубопроводу:

$$V_{н.т} = \frac{\pi \cdot 0,08^2}{4} \cdot 270 = 1,36 \text{ м}^3;$$

Об'єм труб у випарнику:  $V_{вип} = 0,756 \text{ м}^3$ ;

$$V_{цр} = 3 \cdot (1,36 + 0,2 \cdot 0,756 + 0,3 \cdot 3,3) = 7,5 \text{ м}^3$$

Технічна характеристика заноситься до таблиці 8.4

|      |      |          |        |      |                       |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |                       |  |  |  | Лист |
|      |      |          |        |      |                       |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 00.БКР.142.008.017.ПЗ |  |  |  |      |

Таблиця 8.4 Технічна характеристика циркуляційного ресивера

| Марка | Габаритні розміри |       |       | Діаметр внутрішній | Максимальний тиск | $V_{ц.р}$<br>м <sup>3</sup> | Діапазон робочих температур °С | Маса, кг |
|-------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|
|       | L, мм             | B, мм | H, мм | D вн, мм           | МПа               |                             |                                |          |
| РЛД-8 | 4550              | 2360  | 3110  | 1600               | 2.3               | 7.86                        | -50 50                         | 3355     |

8.2.3 Циркуляційний ресивер на температуру кипіння  $t_0 = -40$  °С

Об'єм всмоктувального трубопроводу:

$$V_{в.т} = \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} \cdot 35 = 0,27 \text{ м}^3;$$

Об'єм нагнітального трубопроводу:

$$V_{н.т} = \frac{\pi \cdot 0,05^2}{4} \cdot 35 = 0,069 \text{ м}^3;$$

Об'єм труб у випарнику:  $V_{вип} = 0,086 \text{ м}^3$ ;

$$V_{цр} = 3 \cdot (0,069 + 0,2 \cdot 0,086 + 0,3 \cdot 0,27) = 0,5 \text{ м}^3$$

Технічна характеристика заноситься до таблиці 8.5

Таблиця 8.5 Технічна характеристика циркуляційного ресивера

| Марка   | Габаритні розміри |       |       | Діаметр внутрішній | Максимальний тиск | $V_{ц.р}$<br>м <sup>3</sup> | Діапазон робочих температур °С | Маса, кг |
|---------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------|
|         | L, мм             | B, мм | H, мм | D вн, мм           | МПа               |                             |                                |          |
| 0.75 РД | 3020              | 612   | 1410  | 600                | 1.8               | 0.77                        | -50...50                       | 345      |

## 8.4 Вибір мастилозбірника.

Для підбору мастилозбірника, розраховую суму всього мастила, яке циркулює в системі змащення гвинтових та в поршневих компресорів :

З технічної документації беремо кількість мастила, яка потрібна для роботи 1 гвинтового компресора 160VSD – 45 літрів.

З технічної документації беремо кількість мастила, яка потрібна для роботи 1 поршневого компресора YCOM 8WA - 12 літрів

З технічної документації беремо кількість мастила, яка потрібна для роботи 1 поршневого компресора YCOM 6WA - 9 літрів

|      |      |          |        |      |                       |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|--|--|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ |  |  | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |  |  |      |

Загальна кількість мастила яка циркулює в системі складає  $90+12+18=120$  л, підбираємо 2 маслозбірника 60МЗС, технічні дані заносяться до таблиці 8.6

Таблиця 8.6 Технічні характеристики маслозбірника 60МЗС

| марка | місткість,<br>л | Габаритні розміри |       |       |       | Маса<br>кг |
|-------|-----------------|-------------------|-------|-------|-------|------------|
|       |                 | D , мм            | S, мм | B, мм | H, мм |            |
| 60МЗС | 60              | 325               | 9     | 650   | 1280  | 85         |

Дренажний ресивер

$$V_{др}=0.8 \cdot \Sigma V_{п.о}=0.8 \cdot 1.736=1.38 \text{ м}^3$$

За місткістю  $V_{д.р}$  підбираю один типу 1.5 РД виробництва ВАТ «Орелхолодмаш»

місткістю  $V_{д.р} = 1.4 \text{ , м}^3$  з нижньою подачею.

| Марка  | Габаритні розміри |       |       | Діаметр внутрішній | Максимальний тиск | $V_{ц.р}$<br>$\text{м}^3$ | Діапазон робочих температур $^{\circ}\text{C}$ | Маса, кг |
|--------|-------------------|-------|-------|--------------------|-------------------|---------------------------|--|----------|
|        | L, мм             | B, мм | H, мм | D вн, мм           | МПа               |                           |  |          |
| 1.5 РД | 3610              | 816   | 1630  | 800                | 1.8               | 1.4                       | -50...+ 50                                     | 670      |

## 9.Визначення гідравлічних втрат у трубопроводах.

Метою гідравлічного розрахунку є визначення втрат тиску  $\Delta P$  зумовлених гідравлічними опорами, що виникають при русі робочого середовища в трубах та теплообмінних апаратах. Значення величини  $\Delta P$  необхідні для визначення потужності насосів, а також для вибору раціональних конструктивних характеристик апаратів та оптимізації їх режимів роботи. Надмірний гідравлічний опір призводить до зменшення тиску всмоктування і відповідно температури кипіння, що зменшує економічність роботи холодильної машини. Для насосно-циркуляційних систем охолодження розрахунок гідравлічних опорів необхідний для визначення характеристики мережі залежно від витрати холодоагента та його розподілення, для підбору насоса і розрахунку потужності привода.

Загальні гідравлічні опори при проходженні в трубі або апараті киплячої рідини ( двофазного потоку) складаються з втрат тертя ( $\Delta P_{тр}^{\partial\phi}$ ), місцевих опорів ( $\Delta P_{м}^{\partial\phi}$ )

$$\Delta P^{\partial\phi} = \Delta P_{тр}^{\partial\phi} + \Delta P_{м}^{\partial\phi}, \text{Па} \quad (9.1)$$

Насоси, що перекачують рідину при температурах насичення, повинні працювати під зливом, і висота підпору стовпа рідини має компенсувати розрідження при вході в робоче колесо, втрату напору на всмоктувальній трубі, швидкісний напір на вході в робоче колесо, а також кавітаційний запас.

Схему живлення випарника показано на малюнку 9.1. Приймаємо, що випарники камер № 4 та 5 живляться від насоса, що працює на температуру кипіння  $-25^{\circ}\text{C}$  (Кол. 2), камери та коридори дебаркадер № 6-10 від насоса, що працює на температуру кипіння  $-8^{\circ}\text{C}$  (Кол. 3), камери доморозки № 3 від насоса, що працює при температурі  $-40^{\circ}\text{C}$  (Кол.1), які знаходяться в машинному відділенні на висоті 0.5 м від рівня підлоги біля стіни, що відділяє холодильні камери від машинного відділення. Оскільки висота холодильника становить 9 м, то висота підйому холодильного агента  $h$  становить приблизно 8 м.

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |











$$V_{\omega} = 0.019 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$d_{\text{ен}} = 1.13 \sqrt{\frac{0.019}{1}} = 0.146 \text{ м};$$

Приймаємо трубу  $d_y = 150$  мм;

### 9.2 Розрахунок водяних насосів для конденсаторів :

витрата циркулюючої води  $0.015 \text{ м}^3/\text{с}$  витрата води на підживлення  $0.0005 \text{ м}^3/\text{с}$   
сумарна витрата води конденсаторами  $0.0155 \text{ м}^3/\text{с}$ . Підбираю 2 насоси марки К65-50 -125 виробництво ТОВ «Техмаш», Україна подачею  $2 \cdot 0.0078 = 0.0156 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Технічна характеристика заноситься до таблиці 9.1

Таблиця 9.1 Технічна характеристика насосів виробництва ТОВ «Техмаш», Україна

| марка      | Подача, м <sup>3</sup> /год | Подача, м <sup>3</sup> /с | Напір, м | Кавіт. запас, м | Частота обертання, Об/хв | Розміри, мм |     |     | Маса, кг |
|------------|-----------------------------|---------------------------|----------|-----------------|--------------------------|-------------|-----|-----|----------|
|            |                             |                           |          |                 |                          | L           | B   | H   |          |
| К65-50-256 | 25                          | 0.0078                    | 20       | 3.8             | 2900                     | 735         | 368 | 325 | 102      |

### 9.3. Підбір насосів

#### 9.3.1 Ам'ячний насос для температури кипіння $t_0 = -40^\circ\text{C}$ .

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до технологічного обладнання.

Визначаємо коефіцієнти місцевих опорів згідно таблиці літ.1 ст.153

зворотний клапан  $\xi = 6$

вентиль запорний (2шт.)  $\xi = 2 \cdot 0.5 = 1$

коліно  $90^\circ$  (2 шт.)  $\xi = 2 \cdot 0.5 = 1$

фільтр рідинний  $\xi = 6$

вентиль соленоїдний  $\xi = 10$

вентиль регулюючий  $\xi = 12$

$$\sum \xi_m = 6 + 1 + 1 + 6 + 10 + 12 = 36$$

$$\omega = 0.5 \text{ м/с};$$

$$Z = 36 \cdot \frac{689 \cdot 0.5^2}{2} = 3100 \text{ Па};$$

|      |      |          |        |      |                       |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |                       |  |  |  |  | Лист |
|      |      |          |        |      |                       |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 00.БКР.142.008.017.ПЗ |  |  |  |  |      |

$$Re = \frac{\omega \cdot d_{\text{вн}} \cdot \rho}{\mu} = \frac{0.5 \cdot 0.1 \cdot 689}{29 \cdot 10^{-3}} = 1187; \quad Re < 2000;$$

$$\lambda_{\text{мп}} = 0.11 \times \left( \frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{Re} \right)^{0.25} = 0.11 \cdot \left( \frac{0.06}{100} + \frac{64}{1187} \right)^{0.25} = 0.053;$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1 м:

$$\Delta P_{\text{мп}} = R = \frac{0.053}{0.1} \cdot \frac{689 \cdot 0.5^2}{2} = 45.65 \text{ Па / м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною  $l=36\text{м}$

$$\Delta P_{\text{мп}} = R \times l = 45.65 \cdot 36 = 1643.4 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 3100 + 1643.4 = 4743.4 \text{ Па}$$

Потрібний напір насоса:

$$H = 8 + \frac{\Delta P_{\text{мп}}}{\rho \cdot g} = 8 + \frac{4743.4}{689 \cdot 9.81} = 8.7 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{\text{ц}} \cdot \sum \frac{M_{\text{км}(-40)}}{\rho_{-40}} = 5 \cdot \frac{0.073}{689} = 0.00051 \text{ м}^3 / \text{с} = 1.8 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки GP41/960 фірми WITT. Технічні дані заносяться до таблиці 9.2

Таблиця 9.2 Технічна характеристика насоса марки GP41/960

| Марка насоса                                    | GP41/960 |
|---|----------|
| Максимальна продуктивність, м <sup>3</sup> /год | 2.0      |
| Максимальний напір, м                           | 12       |
| Частота обертання, об/хв                        | 960      |
| Розміри патрубків                               |          |
| вхід  | DN40     |
| вихід   | DN40     |
| Маса, кг  | 68       |
| Заправка мастила, л                             | 1,7      |

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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

Лист



$$V = n_{\text{ц}} \cdot \frac{\sum M_{\text{км}(-25)}}{\rho_{-25}} = 5 \cdot \frac{0.229}{671} = 0.0016 \text{ м}^3 / \text{с} = 5.34 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки GP51A/960. Технічні дані заносяться до таблиці 9.3

Таблиця 9.3 Технічна характеристика насоса марки GP51A/960

| Марка насоса                                    | GP51A/960 |
|---|-----------|
| Максимальна продуктивність, м <sup>3</sup> /год | 6.2       |
| Максимальний напір, м                           | 17        |
| Частота обертання, об/хв                        | 960       |
| Розміри патрубків                               |           |
| вхід  | DN50      |
| вихід   | DN50      |
| Маса, кг  | 72        |
| Заправка мастила, л                             | 1.8       |

### 9.3.2 Ам'ячний насос для температури кипіння $t_0 = -8^\circ\text{C}$

Визначимо втрати тиску в трубопроводі від циркуляційного насосу до повітроохолодника в камері №6 ЗКЗО кол.

Визначаємо коефіцієнти місцевих опорів згідно таблиці літ.1 ст.153

зворотний клапан  $\xi = 6$

вентиль запорний (6шт.)  $\xi = 6 \cdot 0.5 = 3$

коліно  $90^\circ$  (15 шт.)  $\xi = 15 \cdot 0.5 = 7.5$

Трійник під кутом  $90^\circ$  (25 шт.)  $25 \cdot 2 = 50$

фільтр рідинний  $\xi = 6$

вентиль соленоїдний  $\xi = 10$

вентиль регулюючий  $\xi = 12$

$$\sum \xi_m = 6 + 3 + 7.5 + 50 + 6 + 10 + 12 = 94.5;$$

$$\omega = 0.5 \text{ м / с};$$

$$Z = 94.5 \cdot \frac{649 \cdot 0.5^2}{2} = 7666.3 \text{ Па};$$

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

$$Re = \frac{\omega \cdot d_{\text{вн}} \cdot \rho}{\mu} = \frac{0.5 \cdot 0.125 \cdot 649}{29 \cdot 10^{-3}} = 1398.7; \quad Re < 2000;$$

$$\lambda_{\text{мп}} = 0.11 \times \left( \frac{k}{d_{\text{вн}}} + \frac{64}{Re} \right)^{0.25} = 0.11 \cdot \left( \frac{0.06}{125} + \frac{64}{1398.7} \right)^{0.25} = 0.051;$$

Втрати тиску від тертя по довжині 1 м:

$$\Delta P_{\text{мп}} = R = \frac{0.052}{0.125} \cdot \frac{649 \cdot 0.5^2}{2} = 33.75 \text{ Па/м};$$

Втрати тиску на тертя на ділянці довжиною  $l = 94.5 \text{ м}$ :

$$\Delta P_{\text{мп}} = R \times l = 33.75 \cdot 94.5 = 3189.34 \text{ Па};$$

Загальна втрата тиску:

$$\Delta P = 7666.3 + 3189.34 = 10856 \text{ Па}.$$

Потрібний напір насоса:

$$H = \frac{\Delta P_{\text{мп}}}{\rho \cdot g} = 8 + \frac{10856}{649 \cdot 9.81} = 9.7 \text{ м}$$

Потрібна подача насоса:

$$V = n_{\text{ц}} \cdot \frac{\sum M_{\text{км}(-8)}}{\rho_{-8}} = 5 \cdot \frac{0.52}{649} = 0.0039 \text{ м}^3 / \text{с} = 13.95 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Вибираємо 2 насоси (1 запасний) марки GP51/1450 фірми WITT. Технічні дані заносяться до таблиці 9.4

Таблиця 9.4 Технічна характеристика насоса марки GP51/1450

| Марка насоса                                    | GP51/1450 |
|---|-----------|
| Максимальна продуктивність, м <sup>3</sup> /год | 16.8      |
| Максимальний напір, м                           | 34        |
| Частота обертання, об/хв                        | 1450      |
| Розміри патрубків                               |           |
| вхід  | DN50      |
| вихід   | DN50      |
| Маса, кг  | 117       |
| Заправка мастила, л                             | 2         |

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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

Лист

## 10. Техніко-економічні показники проекту

Метою економічного розрахунку є визначення вартості будівництва холодильника, вартості холодильного обладнання, витрат на використання електроенергії, витрат по оплаті праці виробничого персоналу, визначення амортизаційних відрахувань, визначення основних показників економічної ефективності проекту холодильника м'ясної продукції у м. Житомир.

При проектуванні даного холодильника виконуються наступні роботи:

- будівництво одноповерхового холодильника;
- вибір та придбання холодильного обладнання;
- укомплектування штату виробничого персоналу холодильника.

### 10.1 Розрахункове споживання електроенергії

Розрахункове споживання електроенергії холодильним обладнанням компресорного цеху зводимо до таблиці 10.1.

Таблиця 10.1

| номер | Найменування обладнання                   | Кількість | $P_{ел}$ , кВт | $\sum P_{ел}$ , кВт | $P_{ел, тис}$ кВт*год | $P_{ел}$ , Гкал |
|-------|---|-----------|----------------|---------------------|-----------------------|-----------------|
| 1     | Компресор MYCOM 8WA                       | 1         | 35             | 35                  | 157.5                 | 135.4           |
| 2     | Компресор MYCOM 6WA                       | 2         | 28             | 56                  | 252                   | 216.7           |
| 3     | Компресор MYCOM 160VSD                    | 2         | 120            | 240                 | 1080                  | 928.6           |
| 4     | Вентилятори конденсатора «Позитрон»ЕКА400 | 2         | 1.8            | 3.6                 | 16.2                  | 13.9            |
| 5     | GP41/960                                  | 2         | 1              | 2                   | 9                     | 7.7             |
| 6     | GP51A/960                                 | 2         | 1              | 2                   | 9                     | 7.7             |
| 7     | GP51/1450                                 | 2         | 1              | 2                   | 9                     | 7.7             |
| 8     | Насос K65-50-1256                         | 2         | 1.5            | 3                   | 13.5                  | 11.6            |
| 9     | Вентилятори повітроохолодників            |           |                |                     |                       |                 |
|       | ADHN066C/110                              | 44        | 0.7            | 30.8                | 138.6                 | 119.2           |
|       | ADHN05C/37                                | 40        | 0.8            | 32                  | 144                   | 123.8           |
| 10    | ADHN046A/24                               | 4         | 0.5            | 2                   | 9                     | 7.7             |
|       | ADHN066D/210                              | 20        | 0.6            | 12                  | 144                   | 123.5           |

Споживання електроенергії за рік розраховуємо за формулою:

$$N = P_{ел} \times n \quad (10.1)$$

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

де  $n$  – час роботи компресорів, насосів, вентиляторів в рік при відповідних робочих умовах, год, приймаємо 4500 год

Річне споживання електроенергії холодильником і компресорним цехом данного холодильника становить:  $P_{річн} = 1628$  Гкал

Ціна за 1 кВт. год електроенергії становить:  $C_{ел} = 1,06$  грн.

Визначаємо річні витрати на споживання електричної енергії за проектними розрахунками:

$$B_{ел.р} = P_p \cdot C_{ел}$$

$$B_{ел.р} = 1628 \text{ Гкал} \cdot 1,06 \text{ грн/Гкал} = 1726 \text{ тис. грн.}$$

Мастило купується для компресорів за ціною 250 грн. за 1л, в данному проекті необхідно 120л, отже витрати становлять  $250 \cdot 120 = 30$  тис.грн

Холодоагент аміак купується за ціною 11 грн. за 1кг, в данному проекті необхідно :  $7500 \cdot 11 = 82.5$  тис грн

## 10.2. Розрахунок витрат на придбання та монтаж обладнання

Таблиця 10.2

| Найменування обладнання       | К-ть | Витрати на обліднання тис. грн за 1 |        |              | Загальні витрати Тис.грн |
|-------------------------------|------|-------------------------------------|--------|--------------|--------------------------|
|                               |      | Придбання                           | Монтаж | Інші витрати |                          |
| Компресор MYCOM 8WA           | 1    | 180                                 | 36     | 3.6          | 219.6                    |
| Компресор MYCOM 6WA           | 2    | 140                                 | 28     | 2.8          | 341.6                    |
| Компресор MYCOM160VSD         | 2    | 375                                 | 75     | 7.5          | 915                      |
| Конденсатора «Позитрон»ЕКА400 | 2    | 250                                 | 50     | 5            | 610                      |
| GP51/1450                     | 2    | 18                                  | 3.6    | 0.36         | 43.92                    |
| GP41/960                      | 2    | 8                                   | 1.6    | 0.16         | 9.92                     |
| GP51A/960                     | 2    | 12                                  | 2.4    | 0.24         | 14.8                     |
| Насос K65-50-125б             | 2    | 2                                   | 0.4    | 0.04         | 4.88                     |
| ADHN066C/110                  | 22   | 25                                  | 5      | 0.5          | 671                      |
| ADHN05C/37                    | 20   | 23                                  | 4.6    | 0.46         | 560                      |
| ADHN046A/24                   | 2    | 18                                  | 3.6    | 0.36         | 43.92                    |
| ADHN066D/210                  | 10   | 24                                  | 4.8    | 0.48         | 293                      |
| Лінійний ресивер 1.5РД        | 1    | 13                                  | 2.6    | 0.26         | 15.86                    |
| Ресивер дренажний 1.5РД       | 1    | 13                                  | 2.6    | 0.26         | 15.86                    |
| Циркул. ресивер РЛД-12.5      | 1    | 38                                  | 7.6    | 0.76         | 46.36                    |

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

|                          |   |    |     |      |       |
|--------------------------|---|----|-----|------|-------|
| Циркул. ресивер РД-8     | 1 | 32 | 6.4 | 0.64 | 39    |
| Циркул. ресивер РД-0.75  | 1 | 9  | 1.8 | 0.18 | 10.98 |
| Мастилозбірник 60МЗС     | 2 | 18 | 3.6 | 0.36 | 43.92 |
| Холодоагент R717(тис,кг) | 4 | 14 | 2.8 | 0.28 | 68.3  |
| Разом                    |   |    |     |      | 4683  |

Витрати на монтаж приймаємо 20% від вартості обладнання.

Інші витрати складають 2% від вартості обладнання.

### 10.3. Розрахунок витрат на оплату праці

Фонд основної заробітної плати робітників компресорного цеху:

Таблиця 10.3

| № п/п | Професія         | Тарифна ставка<br>грн/міс | Чисель-<br>ність, чол | Місячний фонд, грн | Річний фонд, грн |
|-------|------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| 1     | Машиніст ХУ      | 3200                      | 3                     | 9600               | 115200           |
| 2     | Слюсар-ремонтник | 3050                      | 4                     | 12200              | 146400           |
| 3     | Начальник цеху   | 4750                      | 1                     | 4750               | 57000            |
|       | <b>Разом</b>     |                           | 8                     | 26550              | 318600           |

### 10.4. Визначення амортизаційних відрахувань:

Приймаємо норми амортизаційних відрахувань:

Для основного обладнання – 22% від вартості обладнання;

Витрати на амортизацію основного технологічного обладнання:

$$A_{обл} = \Sigma B_{обл} \times 0.22 = 4683 \times 0.22 = 1030 \text{ тис. грн.}$$

### 10.5. Визначення інших видів витрат

До інших витрат відносяться пускові витрати, витрати на утримання та експлуатацію обладнання, цехові витрати, які розраховуються як окремі статті

Витрати на поточний ремонт обладнання приймаємо 20% від амортизаційних відрахувань на обладнання:

$$B_{рем} = A_{обл} \times 0.20$$

$$B_{рем} = 1030 \times 0.20 = 206 \text{ тис. грн}$$

Пускові витрати приймаємо 2% від вартості обладнання:

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

00.БКР.142.008.017.ПЗ

$$V_{\text{пуск}} = V_{\text{обл}} \times 0,02$$

$$V_{\text{пуск}} = 4683 \times 0,02 = 94 \text{ тис. грн}$$

Інші витрати приймаємо 3% від загальної суми амортизаційних відрахувань:

$$V_{\text{ін}} = A_{\text{обл}} \times 0,03$$

$$V_{\text{ін}} = 1030 \times 0,03 = 30,9 \text{ тис. грн}$$

Загальна сума інших витрат складає:

$$\Sigma V = V_{\text{рем}} + V_{\text{пуск}} + V_{\text{ін}}$$

$$\Sigma V = 206 + 94 + 30,9 = 330,9 \text{ тис. грн}$$

Результати розрахунків проведених у попередніх розділах зводимо у порівняльну таблицю собівартості енергії:

Таблиця 10.4

| Статті витрат          | Значення витрат тис. грн |
|------------------------|--------------------------|
|                        | Проект                   |
| Електроенергія         | 1628                     |
| Масило                 | 30                       |
| Холодильний агент R717 | 82,5                     |
| Оплата праці           | 318,6                    |
| Амортизація            | 1030                     |
| Інші витрати           | 330,9                    |
| <b>Разом</b>           | <b>3420,5</b>            |

Щоб знайти кількість виробленого холоду за рік треба теплонадходження до кожного випарника помножити на кількість годин роботи та на кількість робочих днів у рік.

Кількість виробленого холоду за рік:

Час роботи обладнання при максимальному навантаженні 5400 годин на рік.

Кількість виробленого приведенного холоду за рік буде складати:

$$Q_{\text{хол}} = \Sigma Q \cdot 5400;$$

$$Q_{\text{хол}} = (297,96 + 273,91 + 62,45) \cdot 5400 = 3425328 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

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

Собівартість холоду:

$$C = \frac{\sum B}{\sum Q_0} = \frac{3420500}{3425328} = 0.98 \frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}}$$

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

## 11. Охорона праці

### Вступ

В даному дипломному проекті проектується холодильник м'ясної продукції місткістю 9000 тон у м. Житомир. Він проектується із застосуванням сучасного холодильного обладнання, що має високий рівень автоматизації. В якості будівельних конструкцій та ізоляції холодильника використано стіни з «сандвіч» панелей. Для роботи холодильника використовується аміачна установка, її робота являється джерелом ряду шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що діють на обслуговуючий персонал.

Склад і ступінь забруднення повітряного середовища різними речовинами оцінюється по масі (мг) в одиниці об'єму повітря ( $\text{м}^3$ ) – концентрації (С,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ). Крім одиниці виміру -  $\text{мг}/\text{м}^3$ , можуть використовуватися - %, а також – млн-1 чи “ppm” (кількість часток речовини на мільйон часток повітря).

Аміак – безкольоровий газ з задушливим різким запахом четвертого класу небезпечності (ГОСТ 12.1.005 – 76), суміш парів якого з повітрям являється вибухонебезпечною. Гранично допустима концентрація аміаку у повітрі в робочій зоні не повинна перевищувати  $20 \text{ мг}/\text{м}^3$ .

Аміак навіть при незначних концентрацій має попереджувальний запах і робить дратівливі дії на очі і слизисті оболонки носоглотки. Рідкий аміак викликає опіки шкіри, велику небезпеку представляє попадання аміаку в очі.

### Санітарно – гігієнічні вимоги до розміщення обладнання

Приміщення машинного відділення розташоване в одноповерховій будівлі прибудованій до холодильника. Огороджувальні конструкції(цегляна кладка) машинного відділення (площа  $564 \text{ м}^2$ ) мають легкоскидні елементи (вікна, двері та ін.)  $0.03 \text{ м}^2$  на  $1 \text{ м}^3$  об'єму будівлі. Вікна – однорядні із звичайного скла. Над та під машинним відділенням не має приміщень з постійними робочими місцями, а також побутових та допоміжних приміщень.

З машинного відділення є один вихід назовні. Двері відчиняються у бік виходу, і не виходять безпосередньо у виробничі приміщення. Висота машинного

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

відділення до низу несучих конструкцій покриття 6 м. Висота підвіконь – 1.2 м.

В машинному відділенні встановлено 3 поршневі напівгерметичні компресори і два гвинтові компресори MYCOM 160VSD, MYCOM 6WA, MYCOM 8WA, які розташовані в один ряд. Також встановлено 1 лінійний горизонтальний ресивер РД-1.5, 1 компаудний ресивер РЛД-12.5, 2 циркуляційних ресивера РЛД-8 та РД-0.75. Відстань між виступаючими частинами обладнання і стіною становить – 1 м, прохід між виступаючими частинами обладнання – 1.5 м.

Підлога даного відділення є рівною, неслизькою. Непрохідні канали та люки зачинаються під рівень з підлогою з'ємними металевими рифленими листами. Стіни та стеля машинного відділення, холодильне обладнання, трубопроводи пофарбовані у відповідності з діючими нормативами щодо раціонального фарбування поверхонь виробничих приміщень та технологічного обладнання промислових підприємств.

### Мікроклімат

Чистота і санітарно – гігієнічні норми повітря в робочій зоні закритих виробничих приміщень регламентується ДСН 3.3.6.042-99. “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”. Санітарні норми мікроклімату в ПУ повинні забезпечувати оптимальні параметри для категорій робіт легка – Іб, що приведені в табл.11.1., а в машинному відділенні – допустимі параметри для категорій робіт середньої важкості – Па – табл..11.2.

Таблиця 11.1 Оптимальні норми мікроклімату ПУ згідно ДСН 3.3.6.042 – 99  
“Система стандартів безпеки труда”

| Період року                           | Температура повітря, °С | Відносна вологість, % | Швидкість руху повітря, м/с |
|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Холодний<br>( $t_3 < 10\text{ °C}$ )  | 22-24                   | 40-60                 | $\leq 0.1$                  |
| Теплий<br>( $t_3 \geq 10\text{ °C}$ ) | 23-25                   | 40-60                 | $\leq 0.1$                  |

Таблиця 11.2 Допустимі норми мікроклімату машинного відділення ГОСТ 12.1.005-88 “Система стандартів безпеки праці”

| Період року                           | Температура повітря, °С |        |       | Відносна вологість, % | Швидкість руху повітря м/с |
|---------------------------------------|-------------------------|--------|-------|-----------------------|----------------------------|
|                                       | Оптимальна              | Верхня | Нижня |                       |                            |
| Холодний<br>( $t_3 < 10\text{ °C}$ )  | 18-20                   | 23-24  | 15-17 | 40-60                 | $\leq 0.2$                 |
| Теплий<br>( $t_3 \geq 10\text{ °C}$ ) | 21-23                   | 27-29  | 17-18 | 40-60                 | $\leq 0.3$                 |

Фактичні параметри мікроклімату в компресорному відділенні не перевищують норми.

Досягнення цих параметрів забезпечується загальною обмінною механічною припливно-витяжною вентиляцією в теплий період року, з підігрівом повітря в холодний період року. В машинному відділенні передбачено системи повітряного опалення, суміщенні з припливною вентиляцією, без рециркуляції повітря, кратність повітрообміну за годину: притоки – 2 обсяги, витяжка – із перевищенням притоку на 1 обсяг. Повітря видаляється в атмосферу без очищення. Побутові приміщення при машинному відділенні мають окрему від машинного відділення систему вентиляції.

### Шум і вібрація

Основними джерелами шуму в холодильних установках є компресори та їх двигуни, а також рух холодильного агента по трубопроводах з великою швидкістю. Допустимий рівень шуму в машинному відділенні, що не перевищує норм, які приведені у ДНС 3.3.6.037-99 “Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку” складає 78 – 82 дБ, в ПУ – 50 – 55 дБ. Для зниження шуму в ПУ застосовують додаткову звукоізоляцію стін. Загальна технологічна вібрація не перевищує граничного допустимого значення – 92 дБ (ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ, “Вибрационная безопасность. Общие требования.” ДСН 3.3.6.039-99. “Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації”).

Компресори встановлені на спеціальних фундаментних плитах, відокремлених від несучих конструкцій будівлі машинного відділення. Для зменшення впливу

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

вібрації, що викликається роботою компресорів, додержуються таких умов: трубопроводи, що приєднуються до машини, не жорстокою кріпляться до конструкції будинку; при необхідності застосування жорстких кріплень передбачено відповідні компенсаційні пристрої; трубопроводи, що з'єднують компресори з устаткуванням, мають достатню гнучкість, що компенсує деформації.

### **Освітлення**

Нормовані значення природного та штучного освітлення ДБН В25-28-2006. “Природне і штучне освітлення”.

На підприємстві у компресорному цеху прийнято бічне природне двостороннє освітлення, при якому нормується мінімальне значення (КПО = 0.2%) та загальне штучне освітлення – світильники з люмінесцентними лампами напругою 220В пилозахисні. Для компресорного цеху при загальному спостереженні за ходом роботи, при постійному перебуванні людей та розряді зорової роботи VIII<sub>6</sub> освітлення становить 50 лк..

Для пульта керування прийнято загальне штучне освітлення – 100 лк.. Для живлення світильників місцевого освітлення з лампами розжарювання застосовується напруга 12В. Аварійне і ремонтне освітлення машинного відділення мають освітлення від незалежного джерела (акумуляторної батареї). Воно автоматично включається при відключенні робочого освітлення.

Для освітлення встановлено світильники типу ЛПО01 (з двома лампами), які підвішуються до стелі. В кількості 12 світильників, які розташовуємо в 2 ряди по 6 штук у кожному для забезпечення рівномірності освітлення.

### **Техніка безпеки на підприємстві**

Вимоги техніки безпеки регламентує нормативний документ галузі, та ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. “Оборудование производственное. Общин требования безопасности.”.

На підприємстві наказом керівника призначаються відповідальні особи із числа

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

інженерно – технічних робітників, які пройшли в установленому порядку перевірку знань правил з ОП, в тому числі, по нагляду за технічним станом і безпечною експлуатацією холодильної установки і дотримання вимог встановлених правил.

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

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

До самостійного обслуговування холодильних установок машиністи допускаються тільки після проходження стажування не менше 1 місяць, в результаті якого вони освоюють обслуговування конкретної установки і підтримання нормальних режимів її роботи, і відповідної перевірки знань.

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

Холодильна установка обслуговується одним машиністом в зміну.

Інструктаж по ОП обов’язковий для всіх, хто поступив на роботу і працюючих, не залежно від їх стажу і кваліфікації.

Періодичну перевірку знань персоналом інструкцій обслуговування холодильної установки, техніці безпеки, експлуатації обладнання і практичним діям надання до лікарської допомоги проводять не рідше одного разу в 12 місяців комісією, яка складається із спеціалістів по холодильній техніці, електротехніці, приладах автоматики і техніці безпеки.

Перевірку знань з техніки безпеки у керуючих і інженерно-технічних робітників здійснюють у відповідності з “Положенням про порядок перевірки знань, правил і норм по охороні праці керуючих, інженерно-технічних робітників і спеціалістів.”

Інструкції доведені до персоналу, що обслуговує холодильну установку (під розписку), і вивішені на видному місці:

- експлуатації холодильної системи (охлажденного обладнання);

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

- обслуговування контрольно-вимірювальних приладів і автоматики;
- пожежної безпеки;
- охороні праці (надання до лікарської допомоги при виникненні аварійної ситуації і т.д.);
- річні і місячні графіки проведення планово-попереджувальних ремонтів;
- схеми хладонових, рідинних, масляних і водяних трубопроводів із пронумерованою (у них і відповідно в натурі) запірною арматурою і приладами автоматики (затверджені головним інженером);
- показчики перебування засобів індивідуального захисту;
- номери телефонів швидкої допомоги, пожежної команди, диспетчера електромережі, штабу цивільної оборони, міліції, найближчої військової частини, начальника компресорного цеху (домашній телефон);
- номери телефонів і адреса організацій, що обслуговують автоматизовану холодильну установку.

Для надання до лікарської допомоги в машинному відділенні є в наявності аптечка, в якій міститься: 1% р-н новокаїну, кодеїн, марлеві салфетки, етиловий спирт, бинти, вата, мазь Вишневського, йод.

### **Електробезпека**

Електрообладнання компресорного цеху відповідають вимогам ПУЕ “Правила улаштування електроустановок”, ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ “Электробезопасность. Защитное заземление, зануление”, ДНАОП 1.1.10-1.01-97 “Правила безпечної експлуатації електроустановок”, а також діючих стандартів безпеки праці та інших нормативних документів.

Встановлені пускові прилади розраховані на максимальну силу струму електродвигуна. Рубильники, призначені для вмикання-вимикання струму навантаження, захищені кожухами, які не горять, без отворів та шпарин і мають дистанційне керування. Напруга в колах керування устаткуванням, що встановлено у приміщеннях особливо небезпечних і з підвищеною небезпекою, а також зовні приміщення, не перевищує 220В.

|             |             |                 |               |             |                              |             |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|-------------|
|             |             |                 |               |             | <i>00.БКР.142.008.017.ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                              |             |



- застосування в машинному відділенні будівельних матеріалів не нижче II ступеня вогнетривкості (СНиП 2.11.02-87,СНиП 2.01.02-85 “Противопожарные нормы”);

- наявність системи оповіщення про пожежу;
- наявність аварійного відключення обладнання;
- забезпечення первинними засобами пожежогасіння: двома лопатами, сокирами, металевим багром, пожежним щитом з азбестовим полотном, ящиком з піском, повітряно-пінні вогнегасники ВПП-5 – 1 шт, порошкові вогнегасники ВП-5 – 2 шт.;
- наявність плану евакуації.

У відповідності із СНІП 2.11.02.87. “Холодильники”, машинне відділення відноситься до вибухо- та пожежонебезпечної категорії Б.

При роботі з горючими газами та легкозаймистими речовинами потрібно здійснювати контроль проби повітря в зоні дихання людини з урахуванням місць утворення шкідливих речовин і шляхів, якими вони потрапляють в робочу зону. Кількості проб та метод контролю визначається санітарними нормами та органами санітарного нагляду. У приміщеннях, де присутні речовини 1-го класу небезпеки та де може бути аварійний викид, повинен запроваджуватись безперервний контроль: Для інших випадків – періодичний.

На підприємстві що розглядається використовують безперервно-автоматичний метод контролю вмісту хімічних речовин в повітрі. Це означає – автоматичний контроль і сигналізацію про наявність в повітрі відповідних концентрацій шкідливої речовини. Для цього призначені газоаналізатори і газосигналізатори. Вони працюють на принципі зміни електричних властивостей речовини (електричного опору, електропровідності, електричної ємності) при хімічній реакції або при розчиненні в ній шкідливої речовини, яка контролюється. За зміною електричних властивостей встановлюються значення концепції шкідливої речовини.

|      |      |          |        |      |                       |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |        |      | 00.БКР.142.008.017.ПЗ | Лист |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                       |      |

## Список використаної літератури

1. Явнель Б.К. “Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха”. М.: «Агропромиздат», 1989.
2. Явнель Б.К. “Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха”. М.:
3. Чумак И.Г. и др. “Холодильные установки” – М.: “Легкая и пищевая пром-сть”, 1981 – 344с.
4. Кондрашева Н.Г. “Холодильно – компрессорные машины и установки” – М.: «Высшая школа», 1973 – 384с.
5. Ю.С.Крылов, П.И.Пирог, В.В.Васютович и др. “Проектирование холодильников” – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 309с.
6. Н.Г.Лашутина “Холодильная техника в мясной и молочной промышленности” – М.: «Агропромиздат», 1989. – 176 с.
7. “Холодоснабжение предприятий мясной и молочной промышленности. Справочное пособие”– М.: Пищевая промышленность, 1979р.
8. Е.С.Курылёв, Н.А.Герасимов “Холодильные установки. Учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности «Холодильные и компрессорные машины и установки” -Л.: Машиностроение , 1980. – 622с.
9. “Правила устройства и безопасной эксплуатации аммиачных холодильных установок” – М.;1991.
10. А.М.Литвиненко “Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту Охорона праці” – К.: УДУХТ, 1999.
11. <http://lutsk.all.biz/plastikov-yashchiki-dlya-myasa-600x400x260-g3317906>
12. [http://www.isobud.com/production/sandwish/stenovye\\_s\\_penopoliizocianuratom/](http://www.isobud.com/production/sandwish/stenovye_s_penopoliizocianuratom/)
13. [http://uash.com.ua/files/mycom\\_general\\_presentation.pdf](http://uash.com.ua/files/mycom_general_presentation.pdf)