

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)
Сергій БЛАЖЕНКО
(ім'я та прізвище)

«__» _____ 2022р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Валентин ПЕТРЕНКО
(ім'я та прізвище)

«__» _____ 2022р.

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 овочесховища місткістю 500 т. у м. Одеса

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ХМ-4-12СК

Марковиченко Ярослав Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Серогін Олександр Олександрович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище)

(підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

(підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент _____

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2022 р.

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

“ 31 ” березня 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Марковиченко Ярослав Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект холодильника овочесховища місткістю 500 т.у м.
Одеса

керівник роботи професор Серьогін Олександр Олександрович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 31 ” 03 2022 року №167-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 03.06.2022р.

3. Вихідні дані до роботи _____

Холодоагент R404 фреон _____

Тип продукту Овочі «Морква», «Капуста», «Яблука»

Ізоляційний матеріал ПСБ-С

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

1). Технолог. схема оброблення продукції. _____

2). Розрахунок холодильної частини проекту _____

3). Техніко економічні показники _____

4). Охорона праці _____

5. Перелік графічного матеріалу

1. План та розріз будівлі холодильника _____

2. Схема холодильної установки _____

6. Консультанти розділів роботи

АНОТАЦІЯ

В дипломному проекті розрахована та спроектована холодильна установка овоче фруктосховища, місткістю 500 т у м. Одеса. В проекті розроблено холодильну схему, виконано підбір не обхідного холодильного обладнання, спроектовано будівлю, розроблено план машинного відділення. Проект направлений на досягнення максимальної ефективності по витраті електроенергії під час роботи та досягнення необхідного ефекту в отриманні штучного холоду при мінімальних капітальних та експлуатаційних затратах. Наведено розрахунки холодоспоживання під час охолодження продукту, зроблено підбір одноступінчату холодильну машину з регенеративним теплообмінником також для камер використовуємо батарейний спосіб охолодження оскільки невеликий перепад температури.

В дипломі містяться розділи: "Розрахунок холодильника", "Охорона праці", "Розрахунок економічної ефективності". В дипломі містяться розділи: "Розрахунок холодильника", "Охорона праці", "Розрахунок економічної ефективності". Проект виконаний на ПК, для розрахунків використовувалися такі прикладні програми: "Microsoft Office 2007" та "Mathcad 15", креслення та схеми виконанні за допомогою програми "Компас 3D "

Ключові слова: Зберігання овочів та фруктів, фреон, зберігання охолоджених продуктів, R404a.

| | | | | | | | |
|----------|------|--------------|--------|------|---|------|---------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |
| Розроб. | | Марковиченко | | | Літ. | Арк. | Акрушів |
| Перевір. | | Серьогін О.О | | | | | |
| | | | | | НУХТ ХМ-4-12ск | | |
| Затверд. | | Петренко В.П | | | | | |
| | | | | | Проект холодильника овочесховища місткістю 500 т. у м. Одеса | | |

Зміст

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 6 |
| 1 Вихідні дані для проектування..... | 11 |
| 2 Визначення числа і розмірів холодильних камер. Планування холодильника..... | 12 |
| 3 Вибір будівельних конструкцій та ізолюючих матеріалів..... | 17 |
| 4 Розрахунок ізоляції..... | 19 |
| 5 Тепловий розрахунок холодильних камер | 21 |
| 6. Вибір системи охолодження і типу холодильної установки..... | 30 |
| 7 Розрахунок і підбір основного обладнання..... | 31 |
| 8 Розрахунок і підбір допоміжного обладнання..... | 41 |
| 9 Складання і опис схеми холодильної установки..... | 44 |
| 10. Автоматизація холодильної установки | 46 |
| 11. Монтаж холодильного обладнання..... | 49 |
| 12. Експлуатація холодильного обладнання..... | 51 |
| 13. Ремонт холодильного обладнання | 53 |
| 14. Охорона праці..... | 55 |
| 15. Економічний розрахунок | 59 |
| Література..... | 79 |

| | | | | | | | | | |
|----------|------|--------------|--------|------|---|-----------------------|------|---------|----|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Проект холодильника овочесховища місткістю 500 т. у м. Одеса | Літ. | Арк. | Аркушів | |
| Розроб. | | Марковиченко | | | | | | 6 | 80 |
| Перевір. | | Серьогін О.О | | | | НУХТ ХМ-4-12ск | | | |
| Затверд. | | Петренко В.П | | | | | | | |

Вступ

Способи та режими охолодження плодів та овочів

Ефективність попереднього охолодження продуктів значною мірою визначається його способом і режимом. Розмаїття видів і сортів плодоовочевої продукції, специфічні умови її вирощування визначають різноманітність способів і режимів попереднього охолодження.

Використовують різні способи попереднього охолодження плодів: у потоці повітря, гідро охолодження льодяною водою методом зрошення чи занурення, снігування, вакуумне охолодження в спеціальних вакуумних охолодниках, комбіноване охолодження. За швидкістю охолодження найефективнішим є вакуумне охолодження, далі гідро охолодження, снігування і повітряне охолодження. Проте найпоширенішим нині є повітряний спосіб у різних модифікаціях.

Повітряне охолодження плодоовочевої продукції здійснюють:

у звичайних камерах холодильного зберігання за середньої швидкості руху повітря 1 —1,5 м/с і помірної кратності циркуляції 30—40 об'ємів/годину;

у тунельних камерах попереднього охолодження чи камерах іншого типу за порівняно великих швидкостей руху повітря (3—4 м/с) і підвищеної кратності його циркуляції (60— 100 об'ємів/годину);

у апаратах інтенсивного повітряного охолодження за високої швидкості руху (до 5 м/с) і кратності його циркуляції (до 150 об'ємів/годину).

Важливу роль у встановленні режиму попереднього охолодження відіграє різне у плодів і ягід сповільнення післязбирального досягання і старіння. При цьому сповільнення досягання спостерігається більшою мірою у плодів, ніж у ягід. За значного зниження інтенсивності дихання в попередньо охолоджених плодах накопичується менше неорганічного фосфору, що свідчить про істотніше зниження енергетичної

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 7 |

активності дихання. У плодах після попереднього охолодження повільніше, ніж у ягодах, зменшується вміст протопектину і затримується розм'якшення тканини. Сповільнюються також накопичення барвних речовин і зростання цукрокислотного індексу, що спричинено зменшенням вмісту органічних кислот.

Важливим елементом технології попереднього охолодження є припустима тривалість часу між збиранням продукції і початком її охолодження. Більшість ягід, плодів та овочів слід охолоджувати в найкоротші терміни після збирання. Охолодження стиглих томатів упродовж 1—4 години після збирання скорочує їх втрати в 1,5—2 рази. На втрати маси і товарну якість істотно впливає темп охолодження — після швидкого охолодження продукція зберігається краще.

За відсутності спеціальних камер попереднього охолодження процес здійснюють у камерах діючих холодильників. Упродовж 1 — 2 діб після збирання температуру продукції, залежно від виду, доводять до -1...1 °С. Шляхом інтенсифікації можна скоротити час повітряного охолодження до 16—80 хвилин, а гідроохолодження ще більше прискорює цей процес.

Попереднє охолодження овочів застосовують як перед транспортуванням, так і перед зберіганням. Для більшості овочів потрібне швидке охолодження, тому що під час дихання вони виділяють досить значну кількість теплоти. Тривалість охолодження, залежно від його способу, становить від кількох хвилин до кількох годин чи діб.

Повітряне охолодження овочів здійснюють перед короткостроковим чи тривалим зберіганням у спеціалізованих холодильних камерах чи тунелях до температури 2—15 °С згідно з особливостями рослинної продукції. Тривалість охолодження становить від 3—5 до 80—100 хвилин і більше. Швидке зниження температури сприяє кращому збереженню овочів. Зелену квасолю і огірки охолоджують і зберігають при температурі 5—9 °С упродовж відповідно

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

20 і 9 діб. Цвітна капуста при 0 °С зберігається 30—40 діб, а солодкий перець при температурі до 2 °С — до 35 діб.

Режими попереднього охолодження овочів повітрям залежать від їх стиглості і призначення. Нестиглі томати рекомендують охолоджувати повільно — впродовж 96 годин до температури 8 °С, а під час подальшого зберігання періодично (2—3 рази) підвищувати температуру до 20 °С (щоразу впродовж 3 діб), що забезпечує рівне досягання томатів і поліпшує їх якість. Для стиглих плодів ефективно швидко зниження температури до 0 °С, тоді втрати сухих речовин знижуються втричі і збільшується термін зберігання на 4—7 діб.

На підставі досвіду перевезень швидкопсувних продуктів Міжнародним інститутом холоду розроблено загальні рекомендації щодо температурних режимів овочевої продукції, завантажуваної до холодильного транспорту. Так, огірки перед перевезенням охолоджують до 10—15 °С, перець — 7—10, дині — 4—10, капусту — 0—8, зелень — до 0—10 °С.

З метою оптимізації процесу попереднього охолодження регулюють вологість повітря. Підтримання її на рівні 85—90 % дає змогу знизити втрати маси і забезпечити тривале зберігання овочів. Установлено, що підвищення вологості до 98—100 % у період охолодження і зберігання позитивно впливає на збереження моркви, ріпки, брукви, буряків, пастернаку, цвітної та брюссельської капусти та ін. При цьому знижуються втрати маси, зберігається тургор тканин, а в деяких випадках знижується виділення пектолітичних ферментів мікроорганізмами, що сповільнює розм'якшення тканин. Стабільне підтримання високої відносної вологості за стабільного температурного режиму виключає підморожування і випадання конденсату на поверхні овочів і дає змогу істотно подовжити період їх зберігання. Застосування високої відносної вологості разом із модифікованим газовим середовищем дає змогу на 10—30 % збільшити

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

вихід стандартної продукції. Підтримання високої відносної вологості особливо важливе під час охолодження і зберігання зелені і листкових овочів. Для збереження овочів при короткострокових перевезеннях ефективними є снігування і пересипання лускоподібним льодом. Це дає змогу за відсутності досконаліших засобів підтримувати високу вологість і сприяє швидкому охолодженню продукції.

З метою скорочення втрат маси і швидшого охолодження (3—30 хвилин) для деяких овочів (морква, капуста тощо) застосовують гідроохолодження до температури 0—5 °С. Тривалість охолодження залежить від виду продукції, початкової і кінцевої температур і методу гідроохолодження. Найширше застосовують метод зрошення, коли продукція в тарі рухається по конвеєру в тунелі і зрошується холодною водою під тиском через розпилювальні форсунки. Для запобігання розвитку фітопатогенних мікроорганізмів в умовах підвищеної вологості до води додають антисептики.

Ефективним для охолодження овочів, що мають велику поверхню, є вакуум-випарювальний метод. Він полягає в тому, що в умовах розрідження (для овочів — 798—930 Па) відбуваються закипання і випаровування вологи з поверхні (частково з клітин) овочів і за рахунок виділення прихованої теплоти випаровування продукт швидко охолоджується (по всьому об'єму за кілька хвилин). Перевагою методу є також його придатність і для упакованої продукції, недоліком — порівняно велика втрата маси продукту (1,5—2,5 %), що обмежує асортимент продуктів, придатних для вакуум-випарювального охолодження. Для скорочення втрат маси продукту може застосовуватися гідровакуумне охолодження з розпиленням вологи. Вакуумне охолодження малопридатне для таких овочів, як помідори, огірки, зелений перець, морква.

Використання вакуумного оброблення обмежується і тим, що видаляється не лише водяна пара, а й газу, що істотно впливає на хід

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 10 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

біохімічних і фізіологічних процесів у тканинах. При цьому м'яке вакуумування сприяє гальмуванню досягання, бо воно пов'язане лише з поліпшенням газообміну. Різке багаторазове вакуумування, навпаки, прискорює біохімічні процеси. У цьому разі головним діючим фактором є різке підвищення тиску (скидання вакууму), що спричинює мікро-травмування тканин, а це в свою чергу стимулює ранові реакції, наслідком яких є прискорення досягання.

За комбінованого охолодження продукти можуть спочатку підлягати вакуумному охолодженню до температури 10—15 °С, а потім доохолоджуватися повітрям у холодильній камері зберігання. Це дає змогу швидко зняти теплове навантаження в початковий період охолодження.

Вакуумне охолодження в промислових масштабах застосовують за кордоном для охолодження грибів, листкової зелені, салату тощо.

Оптимальні режими зберігання плодів та овочів

Режим зберігання охолоджених продуктів рослинного походження має створити умови для їх життєдіяльності, підтримання природного імунітету, за максимального зниження інтенсивності біохімічних процесів і пригнічення розвитку мікрофлори.

Під час зберігання плодів та овочів слід контролювати їх якість та дотримання технологічного режиму зберігання. Температуру, відносну вологість повітря та швидкість його руху контролюють і реєструють упродовж усього терміну зберігання. На сучасних холодильниках режим зберігання контролюється

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 11 |

1 Вихідні дані для проектування

Середньорічна температура $t_{cp.p.} = 7\text{ }^{\circ}\text{C}$

Зовнішня температура $t_3 = 31\text{ }^{\circ}\text{C}$

Камера №1

Умовна місткість $M_k = 250\text{ т}$

Температура надходження $t_{надх.} = +5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Температура зберігання $t_{зб.} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Відносна вологість $\varphi = 95\text{ \%}$

Технологія зберігання

Продукт *фрукти та овочі*

Камера №2

Умовна місткість $M_k = 250\text{ т}$

Температура надходження $t_{надх.} = +5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Температура зберігання $t_{зб.} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Відносна вологість $\varphi = 95\text{ \%}$

Технологія зберігання

Продукт *фрукти та овочі*

Камера №3

Вантажообіг $M_o = 5\text{ т/добу}$

Температура надходження $t_{надх.} = +25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Температура випуску $t_{вих.} = +5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Час циклу $\tau_{ц.} = 24\text{ години}$

Відносна вологість $\varphi = 95\text{ \%}$

Технологія охолодження

Продукт *фрукти та овочі*

2 Визначення числа і розмірів холодильних камер. Планування холодильника

2.1 Будівельна площа камери зберігання F^p_z , визначається за формулою:

$$F^p_z = \frac{M_k}{q_v \cdot h \cdot \beta_F}; \text{м}^2 \quad (2.1)$$

де M_k - місткість камери, т;

q_v - норма навантаження на 1 м³ об'єму камери, т/м³ ;

h - вантажна висота штабелю, м;

β_F - коефіцієнт використання площі камери ([1] с. 39).

$$F^p_z = \frac{250}{0,35 \cdot 3,5 \cdot 0,75} = 272 \text{ м}^2$$

2.2 Будівельна площа камер термічної обробки F^p_T визначається за формулою:

$$F^p_T = \frac{M_{\delta\tau}}{q_F \cdot 24}; \text{м}^2 \quad (2.2)$$

де τ - час холодильної обробки, год. ([2] с. 7-8);

q_F - норма завантаження на 1 м² будівельної площі камери, т/м² ([1] с. 39).

$$F^p_T = \frac{5 \cdot 24}{0,1 \cdot 24} = 50 \text{ м}^2$$

2.3 Приймаємо стандартну сітку колон 6х12 м.

Число будівельних прямокутників n_p , для камери зберігання визначається за формулою:

$$n_p = \frac{F^p}{f}, \quad (2.3)$$

де f - будівельна площа прямокутника, м²:

$$f = 6 \cdot 12 = 72 \text{ м}^2$$

$$n_p = \frac{272}{72} = 3,8 \approx 4$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 13 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Приймається дійсне число прямокутників $n_d = 4$ та визначається дійсна площа F_δ :

$$F_\delta = n_d \cdot f = 4 \cdot 72 = 288 \text{ м}^2$$

2.4 Будівельна площа експедиції $F^p_{сек}$ для камери зберігання визначається за формулою:

$$F^p_{сек} = \frac{0,5M_\delta}{0,35}; \text{м}^2 \quad (2.4)$$

де M_δ - добова видача вантажу, т/добу;

0,35 - норма навантаження на 1 м² будівельної площі.

$$F^p_{сек} = \frac{0,5M_\delta}{0,35} = \frac{0,5 \cdot 20}{0,35} = 29 \text{ м}^2$$

2.5 Будівельна площа камер холодильника $\Sigma F^p_{хол}$ визначається за формулою:

$$\Sigma F^p_{хол} = \Sigma F^p_3 + \Sigma F^p_T; ; \text{м}^2 \quad (2.5)$$

де ΣF^p_3 - будівельна площа камер зберігання вантажів м²;

ΣF^p_T - будівельна площа камер термічної обробки, м²

$$\Sigma F^p_{хол} = \Sigma F^p_3 + \Sigma F^p_T = 2 \cdot 272 + 50 = 594 \text{ м}^2$$

2.6 Допоміжна площа холодильника $F^p_{дон}$ визначається за формулою:

$$F^p_{дон} = (0,2 \div 0,4) \Sigma F^p_{хол}; \text{м}^2 \quad (2.6)$$

$$F^p_{дон} = (0,2 \div 0,4) \Sigma F^p_{хол} = 0,2 \cdot 594 = 119 \text{ м}^2$$

2.7 Будівельна площа машинного відділення $F^p_{маш}$ визначається за формулою:

$$F^p_{маш} = (0,1 \div 0,2) \Sigma F^p_{хол}; \text{м}^2 \quad (2.7)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 14 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$F^p_{\text{маш}} = (0,1 \div 0,2) \Sigma F^p_{\text{хол}} = 0,1 \cdot 594 = 59 \text{ м}^2$$

2.8 Будівельна площа службового приміщення $F^p_{\text{сл}}$ визначається за формулою:

$$F^p_{\text{сл}} = (0,1 \div 0,2) \Sigma F^p_{\text{хол}}; \text{м}^2 \quad (2.8)$$

$$F^p_{\text{сл}} = (0,1 \div 0,2) \Sigma F^p_{\text{хол}} = 0,1 \cdot 594 = 59 \text{ м}^2$$

2.9 Дійсна будівельна площа холодильника в контурі ізоляції $F^\circ_{\text{к.із}}$ визначається за формулою:

$$F^\circ_{\text{к.із}} = \Sigma F^p_{\text{хол}} + F^\circ_{\text{екс}} + F^\circ_{\text{дон}}; \text{м}^2 \quad (2.9)$$

$$F^\circ_{\text{к.із}} = \Sigma F^p_{\text{хол}} + F^\circ_{\text{екс}} + F^\circ_{\text{дон}} = 594 + 72 + 144 = 810 \text{ м}^2$$

2.10 Дійсна загальна площа холодильника F° визначається за формулою:

$$F^\circ = F^\circ_{\text{к.із}} + F^\circ_{\text{маш}} + F^\circ_{\text{сл}}; \text{м}^2 \quad (2.10)$$

$$F^\circ = F^\circ_{\text{к.із}} + F^\circ_{\text{маш}} + F^\circ_{\text{сл}} = 810 + 72 + 72 = 954 \text{ м}^2$$

Всі розрахунки заносяться до таблиці 2.1

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 15 |

Планування холодильника представлено на малюнку 2.1.

| | | | | |
|-----------|--|------------|-----------|----|
| | | Експедиція | | |
| Камера №1 | | | Камера №2 | |
| | | Камера №3 | | |
| ДП | | МВ | | СП |

Мал. 2.1 Планування холодильника

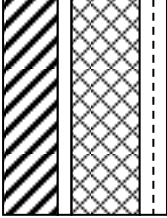
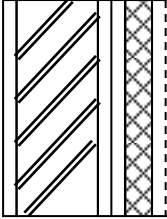
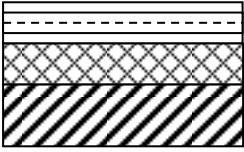
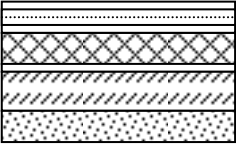
МВ – машинне відділення

СП – службове приміщення

ДП – допоміжне приміщення

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 17 |

3 Вибір будівельних конструкцій та ізолюючих матеріалів

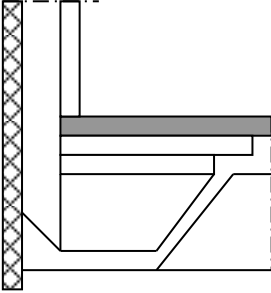
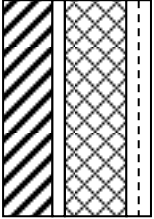
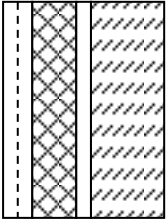
| Найменування і конструкція огорожень | Найменування і матеріал шару | На шару $\delta_i, \text{м}$ | Коеф. теплопровідності $\lambda_i, \text{Вт/мК}$ | Тепловий опір $R_i, \text{м}^2\text{К/Вт}$ |
|--|---|------------------------------|--|--|
| Зовнішня стінова панель  | 1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці | 0,02 | 0,98 | 0,020 |
| | 2. Теплоізоляція ПСБ-С | треба визнач. | 0,05 | треба визнач. |
| | 3. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці | 0,004 | 0,30 | 0,013 |
| | 4. Зовнішній шар з важкого бетону | 0,140 | 1,86 | 0,075 |
| | | | | |
| Зовнішня стіна (з цегли)  | 1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці | 0,02 | 0,98 | 0,020 |
| | 2. Теплоізоляція ПСБ-С | треба визнач. | 0,05 | треба визнач. |
| | 3. Пароізоляція - 2шару гідроізола на бітумній мастиці | 0,004 | 0,30 | 0,013 |
| | 4. Штукатурка цементно-піщана | 0,20 | 0,93 | 0,022 |
| | 5. Кладка цегляна на цементному розчині | 0,500 | 0,81 | 0,469 |
| | 6. Штукатурка складним розчином | 0,020 | 0,93 | 0,022 |
| | | | | $\Sigma=0,546$ |
| Покриття охолоджуваних приміщень  | 1. 5 шарів гідроізола на бітумній мастиці | 0,012 | 0,3 | 0,040 |
| | 2. Стяжка з бетону по метал. сітці | 0,040 | 1,86 | 0,022 |
| | 3. Пароізоляція (шар пергаміну) | 0,001 | 0,15 | не врах. треба визнач. |
| | 4. Плитна теплоізоляція ПСБ-С | треба визнач. | 0,05 | |
| | 5. Залізобетонна плита покриття | 0,035 | 2,04 | 0,017 |
| | | | | $\Sigma=0,079$ |
| Підлога камер схову  | 1. Монолітне бетонне покриття з важкого бетону | 0,040 | 1,86 | 0,022 |
| | 2. Армобетона стяжка | 0,080 | 1,86 | 0,043 |
| | 3. Пароізоляція (1шар пергаміну) | 0,001 | 0,15 | не врах. |
| | 4. Плитна теплоізоляція ПСБ-С | треба визнач. | 0,05 | треба визнач. |
| | 5. Цементно-піщаний розчин | 0,025 | 0,98 | 0,026 |
| | 6. Ущільнений пісок | 1,35 | 0,58 | 2,338 |
| | 7. Бетонна підготовка з електор нагрівальним устроєм | — | — | — |
| | | | | $\Sigma=2,43$ |

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

00.КР.142.008.429.ПЗ

Арк.

18

| Найменування і конструкція огорожень | Найменування і матеріал шару | На шару $\delta_i, \text{м}$ | Коеф. теплопровідності $\lambda_i, \text{Вт/мК}$ | Тепловий опір $R_i, \text{м}^2\text{К/Вт}$ |
|--|---|------------------------------|--|--|
| <p>Підлога охолоджувальних приміщень</p> <p>$t_{\text{кам}} \geq 0$</p>  | 1. Монолітне бетонне покриття з важкого бетону | 0,050 | 1,86 | 0,027 |
| | 2. Армобетонна стяжка | 0,080 | 1,86 | 0,043 |
| | 3. Керамзитобетонна стяжка. | 0,001 | 0,15 | не врах. |
| | 4. Засипний теплоізоляційний матеріал (керамзитовий ґравій) | треба визнач. | 0,13 | треба визнач. |
| | 5. Насипний ґрунт | — | — | — |
| | 6. Бетонна підготовка М100 | 0,100 | 2,04 | не врах. |
| | 7. Ґрунт основи | — | — | — |
| <p>Перегородка між камерами</p>  | 1. Штукатурка складним розчином по метал. сітці | 0,02 | 0,98 | 0,020 |
| | 2. Теплоізоляція ПСБ-С | треба визнач. | 0,05 | треба визнач. |
| | 3. Пароізоляція - 2 шари гідроізола на бітумній мастиці | 0,004 | 0,30 | 0,013 |
| | 4. Зовнішній шар з важкого бетону | 0,080 | 1,86 | 0,043 |
| | | | | $\Sigma=0,077$ |
| <p>Внутрішня стінова панель</p>  | 1. Панель з керамзитобетону ($\rho=1100 \text{ кг/м}^3$) | 0,240 | 0,47 | 0,51 |
| | 2. Пароізоляція – 2 шари гідроізола на бітумній мастиці | 0,004 | 0,30 | 0,013 |
| | 3. Плитна теплоізоляція ПСБ-С | треба визнач. | 0,05 | треба визнач. |
| | 4. Штукатурка складним розчином по метал. сітці | 0,020 | 0,98 | 0,020 |
| | | | | $\Sigma=0,543$ |

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

00.КР.142.008.429.ПЗ

Арк.

19

4 Розрахунок ізоляції

Розрахунок ізоляції проводять відповідно до вказівок ([1] с. 47-54, [2] с. 48-58). Коли температури в камерах відрізняються не більше ніж на 5 °С, то розрахунок для кожної камери проводити не варто.

Розрахунок проводять для камери, що має найнижчу температуру і отримані дані приймають для всіх камер. На практиці визначають коефіцієнт теплопередачі і товщину ізоляції для зовнішньої стіни, внутрішньої (між охолоджувальними і не охолоджуваним приміщеннями), перегородки між камерами, підлоги, перекриття.

4.1. Товщина теплоізоляційного шару огороження, δ_{iz} , м. визначається за формулою:

$$\delta_{iz} = \lambda_{iz} \left[\frac{1}{\kappa_0} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right] \quad (4.1)$$

де λ_{iz} , λ_i - коефіцієнт теплопровідності ізоляційного і будівельного матеріалу, що складають конструкцію огороження прийнятих по таблиці 8.5 ([1]с. 51), 2.8 ([2]с. 50); Вт/м•К;

κ_0 - потрібний коефіцієнт теплопередачі огороження, що приймають в залежності від характеру огороження і температури по обидві сторони від нього по таблиці 8.2 ([1] с. 48), ([2] с. 52); Вт/м²•К;

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої або найбільш теплої сторони огороження, вибирається в залежності від типу огороження і типу поверхні і приймається по таблиці 8.1 ([1] с. 47), 2.10 ([2] с. 54); Вт/м²•К;

α_6 - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої або найбільш холодної сторони огороження, вибирається по таблиці 8.1 ([1] с. 47); 2.10 ([2] с. 54); Вт/м²•К;

δ_i - товщина окремих шарів конструкції огороження приймається з малюнку 3.1.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 20 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4.2. Дійсний коефіцієнт теплопередачі K_d , $Вт/м^2 \cdot К$ визначається за формулою:

$$K_d = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B}\right) + \frac{\delta^{Д_{із}}}{\lambda_{із}}}, \quad (4.2)$$

де $\delta^{Д_{із}}$ - прийнята товщина ізолюючого шару, м.

Всі розрахунки заносимо до таблиці 4.1

Таблиця 4.1

| Назва огороження | $t, ^\circ C$ | $K_0, Вт/м^2К$ | $\alpha_3, Вт/м^2К$ | $\alpha_6, Вт/м^2К$ | $\frac{\delta_1}{\lambda_1}$ | $\frac{\delta_2}{\lambda_2}$ | $\frac{\delta_3}{\lambda_3}$ | $\frac{\delta_4}{\lambda_4}$ | $\frac{\delta_5}{\lambda_5}$ | $\lambda_{із}, Вт/мК$ | $\delta^{із}, м$ | $\delta^0_{із}, м$ | $K_d, Вт/м^2К$ |
|-----------------------|---------------|----------------|---------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------|--------------------|----------------|
| Зовнішня стіна | 0 | 0,4 | 23 | 9 | 0,02 | 0,013 | 0,022 | 0,469 | 0,022 | 0,05 | 0,09 | 0,1 | 0,37 |
| Внутрішня стіна | 0 | 0,44 | 8 | 9 | 0,51 | 0,013 | 0,02 | - | - | 0,05 | 0,074 | 0,075 | 0,44 |
| Між камерами №2 та №3 | 0 | 0,58 | 9 | 9 | 0,02 | 0,013 | 0,043 | - | - | 0,05 | 0,07 | 0,075 | 0,56 |
| Підлога | 0 | 0,41 | 0 | 9 | 0,027 | 0,043 | - | - | - | 0,05 | 0 | 0 | 0,41 |
| Покриття | 0 | 0,37 | 23,3 | 9 | 0,04 | 0,022 | 0,017 | - | - | 0,05 | 0,123 | 0,125 | 0,37 |

5 Тепловий розрахунок холодильних камер

5.1 Навантаження на обладнання визначається, як сума теплопритоків за формулою:

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5; \text{кВт}, (5.1)$$

де Q_1 - теплопритоки через огороження, кВт;

Q_2 - теплопритоки від вантажу, кВт;

Q_3 - теплопритоки від зовнішнього повітря при вентиляції;

Q_4 - експлуатаційні теплопритоки, кВт;

Q_5 - теплопритоки від "дихання" продуктів, кВт

5.2 Теплопритоки через огороження

Теплопритоки через огорожуючі конструкції, Q_1 , кВт визначаються як сума теплопритоків через стіни, перегородки, покриття, перекриття, підлогу, Q_T , а також за рахунок дії сонячної радіації, Q_c , кВт і через покриття і зовнішні стіни.

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1c} \quad (5.2)$$

Теплопритоки через огороження розраховуються за формулами 9.3 і 9.4 ([1] с. 56); 3.1 і 3.2 ([1]с. 56-60).

5.2.1 Теплопритоки через стіни, перегородки, покриття визначаються за формулою 9.3 ([1] с. 56):

$$Q_{1T} = k_0 \theta \cdot 10^{-3} = k_0 F (t_3 - t_6) 10^{-3}, \text{кВт} \quad (5.3)$$

де k_0 - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження;

F - площа поверхні огороження, м²;

θ - розрахункова різниця температур, °С;

t_3 - температура зовнішнього повітря, °С;

t_6 - температура внутрішнього повітря, °С;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 22 |

5.2.2 Теплопритоки через підлогу визначаються за формулою 9.4 ([1] с. 56):

$$Q_{IT} = k_0 F (t_3 - t_B) 10^{-3}, \text{кВт} \quad (5.4)$$

5.2.3 Теплопритоки від сонячної радіації визначаються за формулою 9.7 ([1]с. 57); 3.5 ([2] с. 61):

$$Q_{IT} = k_0 F \Delta t_c \cdot 10^{-3}, \text{кВт} , \quad (5.5)$$

де Δt_c - надлишкова різниця температур, яка характеризує дію сонячної радіації в літній час, °С. Приймається в залежності від типу огороження та сторони світу ([1] с. 57).

Всі розрахунки заносяться до таблиці 5.1

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 23 |

Таблиця 5.1

| Назва камери | $K_0, \text{Вт/м}^2\text{К}$ | Розміри, м | | | $F, \text{м}^2$ | $t_{\text{в}}, ^\circ\text{C}$ | $t_{\text{г}}, ^\circ\text{C}$ | $\theta, ^\circ\text{C}$ | $\Delta t_{\text{с}}, ^\circ\text{C}$ | $Q_{\text{т}}, \text{кВт}$ | $Q_{\text{с}}, \text{кВт}$ | $Q_{\text{г}}, \text{кВт}$ |
|-------------------------|------------------------------|------------|----|-----|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | L | B | H | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Камера №1 | | | | | | | | | | | | |
| 1. Стіна сх. внутрішня | 0,44 | | 12 | 4,8 | 57,6 | 10 | 0 | 10 | | 0,25 | | 0,25 |
| 2. Стіна п-н зовнішня | 0,37 | 24 | | 4,8 | 115,2 | 31 | 0 | 31 | 0 | 1,32 | 0 | 1,32 |
| 3. Стіна зах. зовнішня | 0,37 | | 12 | 4,8 | 57,6 | 31 | 0 | 31 | 6 | 0,66 | 0,13 | 0,79 |
| 4. Стіна п-д внутрішня | 0,44 | 24 | | 4,8 | 115,2 | 15 | 0 | 15 | | 0,76 | | 0,76 |
| 5. Покриття | 0,37 | 24 | 12 | | 288 | 31 | 0 | 31 | 17,7 | 3,3 | 1,89 | 5,19 |
| 6. Підлога | 0,41 | 24 | 12 | | 288 | 7 | 0 | 7 | | 0,83 | | 0,83 |
| Всього: | | | | | | | | | | | | 9,14 |
| Камера №2 | | | | | | | | | | | | |
| 1. Стіна п-н зовнішня | 0,37 | 24 | | 4,8 | 115,2 | 31 | 0 | 31 | 0 | 1,32 | 0 | 1,32 |
| 2. Стіна зах. внутрішня | 0,44 | | 12 | 4,8 | 57,6 | 10 | 0 | 10 | | 0,25 | | 0,25 |
| 3. Стіна сх. зовнішня | 0,37 | | 12 | 4,8 | 57,6 | 31 | 0 | 31 | 7,2 | 0,66 | 0,15 | 0,81 |
| 4. Стіна п-д внутрішня | 0,44 | 24 | | 4,8 | 115,2 | 20 | 0 | 20 | | 1,01 | | 1,01 |
| 5. Покриття | 0,37 | 24 | 12 | | 288 | 31 | 0 | 31 | 17,7 | 3,3 | 1,89 | 5,19 |
| 6. Підлога | 0,41 | 24 | 12 | | 288 | 7 | 0 | 7 | | 0,83 | | 0,83 |
| Всього: | | | | | | | | | | | | 9,41 |
| Камера №3 | | | | | | | | | | | | |
| 1. Стіна п-н внутрішня | 0,44 | 12 | | 4,8 | 57,6 | 10 | 0 | 10 | | 0,25 | | 0,25 |
| 2. Стіна зах. внутрішня | 0,56 | | 6 | 4,8 | 28,8 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | 0 |
| 3. Стіна сх. внутрішня | 0,56 | | 6 | 4,8 | 28,8 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | 0 |
| 4. Стіна п-д внутрішня | 0,44 | 12 | | 4,8 | 57,6 | 15 | 0 | 15 | | 0,38 | | 0,38 |
| 5. Покриття | 0,37 | 12 | 6 | | 72 | 31 | 0 | 31 | 17,7 | 0,83 | 0,47 | 1,3 |
| 6. Підлога | 0,41 | 12 | 6 | | 72 | 31 | 0 | 31 | | 0,92 | | 0,92 |
| Всього: | | | | | | | | | | | | 2,9 |

00.КР.142.008.429.ПЗ

Арк.

24

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

5.3 Теплопритоки від вантажів при термічній обробці

Визначимо теплоприток для камери зберігання.

5.3.1 Теплопритоки Q_2 , кВт складаються з теплопритоків від продуктів при тепловій обробці в камерах (охолодження, заморожування - Q_{2np} , кВт) і теплопритоків від тари - Q_{2T} , кВт:

$$Q_2 = Q_{2np} + Q_{2T}, \text{ кВт} \quad (5.6)$$

Дані теплопритоки розраховуються за формулами 9.9 і 9.11 ([1] с. 59); 3.6 і 3,7 ([2] с. 62-63).

$$Q_2 = 3,6 + 0,6 = 4,2, \text{ кВт}$$

5.3.2 Теплопритоки від надходжующих продуктів визначаються за формулою:

$$Q_{2np} = M_{np} \Delta i \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ кВт} \quad (5.7)$$

де M_{np} - добове надходження продуктів, т/добу;

Δi - різниця питомих ентальпій продуктів, які відповідають початковій і кінцевій температурам продукту, кДж/кг ([1] с. 217) ([2] с. 63);

τ - тривалість холодильної обробки, годин;

1000 - перевідний коефіцієнт з тон в кг;

3600 - перевідний коефіцієнт з годин в секунди.

$$Q_{2np} = 20(286,7 - 271,7) \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 3,6, \text{ кВт}$$

5.3.3 Теплопритоки від тари визначаються за формулою 9.11 ([1]с. 59)

$$Q_{2T} = M_T C_T (t_1 - t_2) \frac{1000}{\tau \cdot 3600}, \text{ кВт} \quad (5.8)$$

де M_T - добове надходження тари, яка приймається пропорційно добовому надходженню продукту, т/добу;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 25 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

C_T - питома теплоємність тари, кДж/(кг·К) ([1] с. 59), ([2] с. 64);

$t_1 - t_2$ - початкова і кінцева температура тари °С.

$$Q_{2T} = 4 \cdot 2,3(5 - 0) \frac{1000}{24 \cdot 3600} = 0,6, \text{ кВт}$$

Маса тари складає 10÷20% від маси продукту, а для скляної тари - 100%. Питома теплоємність тари (в кДж/(кг·К)) приймають: для дерев'яної і картонної тари $C_T = 2,3$; скляної $C_T = 0,8$; пластмасової $C_T = 1,1$.

Всі розрахунки заносяться до таблиці 5.2

Таблиця 5.2

| Назва камер | t , годин | $M_{пр}$, т/доб | $M_{т}$, т/доб | C_m , кДж/кгК | i_n , кДж/кг | i_k , кДж/кг | Δi , кДж/кг | t_1 , °С | t_2 , °С | Δt , °С | $Q_{2пр}$, кВт | $Q_{2т}$, кВт | Q_2 , кВт |
|-------------|-------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------------------|------------|------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Камера №1 | 24 | 20 | 4 | 2,3 | 286,7 | 271,7 | 15 | 5 | 0 | 5 | 3,6 | 0,6 | 4,2 |
| Камера №2 | 24 | 20 | 4 | 2,3 | 286,7 | 271,7 | 15 | 5 | 0 | 5 | 3,6 | 0,6 | 4,2 |
| Камера №3 | 24 | 5 | 1 | 2,3 | 365,6 | 286,7 | 78,9 | 25 | 5 | 20 | 4,6 | 0,5 | 5,1 |

5.4 Теплопритоки при вентиляції приміщення

Теплопритоки від зовнішнього повітря при вентиляції Q_3 (кВт) слід враховувати тільки при проектуванні спеціальних холодильників і камер для зберігання фруктів і овочів.

5.4.1 Теплопритоки від зовнішнього повітря при вентиляції визначаються за формулою 9.12 ([1] с. 59), 3.8 ([2] с. 65):

$$Q_3 = M_{нов} (i_3 - i_6), \text{ кВт} \quad (5.9)$$

де $M_{нов}$ - масові витрати повітря, кг/с;

(i_3, i_6) - питома ентальпія зовнішнього і внутрішнього повітря в камері, кДж/кг. Визначається з діаграми I-d для вологого повітря (додаток).

$$Q_3 = 0,086(18 - 10) = 0,7, \text{ кВт}$$

5.4.2 Масові витрати повітря визначаються за формулою 9.12 ([1] с.60):

$$M_{нов} = \frac{V_k a \rho_{нов}}{24 \cdot 3600}, \text{ кг/с} \quad (5.10)$$

де V_k - об'єм камери, м^3 ;

a - кратність обміну повітря (приймається 3-4);

$\rho_{нов}$ - густина повітря, кг/м^3 (в залежності від температури і вологості $\rho_{нов} = 1,30-1,40$);

3600 - перевідний коефіцієнт з годин в секунди.

$$M_{нов} = \frac{1382,4 \cdot 4 \cdot 1,35}{24 \cdot 3600} = 0,086 \text{ кг/с}$$

Всі розрахунки заносяться до таблиці 5.3

Таблиця 5.3

| Назва камери | $V_k, \text{ м}^3$ | $\rho_{нов}, \text{ кг/м}^3$ | a | $M_{нов}, \text{ кг/с}$ | $i_g, \text{ кДж/кг}$ | $i_{3,}, \text{ кДж/кг}$ | $Q_3, \text{ кВт}$ |
|--------------|--------------------|------------------------------|-----|-------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Камера №1 | 1382,4 | 1,35 | 4 | 0,086 | 10 | 18 | 0,7 |
| Камера №2 | 1382,4 | 1,35 | 4 | 0,086 | 10 | 18 | 0,7 |
| Камера №3 | 345,6 | 1,35 | 4 | 0,022 | 10 | 66 | 1,2 |

5.5 Експлуатаційні тепло притоки

Визначимо теплоприток для камери зберігання.

5.5.1 Експлуатаційні теплопритоки визначаються за формулою 9.18 ([1] с. 61); 3.13 ([2] с. 67):

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4, \text{ кВт} , \quad (5.11)$$

де q_1 - теплоприток від освітлення, кВт;

q_2 - теплоприток від перебування людей, кВт;

q_3 - теплоприток від працюючих людей, кВт;

q_4 - теплоприток при відкриванні дверей, кВт.

$$Q_4 = 0,66 + 1,05 + 2 + 3,46 = 7,2, \text{ кВт}$$

5.5.2 Теплоприток від освітлення визначається за формулою 9.13 ([1] с. 60):

$$q_1 = AF \cdot 10^{-3} \text{ кВт}, \quad (5.12)$$

де A - теплота, яка виділяється джерелами освітлення, Вт/м²

Приймається: - для камер зберігання 2,3;
- для виробничих приміщень 4,7.

F - площа камер, м².

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

5.5.3 Теплоприток від перебування людей визначається за формулою 9.14 [1]с. 60); 13.10 ([2] с. 66):

$$q_2 = 0,35n, \text{ кВт} \quad (5.13)$$

де 0,35 - тепловиділення однієї людини при фізичній роботі, кВт;
 n - кількість людей працюючих в одному приміщенні.

При площі камери до 200 м² - 2-3 чол.

При площі камери більше 200 м² - 3-4 чол.

$$q_2 = 0,35 \cdot 3 = 1,05, \text{ кВт}$$

5.5.4 Теплоприток від працюючих електродвигунів визначається за формулою 9.15 ([1] с. 60), 3.11 ([2] с. 66):

$$q_3 = N_{ел}, \text{ кВт} \quad (5.14)$$

де $N_{ел}$ - сумарна потужність електродвигунів, кВт: камери охолодження 3-8 кВт; камери заморожування 8-16 кВт.

$$q_3 = 2, \text{ кВт}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 28 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

5.5.5 Теплоприток від відкриття дверей визначається за формулою 9.17 ([1] с. 61); 3.12 ([2] с. 66):

$$q_1 = KF \cdot 10^{-3}, \text{кВт} \quad (5.15)$$

де K - питомий теплоприток при відкритті дверей, Вт/м^2 , таблиця 3.3 ([2] с. 67);

F - площа камери, м^2

$$q_1 = 12 \cdot 288 \cdot 10^{-3} = 3,46, \text{кВт}$$

Всі розрахунки заносяться до таблиці 5.4

таблиці 5.4

| Камери | $F, \text{м}^2$ | $A, \text{кВт/м}^2$ | $q_1, \text{кВт}$ | n | $q_2, \text{кВт}$ | $N_{\text{ел}}, \text{кВт}$ | $q_3, \text{кВт}$ | $K, \text{кВт/м}^2$ | $q_4, \text{кВт}$ | $Q_4, \text{кВт}$ |
|--------|-----------------|---------------------|-------------------|-----|-------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| №1 | 288 | 2,3 | 0,66 | 3 | 1,05 | 2 | 2 | 12 | 3,46 | 7,2 |
| №2 | 288 | 2,3 | 0,66 | 3 | 1,05 | 2 | 2 | 12 | 3,46 | 7,2 |
| №3 | 72 | 4,7 | 0,34 | 2 | 0,7 | 5 | 5 | 12 | 0,86 | 6,9 |

5.6 Теплопритоки від фруктів і овочів при «диханні»

Теплоприток можна визначити за допомогою формули:

$$Q_5 = M_k \cdot (0,1 \cdot q_{\text{надх}} + 0,9 \cdot q_{\text{зб}}), \text{кВт}$$

де q – теплоємність продукту при температурах надходження та зберігання, визначаємо по табл. 3,4 [2] ст. 68.

Визначаємо для камери зберігання.

$$Q_5 = 250 \cdot (0,1 \cdot 34 + 0,9 \cdot 20) \cdot 10^{-3} = 5,3, \text{кВт}$$

Визначаємо для камери охолодження.

$$Q_5 = 5 \cdot (0,1 \cdot 175 + 0,9 \cdot 20) \cdot 10^{-3} = 0,2, \text{кВт}$$

5.7 Визначення навантаження на камерне обладнання і компресора

Навантаження на камерне обладнання визначається як сума всіх теплопритоків в дану камеру:

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 29 |

Навантаження на компресор складається з усіх видів теплопритоків, але враховується не повністю, а частково, в залежності від типу і призначення холодильника ([1] с. 61-62), ([2]с. 69-71).

Розраховані теплопритоки заносять в графу "Камерне обладнання". Навантаження на компресор для підприємств харчової промисловості за статтями Q_2 , Q_3 і Q_5 приймаються рівним навантаженню на обладнання, навантаження на компресор Q_1 і складає 80-90% від навантаження на камерне обладнання. Навантаження на компресор Q_4 складає 65-75 % від навантаження на камерне обладнання.

Результати теплового розрахунку заносяться до таблиці 5.5.

Таблиця 5.5

| Назва камери | $t_k, ^\circ\text{C}$ | $Q_1, \text{кВт}$ | | $Q_2, \text{кВт}$ | | $Q_3, \text{кВт}$ | | $Q_4, \text{кВт}$ | | $Q_5, \text{кВт}$ | | $\Sigma Q, \text{кВт}$ | |
|--------------|-----------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------------|------------------------|
| | | $Q_{1\text{обл}}$ | $Q_{1\text{км}}$ | $Q_{2\text{обл}}$ | $Q_{2\text{км}}$ | $Q_{3\text{обл}}$ | $Q_{3\text{км}}$ | $Q_{4\text{обл}}$ | $Q_{4\text{км}}$ | $Q_{5\text{обл}}$ | $Q_{5\text{км}}$ | $\Sigma Q_{\text{об}}$ | $\Sigma Q_{\text{км}}$ |
| № 1 | 0 | 9,14 | 7,3 | 4,2 | 4,2 | 0,7 | 0,7 | 7,2 | 5 | 5,3 | 5,3 | 26,5 | 22,5 |
| № 2 | 0 | 9,41 | 7,5 | 4,2 | 4,2 | 0,7 | 0,7 | 7,2 | 5 | 5,3 | 5,3 | 26,8 | 22,7 |
| № 3 | 0 | 2,9 | 2,3 | 5,1 | 5,1 | 1,2 | 1,2 | 6,9 | 4,5 | 0,2 | 0,2 | 16,3 | 13,3 |

Холодопродуктивність компресора визначається за формулою:

$$Q_0 = \frac{k \Sigma Q}{B}, \text{ кВт}$$

де k - коефіцієнт, що враховує витрати в трубопроводах і апаратах холодильної установки. Для системи безпосереднього охолодження $k=1,05$, для розсільного охолоджувача $k=1,10$;

B - коефіцієнт робочого часу роботи обладнання. Для малих підприємств $B=0,7$; для середніх $B=0,8$; для великих, $B=0,9$.

ΣQ - сумарне навантаження на компресор для групи камер, що мають одну температуру кипіння.

$$Q_0 = \frac{1,05 \cdot (22,5 + 22,7 + 13,3)}{0,8} = 77, \text{ кВт}$$

6. Вибір системи охолодження і типу холодильної установки

Для камер застосуємо одноступінчасту холодильну машину з регенеративним теплообмінником.

Як холодильний агент застосовуємо фреон R404, який володіє достатньо хорошими властивостями при роботі компресорів з такою холодопродуктивністю.

Як система охолодження кращим рішенням буде застосування системи безпосереднього охолодження для камер.

Для камер використовуємо батарейний спосіб охолодження оскільки невеликий перепад температури.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 31 |

7 Розрахунок і підбір основного обладнання

7.1 Вибір температурних режимів роботи холодильної установки

7.1.1 Температура кипіння t_0 , $^{\circ}\text{C}$ в установках розраховується згідно рекомендацій ([1] с. 70-72), ([2] с. 86-88).

При проектуванні хладонових холодильних установок

$$t_0 = t_{kp} - (10 \div 30)^{\circ}\text{C} \quad (7.1)$$

де t_{kp} - температура камери, $^{\circ}\text{C}$.

$$t_0 = t_{kp} - (10 \div 30) = 0 - 15 = -15^{\circ}\text{C}$$

7.1.2 Вибір температурного режиму конденсатора зводиться до визначення температури води, що входить в конденсатор, t_{e1} , $^{\circ}\text{C}$, що виходить з конденсатора, t_{e2} , $^{\circ}\text{C}$, і температури конденсації t_k , $^{\circ}\text{C}$:

$$t_{e1} = t_{M.T} + (3 \div 4)^{\circ}\text{C} \quad (7.2)$$

де $t_{M.T}$ - температура мокрого термометра, $^{\circ}\text{C}$, визначається по d -і діаграмі вологого повітря (див. розділ 1).

$$t_{e1} = 23 + 4 = 27^{\circ}\text{C}$$

$$t_{e2} = t_{e1} + (3 \div 5)^{\circ}\text{C} \quad (7.3)$$

$$t_{e2} = 27 + 3 = 30^{\circ}\text{C}$$

Температура конденсації:

$$t_k = t_{e2} + (2 \div 4)^{\circ}\text{C} \quad (7.4)$$

$$t_k = 30 + 2 = 32^{\circ}\text{C}$$

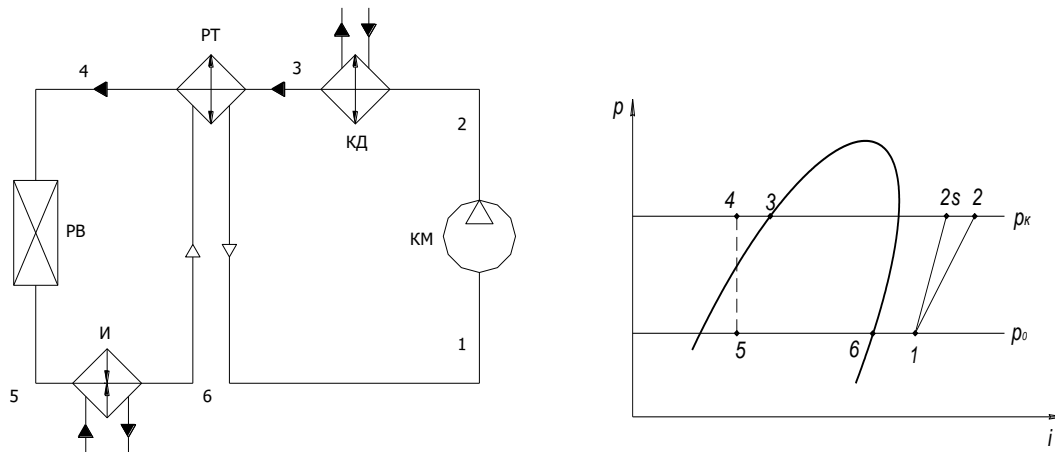
| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 32 |

7.1.3 Температуру всмоктуючих парів, $t_{вс}$, $^{\circ}\text{C}$ приймають в хладонових машинах:

$$t_{вс} = t_0 + (10 \div 15)^{\circ}\text{C} \quad (7.5)$$

$$t_{ан} = -15 + 15 = 0^{\circ}\text{C}$$

Схема холодильної машини представлена на мал. 7.1.



Мал. 7.1 – Схема і цикл одноступінчатої ПКХМ з регенеративним теплообмінником

Вихідні дані для розрахунку:

- холодопродуктивність циклу $Q_0 = 77 \text{ кВт}$;
- холодоагент – R404;
- температура випаровування $t_0 = -15^{\circ}\text{C}$;
- температура конденсації $t_k = 32^{\circ}\text{C}$;
- температура всмоктування $t_1 = t_{вс} = 0^{\circ}\text{C}$
- адіабатний ККД компресора $\eta_s = 0,77$.

У i, p - діаграмі для заданого холодоагенту будуємо цикл холодильної машини з регенеративним теплообмінником.

7.1.4 Для знаходження параметрів точки 2 використовуємо формулу для адіабатного ККД:

$$\eta_s = \frac{i_{2s} - i_1}{i_2 - i_1} \Rightarrow i_2 = i_1 + \frac{i_{2s} - i_1}{\eta_s} = 371 + \frac{403 - 371}{0,77} \approx 413 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right), \quad (7.6)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 33 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

7.1.5 Ентальпія точки 4 визначається з теплового балансу регенеративного теплообмінника:

$$i_4 = i_3 + i_6 - i_1 = 252 + 360 - 371 = 241 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right), \quad (7.7)$$

Параметри вузлових точок представлені в таблиці 7.1:

Таблиця 7.1

| Параметри | Крапки | | | | | | |
|---------------------------|--------|-------|-------|-----|-----|-----|-------|
| | 1 | 2 | 2s | 3 | 4 | 5 | 6 |
| $p, \text{бар}$ | 3,8 | 17 | 17 | 17 | 17 | 3,8 | 3,8 |
| $t, \text{°C}$ | 0 | 62 | 51 | 32 | 27 | -15 | -15 |
| $i, \text{кДж/кг}$ | 371 | 413 | 403 | 252 | 241 | 241 | 360 |
| $v, \text{м}^3/\text{кг}$ | 0,06 | 0,015 | 0,014 | - | - | - | 0,055 |

7.1.6 Питомі навантаження циклу обчислюються за формулами:

- питома холодопродуктивність циклу:

$$q_0 = i_6 - i_5 = 360 - 241 = 119 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right), \quad (7.8)$$

- питома об'ємна холодопродуктивність циклу:

$$q_v = \frac{q_0}{v} = \frac{119}{0,06} \approx 1983 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{м}^3} \right); \quad (7.9)$$

- питома робота циклу:

$$l_u = (i_2 - i_1) = (413 - 371) = 42 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right); \quad (7.10)$$

- питома теплота, що відводиться від конденсаторів:

$$q_{кд} = i_2 - i_3 = 413 - 252 = 161 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right); \quad (7.11)$$

- питоме теплове навантаження на регенеративний теплообмінник:

$$q_{РТ} = i_3 - i_4 = 252 - 241 = 11 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \right); \quad (7.12)$$

- холодильний коефіцієнт теоретичного циклу:

$$\varepsilon_m = \frac{q_0}{l_u} = \frac{119}{42} = 2,8, \quad (7.13)$$

7.1.7 Коефіцієнт подачі компресора λ при стандартному режимі роботи розраховуємо по формулі

$$\lambda = \lambda_0 \cdot \lambda_{op} \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{щ}, \quad (7.14)$$

де λ_0 - об'ємний коефіцієнт подачі:

$$\lambda_0 = 1 - c_m \left(\pi^{\frac{1}{m}} - 1 \right) = 1 - 0,04 \cdot \left(5^{\frac{1}{1}} - 1 \right) = 0,84,$$

де $\pi = \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_k + 0,13}{p_0 - 0,04} = \frac{1,7 + 0,13}{0,38 - 0,04} = 5$ - відношення тиску в циліндрі компресора;

m – показник політропи;

c_m – величина відносного об'єму мертвого простору;

λ_{op} - коефіцієнт дроселювання:

$$\lambda_{op} = 1 - \frac{(1 + c_m) \Delta \bar{p}_{\bar{a}\bar{n}}}{\lambda_0} = 1 - \frac{(1 + 0,04) \cdot 0,035}{0,84} = 0,956$$

де $\Delta \bar{p}_{\bar{a}\bar{n}}$ - відносна величина втрати тиску на всмоктуванні;

λ_T - температурний коефіцієнт:

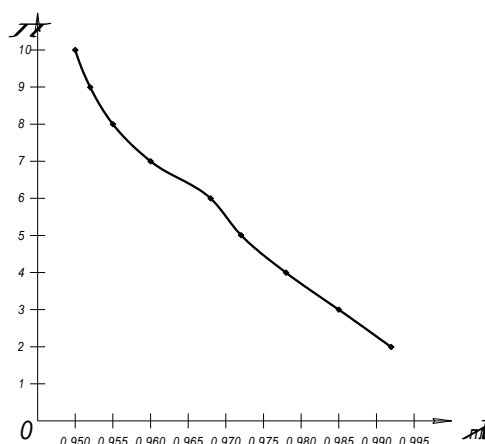
$$\lambda_T = \frac{T_0}{T_k} = \frac{258}{305} = 0,846$$

$\lambda_{щ}$ - коефіцієнт щільності (герметичності) – визначаємо по графіку

$\lambda_{щ} = f(\pi)$ (мал. 7.2):

$$\lambda_{щ} = f(\pi) = 0,975$$

$$\lambda = \lambda_0 \cdot \lambda_{op} \cdot \lambda_T \cdot \lambda_{щ} = 0,84 \cdot 0,956 \cdot 0,846 \cdot 0,975 = 0,662$$



Мал. 7.2 – Графік залежності $\lambda_{щ} = f(\pi)$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 35 |

7.1.8 Розраховуємо інтегральні параметри (навантаження):

- масова витрата холодоагенту в циклі

$$M = \frac{\dot{Q}_0}{q_0} = \frac{77}{119} = 0,647 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right); \quad (7.15)$$

- дійсна об'ємна продуктивність компресора

$$V_\delta = M \cdot v_1 = 0,647 \cdot 0,06 = 0,039 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right); \quad (7.16)$$

- теоретична об'ємна продуктивність компресора

$$V_T = V_\delta / \lambda = 0,039 / 0,662 = 0,059 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right); \quad (7.17)$$

- теоретична (адіабатна) потужність компресора

$$N_T = M \cdot l_y = 0,647 \cdot 42 = 27 \text{ (кВт)}; \quad (7.18)$$

- індикаторна потужність компресора

$$N_i = N_T / \eta_i = 27 / 0,8 = 34 \text{ (кВт)}; \quad (7.19)$$

- повне теплове навантаження на конденсатор

$$\dot{Q}_{\text{кд}} = M \cdot q_{\text{кд}} = 0,647 \cdot 161 = 105 \text{ (кВт)}; \quad (7.20)$$

- повне теплове навантаження на регенеративний теплообмінник

$$\dot{Q}_{\text{РТ}} = M \cdot q_{\text{РТ}} = 0,647 \cdot 11 = 7,1 \text{ (кВт)}; \quad (7.21)$$

- ефективна (споживана) потужність компресора

$$N_e = \frac{N_T}{\eta_i \cdot \eta_{\text{іао}}} = \frac{N_T}{(\lambda_T \cdot \lambda_u + 0,0025 \cdot t_0) \cdot \eta_{\text{іао}}} = \frac{27}{(0,846 \cdot 0,975 + 0,0025 \cdot (-15)) \cdot 0,9} = 38 \text{ (кВт)}; \quad (7.22)$$

- дійсний (ефективний) холодильний коефіцієнт

$$\varepsilon_e = \frac{\dot{Q}_0}{N_e} = \frac{77}{38} \approx 2, \quad (7.23)$$

Всі розрахунки заносяться до таблиці 7.2

Таблиця 7.2

| t_0 °C | Q_0 кВт | q_0 кДж/кг | M кг/с | V_δ м ³ /с | λ | V_T м ³ /с | N_m кВт | N_i кВт | N_e кВт | $Q_{\text{кд}}$ кВт |
|-------------|--------------|-----------------|-------------|---------------------------------|-----------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| -15 | 77 | 119 | 0,647 | 0,039 | 0,662 | 0,059 | 27 | 34 | 35 | 105 |

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | | | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | 36 |

По теоретичній об'ємній подачі та t_0 підбираємо два одноступеневих компресора фірми «Bitzer» марки 6F-40.2(Y), характеристики якого приведені в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3.

| Марка | t_0 °C | t_k °C | Q_0 кВт | N_e кВт | Габаритні розміри, мм | | |
|------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------------------|-----|-----|
| | | | | | L | H | B |
| 6F-40.2(Y) | -15 | 32 | 67,6 | 30,6 | 795 | 452 | 452 |

7.3 Розрахунок і підбір конденсаторів

7.3.1 Площа теплопередаючої поверхні конденсатора F , M^2 , визначається за формулою:

$$F = \frac{Q_k}{K\theta_T}, M^2 \quad (7.24)$$

де Q_k - сумарний тепловий потік в конденсатор від усіх груп компресорів, визначений при тепловому розрахунку компресорів одноступеневого та двоступеневого стискання, кВт.

K - коефіцієнт теплопередачі конденсатора, в Вт/ m^2K .

Для конденсаторів кожухотрубних $K = 700 \div 800$

випаровувальних $K = 800 \div 900$

θ_T - середньологарифмічний температурний напір, °C.

$$F = \frac{105000}{800 \cdot 3,3} = 40, M^2$$

7.3.2 Середньологарифмічний температурний напір визначається за формулою:

$$\theta_T = \frac{t_{B2} - t_{B1}}{2,31g \frac{t_k - t_{B1}}{t_k - t_{B2}}}; C \quad (7.25)$$

де t_{B2}, t_{B1} - температура на вході та виході з конденсатора, °C;

t_k - температура конденсації, °C (див. розділ 7.1).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.KP.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 37 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$\theta_T = \frac{30 - 27}{2,31g \frac{32 - 27}{32 - 30}} = 3,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

7.3.3 Витрати води для охолодження, V_B , $\text{м}^3/\text{с}$, що подається на конденсатор, визначаються за формулою:

$$V_B = \frac{Q_{\text{КД}}}{C_B \rho_B \Delta t_B}, \text{м}^3/\text{с} \quad (7.26)$$

де C_B - теплоємність води ($C_B = 4,19 \text{ кДж}/(\text{кгК})$);

ρ_B - густина води ($\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$);

Δt_B - різниця температур води на вході і виході з конденсатора, $^\circ\text{C}$.

$$V_B = \frac{105}{4,19 \cdot 1000 \cdot 3} = 0,01, \text{м}^3/\text{с}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 7.4.

Таблиця 7.4

| № | $Q_{\text{КД}}$ кВт | t_{B1} $^\circ\text{C}$ | t_{B2} $^\circ\text{C}$ | $t_{\text{к}}$ $^\circ\text{C}$ | θ_T $^\circ\text{C}$ | Δt_B $^\circ\text{C}$ | C_B кДж/(кгК) | ρ_B кг/м ³ | K Вт/м ² К | F м ² | V_B м ³ /с |
|---|------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 105 | 27 | 30 | 32 | 3,3 | 3 | 4,19 | 1000 | 800 | 40 | 0,01 |

7.3.4 По площі теплопередаючої поверхні підбираємо конденсатор марки К813Н. Технічні характеристики конденсатора приведені в таблиці 7.5.

Таблиця 7.5

| Марка | $F, \text{ м}^2$ | $D, \text{ мм}$ | $L, \text{ мм}$ | $n_{\text{тр}}$ | n_x | $Q_{\text{КД. max}}$ кВт |
|-------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| К813Н | 51 | 216 | 1176 | 22 | 4 | 131,1 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 39 |

7.4 Розрахунок і підбір камерного обладнання

7.4.1 Розрахунок і підбір батарей для камери №1

7.4.1.1 Площа теплообмінної поверхні батареї F визначається за формулою:

$$F = \frac{Q_{обл} \cdot 1000}{K \cdot \Delta t}, \text{ м}^2 \quad (7.27)$$

де $Q_{обл}$ - сумарне навантаження на камерне обладнання, визначене тепловим розрахунком, кВт;

K - коефіцієнт теплопередачі приладів охолодження, Вт/м²·К ([2] с. 121) (для батареї з оребрених труб $K = 4,5 \div 5,2$ Вт/м²·К);

Δt - різниця температур між повітрям у камері і температурою кипіння при безпосередньому охолодженні, °С.

$$F = \frac{26,5 \cdot 1000}{5 \cdot 15} = 353, \text{ м}^2$$

7.4.1.2 Кількість батарей в камері n_p , визначається за формулою:

$$n_p = \frac{F}{f_B} \quad (7.28)$$

де f_B - площа теплопередаючої поверхні батареї, м²:

$$n_p = \frac{353}{168,5} = 2,1$$

$$f_B = 2f_{CK} + n_C f_{CC}, \text{ м}^2 \quad (7.29)$$

$$f_B = 2 \cdot 20,7 + 2 \cdot 46,3 + 34,5 = 168,5, \text{ м}^2$$

7.4.1.3 Визначення довжини батарей:

$$l_{\sigma} = 2l_{CK} + n_C l_{CC}, \text{ мм}, \quad (7.30)$$

де n_C - кількість секцій.

$$l_{\sigma} = 2 \cdot 2750 + 2 \cdot 6000 + 4500 = 22000, \text{ мм}$$

7.4.1.4 Приймається дійсна кількість батарей $n_D = 3$.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 40 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

7.4.1.5 Місткість батарей по холодоагенту V_6 визначається за формулою:

$$V_6 = l_6 n \cdot a \cdot V, \text{ м}^3 \quad (7.31)$$

де n - кількість батарей;

a - кількість труб в батареї;

V - місткість по холодоагенту одного лінійного метра труби, м^3
 ($V = 0,00086 \text{ м}^3$; $d_{\text{тр}} = 38 \text{ мм}$).

$$V_6 = 22 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 0,00086 = 0,17, \text{ м}^3$$

7.4.1.6 Розрахунки заносимо у таблицю 7.6

Таблиця 7.6

| Назва камери | $Q_{\text{обл}}, \text{ кВт}$ | $t_{\text{кам}}, \text{ }^\circ\text{C}$ | $t_0, \text{ }^\circ\text{C}$ | $\Delta t, \text{ }^\circ\text{C}$ | $K, \text{ Вт/м}^2\text{К}$ | $F, \text{ м}^2$ | $l_6, \text{ мм}$ | Кількість труб, a | $f_6, \text{ м}^2$ | n_p | n_d | V_6 |
|--------------|-------------------------------|--|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| №1 | 26,5 | 0 | 15 | 15 | 5 | 353 | 22 | 3 | 168,5 | 2,1 | 3 | 0,17 |
| №2 | 26,8 | 0 | 15 | 15 | 5 | 357 | 22 | 3 | 168,5 | 2,1 | 3 | 0,17 |
| №3 | 16,3 | 0 | 15 | 15 | 5 | 217 | 10 | 3 | 75,9 | 2,9 | 3 | 0,08 |

8 Розрахунок і підбір допоміжного обладнання

8.1 Розрахунок і підбір лінійних ресиверів

Розрахунок ведемо для камери №1.

8.1.1 Об'єм лінійного ресивера визначається за формулою:

$$V_{л.р} = \frac{0,6V_{вин}}{0,5} \cdot 1,2 = 1,45V_{вин}, \text{ м}^3 \quad (8.1)$$

де $V_{вин}$ - місткість випарувальної системи, м^3 ;

0,5 - коефіцієнт, що враховує норму заповнення ресивера при експлуатації;

1,2 - коефіцієнт запасу.

$$V_{л.р} = 1,45 \cdot 0,42 = 0,61, \text{ м}^3$$

8.1.2 Об'єм випарувальної системи визначається за формулою:

$$V_{вин} = V_{в.о}, \text{ м}^3 \quad (8.2)$$

де $V_{в}$ - місткість по холодильному агенту усіх батарей, м^3 ;

$V_{н.о}$ - місткість по холодильному агенту усіх повітроохолоджувачів, м^3 .

$$V_{вин} = 0,17 + 0,17 + 0,08 = 0,42, \text{ м}^3$$

8.1.3 З таблиць 14.12 ([1] с. 133), 5.21 ([2] с. 130) вибираємо два лінійних ресивера марки F2202H. Технічні характеристики ресивера F2202H:

- діаметр – 500 мм;
- довжина – 1357 мм;
- висота – 667 мм.

8.2 Підбір відокремлювачів рідини

Відокремлювачі рідини включаються в схему для захисту компресора від потрапляння в нього рідкого холодоагенту, а значить, від гідравлічного удару.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 42 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Із таблиці 5.24 ([2] с. 132) підбираємо ОЖГ100 його технічні характеристики:

- діаметр – 426 мм;
- діаметр патрубків – 65 мм;
- висота – 1750 мм.

8.3 Розрахунок і підбір трубопроводів

8.3.1 Розрахунок трубопроводу для одноступеневої холодильної машини

Діаметр всмоктуючого трубопроводу d_{BC} , м:

$$d_{BC} = 1,13 \sqrt{\frac{MV_1}{\omega}}, \text{ м}, \quad (8.3)$$

де M - масова витрата пари, кг/с, (приймається з розрахунку одноступеневого компресора);

V_1 - питомий об'єм пари при всмоктуванні в компресор, м³/кг, приймається з таблиці параметрів циклу одноступеневого стискування.

$$d_{BC} = 1,13 \sqrt{\frac{0,647 \cdot 0,06}{10}} = 0,07, \text{ м}$$

Діаметр нагнітаючого трубопроводу d_n :

$$d_n = 1,13 \sqrt{\frac{MV_2}{\omega}}, \text{ м}, \quad (8.4)$$

де V_2 - питомий об'єм пари на виході з компресора, м³/кг.

$$d_n = 1,13 \sqrt{\frac{0,647 \cdot 0,015}{10}} = 0,035, \text{ м}$$

| Трубопровід | M , кг/с | V , м ³ /с | ω , м/с | d , м | d_d , м |
|---|------------|-------------------------|----------------|---------|-----------|
| Всмоктуючий одноступеневого стискування | 0,647 | 0,06 | 10 | 0,07 | 0,082 |
| Нагнітаючий одноступеневого стискування | 0,647 | 0,015 | 10 | 0,035 | 0,04 |

8.6 Підбір насосів

За витратою води на конденсатор підбираємо насос марки ЗК-45/30. Характеристики насосу:

- діаметр робочого колеса – 143 мм;
- продуктивність насосу – 39,6 м³/с;
- потужність на валу насосу – 3,1 кВт.

За витратою холодильного агенту підбираємо насос марки 1,5ХГ.

Характеристики насосу:

- продуктивність насосу – 5,5 м³/с;
- потужність на валу насосу – 2,8 кВт.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 44 |

9 Складання і опис схеми холодильної установки

Промисловий холодильник складається з трьох камер: двох камер зберігання та камери холодильної обробки.

Для камер я застосував одноступінчасту холодильну машину безпосереднього охолодження. Холодильна установка працює на фреоні R404 з температурою кипіння -15°C .

В результаті розрахунків було підібране таке холодильне обладнання: два одноступеневих компресора фірми «Bitzer» марки 6F-40.2(Y), кожухотрубний конденсатор марки K813H, два лінійних ресивера марки F2202H, відокремлювач рідини марки ОЖГ100; два насоси для подачі води на охолодження конденсатора марки ЗК-45/30 та два хладонових насоси для подачі фреону марки 1,5ХГ, прилади охолодження в камері №1 з батареєю довжиною 22 м, в камері №2 з батареєю довжиною 22 м, в камері №3 з батареєю довжиною 10 м.

У цій схемі холодна пара робочої речовини виходить з випарника в точці 6, прямує в регенеративний теплообмінник, де він нагрівається (процес 6—1) за рахунок теплої робочої речовини, що виходить з конденсатора, яке при цьому охолоджується (процес 3—4).

З випарника пари робочої речовини всмоктується компресором, де стискається до тиску конденсації p_k (процес 1—2). Положення точки 1 повинно бути таким, щоб в кінці процесу стиснення в компресорі виходила суха насичена пара. Після стиснення робоча речовина прямує в конденсатор, де вона конденсується за рахунок відведення теплоти в навколишнє середовище (процес 2—3). При цьому тиск p_k і температура конденсації T_k залишаються постійними. В процесі 3—4 відбувається переохолодження робочої речовини в регенеративному теплообміннику. Після регенеративного теплообмінника робоча речовина прямує до регулюючого вентиля де в процесі 4-5 дроселюється. Після регулюючого вентиля робоча речовина в стані вологої пари поступає у випарник. У

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|----------------------|------|
| | | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | 45 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

випарнику робоча речовина кипить (процес 5—6) за рахунок підведення теплоти від джерела низької температури. Температура T_0 і тиск p_0 робочої речовини в процесі кипіння залишаються постійними, оскільки пара, що утворилася при кипінні, постійно відсмоктується компресором.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 46 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

10. Автоматизація холодильної установки

Опис схеми автоматизації

Схемою автоматизації після модернізації системи передбачається контроль, регулювання і сигналізація технологічних параметрів процесу

Розроблена схема автоматизації виробництва холоду передбачає роботу установки в автоматичному і дистанційному режимах, а також схему сигналізації про хід технологічного процесу і роботу обладнання. Вибір режиму роботи установки виконується за допомогою ключа вибору режиму роботи SA1.

Робота установки в автоматичному режимі виконується по такій програмі.

При досягненні верхнього рівня холодильного агенту в конденсаторі сигнал від кондуктометричного датчика (п.1а) поступає на блок БК-1 мікропроцесорного контролера Р-130 (п.1б), який діє на двигун компресора і відключає його. Це є аварійний режим роботи компресора, тому включається гудок НА1.

При досягненні верхнього рівня холодильного агенту в ресивері сигнал від кондуктометричного датчика (п.2а) поступає на блок БК-1 мікропроцесорного контролера Р-130 (п.1б), який діє на електродвигун компресора і відключає його. Це є аварійний режим роботи компресора, тому включається гудок НА1.

При досягненні верхнього рівня холодильного агенту в кожухотрубному випарнику сигнал від кондуктометричного датчика (п.3а) поступає на блок БК-1 мікропроцесорного контролера Р-130 (п.1б), який діє на електродвигун компресора і відключає його. Це є аварійний режим роботи компресора, тому включається гудок НА1.

Регулювання температури середовища на виході з компресора виконується з допомогою термперетворювача опору ТСП (п.4а), нормуючого перетворювача БУС-10 (п.4б) та контролера БК-1 (п.1б),

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 47 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

який діє на електродвигун компресора і відключає його. Це є аварійний режим роботи компресора, тому включається гудок HA1.

При досягненні критичного значення різниці тисків на вході і виході компресора сигнал від перетворювача «Сапфір-22» (п.5а) поступає на блок БК-1 мікропроцесорного контролера Р-130 (п.5б), який діє на електродвигун компресора і відключає його. Це є аварійний режим роботи компресора, тому включається гудок HA1.

При зменшенні подачі води, що подається в компресор, сигнал від нормуючого перетворювача (п.6б) подається на блок БК-1 мікропроцесорного контролера Р-130 (п.5б), який діє на електродвигун компресора і відключає його. Це є аварійний режим роботи компресора, тому включається гудок HA1.

При досягненні критичного значення різниці тисків на вході і виході компресора сигнал від перетворювача «Сапфір-22» (п.7а) поступає на блок БК-1 мікропроцесорного контролера Р-130 (п.5б), який діє на електродвигун компресора і відключає його. Це є аварійний режим роботи компресора, тому включається гудок HA1.

Регулювання температури в холодильній камері виконується з допомогою датчика - термоперетворювача опору (п.8а), нормуючого перетворювача БУС-10 (п.8б), блока контролера БК-1 (п.5б) і виконавчого механізму типу МЕО (п.8в), встановленого на лінії подачі аміаку в холодильну камеру.

В дистанційному режимі керування процесом виробництва холоду виконується за допомогою ключа керування SA2. Керування електродвигуном компресора виконується кнопковою станцією SB1,2.

Сигнальні лампи сигналізують оператору при зміні наступних параметрів:

HL1 - щит звімкнено;

HL2 - рівень в конденсаторі;

HL3 - рівень в ресивері;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 48 |

HL4 - рівень в випарнику;

HL5 - температура на виході з компресора;

HL6 - електродвигун компресора ввімкнений;

HL7 - різниця тисків на вході і виході компресора досягла критичного значення;

HL8 - подача води в компресор досягла критичного значення;

HL9 - тиск на вході компресора досяг критичного значення;

HL10 - температура в холодильній камері досягла заданого значення;

HL11 - прохідний розріз регулюючого органу, встановленого на лінії подачі холодильного агенту в холодильну камеру, відкрито.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 49 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

11. Монтаж холодильного обладнання

Монтаж холодильних установок полягає у виконанні, комплексу робіт по установці холодильних машин, допоміжного устаткування, трубопроводних і інших комунікації, випробуванням апаратів і трубопроводів на міцність і щільність, перевірці працездатності машин і механізмів, наладці їх роботи і пуску в експлуатацію.

Сучасне холодильне машинобудування за останні роки зробило якісний крок вперед відносно збільшення заводської готовності холодильних машин, що дозволило в значній мірі спростити їх монтаж. Ряд холодильних машин випускається у такому вигляді, що для введення їх в експлуатацію потрібний тільки установка і підключення до комунікацій. Великі холодильні установки поставляють у вигляді окремих складальних комплексів високого ступеня заводської готовності — блоків, для монтажу яких потрібно з'єднати їх між собою і монтаж допоміжного устаткування і комунікацій. Проте при зниженні об'єму і трудомісткості монтажних робіт в порівнянні з монтажем установок колишніх випусків відповідальність монтажного персоналу не знижується, оскільки закінченням монтажних робіт вважається висновок холодильної установки на стійкий оптимальний режим.

Монтаж холодильних установок може виконуватися спеціалізованим монтажним трестом (підрядний спосіб) або підприємством — власником устаткування (господарський спосіб). При підрядному способі унаслідок кращої професійної спеціалізації, використання центральних заготівельних майстерень, високою оснащеністю механізмами, стендами, пристосуваннями і використання передових методів монтажу досягається вища продуктивність праці. Господарський спосіб доцільно використовувати при монтажі в діючих цехах, при модернізації і реконструкції холодильних установок, коли

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 50 |

спеціалізованому монтажному тресту неможливо надати широкий фронт робіт і на монтажному майданчику не можна застосовувати індустріальні методи монтажу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

12. Експлуатація холодильного обладнання

Технічна експлуатація холодильних установок включає їх пуск, зупинку, регулювання температурного режиму роботи окремих елементів схеми, нагляд за справною і безпечною їх дією. На автоматизованих установках ці роботи за заданою програмою виконують прилади автоматичного управління і контролю.

Технічне обслуговування — це комплекс робіт по нагляду і догляду за устаткуванням в процесі його експлуатації. Зміст і періодичність виконання цих робіт визначаються призначенням установки, її конструктивними особливостями і ступенем автоматизації.

Організація і виконання технічної експлуатації і технічного обслуговування передбачають:

експлуатацію установок в цілому і їх окремих елементів в найбільш вигідному температурному режимі, що дає можливість проводити найбільшу кількість холоду з мінімальною питомою витратою експлуатаційних матеріалів;

забезпечення безаварійної роботи основного і допоміжного устаткування, зміст устаткування, а також систем трубопроводів в надійно справному стані в період між плановими ремонтами; розробку і застосування профілактичних мерів, направлених на продовження терміну служби машин, апаратів і трубопроводів;

створення умов для безпечної роботи обслуговуючого персоналу в машинних залах, апаратних відділеннях і ін.

Технічне обслуговування основного і допоміжного устаткування і комунікацій трубопроводів здійснює штат компресорного цеху. У штат цеху входять механіки, машиністи, апаратники, слюсарі, налагоджують приладів і електромонтери, що працюють позмінно або у встановлений графіком час. Організація роботи компресорного цеху здійснюється

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 52 |

начальником цеху і старшим механіком.

У оперативній роботі обслуговуючий персонал керується технічними документами і інструкціями.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 53 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

13. Ремонт холодильного обладнання

Ремонт холодильних установок — це сукупність заходів щодо підтримки і відновлення їх працездатності і довговічності. При ремонті можна виділити ряд послідовних стадій або етапів: безупинна діагностика і дефектація, відключення устаткування і підготовка до ремонту, розбирання, очищення і миття деталей і складальних одиниць або комплексів, їх заміна або відновлення первинних властивостей, збірка і випробування на відповідність проектним показникам, а також виконання підготовчих заходів і їх планування. Відновлення первинних властивостей і характеристик деталей і виготовлення запасних частин в умовах ремонтного виробництва також є одним з найважливіших завдань ремонту і не завжди тотожно виготовленню запасних частин на машинобудівному підприємстві.

Надійність, довговічність і економічність холодильних установок багато в чому залежать від якості монтажних робіт, правильної експлуатації, своєчасного ремонту і модернізації устаткування на основі досягнень науково-технічного прогресу і від кваліфікації робочих і інженерно-технічних працівників.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 54 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

14. Охорона праці

Закон України про охорону праці

В основу державної політики покладено принцип створення здорових та нешкідливих умов праці шляхом ліквідації тяжкої фізичної праці, впровадження нової техніки. Охорона праці в нашій країні регулюється на основі закону «Про охорону праці» від 14.10.1992, «Кодексу законів про працю України», «Правил охорони праці в цукровому виробництві», «Закон про пожежну безпеку» від 17.11.1993, а також іншими нормативно-правовими актами і інструкціями.

Інструктажі

У відповідності з діючим законодавством України, на адміністрацію підприємств та організацій покладається проведення інструктажів працівників та службовців по техніці безпеки. Інструктаж працюючих проводять незалежно від їх кваліфікації та стану роботи по наступних основних видах:

- ввідний інструктаж;
- інструктаж на робочому місці;
- цільовий інструктаж;
- повторний інструктаж;
- позачерговий інструктаж.

Ввідний інструктаж по техніці безпеки з усіма влаштованими на підприємстві працівниками, проводить інженер по охороні праці.

Перед допуском до самостійної роботи з кожним новоприбулим проводять первинний інструктаж. Проводиться майстром з кожним працівником окремо по кожному виду робіт.

Повторний інструктаж проводиться майстром на робочому місці з встановленою для даного виду робіт періодичністю.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 55 |

Позаплановий інструктаж проводиться майстром індивідуально. Він проводиться при зміні правил охорони праці, технологічного процесу, порушеннях працівниками техніки безпеки.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками перед виконанням робіт, на які оформлюється наряд-допуск, в якому фіксується інструктаж.

Стан виробничого травматизму на підприємстві

Підприємство на якому встановлена виробнича лінія нараховує робітників. Події, які можуть призвести до травми:

- транспортні пригоди;
- падіння потерпілого, у тому числі — з висоти;
- удари деталями, що рухаються, обертаються;
- ураження електричним струмом;
- стихійне лихо;
- пожежа.

Метою аналізу виробничого травматизму є розроблення заходів до запобігання нещасних випадків на підприємстві. Для цього необхідно систематично аналізувати і узагальнювати їх причини.

Для вивчення виробничого травматизму використовують різні методи. Найпоширеніші і взаємодоповнюючі — статистичний, монографічний, економічний, ергономічний, психофізіологічний

Освітлення

Для забезпечення освітленості передбачається природне і штучне освітлення. Освітлення відповідає вимогам СНиП II – 4 -79 і ДСТУ 18.384 – 81. В денний час максимально повинно використовуватись денне світло. Робочі місця, які в денний час з технічних причин не можуть бути

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 56 |

забезпечені природнім освітленням, повинні освітлюватись електричним світлом. Для забезпечення освітленості в денний час доби використовують світильники з люмінесцентними лампами або лампами розжарення.

Норми освітленості:

при комбінованому (і газорозрядні лампи, і лампи розжарювання) — 200 лк;

при загальному (газорозрядні лампи) — 75 лк;

при загальному (лампи розжарювання) — 100 лк.

Передбачено джерело понижуючої напруги (24 В) для вмикання переносних світильників і ручного електроінструменту. Для ремонтного освітлення використовуються світильники РВО42.

Електробезпека

Для виключення можливості попадання обслуговуючого персоналу під небезпечну для життя напругу, передбачається захисне занулення. Занулення електрообладнання повинно виконуватись згідно вимог ПУЕ.

Занулення електрообладнання необхідно виконувати тільки приєднанням спеціальної нульової захисної жили кабелів до заземленого електрообладнання.

Для запобігання пропуску блискавок ставлять вогнегороджуючі сітки або гравітаційні фільтри.

Для захисту від електромагнітної індукції між трубопроводами та іншими металевими предметами в місцях їх взаємного зближення на відстані 10 см і менше, через кожні 20 см слід приварити перемички із сталевого дроту Ø6 мм.

Існує два види захисту від ураження електричним струмом:

колективні;

індивідуальні.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 57 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

До колективних засобів захисту відносяться ізоляція усіх струмоведучих частин обладнання, а також встановлення огороження для двигунів.

До індивідуальних засобів захисту відносяться: ізолюючі рукавиці, резинові чоботи, спецодяг, також мають бути ізольовані всі інструменти, якими ремонтуються струмоведучі частини.

Пожежна безпека

Приміщення, в якому встановлена лінія, відноситься до категорій приміщень Г. На випадок загоряння забезпечують відділення системою автоматичного пожежогасіння.

Система пожежної сигналізації виконана з шлейфів, пожежних оповісників і приєднуються до пульта ППС – 1, встановлюється в приміщенні прохідної.

Пожежні оповіщення прийняті автоматичні, типу ЦП – 103 – 2/2 і ручні, типу ИПР. Шлейфи пожежної сигналізації виконані кабелями марки ВВГ, що прокладені на стінах відкрито, на скобах, під перекриттям. Сигнал тривоги подається з пульта ППС – 1 до пожежного депо за допомогою резервної жили, існуючого телефонного кабелю. Біля місць установки ручних пожежних

оповісників ИПР ззовні будівлі необхідно передбачити вказівні знаки згідно з ГОСТ – 124026 -76.

Протипожежна безпека відділення досягається впровадженням конструкційних матеріалів, які мають необхідну границю вогнестійкості і забезпечують будівлі необхідною границею вогнестійкості, згідно СНиП 20102 – 85. На заводі також повинні бути засоби пожежогасіння: вогнегасники, бочки з водою, лопати, сухий пісок.

Витрати води на пожежогасіння, яка необхідна для тушіння пожежі протягом трьох годин:

$$Q = \frac{3 \cdot 3600 \cdot n}{1000} = \frac{3 \cdot 3600 \cdot 5}{1000} = 108, \text{ м}^3$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 58 |

де n — секундна витрата води на внутрішнє пожежогасіння 5 л/с і зовнішнє — 10 л/с; 3600 і 1000 — перевідні коефіцієнти: години в секунди, літри в м³.

Пожежний під'їзд, шляхи евакуації мають відповідати вимогам СНІП 20102 – 85.

Пропозиції по покращенню умов праці

На всіх ділянках виробництва необхідно провести наступні заходи для покращення умов праці:

забезпечити достатній рівень автоматизації технологічного процесу;

постійно підвищувати якість роботи аспіраційних мереж;

рухомі частини обладнання повинні бути закріплені огороженням;

забезпечувати звукоізоляцію;

застосувати засоби контролю рівнів шкідливих та небезпечних факторів на робочих місцях;

постійно впроваджувати системи автоматичного контролю та сигналізації наявності шкідливих і небезпечних виробничих факторів, а також блокуючи пристроїв, що забезпечують аварійне відключення технологічного і енергетичного обладнання у разі виникнення небезпеки для обслуговуючого персоналу та працюючих.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 59 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

15. Економічний розрахунок

15.1. ПЛАНОВИЙ ВИРОБІТОК ХОЛОДУ

Найважливішим розділом плану господарської діяльності та розвитку будь-якого підприємства є його виробнича програма (план виробництва продукції), тобто конкретна сукупність завдань щодо обсягу виробництва продукції визначеної номенклатури та асортименту, а також належної якості, на певний календарний період (місяць, квартал, рік, кілька років). Оскільки продукція завжди відтворюється в натуральній і вартісній формах, то виробнича програма підприємства має дві складові: перша – обсяг виробництва в натуральних вимірниках; друга – вартість обсягу виробництва продукції.

В основу планування виробничої програми покладена система показників обсягу виробництва, яка включає натуральні і вартісні показники.

Натуральними показниками виробничої програми є обсяг продукції в натуральних одиницях з номенклатури і асортименту.

Номенклатура - це перелік назв окремих видів продукції, а асортимент - це різновидність виробів у межах даної номенклатури. Звичайно натуральні показники представляються у фізичних одиницях виміру (штуки, тонни, метри тощо).

При розробці приходної частини балансу визначають потужності компресорів та можливість отримання холоду зі сторони, або кількість холоду, що можна відпускати на сторону.

Так як звичайно камери групуються за декількома температурами кипіння, то розрахунок виробітку холоду ведеться спочатку по кожній групі окремо, а потім річний виробіток додається після переведення в стандартні умови. Навантаження береться на компресор.

Виробіток холоду, $V_{хол}$, в стандартних умовах визначається

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 60 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

за формулою [12] с.4:

$$V_{\text{хол}} = V_{\text{хр}} \cdot K_{\text{п}} \cdot T \quad (15.1)$$

де $V_{\text{х.р}}$ - розрахунковий виробіток холоду в робочих умовах, Вт;

$K_{\text{п}}$ - коефіцієнт переводу з робочих умов в стандартні;

T - час роботи компресора за рік, сек. ($T = 19440000$ сек.)

Коефіцієнт переводу з робочих умов в стандартні прийнятий за даними Діпрохолоду в залежності від температури кипіння холодоагенту і береться з таблиці 1.

Таблиця 1.1- Перевідний коефіцієнт в стандартні умови

| | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Температу | -45 | -40 | -35 | -33 | -30 | -28 | -14 | -12 | -10 |
| Коефіцієнт | 3,5 | 2,9 | 2,24 | 2,0 | 1,8 | 1,5 | 1,4 | 0,85 | 0,76 |

Результати розрахунків зводяться в таблицю 1.2

Таблиця 1.2 - Плановий виробіток холоду за рік

| Марка агрегата | Кількість компресе сорів, шт. | Холодопродуктивність компресора за годину, кВт | Температура кипіння, °С | Коефіцієнт переводу в стандартні умови | Виробіток холоду в стандартних умовах за годину, кВт | Всього холоду за рік в стандартних умовах, тис. кДж |
|----------------|-------------------------------|--|-------------------------|--|--|---|
| 6F-40.2(Y) | 2 | 67,6 | -15 | 1,41 | 190,63 | 3705847 |

15.2. ВИРОБНИЧІ ІНВЕСТИЦІЇ

Капітальні вкладення - це кошти, що направляються на розширене відтворення основних фондів і об'єктів соціальної інфраструктури підприємства. Вони складаються із затрат на реконструкцію, розширення, технічне переоснащення діючих та споруджуваних нових підприємств, заміну основних фондів, що вибули, новими.

Інвестиції - це довгострокові вкладення грошових коштів (капіталу) у підприємницьку діяльність з метою отримання певного прибутку. Юридичні та фізичні особи, що здійснюють вкладення капіталу, називаються інвесторами. Реальні інвестиції - це вкладення

капіталу у різні сфери діяльності і галузі народного господарства з метою створення нових і оновлення існуючих основних фондів. Реальні інвестиції називають виробничими, оскільки вони спрямовані у виробництво, але частіше їх називають капітальними вкладеннями.

Виробничі інвестиції, $V_{ін}$, грн., по компресорному цеху визначаються за формулою [12] с.5:

$$V_{ін} = V_{з.обл} + V_{буд} \quad (15.2)$$

де $V_{з.обл}$ - загальна вартість обладнання, грн.;

$V_{буд}$ - вартість будівель, грн.

Загальна вартість обладнання, $V_{з.обл}$, грн., визначається за формулою [12] с.5:

$$V_{з.обл} = Ц + Д + М + І \quad (15.3)$$

де $Ц$ - оптова ціна обладнання, грн.;

$Д$ - витрати на доставку, грн.;

$М$ - витрати на монтаж обладнання, грн.;

$І$ - інші витрати, грн.

Для визначення вартості нового обладнання необхідно скласти специфікацію, яка представлена в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Специфікація обладнання

| Назва обладнання | Марка | Кількість | Ціна за одиницю, грн. | Сума, грн. |
|-------------------------|------------|-----------|-----------------------|---------------|
| Компресор | 6F-40.2(Y) | 2 | 190320 | 380640 |
| Конденсатор | K813H | 1 | 95200 | 95200 |
| Лінійний ресивер | F2202H | 2 | 30000 | 60000 |
| Відокремлювач рідини | ОЖГ100 | 1 | 25000 | 25000 |
| Насос для подачі фреону | 1.5ХГ | 2 | 18000 | 36000 |
| Насос для подачі води | 3К-45/30 | 2 | 7300 | 14600 |
| Батарея 22м | | 6 | 3700 | 22200 |
| Батарея 10м | | 3 | 1500 | 4500 |
| Всього | | | | 638140 |

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|----------------------|------|
| | | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 62 |

Вартість нового обладнання, Ц, грн., встановлюють за оптовими цінами прејскурантів чи кошторисами витрат при виготовленні обладнання самим підприємством.

Витрати на доставку обладнання, Д, грн., встановлюють за відповідними тарифами на перевезення або укрупнено у відсотках від вартості обладнання у розмірі 10%.

$$Д = 638140 \cdot 10/100 = 63814 \text{ грн.}$$

Витрати на монтаж обладнання, М, грн., знаходять за відповідними цінниками чи укрупнено у відсотках від вартості обладнання 15%

$$М = 638140 \cdot 15/100 = 95721 \text{ грн.}$$

Інші витрати І, грн., включають витрати на технічні заходи і установки, що запобігають негативному впливу техніки на умови праці і розраховуються у відсотках від вартості обладнання 5 %.

$$І = 638140 \cdot 5/100 = 31907 \text{ грн.}$$

Загальна вартість обладнання складає:

$$V_{з.обл} = 638140 + 63814 + 95721 + 31907 = 829582 \text{ грн.}$$

Об'єм будівлі будівлі компресорного цеху, $V_{буд}$, $м^3$, розраховується за формулою [12] с.5:

$$V_{буд} = S \cdot H \quad (15.4)$$

де S - площа компресорного цеху, $м^2$;

H - висота компресорного цеху, м.

$$V_{буд} = 72 \cdot 4,8 = 346 \text{ м}^3$$

Вартість будівлі цеху, $V_{буд}$, грн., визначається за формулою [12] с.5:

$$V_{буд} = V_{буд} \cdot V_{пл} \quad (15.5)$$

де $V_{буд}$ - об'єм будівлі компресорного цеху, $м^3$.

$V_{пл}$ - питома вартість $1м^3$ будівлі, грн.

$$V_{буд} = 346 \cdot 8500 = 2941000 \text{ грн.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 63 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

15.3. ЧИСЕЛЬНІСТЬ РОБІТНИКІВ

Персонал підприємства – це сукупність постійних працівників, які отримали необхідну професійну підготовку та мають практичний досвід і навички роботи. Крім постійних працівників, у роботі підприємства можуть брати участь на основі контракту інші працездатні особи.

Всі кадри підприємства поділяються на промислово-виробничий персонал і непромисловий персонал. До ПВП належать зайняті в основних і допоміжних підрозділах підприємства, в заводських лабораторіях, дослідницьких установах – апарат заводууправління, працівники охорони. До НПП належать зайняті у невиробничій сфері підприємства.

Для розрахунку чисельності робітників треба розрахувати ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік, який визначається з балансу використання робочого часу і наведений в таблиці 3.1.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 64 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 3.1 - Баланс робочого часу одного робітника

| Показники | Одиниці виміру | План |
|--|----------------|--------|
| Календарний фонд робочого часу | дні | 365 |
| Вихідні і святкові дні | дні | 110 |
| Номінальний фонд робочого часу | дні | 255 |
| Неявки на роботу, всього | дні | 25 |
| в тому числі: | | |
| чергові і додаткові відпустки | дні | 20 |
| виконання суспільних і державних обов'язків | дні | 1 |
| відпустки по вагітності та пологах | дні I | - |
| відпустки по навчанню | дні | - |
| неявки по хворобі | дні | 3 |
| неявки з дозволу адміністрації | дні | 1 |
| цілодобові простой | дні | - |
| Число робочих днів за рік | дні | 230 |
| Втрати робочого часу у зв'язку із скороченням робочого дня в передсвяткові дні, скорочені години роботи підлітків та ін. | год. | 0,04 |
| Середня тривалість робочого дня | год. | 7,96 |
| Ефективний фонд робочого часу одного робітника за | год. | 1830,8 |

Коефіцієнт перерахування планової чисельності в спискову (K_n) визначається за формулою [12] с.6:

$$K_n = B_n / B_{\text{ф}} \quad (15.6)$$

де B_n – номінальний фонд робочого часу, год.

$B_{\text{ф}}$ – ефективний фонд робочого часу, год.

$$K_n = 2029,8/1830,8=1,11$$

Чисельність робітників машиністів і слюсарів-ремонтників, P , чол. визначається за формулою [12] с.6:

$$P = \sum N_{\text{ч}} \cdot n \cdot K \cdot K_n \quad (15.7)$$

де $N_{\text{ч}}$ - норматив чисельності на один компресор даної групи, чол.;

n - кількість компресорів одного типу в групі;

K - поправочний коефіцієнт зниження норм чисельності в залежності від кількості компресорів в групі;

K_n - коефіцієнт перерахування планової чисельності в спискову.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 65 |

Величина K приймається з таблиці 3.2

Таблиця 3.2 - Поправочний коефіцієнт

| | | | | |
|---|---|------|-------|-------------|
| Кількість компресорів одного типу в групі, n | 1 | 2..4 | 5...9 | 10 і більше |
| Поправочний коефіцієнт зниження норм чисельності, K | 1 | 0,8 | 0,7 | 0,6 |

Норматив чисельності машиністів і слюсарів, $N_{ч}$, чол., на один компресор даної групи беремо з додатку. Розрахунок чисельності машиністів холодильних установок представлений в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 - Розрахунок чисельності машиністів

| Марка компресора | Кількість компресорів | Норматив чисельності | Коефіцієнт змінності | Поправочний коефіцієнт зниження норм чисельності | Наявна чисельність за добу, чол. | | Коефіцієнт спискового складу | Спискова чисельність за добу, чол. | |
|------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|--|----------------------------------|----------|------------------------------|------------------------------------|----------|
| | | | | | Розрахункова | Прийнята | | Розрахункова | Прийнята |
| 6F-40.2(Y) | 2 | 0,35 | 3 | 0,8 | 1,68 | 2 | 1,11 | 2,22 | 2 |

Розрахунок чисельності слюсарів-ремонтників представлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Розрахунок чисельності слюсарів-ремонтників

| Марка компресора | Кількість компресорів в групі | Норматив чисельності і $N_{ч}$. | Наявна чисельність слюсарів – ремонтників, чол. | | Коефіцієнт спискового складу | Спискова чисельність слюсарів – ремонтників, чол. | |
|------------------|-------------------------------|----------------------------------|---|----------|------------------------------|---|----------|
| | | | Розрахункова | Прийнята | | Розрахункова | Прийнята |
| 6F-40.2(Y) | 2 | 0,138 | 0,27 | 0,27 | 1,11 | 0,29 | 1 |

Чисельність чергових електриків, $R_{ел}$, чол., визначається за формулою [12], с.7:

$$R_{ел} = N_{ч} \cdot K_{зм} \cdot K_{п} \quad (15.8)$$

де $N_{ч}$ - норматив чисельності чергових електриків, чол.;

$K_{зм}$ - кількість змін за добу;

$K_{п}$ - коефіцієнт перерахування планової чисельності в спискову.

$$R_{ел} = 0,8 \cdot 3 \cdot 1,11 = 2,66 = 3 \text{ чол.}$$

Число змінних механіків залежить від конкретних умов кожного

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 66 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 00.КР.142.008.429.ПЗ | | | | |

підприємства, сумарної холодопродуктивності встановлених компресорів:

- до 1700 кВт - 1 механік;
- 1700 - 5000 кВт - 2 механіка;
- понад 5000кВт - 4 механіка.

Так, як сумарна холодопродуктивність менша 1700 кВт, приймаємо 1 механіка.

Чисельність працівників цехового персоналу представлена в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Чисельність працівників цехового персоналу

| Назва професії | Кількість працівників, чол. |
|----------------|-----------------------------|
| Начальник цеху | 1 |
| Механік | 1 |
| Прибиральниця | 1 |
| Всього | 3 |

Чисельність всього промислово-виробничого персоналу по цеху представлена у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Чисельність всього промислово-виробничого персоналу по цеху

| Назва професії | Кількість працівників, чол. |
|------------------|-----------------------------|
| Начальник цеху | 1 |
| Механік | 1 |
| Машиніст | 2 |
| Слюсар-ремонтник | 1 |
| Електрик | 3 |
| Прибиральниця | 1 |
| Всього | 9 |

15.4. ЗАРОБІТНА ПЛАТА

Оплата праці — грошовий вираз вартості і ціни робочої сили, який виступає у формі будь-якого заробітку, виплаченого власником підприємства працівникові за виконану роботу.

Загальна заробітна плата робітників цеху, ЗПз, грн., розраховується за формулою [12] с.8:

$$ЗП_z = ЗП_{осн} + Д_d \quad (15.9)$$

де $ЗП_{осн}$ - основна заробітна плата, грн.;

$Д_d$ - доплати і додаткова заробітна плата, грн.

Основна заробітна плата, $ЗП_{осн}$, грн., розраховується за формулою [12] с.8:

$$ЗП_{осн} = P \cdot T_{с.г} \cdot B_{еф} \quad (15.10)$$

де P - чисельність робітників, обслуговуючих холодильне обладнання, чол.;

$T_{с.г}$ - годинна тарифна ставка по відповідному розряду, грн.;

$B_{еф}$ - ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік, год.

Доплати і додаткова заробітна плата становлять 30 % від основної заробітної плати.

Фонд заробітної плати робітників, обслуговуючих холодильне обладнання відноситься до основних витрат і включається в калькуляцію собівартості одиниці холоду, а фонд зарплати цехового персоналу відносять до кошторису цехових витрат. Розрахунок заробітної плати представлений в таблиці 4.1.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 68 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

Таблиця 4.1- Розрахунок заробітної плати робітників

| Назва професії | Кількість робітників, чол. | Розряд | Годин на тариф на ставка, грн | Баланс робочого часу на рік, годин | Основна заробітна плата, грн | Доплати і додаткова заробітна плата, грн | Загальний фонд заробітної плати з премією, грн |
|----------------|----------------------------|--------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------|--|--|
| Машиніст | 2 | VI | 56,62 | 1830,8 | 207320 | 662196 | 869516 |
| Слюсар | 1 | V | 50,39 | 1830,8 | 92254 | 27676 | 119930 |
| Електрик | 1 | IV | 43,88 | 1830,8 | 80336 | 24101 | 104437 |
| Електрик | 2 | III | 35,50 | 1830,8 | 129987 | 38996 | 168983 |
| Всього | 10 | | | | 509897 | 752969 | 1262866 |

Заробітна плата цехового персоналу за рік, ФЗП, грн., розраховується за формулою [12] с.9:

$$\text{ФЗП} = \text{Ок} \cdot \text{Км} + \text{Пр} \quad (15.11)$$

де Ок - місячний оклад цехового персоналу, грн.;

Км - кількість місяців, грн.;

Пр - премія, грн.

Розмір премії нараховується в залежності від посади. Розрахунок заробітної плати представлений в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 - Заробітна плата цехового персоналу

| Склад персоналу | Кількість персоналу | Місячний оклад, грн. | Фонд зарплати, грн. | Премія, % | Премія, грн. | Фонд зарплати з премією, грн. |
|-----------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------|---------------|-------------------------------|
| Начальник | 1 | 14200 | 170400 | 40 | 68160 | 238560 |
| Механік | 1 | 9700 | 116400 | 40 | 46560 | 162960 |
| Прибиральниця | 1 | 4500 | 54000 | 20 | 10800 | 64800 |
| Всього | 3 | | 340800 | | 125520 | 466320 |

Середньомісячна заробітна плата одного робітника цеху, ЗП_{сер}, грн., розраховується за формулою [12] с. 10:

$$\text{ЗП}_{\text{сер}} = \text{ФЗП} / \text{Ч}_{\text{сп}} \cdot 12 \quad (15.12)$$

де ФЗП - загальний фонд заробітної плати, грн.;

$\text{Ч}_{\text{сп}}$ - спискова чисельність робітників, чол.

Загальний фонд заробітної плати робітників представлений в таблиці Спискова чисельність робітників представлена в таблиці 3.5.

Загальний фонд заробітної плати цехового персоналу представлений в таблиці 4.2.

Розрахунок середньомісячної заробітної плати по компресорному цеху представлений в таблиці 4.3

Таблиця 4.3 - Середньомісячна заробітна плата

| Склад персоналу цеху | Чисельність | Річний фонд зарплати, грн. | Середньомісячна зарплата, грн. |
|----------------------|-------------|----------------------------|--------------------------------|
| Робітники | 6 | 1262866 | 17540 |
| Цеховий персонал | 3 | 466320 | 12953 |
| Всього | 9 | 1729186 | 16011 |

15.5. СОБІВАРТІСТЬ ОДИНИЦІ ХОЛОДУ

Собівартість продукції - це вираження у грошовій формі поточних витрат підприємства на підготовку виробництва, виготовлення і збут продукції. Для забезпечення беззбиткової виробничо-господарської діяльності підприємства ці витрати мають відшкодовуватись за рахунок доходу від продажу виготовленої продукції (наданих послуг, виконаних робіт). Собівартість продукції відображає рівень витрат підприємства на її виробництво і комплексно характеризує ефективність використання ним усіх ресурсів, організаційний та технічний рівень виробничого процесу, рівень продуктивності праці тощо.

Калькулювання потрібне для вирішення низки економічних завдань: обґрунтування цін на вироби, обчислення рентабельності виробництва, аналізу витрат на виробництво однакових виробів на різних підприємствах, тощо.

Калькуляція 1000 кДж холоду складається за наступними статтями:

1. Холодильний агент;
2. Масильні матеріали;
3. Електроенергія силова;

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|----------------------|------|
| | | | | | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | 70 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

4. Вода виробнича;

5. Заробітна плата виробничого персоналу;

6. Нарахування на заробітну плату;

7. Цехові витрати.

Розраховуємо статті витрат.

1. Холодильний агент.

Ці витрати, $V_{x/a}$, грн., знаходяться в прямій залежності від встановленої холодопродуктивності компресорів і розраховуються за формулою [12] с.11:

$$V_{x/a} = N_v \cdot V_x \cdot K \cdot C_{x/a} \quad (15.13)$$

де N_v - норма витрат на 1 кВт стандартної годинної продуктивності, кг;

V_x - стандартний годинний виробіток холоду, кВт;

K - коефіцієнт, який враховує втрату фреону при ремонтних роботах;

$C_{x/a}$ - ціна 1 кг холодоагенту, грн

$$V_{x/a} = 5,58 \cdot 190,63 \cdot 1,7 \cdot 120,00 = 216998 \text{ грн.}$$

2. Масильні матеріали.

Витрати на масильні матеріали, $V_{мас}$, грн., розраховують за формулою [12] с.11:

$$V_{мас} = N_v \cdot C_{мас} \cdot t \quad (15.14)$$

де N_v - норма витрат мастила на 1 рік роботи обладнання, кг;

$C_{мас}$ - ціна 1 кг мастила, грн.

t - тривалість роботи обладнання за рік, год.

Розрахунок масильних матеріалів представлений в таблиці 5.1.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|----------------------|------|
| | | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 71 |

Таблиця 5.1- Вартість мастильних матеріалів

| Назва обладнання | Кільк. одиниць обладнання | Тривалість роботи обладна | Вид змазки | Норма витрат, кг | Потребав мастильних | Вартість 1кг мастильних | Сума витрат на мастиль |
|------------------|---------------------------|---------------------------|------------|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Компресори | 2 | 5400 | ХС-40 | 0,004 | 43,20 | 55 | 2376 |
| Насоси | 4 | 3000 | СУ | 0,003 | 36,00 | 35 | 1260 |
| Всього | | | | | | | 3636 |

3. Електроенергія силова

Витрати на силову електроенергію для приводу компресорів, насосів, вентиляторів, Вел, грн., встановлених на основному обладнанні, розраховують за формулою [12] с.11:

$$W_{el} = n \cdot t \cdot K_p \cdot N_{el. \text{ дв.}} \cdot C_{el. \text{ ен}} \quad (15.15)$$

де n - кількість електродвигунів;

t - тривалість роботи при максимальному навантаженні, год.;

K_p - коефіцієнт попиту електроенергії;

$N_{el. \text{ дв.}}$ - потужність електродвигунів з технічних характеристик, кВт;

$C_{el. \text{ ен.}}$ - ціна 1 кВт/год електроенергії, грн.

Витрати на силову електроенергію представлені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 - Вартість енерговитрат

| Назва обладнання | Кількість одиниць | Потужність, кВт | Тривалість роботи за рік, год. | Коефіцієнт попиту | Потреба в електроенергії за рік, кВт год. | Вартість 1 електроенергії, кВт/год | Сума витрат на електроенергію, грн. |
|------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|
| Компресори 4PCS- | 2 | 30,6 | 5400 | 0,7 | 231336 | 2,60 | 601474 |
| Насоси 3К-45/30 | 2 | 3,1 | 3000 | 0,7 | 13020 | 2,60 | 33852 |
| Насоси 1,5ХГ | 2 | 2,8 | 3000 | 0,7 | 11760 | 2,60 | 30576 |
| Всього | 5 | | | | 256116 | | 665902 |

4. Вода виробнича

Ці витрати розраховуються тільки при використанні водопровідної води. Витрати води на охолодження компресорів і конденсаторів враховуються в розмірі витрат на охолодження обладнання. При використанні оберненого водопостачання витрати складають 8% від витрат водопровідної води.

Річна потреба води, P_v , m^3 , визначається за формулою [12] с.12:

$$P_v = V_p \cdot V_{хол} \quad (15.16)$$

де V_p - питома витрата води, $m^3/тис.кДж$;

$V_{хол}$ - виробіток холоду, тис. кДж.

$$P_v = 0,0014 \cdot 3705847 = 51882 m^3$$

Кількість води, K_v , m^3 , розраховуються у відсотках від потреб води за формулою [12] с.12:

$$K_v = P_v \cdot K_{о.в} \quad (15.17)$$

де $K_{о.в}$ - коефіцієнт, що враховує обернене водопостачання.

$$K_v = 51882 \cdot 0,08 = 4151 m^3$$

Вартість води, V_v , грн., розраховується за формулою [12] с.12:

$$V_v = K_v \cdot C_v \quad (15.18)$$

де K_v - кількість води, m^3

C_v - ціна 1 m^3 води, грн.

$$V_v = 4151 \cdot 26,80 = 111247 \text{ грн.}$$

5. Річний фонд заробітної плати виробничих робітників.

Річний фонд заробітної плати виробничих робітників з премією за даними таблиці 4.1 становить 1262866 грн.

6. Відрахування з заробітної плати на соціальні заходи.

Відрахування з заробітної плати на соціальні заходи, $V_{с.з}$, грн., складають 22% від загального фонду заробітної плати з премією.

Відрахування включають в себе: пенсійний фонд, фонд соціального страхування, фонд зайнятості, фонд страхування від нещасних випадків

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 73 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

на виробництві.

$$Вс.з = 1262866 \cdot 22/100 = 277831 \text{ грн.}$$

7. Цехові (загальновиробничі) витрати пов'язані з управлінням і обслуговуванням цеху. Для цього складається кошторис, в який включають наступні витрати:

- 7.1. Фонд зарплати цехового персоналу;
- 7.2. Відрахування з зарплати;
- 7.3. Витрати на утримання будівель і обладнання;
- 7.4. Амортизація будівель і обладнання;
- 7.5. Витрати по раціоналізації і винахідництву;
- 7.6. Зношування малоцінного інвентарю і інструментів;
- 7.7. Витрати на охорону праці і техніку безпеки;
- 7.8. Інші цехові витрати.

Розрахунок кошторису цехових витрат:

7.1. Фонд зарплати цехового персоналу представлений в таблиці 4.2 і становить 466320 грн.

7.2. Відрахування з зарплати розраховуємо:

$$Вс. з = 466320 \cdot 22/100 = 102590 \text{ грн.}$$

7.3 Витрати на утримання будівель і обладнання, Вут.б.обл, грн., приймаються в розмірі 3% від початкової вартості обладнання і будівель, розраховуються за формулою [12] с.13:

$$\text{Вут. б. обл} = Kв \cdot 3/100 \quad (15.19)$$

$$\text{Вут.б.обл} = (829582 + 2941000) \cdot 3/100 = 3770582 \text{ грн.}$$

7.4. Амортизація обладнання - це процес відшкодування зношення основних фондів. Із амортизаційних сум, що включаються у склад витрат на виробництво продукції, формується амортизаційний фонд, який використовується для відтворення основних фондів.

Річна сума амортизаційних відрахувань на обладнання, Ар.об, грн., розраховується за формулою [12] с.13:

$$\text{Ар.об.} = \text{Вобл.} \cdot \text{Н а} \quad (15.20)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.KP.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 74 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

де $V_{обл}$ - вартість обладнання, грн.;

N_a - норма амортизації, %.

$$A_{р.об.} = 829582 \cdot 15/100 = 124437 \text{ грн.}$$

7.5. Амортизація будівель.

Сума сума амортизаційних відрахувань на будівлі $A_{р.буд.}$ розраховується за формулою [12] с.13:

$$A_{р.б.} = V_{б.} \cdot N_a \quad (15.21)$$

де $V_{буд}$ - вартість будівлі, грн.;

$$A_{р.б.} = 2941000 \cdot 5/100 = 147050 \text{ грн.}$$

7.6. Витрати по раціоналізації та винахідництву, $V_{р.в.}$, грн., визначаються орієнтовно в розмірі 4% від загального фонду заробітної плати виробничо-промислових робітників.

$$V_{р.в.} = 1729186 \cdot 4/100 = 69167 \text{ грн.}$$

7.7. Зношення малоцінного і швидкозношуваного інвентарю, $V_{зінв.}$, грн., приймають в розмірі 10% від витрат на амортизацію обладнання.

$$V_{зінв.} = 124437 \cdot 10/100 = 12444 \text{ грн.}$$

7.8. Витрати на охорону праці при експлуатації холодильних установок, $V_{о.п.}$, грн., розраховують в розмірі 3% від річного фонду заробітної плати виробничо-промислових робітників.

$$V_{о.п.} = 1729186 \cdot 3/100 = 51876 \text{ грн.}$$

7.9. Інші цехові витрати, $I_{ц.в.}$, грн., визначаються в розмірі 0,5% від загальних цехових витрат. Загальний фонд цехових витрат, $I_{ц.в.}$, грн., розраховується за формулою

$$I_{ц.в.} = 4744466 \cdot 0,5/100 = 23722 \text{ грн.}$$

Розрахунок кошторису цехових витрат представлено в таблиці 5.3

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|----------------------|------|
| | | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | 75 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

Таблиця 5.3 - Цехові витрати

| № п/п | Елементи витрат | Сума, грн. |
|-------|---|----------------|
| 1 | Зарплата цехового персоналу | 466320 |
| 2 | Відрахування з зарплати на соціальні заходи | 102590 |
| 3 | Витрати на утримання обладнання і будівель | 3770582 |
| 4 | Амортизація обладнання | 124437 |
| 5 | Амортизація будівель | 147050 |
| 6 | Витрати на раціоналізаторство і винахідництво | 69167 |
| 7 | Зношення малоцінного і швидкозношуваного | 12444 |
| 8 | Охорона праці | 51876 |
| 9 | Інші витрати | 23722 |
| 10 | Всього | 4768188 |

Проектна калькуляція собівартості одиниці холоду представлена в таблиці 5.4

Таблиця 5.4 — Калькуляція собівартості одиниці холоду

| № п/п | Статті витрат | Сума витрат на річний виробіток | на 1000 кДж, грн. |
|-------|---|---------------------------------|-------------------|
| 1 | Холодильний агент | 216998 | 0,06 |
| 2 | Масильні матеріали | 3636 | 0,0001 |
| 3 | Електрична енергія силова | 665902 | 0,18 |
| 4 | Вода виробнича | 111247 | 0,03 |
| 5 | Зарплата виробничих | 1262866 | 0,34 |
| 6 | Відрахування з зарплати на соціальні заходи | 277831 | 0,07 |
| 7 | Цехові витрати | 4768188 | 1,29 |
| | Всього | 7306668 | 1,97 |

15.6. ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

По компресорному цеху продуктивність праці, ПП, тис.кДж/чол., визначається натуральним методом за формулою [12] с.15:

$$ПП = V_{хол} / P_{пвп} \quad (15.22)$$

де $V_{хол}$ - виробіток холоду стандартний за рік, тис. кДж/рік;

$P_{пвп}$ – чисельність промислово - виробничого персоналу, чол.

$$ПП = 3705847 / 9 = 411761 \text{ тис.кДж/чол.}$$

Енергоозбросність - відношення кількості спожитої електроенергії до

чисельності ПВП.

Енергоозброєність, E_0 , кВт/год. / чол., по цеху визначається за формулою [12] с.15:

$$E_0 = \text{Вел.ен.}/P_{ц} \quad (15.23)$$

де Вел.ен - витрати силової електроенергії, кВт /год.;

$P_{ц}$ - чисельність ПВП цеху, чол.

$$E_0 = 276605 / 9 = 30734 \text{ кВт/год. / чол.}$$

Зняття продукції з 1 м² виробничої площі характеризує ефективність використання виробничої площі. Зняття продукції з 1 м² виробничої площі з тис. кДж /м² розраховується за формулою [12] с.15:

$$Z = \text{Вхол}/S \quad (15.24)$$

де Вхол - виробіток холоду стандартний за рік, тис. кДж;

S – виробнича площа цеху, включаючи всі допоміжні приміщення, м² .

$$Z = 3705847 / 72 = 51470 \text{ тис.кДж/м}^2$$

ВИСНОВКИ

Будівництво компресорного цеху є економічно обґрунтованим. Усі техніко-економічні показники по цеху знаходяться у межах середньогалузевих показників.

На основі приведених розрахунків складається таблиця техніко-економічних показників роботи компресорного цеху.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|----------------------|------|
| | | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | 77 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

Таблиця 7.1 - Техніко-економічні показники роботи компресорного цеху

| <i>№ п/п</i> | <i>Показники</i> | <i>Один, виміру</i> | <i>Абсолютна величина</i> |
|--------------|--|------------------------------|---------------------------|
| 1 | <i>Плановий виробіток холоду за рік</i> | <i>тис. кДж</i> | <i>3705847</i> |
| 2 | <i>Капітальні витрати</i> | <i>грн.</i> | <i>3770582</i> |
| | <i>в т.ч. обладнання</i> | <i>грн.</i> | <i>829582</i> |
| | <i>будівлі</i> | <i>грн.</i> | <i>2941000</i> |
| 3 | <i>Чисельність працівників у цеху</i> | <i>чол.</i> | <i>9</i> |
| | <i>в тому числі робітників</i> | <i>чол.</i> | <i>6</i> |
| 4 | <i>Середньомісячна зарплата по цеху</i> | <i>грн.</i> | <i>16011</i> |
| | <i>в тому числі робітників</i> | <i>грн.</i> | <i>17540</i> |
| 5 | <i>Собівартість 1 тис кДж холоду</i> | <i>коп.</i> | <i>1,97</i> |
| 6 | <i>Продуктивність праці</i> | <i>тис.кДж/чол.</i> | <i>411761</i> |
| 7 | <i>Енергоозброєність</i> | <i>кВт год./чол.</i> | <i>30734</i> |
| 8 | <i>Зняття продукції з 1м² площі</i> | <i>тис.кДж/м²</i> | <i>51470</i> |

Література

1. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха / Б.К. Явнель. – М.: Агропромиздат, 1998.
2. Свердлов Г.З. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха / Г.З. Свердлов., Б.К. Явнель. – М.: Пищевая промышленность, 1978.
3. Брайдерт Г.И. Проектирование холодильных установок. Расчёты, параметры, примеры / Г.И. Брайдерт – М.: Техносфера, 2006.
4. Быков А.В. Холодильная техника / А.В. Быков. – М.: Пищевая промышленность, 1978.
5. Голованов Г.С. Охрана труда при обслуживании холодильных установок / Г.С. Голованов, Н.Б. Френлах. – Л.: Машиностроение, 1983.
6. Кондрашова Н.Г. Холодильно-компрессорные машины и установки / Н.Г. Кондрашова, Н.Г. Лашутина. – М.: Высшая школа, 1984.
7. Кошкин Н.Н. Холодильные машины / Н.Н. Кошкин, И.А. Сакун. – Л.: Машиностроение, 1979.
8. Ксенженко П.О. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з дисципліни «Холодильно-компресорні машин та установки» і дипломного проекту із спеціальності «Монтаж і експлуатація холодильно-компресорних машин та установок» / П.О. Ксенженко, Т.М. Таран. – Полтава, 2010.
9. Курылёв Б.С. Холодильные установки / Б.С. Курылёв. – СПб.: Политехника, 2002.
10. Лашутина Н.Г. Холодильная техника мясной и молочной промышленности / Н.Г. Лашутина. – М.: Агропромиздат, 1989.
11. Полевой А.А. Монтаж холодильных установок / А.А. Полевой. – СПб.: Политехника, 2005.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 79 |

12. *Економіка енергетики: Методичні вказівки до виконання курсової роботи і економічної частини дипломного проекту для студентів за напрямом підготовки 6.050604 «Енергомашинобудування», 14 «Енергетична інженерія» для студентів спеціальності 5.05060403 «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок», 142 «Енергетичне машинобудування» / Укладач: Н.А.Гайворонська – Полтава: ПКХТ НУХТ, 2017 – 28 с.*

13. *Шваб Л.І. Економіка підприємства: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2-е вид. - К.: Каравела, 2005- 568 с.*

14. *Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. -К.: Каравела, 2004. - 408 с.*

15. *ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень*

16. *ДБН В.2.5-28-2006 Природне і штучне освітлення.*

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | 00.КР.142.008.429.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 80 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |