

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«На правах рукопису»
УДК 621.577:697.32

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ___ ” _____ 20 19 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

на тему: «Модернізація системи тепло- та холодопостачання підприємства з виробництва кормів в м.Львові»»

Виконав: студент II курсу, групи ТП-81мп

Гончарук Павло Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник

доцент, к.т.н., Притула Н.О.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з охорони праці
(назва розділу)

доцент, к.т.н. Каштанов С.Ф.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»,

ОПП «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис) (ініціали, прізвище)

«___» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Гончаруку Павлу Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Модернізація системи тепло- та холодопостачання підприємства з виробництва кормів в м.Львові»,

науковий керівник дисертації Пругула Наталя Олександрівна, к.т.н.

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

затвержені наказом по університету від «___» _____ 2019 р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації 16.12.2019 р.

3. Об'єкт дослідження Система тепло- та холодопостачання підприємства з виробництва кормів в м. Львові

4. Вихідні дані 1) Систему тепло- та холодопостачання виконати для споживачів:

- цех сухих кормів (ЦСК) - 100x80x10 м³;

- цех вологих кормів (ЦВК) - 80x55x10 м³;

- лабораторний корпус - 50x35x10 м³;

2) Температурний графік системи теплопостачання – (67/40) °С;

температурний графік системи кондиціонування – (12/6) °С;

3) Тип теплового насоса «вода-вода» – фірми Oilon;

4) Повітряна тепла мережа.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити 1) Розрахувати теплові навантаження споживачів.

2) Розрахувати теплову схему головного теплового пункту з встановленим тепловим насосом.

3) Вибрати основне та допоміжне обладнання головного теплового пункту.

4) Розрахувати теплову схему індивідуальних теплових пунктів цеху сухих та вологих кормів, а також лабораторного корпусу.

- 5) Вибрати основне та допоміжне обладнання додаткових теплових пунктів.
 6) Розрахувати зовнішні теплові мережі.
 7) Розробити стартап-проект.
 8) Розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

- 1) Теплова схема головного та додаткових теплових пунктів – 2 арк.
 2) Розміщення обладнання в головному та додаткових теплових пунктах – 2 арк.
 3) Розміщення трубопроводів в теплових пунктах (плани, розрізи) – 4 арк.
 4) Схема трубопроводів та підключення до зовнішніх теплових мереж – 1 арк.

7. Орієнтовний перелік публікацій – тези доповіді.

8. Консультанти розділів дисертації*

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці | Каштанов С.Ф, доцент | | |

9. Дата видачі завдання 4.11.2019 р.

Календарний план

| № з/п | Назва етапів виконання магістерської дисертації | Термін виконання етапів магістерської дисертації | Примітка |
|-------|---|--|----------|
| 1 | Теплові навантаження | 07.11.2019 р. | |
| 2 | Теплова схема головного теплового пункту з тепловим насосом | 11.11.2019 р. | |
| 3 | Вибір обладнання головного теплового пункту | 15.11.2019 р. | |
| 4 | Теплові схеми додаткових теплових пунктів цеху сухих, вологих кормів та лабораторного корпусу | 20.11.2019 р. | |
| 5 | Вибір обладнання додаткових теплових пунктів | 22.11.2019 р. | |
| 6 | Зовнішня повітряна теплова мережа | 25.11.2019 р. | |
| 8 | Розробка стартап-проекта | 26.11.2019 р. | |
| 9 | Охорона праці | 29.11.2019 р. | |
| 10 | Креслення | | |
| 10.1 | Теплова схема теплових пунктів | 18.11.2019 р. | |
| 10.2 | Розміщення обладнання | 22.11.2019 р. | |
| 10.3 | Розміщення трубопроводів | 27.11.2019 р. | |
| 10.4 | Зовнішня теплова мережа | 01.12.2019 р. | |
| 11 | Оформлення пояснювальної записки | 04.12.2019 р. | |

Студент

_____ (підпис)

П.М. Гончарук
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

_____ (підпис)

Н.О. Притула
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника магістерської дисертації.

АНОТАЦІЯ

Магістерська дисертація на здобуття ступеня магістра за освітньо-професійною програмою підготовки на тему: «Модернізація системи тепло- та холодопостачання підприємства з виробництва кормів в м.Львові. Пояснювальна записка»: 108 с., 11 рис., 21 табл., 4 дод., 15 джерел, 9 креслеників формату А1.

Об'єкт розробки – підприємство виробництва кормів у м. Львові.

Мета роботи – Модернізація системи тепло- та холодопостачання приміщень підприємства, які призначені для складання готової продукції та створення нормованих санітарно-технічних умов персоналу і відвідувачам в холодний та теплий періоди року, що є актуальною задачею.

Наведені розрахунки втрат теплоти приміщеннями у холодний період року та надходження теплоти і вологи до них у теплий період року.

Система холодопостачання виконана з допомогою теплового насоса та повністю автоматизована. За надлишками теплоти, що надходять до приміщень, обрані місцеві повітроохолоджувачі (фанкойли), а також холодильну установку (чилер) для холодопостачання фанкойлів і повітроохолоджувача припливно-витяжної установки.

Система опалення для холодного періоду року цехів та лабораторного корпусу – водяна з використанням теплообмінників. В лабораторному корпусі теплові мережі під'єднані до старих трубопроводів гарячої води, що дає змогу зменшити витрати на закупівлю обладнання.

Розроблений стартап-проект, в результаті техніко-економічних розрахунків показано, що використання теплового насоса для утилізації теплоти від обладнання дає економічний ефект біля 200 тис. грн. за рік.

Передбачені заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: тепловий насос, вентиляція, опалення, кондиціонування, цех, теплові втрати, чилер, фанкойл, теплопостачання, холодопостачання, радіатор, економічний ефект.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 4 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

SUMMARY

Master's Thesis for Master's Degree in Educational and Professional Training Program on the topic: “Heat and cold supply system modernization of the feed production enterprise in Lviv. Explanatory Note »: 108 pages, 11 figures, 21 tables, 4 appendices, 15 sources, 9 drafts of A1 format.

The object of development is a feed production enterprise in Lviv.

Purpose of the work - Modernization of the system of heat and cold supply of premises of the enterprise, which are intended for assembly of finished products and creation of standardized sanitary and technical conditions of staff and visitors in the cold and warm periods of the year, which is an urgent task.

The calculations of heat losses by the premises during the cold season and the heat and humidity inflow to them during the warm season are presented.

The refrigeration system is made with the help of a heat pump and fully automated. For excess heat entering the premises, local air coolers (fan coils), as well as a refrigerating unit (chiller) for the cooling supply of the fan coils and the air cooler of the inlet and exhaust system are selected.

The heating system for the cold season of the shops and the laboratory building is water-operated using heat exchangers. In the lab casing, the heat grids are connected to old hot water pipelines, which can reduce the cost of purchasing equipment.

A startup project has been developed, as a result of technical and economic calculations it is shown that the use of a heat pump for heat recovery from equipment gives an economic effect of about 200 thousand UAH. in a year.

Occupational health and safety measures are foreseen.

KEY WORDS: heat pump, ventilation, heating, air conditioning, workshop, heat loss, chiller, fan coil, heat supply, cold supply, radiator, economic effect.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81МП 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 5 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

АННОТАЦИЯ

Магистерская диссертация на соискание степени магистра по образовательно-профессиональной программе подготовки на тему: «Модернизация системы тепло- и холодоснабжения предприятия по производству кормов в Львове. Пояснительная записка »: 108 с., 11 рис., 21 табл., 4 доп., 15 источников, 9 чертежей формата А1.

Объект разработки - предприятие производства кормов в г. Львове.

Цель работы - модернизация системы тепло- и холодоснабжения помещений предприятия, которые предназначены для составления готовой продукции и создания нормированных санитарно-технических условий персонала и посетителей в холодный и теплый периоды года, является актуальной задачей.

Приведенные расчеты теплопотерь помещениями в холодный период года и поступления теплоты и влаги к ним в теплый период года.

Система холодоснабжения выполнена при помощи теплового насоса и полностью автоматизирована. По излишкам тепла, поступающих в помещения, избранные местные воздухоохладители (фанкойлы), а также холодильную установку (чиллер) для холодоснабжения фанкойлов и воздухоохладителя приточно-вытяжной установки.

Система отопления для холодного периода года цехов и лабораторного корпуса - водяной с использованием теплообменников. В лабораторном корпусе тепловые сети подключены к старым трубопроводам горячей воды, что позволяет уменьшить затраты на закупку оборудования.

Разработанный стартап-проект, в результате технико-экономических расчетов показано, что использование теплового насоса для утилизации теплоты от оборудования дает экономический эффект около 200 тыс. Грн. за год.

Предусмотрены мероприятия по охране труда и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: тепловой насос, вентиляция, отопление, кондиционирование, цех, тепловые потери, чиллер, фанкойл, теплоснабжения, холодоснабжения, радиатор, экономический эффект.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 6 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Перелік умовних позначень, символів, скорочень, термінів | 9 |
| Вступ..... | 11 |
| 1 Розрахунки теплових навантажень споживачів | 13 |
| 1.1 Вихідні положення про підприємство виробництва кормів | 13 |
| 1.2 Витрати теплоти на опалення..... | 14 |
| 1.3 Витрати теплоти на кондиціювання | 18 |
| 1.4 Витрати теплоти на гаряче водопостачання | 20 |
| 1.5 Висновки з розділу 1 | 23 |
| 2 Теплова схема головного теплового пункту з тепловим насос S180 фірми Oilon..... | 24 |
| 2.1 Вибір теплового насоса..... | 24 |
| 2.2 Вибір насосів..... | 28 |
| 2.3 Вибір гідравлічного розподільвача | 33 |
| 2.4 Вибір теплообмінників | 35 |
| 2.5 Підбір розширювальних баків..... | 43 |
| 2.6 Опис роботи теплової схеми теплового пункту з тепловим насосом S180 | 45 |
| 2.7 Електротехнічні рішення | 47 |
| 2.8 Автоматика та КВГ | 49 |
| 2.9 Архітектурно-будівельні рішення | 51 |
| 2.10 Висновки з розділу 2 | 52 |
| 3 Теплові мережі підприємства виробництва кормів | 53 |
| 3.1 Трубопроводи зовнішньої теплової мережі..... | 54 |
| 3.2 Опис прокладання теплових мереж від головного теплового пункту до цехів..... | 58 |
| 3.3 Висновки з розділу 3 | 60 |
| 4 Технічні рішення та теплові схеми додаткових теплових пунктів..... | 61 |

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. №

| | | | | | |
|---|--------|----------|---------|--------|------|
| ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |
| Студент | | Гончарук | | | |
| Керівник | | Притула | | | |
| П.конт. | | | | | |
| Н.контр. | | Боженко | | | |
| Зав.каф. | | Варламов | | | |
| Модернізація системи тепло- та холодопостачання підприємства з виробництва кормів в м.Львові. Пояснювальна записка | | | | | |
| Стадія | | Аркуш | Аркушів | | |
| МДп | | 7 | 108 | | |
| КПІ ім. Ігоря Сікорського, ТЕФ, Кафедра ТПТ | | | | | |

| | |
|--|-----|
| 4.1 Тепловий пункт 1: тепло- та холодозабезпечення цеху виробництва вологих кормів (ЦВК) | 61 |
| 4.2 Тепловий пункт 2: тепло- та холодозабезпечення лабораторного корпусу | 64 |
| 4.3 Тепловий пункт 3: тепло- та холодозабезпечення цеху сухих кормів (ЦСК) | 66 |
| 4.4 Теплова ізоляція та захист від корозії | 69 |
| 4.5 Електрика та автоматика | 69 |
| 4.6 Висновки з розділу 4 | 70 |
| 5 Розробка стартап проекту | 71 |
| 5.1 Вихідні положення | 71 |
| 5.2 Аналіз існуючого стану теплопостачання | 71 |
| 5.3 Аналіз існуючого стану холодопостачання | 76 |
| 5.4 Висновки та визначення цілей технічного переоснащення | 77 |
| 5.5 Опис можливих варіантів оптимізації системи тепло- та холодозабезпечення..... | 78 |
| 5.6 Технічні характеристики пропонуємих теплових насосів | 79 |
| 5.7 Оптимізація схем впровадження теплових насосів для тепло- та холодопостачання..... | 83 |
| 5.8 Техніко-економічні показники..... | 86 |
| 5.9 Висновки з розділу 5 | 88 |
| 6 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | 90 |
| Висновки | 103 |
| Список використаної літератури | 104 |
| Додатки | |
| Додаток А | |
| Технічне завдання на проектно-конструкторську розробку | 105 |
| Додаток Б | |
| Акт впровадження результатів магістерської дисертації..... | 106 |
| Додаток В | |
| Список наукових праць і творчих досягнень..... | 107 |
| Додаток Г | |
| Результат перевірки на плагіат..... | 108 |

| | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|------------------|--------|------|------|--------|------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | Арк. |
| | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | |

тр – тертя;

м.о. – місцеві опори;

ст – стінка.

Скорочення

COP – The Coefficient Of Performance;

ВЕР – вторинні енергоресурси;

ГВП – гаряче водопостачання;

ДНТ – джерело низькотемпературної теплоти;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ЛК – лабораторний корпус;

ТМ – теплові мережі;

ТН – тепловий насос;

ТНС – теплонасосна система;

ТНУ – теплонасосна установка;

ЦВК – цех вологих кормів;

ЦСК – цех сухих кормів.

| | | | | | | | | |
|--------|----------------|-------------|-------|--------|------|--|------------------|------|
| Інв. № | Підпис та дата | Зам. інв. № | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | 10 |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис | Дата | | | |

Такий підхід може використовуватись для цілей опалення, вентиляції та гарячого водопостачання у холодний період року. Проте він не має місця для теплового та перехідних періодів. Тому схеми теплових насосів проектують так, щоб в теплий період року ТНУ працювали як системи кондиціонування приміщень. Можливо декілька варіантів схем, кожна з яких буде мати свої переваги та недоліки і кінцевий вибір залежить від цілей підприємства.

Таким чином, підприємства, на яких використовують водяне охолодження та холодильні камери можуть бути переобладнані на системи з тепловими насосами, які будуть працювати за принципами, які описані вище. Це дозволить відмовитись від споживання теплоти від котельні на потреби опалення, вентиляції та ГВП та не скидувати потенціально придатне тепло у довкілля в холодний період року.

Як висновок можна сказати, що використання теплових насосів з вторинними енергоресурсами (ВЕР) може істотно зменшити витрати палива на підприємствах, а також знизити частку теплового забруднення довкілля.

Мета роботи полягає в підвищенні техніко-економічних показників об'єктів промислової галузі на основі модернізації технологічних циклів тепловими насосами та визначення обрання найбільш вигідної схеми для виробництва кормів у місті Львові.

В атестаційній роботі магістра розробляється улаштування ТНУ для економії споживання природного газу виробництва шляхом використання теплоти виробничих пристроїв для цілей опалення, вентиляції, гарячого водопостачання корпусів підприємства, а також нагрівання підживлювальної води, що іде до котельні з наступними вихідними даними:

1. Населений пункт – м. Львів;
2. Тривалість опалювального періоду 179 діб;
3. Розрахункова температура для опалення $t_{p.o} = -19^{\circ}\text{C}$;
4. Система теплопостачання – закрыта;
5. Існуюча котельня загальною потужністю 6,3 т.пари/год.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. 12 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

- складський корпус з адміністративною прибудовою.

Кліматологічні дані міста Льова:

а) тривалість опалювального періоду $n_o = 179$ діб;

б) температура зовнішнього повітря у холодний період року, °С:

- розрахункова температура для опалення $t_{p.o} = -19^\circ\text{C}$;

- середня опалювального періоду $t_{cp.o} = 0,4^\circ\text{C}$;

- середня найбільш холодного місяця $t_{cp.x.m} = -4^\circ\text{C}$.

в) Геометричні дані будівель:

- сухих кормів $a \times b \times h = 100 \times 80 \times 10$ м;

- вологих кормів $a \times b \times h = 80 \times 55 \times 10$ м;

- лабораторного корпусу $a \times b \times h = 50 \times 35 \times 10$ м.

1.2 Витрати теплоти на опалення

Обидва цехи та лабораторний корпус побудовані за однаковими технологіями, тому в розрахунок буде проведений на прикладі цеху сухих кормів. Інші споруди будуть порашовані за допомогою ЕОМ в програмі *MS Excel* для економії часу.

1) Визначення фактичних приведених опорів теплопередачі та загальних площ огорожувальних конструкцій.

- Стіни: газобетонні з кепічною обмуровкою, товщиною $\delta_{ct} = 640$ мм, термічний опір складає:

$$R_{ct} = 3,34 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

- Переkritтя: скатний дах, покриття з металочерепиці, термічний опір складає:

$$R_{пер} = 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

- Вікна: металопластикові, клас енергоефективності згідно ДСТУ Б В.2.6-23:2009 – А2, термічний опір складає:

$$R_{вік} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

- Двері: металопластикові, клас енергоефективності згідно ДСТУ Б В.2.6-23:2009 – А2, термічний опір складає:

$$R_{дв} = 0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

- Підлога: підлога поділяється на 4 зони, ширина кожної з яких по 2 м див рис 1.1.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|--------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | | |

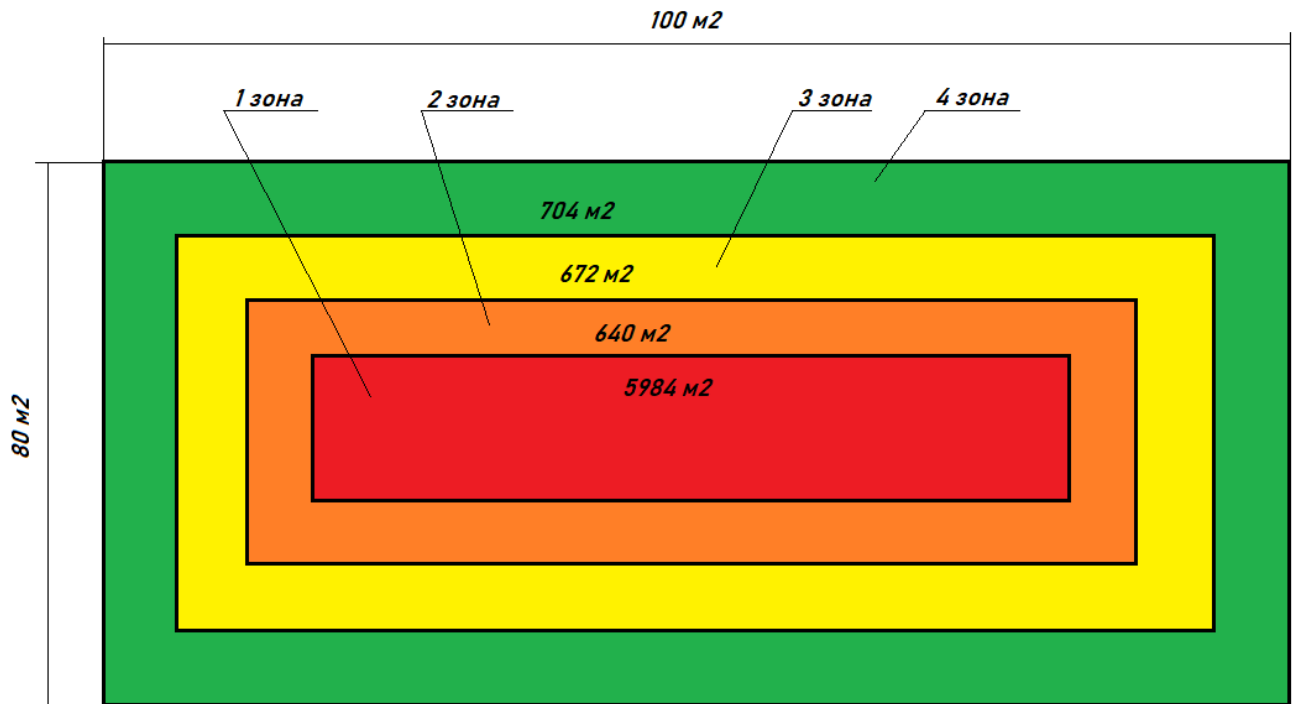


Рисунок 1.1 – Поділ площі підлоги типової будівлі на зони

Загальна площа підлоги за умовою складає: $F_{\text{під}} = 8000 \text{ м}^2$

Тоді, визначені площі зон:

1 зона - $F_{\text{під-1}} = 704 \text{ м}^2$;

3 зона - $F_{\text{під-3}} = 640 \text{ м}^2$;

2 зона - $F_{\text{під-2}} = 672 \text{ м}^2$;

4 зона - $F_{\text{під-4}} = 5984 \text{ м}^2$.

Термічні опори теплопередачі окремих зон неутепленої підлоги (згідно з довідковою літературою [1]) складають:

- для першої зони - $r_{\text{під-1}} = 2,15 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$;

- для другої зони - $r_{\text{під-2}} = 4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$;

- для третьої зони - $r_{\text{під-3}} = 8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$;

- для четвертої зони - $r_{\text{під-4}} = 14,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Значення термічних опорів зведені до таблиці 1.2.

| | | | | | |
|------------------|----------------|--------|------|-------|--------|
| Зам. інв. № | | | | | |
| | Підпис та дата | | | | |
| Інв. № | | | | | |
| | Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис |
| ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | | |
| | | | | | Арк. |
| | | | | | 15 |

Таблиця 1.2 – Термічні опори теплопередачі та площі зовнішніх огорожень

| Тип огороження | Термічний опір теплопередачі | Площа огорожувальної поверхні |
|----------------|------------------------------|-------------------------------|
| | $R, (m^2 \cdot K)/Вт$ | F, m^2 |
| Стіни | 3,34 | 3400 |
| Вікна | 0,75 | 180 |
| Двері | 0,56 | 20 |
| Підлога | 2,15 | 704 |
| | 4,3 | 672 |
| | 8,6 | 640 |
| | 14,2 | 5984 |
| Перекриття | 4,5 | 8000 |

2) Визначення теплових втрат типової будівлі [1]

Теплові втрати приміщеннями $Q_{втр}$, кВт

$$Q_{втр} = \sum Q_{обр} + Q_{инф}, \quad (1.1)$$

де $\sum Q_{обр}$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні огорожувальні конструкції (зовнішні стіни, вікна, зовнішні та балконні двері, перекриття для останнього поверху, підлогу для першого поверху), кВт [1];

$Q_{инф}$ – витрати теплоти на нагрівання інфільтраційного повітря, що надходить до приміщення через нещільності в огороженнях, а також при провітрюванні приміщень (кВт) [1].

Втрати теплоти через окремі обгородження визначаються за формулою (1.2)

$$Q_{обр.i} = \frac{1}{R_i} \cdot F_i \cdot \Delta t_i \cdot (1 + \sum \beta_i) \cdot n_i \cdot 10^{-3}, \quad (1.2)$$

де R_i – приведений опір теплопередачі і-го обгородження, $(m^2 \cdot K)/Вт$ (див. табл.1.2);

Δt_i – різниця температур між внутрішнім та зовнішнім повітрям, $^{\circ}C$;

n_i – поправка на розрахункову різницю температур, що залежить від геометричного положення обгородження;

β_i – додаткові втрати теплоти в частках до основних.

Розрахункова різниця температур:

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|-------|--------|------|------------------|------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | | Арк. 16 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис | Дата | ТП 81мп 17 03 ПЗ | |

- різниця температур розраховується за формулою

$$\Delta t_1 = t_{\text{вн}} - t_{\text{р,о}}; \quad (1.3)$$

$$\Delta t = 18 - (-19) = 37 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Визначення теплових втрат через підлогу.

Підлога розділяється на зони, ширина кожної з них дорівнює 2 м – див. рис.1.1 [3].

За формулою (1.2) визначаю:

- для першої зони

$$Q_{\text{під-1}} = \frac{1}{2,15} \cdot 704 \cdot 37 \cdot 10^{-3} = 12,12 \text{ кВт};$$

- для другої зони

$$Q_{\text{під-2}} = \frac{1}{4,3} \cdot 672 \cdot 37 \cdot 10^{-3} = 5,78 \text{ кВт};$$

- для третьої зони

$$Q_{\text{під-3}} = \frac{1}{8,6} \cdot 640 \cdot 37 \cdot 10^{-3} = 2,75 \text{ кВт};$$

- для четвертої зони

$$Q_{\text{під-4}} = \frac{1}{14,2} \cdot 5984 \cdot 37 \cdot 10^{-3} = 15,59 \text{ кВт};$$

- сумарні втрати теплоти через підлогу становлять

$$Q_{\text{під}} = Q_{\text{під-1}} + Q_{\text{під-2}} + Q_{\text{під-3}} + Q_{\text{під-4}} = 12,12 + 5,78 + 2,75 + 15,59 = 36,24 \text{ кВт}.$$

Втрати теплоти через зовнішні огороження приміщення визначаємо за формулою (1.2).

В моєму випадку коефіцієнт $n = 1$ для вертикальних зовнішніх стін і $n = 1$ для покриття без горищ.

$$Q_{\text{ст}} = \frac{1}{3,34} \cdot 3400 \cdot 37 \cdot 10^{-3} = 37,66 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{вік}} = \frac{1}{0,75} \cdot 180 \cdot 37 \cdot 10^{-3} = 8,88 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{дв}} = \frac{1}{0,56} \cdot 20 \cdot 37 \cdot 10^{-3} = 1,32 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{пер}} = \frac{1}{4,5} \cdot 8000 \cdot 37 \cdot 10^{-3} = 65,78 \text{ кВт}.$$

Сумарні втрати теплоти через огорожуючі конструкції:

$$\sum Q_{\text{обг}} = Q_{\text{ст}} + Q_{\text{вік}} + Q_{\text{дв}} + Q_{\text{пер}} + Q_{\text{під}} = 36,24 + 37,66 + 8,88 + 1,32 + 65,78 = 149,88 \text{ кВт}.$$

| | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|------------------|--------|------|-------|--------|------|------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | Арк. 17 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис | Дата | |
| | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | | | |

Витрати теплоти на нагрівання інфільтраційного повітря, за рекомендаціями, беруться 20% запасу $Q_{\text{інф}}$, кВт.

Загальні втрати теплоти

$$\sum Q_{\text{заг}} = 1,2 \cdot \sum Q_{\text{обг}}; \quad (1.4)$$

$$\sum Q_{\text{заг}} = 1,2 \cdot 149,88 = 180 \text{ кВт} = 0,18 \text{ МВт.}$$

Таким самим способом розраховуються втрати теплоти для цеху вологих кормів і лабораторного корпусу становлять відповідно: $Q_{\text{о}}^{\text{ІВК}} = 0,1 \text{ МВт}$ та $Q_{\text{о}}^{\text{ЛК}} = 0,05 \text{ МВт}$

1.3 Витрати теплоти на кондиціонування

В неавтономних системах кондиціонування повітря є окрема холодильна станція (чилер), де охолоджується вода. Охолоджена вода розподіляється серед місцевих повітроохолоджувачів (фанкойлів), які встановлюються усередині приміщень.

Фанкойл – це кожухотрубний водоповітряний теплообмінник, який складається з повітряного фільтра, теплообмінника з оребреною поверхнею, вентилятора з електродвигуном. На підприємстві роль чилера буде виконувати тепловий насос.

Для спрощення та економії часу розрахунок кондиціонування будемо проводити для цеху сухих кормів, а для цеху вологих кормів та лабораторного корпусу розрахунок буде виконаний за допомогою ЕОМ в програмі *MS Excel*.

При виборі місцевих систем кондиціонування повітря визначають надходження теплоти та вологи до приміщень (відповідно) $\sum Q_{\text{пр}}$, кВт та $\sum W_{\text{пр}}$, кг/с.

Вихідні дані:

- необхідна температура припливного повітря приймаємо $t_{\text{п}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$;
- температура внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$;
- відносна вологість повітря $\varphi = 50\%$;
- надходження поголи до ЦСК $\sum W_{\text{пр}} = 25 \text{ кг/год} = 0,0069 \text{ кг/с}$;
- надходження вологи до ЦВК $\sum W_{\text{пр}} = 50 \text{ кг/год} = 0,0139 \text{ кг/с}$;
- надходження вологи до лабораторного корпусу $\sum W_{\text{пр}} = 25 \text{ кг/год} = 0,0069 \text{ кг/с}$;
- середня густина повітря в приміщенні $\rho_{\text{п}} = 1,247$.

Система працює тільки на рециркуляційному повітрі, тому будується *h-d* діаграми процес оброблення повітря і здійснюється розрахунки цього процесу.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

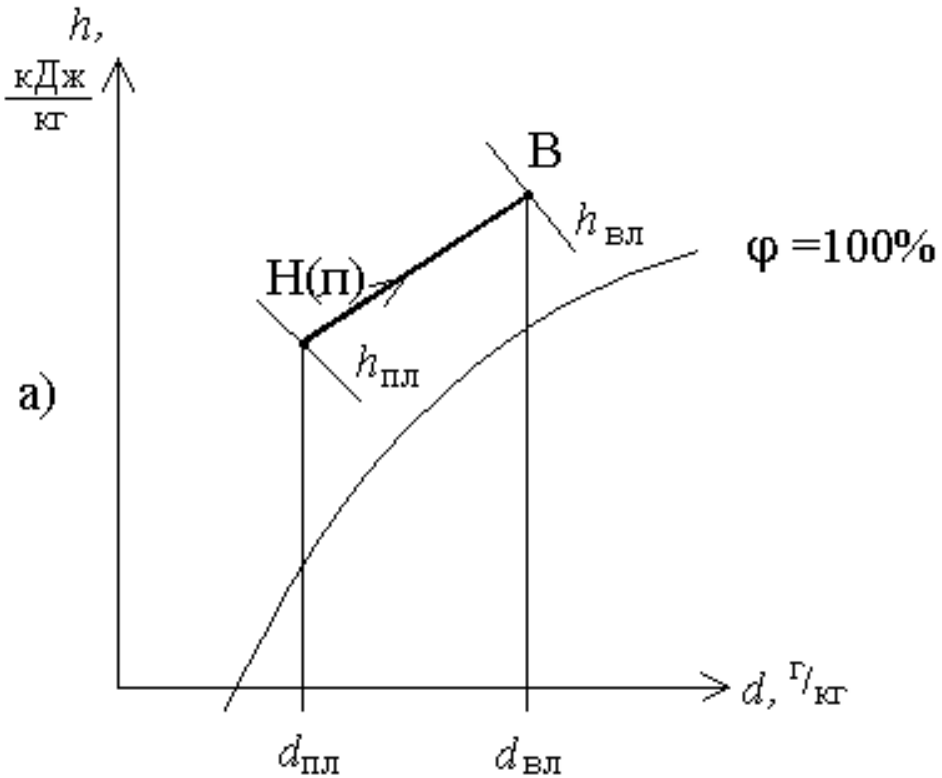


Рисунок 1.2. – Процес зміни стану повітря при роботі на внутрішньому (рециркуляційному) повітрі.

Необхідний відвід теплоти від цеху виробництва кормів, кВт [2]

$$Q_{\text{хол}} = L_{\pi} (h_{\pi} - h_{\text{в}}), \quad (1.5)$$

де h_{π} і $h_{\text{в}}$ – ентальпії припливного і внутрішнього повітря відповідно, кДж/кг;
 L_{π} – необхідна витрата повітря, яка визначається за формулою:

$$L_{\pi} = \frac{\Sigma W}{d_{\text{в}} - d_{\pi}} 1000, \quad (1.6)$$

де d_{π} і $d_{\text{в}}$ – вологовмісти припливного і внутрішнього повітря відповідно, кг/кг_{с.п.}

Визначаємо параметри повітря з $h-d$ діаграми:

$$h_{\text{в}} = 43 \text{ кДж/кг};$$

$$h_{\pi} = 48 \text{ кДж/кг};$$

$$d_{\text{в}} = 8,3 \text{ кг/кг}_{\text{с.п.}}$$

$$d_{\pi} = 9 \text{ кг}_{\text{пар}}/\text{кг}_{\text{с.п}}$$

Тоді:

$$L_{\pi} = \frac{0,0069}{9 - 8,3} \cdot 1000 \approx 10 \text{ кг/с.}$$

Необхідна холодопродуктивність:

| | |
|----------------|--|
| Зам. інв. № | |
| Підпис та дата | |
| інв. № | |

| | | | | | |
|-----|--------|------|--------|--------|------|
| | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |

| | | | | |
|------------------|--|--|--|--|
| ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | |
| 19 | | | | |

| |
|------|
| Арк. |
| 19 |

$$Q_{\text{хол}}^{\text{ЦСК}} = 10 \cdot (48 - 43) = 50 \text{ кВт.}$$

Таким самим чином підраховується необхідна холодопродуктивність для цеху вологих кормів і лабораторного корпусу:

- ЦВК $Q_{\text{хол}}^{\text{ЦВК}} = 100 \text{ кВт};$

- ЛК $Q_{\text{хол}}^{\text{ЛК}} = 50 \text{ кВт};$

1.4 Витрати теплоти на гаряче водопостачання

Інша значна частина споживання теплової енергії від котельні, яка буде забезпечена за рахунок теплового насоса – це часткове або повне зняття навантажень на підігрів води, що дозволить знизити залежність виробництва від закупівлі природного газу:

- гаряче водопостачання адміністративних та виробничих приміщень;
- гаряче водопостачання технологічних потреб до 65 °С;
- підігрів води системи підживлення котельні.

Загальний облік споживання води на виробництві ведеться по вузлам, що дає можливість оцінити потреби в тепловій енергії на нагрів води. Споживання води по основним вузлам наведено у табл. 1.3

Облік споживання води не відображає специфіку потреб тепла на нагрів води з наступних причин:

- об'єм води загальний, тобто враховує господарсько-побутові, технологічні та інші потреби;
- нагрів води відбувається при непостійній її витраті;
- нагрів води для різних потреб виконується до різних температур від 45 °С до 95 °С.

Дані споживання води і споживання теплоти на гаряче водопостачання наведені в табл. 1.3, 1.4 відповідно.

Облік води, що нагрівається, по ділянкам ведеться за допомогою лічильників некомерційного призначення. З журналу контролю витрати води встановлено середні значення споживання води за січень 2016 р. – червень 2018 р., які складають:

- цех виробництва сухих кормів – 30 м³/місяць;
- цех виробництва вологих кормів – 190 м³/місяць;
- споживання води на підживлення системи котельні визначено у табл. 1.3.

Споживання тепла від котельні на потреби гарячого водопостачання (ГВП) з нагрівом від 10 °С до 55 °С розраховано і відображено в таблиці 1.4.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|--------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 1.3 – Споживання води

| Місяць, рік | Загальне споживання води в цеху сухих кормів, м ³ | Загальне споживання води в цеху вологих кормів, м ³ | Хімічна підготовка води на підживлення системи, м ³ |
|-----------------|--|--|--|
| Січень 2016 р | 1313,0 | 447,0 | 665,0 |
| Лютий 2016 р | 1196,0 | 473,0 | 570,0 |
| Березень 2016 р | 1387,0 | 499,0 | 703,0 |
| Квітень 2016 р | 1160,0 | 454,0 | 475,0 |
| Травень 2016 р | 1414,0 | 487,0 | 570,0 |
| Червень 2016 р | 1431,0 | 486,0 | 665,0 |
| Липень 2016 р | 1646,0 | 522,0 | 570,0 |
| Серпень 2016 р | 1541,0 | 682,0 | 665,0 |
| Вересень 2016 р | 1559,0 | 746,0 | 665,0 |
| Жовтень 2016 р | 1732,0 | 582,0 | 570,0 |
| Листопад 2016 р | 1864,0 | 557,0 | 798,0 |
| Грудень 2016 р | 1970,0 | 583,0 | 760,0 |
| Січень 2017 р | 2214,0 | 511,0 | 760,0 |
| Лютий 2017 р | 2008,0 | 526,0 | 760,0 |
| Березень 2017 р | 2345,0 | 583,0 | 665,0 |
| Квітень 2017 р | 2103,0 | 440,0 | 646,0 |
| Травень 2017 р | 2013,0 | 534,0 | 570,0 |
| Червень 2017 р | 1367,0 | 390,0 | 665,0 |
| Липень 2017 р | 1448,0 | 364,0 | 570,0 |
| Серпень 2017 р | 1625,0 | 232,0 | 722,0 |
| Вересень 2017 р | 1742,0 | 35,0 | 570,0 |
| Жовтень 2017 р | 1741,0 | 0,0 | 760,0 |
| Листопад 2017 р | 1565,0 | 504,0 | 570,0 |
| Грудень 2017 р | 1423,0 | 621,0 | 665,0 |
| Січень 2018 р | 1451,0 | 539,0 | 570,0 |
| Лютий 2018 р | 1207,0 | 483,0 | 494,0 |
| Березень 2018 р | 1572,0 | 486,0 | 665,0 |
| Квітень 2018 р | 1708,0 | 604,0 | 570,0 |
| Травень 2018 р | 1317,0 | 521,0 | 494,0 |

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. 21 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

Таблиця 1.4. Споживання теплоти від газової котельні на потреби ГВП

| Період Місяць, рік | Цех сухих кормів м ³ | Цех вологих кормів м ³ | Підживлення системи котельні м ³ | Необхідна потужність для нагріву кВт |
|-----------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| Січень 2016 р | 30 | 190 | 665 | 63,7 |
| Лютий 2016 р | 30 | 190 | 570 | 56,9 |
| Березень 2016 р | 30 | 190 | 703 | 66,4 |
| Квітень 2016 р | 30 | 190 | 475 | 50,0 |
| Травень 2016 р | 30 | 190 | 570 | 56,9 |
| Червень 2016 р | 30 | 190 | 665 | 63,7 |
| Липень 2016 р | 30 | 190 | 570 | 56,9 |
| Серпень 2016 р | 30 | 190 | 665 | 63,7 |
| Вересень 2016 р | 30 | 190 | 665 | 63,7 |
| Жовтень 2016 р | 30 | 190 | 570 | 56,9 |
| Листопад 2016 р | 30 | 190 | 798 | 73,3 |
| Грудень 2016 р | 30 | 190 | 760 | 70,5 |
| Січень 2017 р | 30 | 190 | 760 | 70,5 |
| Лютий 2017 р | 30 | 190 | 760 | 70,5 |
| Березень 2017 р | 30 | 190 | 665 | 63,7 |
| Квітень 2017 р | 30 | 190 | 646 | 62,3 |
| Травень 2017 р | 30 | 190 | 570 | 56,9 |
| Червень 2017 р | 30 | 190 | 665 | 63,7 |
| Липень 2017 р | 30 | 190 | 570 | 56,9 |
| Серпень 2017 р | 30 | 190 | 722 | 67,8 |
| Вересень 2017 р | 30 | 190 | 570 | 56,9 |
| Жовтень 2017 р | 30 | 190 | 760 | 70,5 |
| Листопад 2017 р | 30 | 190 | 570 | 56,9 |
| Грудень 2017 р | 30 | 190 | 665 | 63,7 |
| Січень 2018 р | 30 | 190 | 570 | 56,9 |
| Лютий 2018 р | 30 | 190 | 494 | 51,4 |
| Березень 2018 р | 30 | 190 | 665 | 63,7 |
| Квітень 2018 р | 30 | 190 | 570 | 56,9 |
| Травень 2018 р | 30 | 190 | 494 | 51,4 |
| Червень 2018 р | 30 | 190 | 570 | 56,9 |

Розрахунок показав середню потужність для нагріву води на технологічні потреби та підживлення системи котельні у 50-73,3 кВт в залежності від умови роботи виробництва. Споживання води на потреби є нерівномірним протягом доби і коливається в залежності від завантаження виробничих ліній, чергування змін робочого персоналу та втрати у контурі «пар-конденсат».

Зам. інв. №

Підпис та дата

Інв. №

| | | | | | |
|-----|--------|------|--------|--------|------|
| | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |

ТП 81мп 17 03 ПЗ

Арк.

22

1.5 Висновки з розділу 1

В даному розділі були проведені розрахунки витрат теплоти на опалення та гаряче водопостачання, а також розрахунок кондиціонування приміщень цехів та лабораторного корпусу.

Теплові втрати становлять відповідно:

- Для цеху вологих кормів – $Q_o^{ЦВК} = 100$ кВт ;

- Для цеху сухих кормів – $Q_o^{ЦСК} = 180$ кВт ;

- Для лабораторного корпусу – $Q_o^{ЛК} = 50$ кВт .

Необхідні витрати для кондиціонування в літній період становлять:

- Цеху вологих кормів – $Q_{хол}^{ЦВК} = 100$ кВт

- Цеху сухих кормів – $Q_{хол}^{ЦСК} = 50$ кВт

- Лабораторного корпусу – $Q_{хол}^{ЛК} = 50$ кВт

Середні витрати теплоти на гаряче водопостачання були визначені з лічильників комерційного призначення і мають наступні значення від 50 до 73,3 кВт в залежності від умови роботи виробництва.

Таким чином на основі цих даних можемо зробити вибір теплового насосу. Тепловий насос повинен бути розрахований на вироблення сумарно 403 кВт тепла в зимній період та 200 кВт холоду в літній.

| | | | | | | | | | | |
|--------|----------------|-------------|--------|--------|------|--|--|--|------------------|------|
| Інв. № | Підпис та дата | Зам. інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | 23 |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | | | | | |

2 ТЕПЛОВА СХЕМА ГОЛОВНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТУ 3 ТЕПЛОВИМ НАСОС S180 ФІРМИ OILON

2.1 Вибір теплового насоса

Аналіз даних споживання природного газу та води виконано на основі даних за період січень 2016 р. – червень 2018 р. Даний період відповідає режиму роботи підприємства без врахування наступних стадій розширення виробництва: розширення лінії виробництва вологих кормів та нового адміністративно-складського корпусу. На рис. 2.1 відображено споживання газу виробництвом з журналу обліку на котельні.

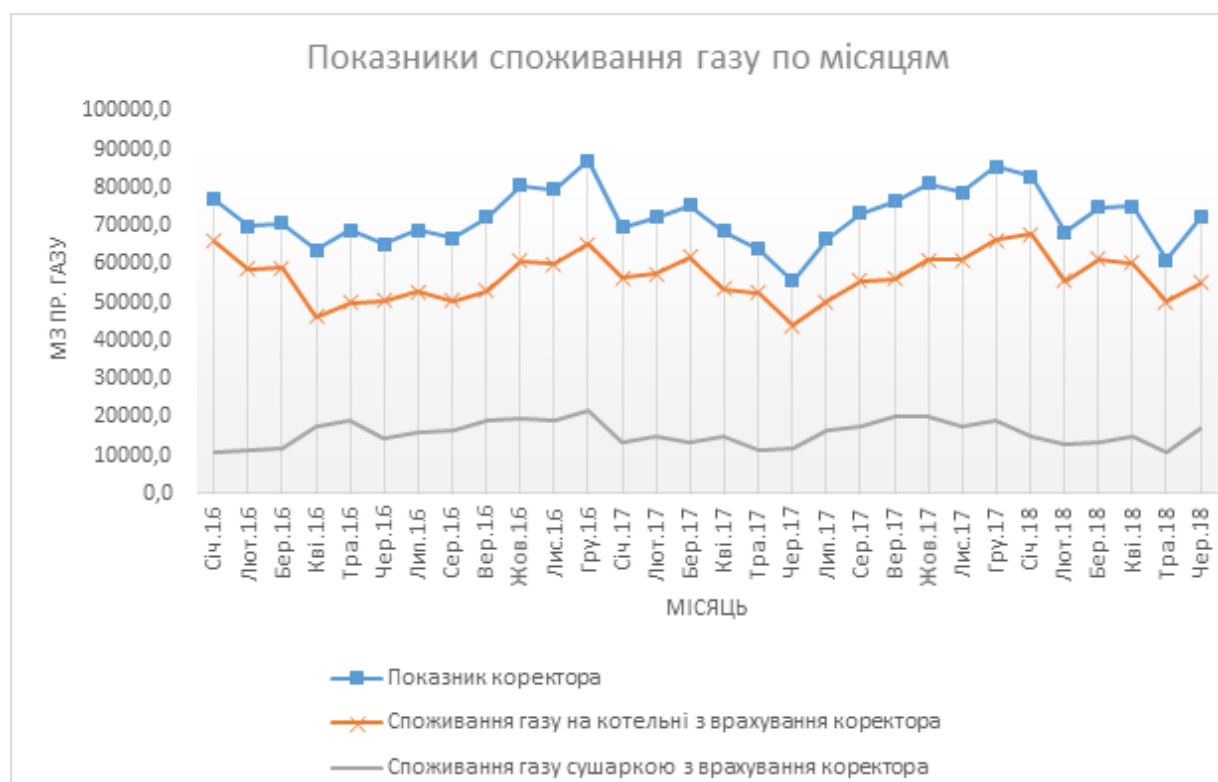


Рисунок 2.1 – Показники споживання газу виробництвом по місяцям

Основна витрата газу на виробництві відноситься до технології виробництва кормів, на які вплинути засобами енергозбереження неможливо. Таким чином надалі усі засоби енергозбереження за допомогою теплового насоса будуть стосуватись наступних напрямків:

- опалення та вентиляція;
- гаряче водопостачання технології до 65 °С;
- гаряче водопостачання побутово-адміністративних потреб;

| | | | | | |
|------------------|--------|------|--------|--------|------|
| Зам. інв. № | | | | | |
| Підпис та дата | | | | | |
| Інв. № | | | | | |
| | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |
| ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | | Арк. |
| | | | | | 24 |

- нагрів підживлювальної води котельні.

Розглянемо детальніше споживання природного газу на котельні для визначення максимумів та мінімумів. Максимум буде відповідати найбільш холодному місяцю (добі) зі стабільним завантаженням виробництва, а мінімум – відповідно найбільш теплого місяцю неопалювального сезону з найбільшими перервами на виробничих лініях. Графік споживання природного газу відображено на рис. 2.2.

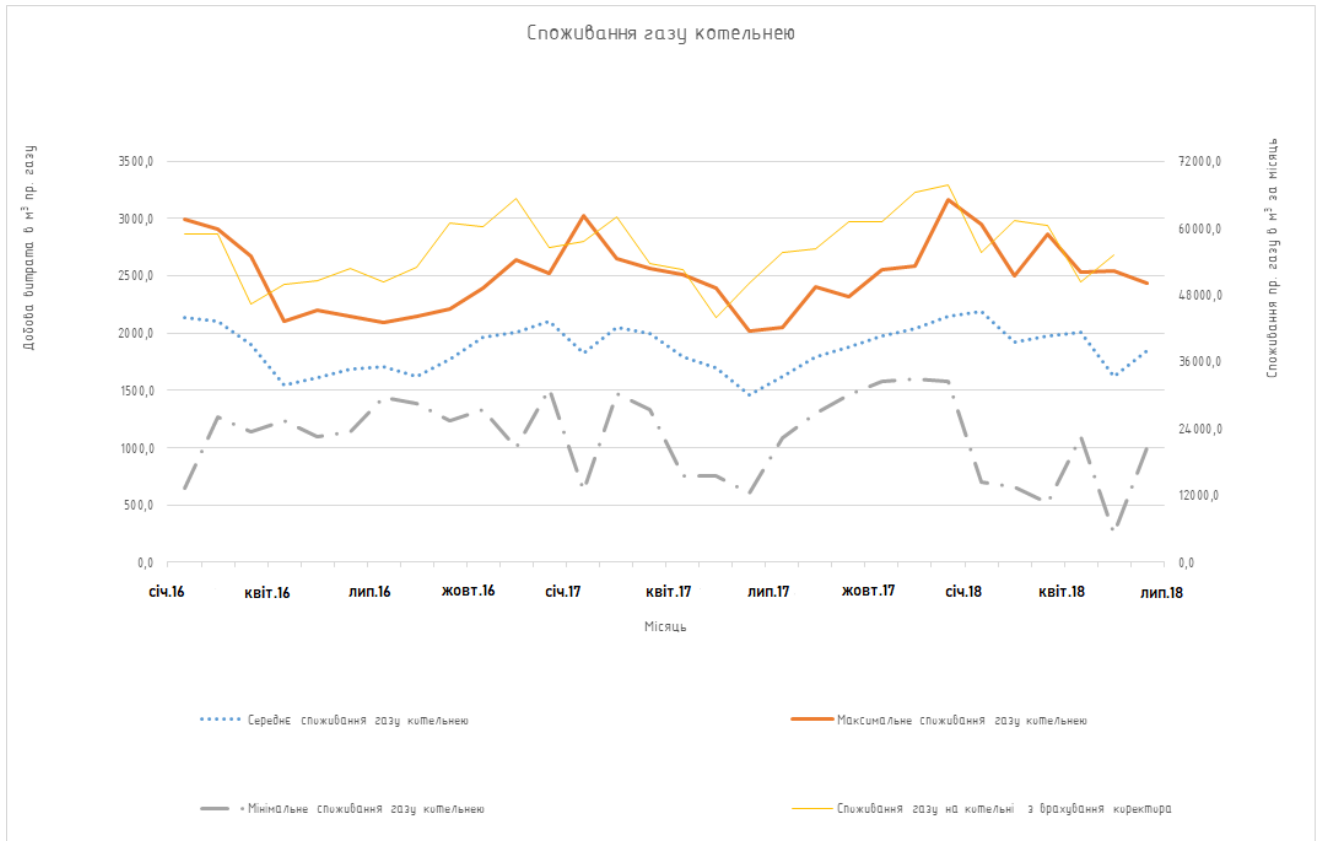


Рисунок 2.2 – Показники споживання газу котельнею по місяцям

Згідно зібраних даних мінімальне споживання газу за добу становить 215 м³ у квітні 2018 р., а максимум 3161 м³ у грудні 2017 р. Середня добова витрата змінюється від 1550 до 2150 м³ пр. газу за добу відповідно в літній та опалювальний сезон. Показники лічильників котельні та сушарки (рис.2.1) перераховані з врахуванням показників коректора комерційного обліку газу, що дає адекватну оцінку витрати газу. Облік газу котельні ведеться оператором котельні з занесенням до журналу. В котельні та безпосередньо в цехах відсутні лічильники витрати пари по технологічним, опалювально-вентиляційним та лініям гарячого водопостачання. Таким чином для оцінки витрати тепла на цілі опалювання та вентиляції виконано розрахунок з врахуванням середньодобових температур за період січень 2016 р. – червень 2018 р.

| | |
|----------------|--|
| Зам. інв. № | |
| Підпис та дата | |
| Інв. № | |

| | | | | | |
|-----|--------|------|--------|--------|------|
| | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |

ТП 81мп 17 03 ПЗ

Арк.

25

По даним тепло та холодонавантажень розрахованим в попередньому розділі обираємо тепловий насос *Oilon S180*.

Тепловий насос типу *S180* виробництва фірми *Oilon OY*, Фінляндія обраний на основі аналізу теплових потужностей систем опалення, кондиціонування, а також гарячого водопостачання (технологічного та адміністративно-побутового) з забезпеченням оптимального завантаження обладнання протягом року. Основні режимні характеристики теплового насоса відображено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Режимні характеристики теплового насоса *S180*

| COP | Теплова потужність ±5% | Електрична потужність ±5% | Холодильна потужність ±5% | Режим роботи випарника | | Режим роботи конденсатора | |
|------|------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|----|---------------------------|----|
| | кВт | кВт | кВт | вх./вих. °C | | вх./вих. °C | |
| 2,59 | 273 | 105 | 168 | 10 | 5 | 40 | 67 |
| 2,95 | 307 | 107 | 200 | 15 | 9 | 40 | 67 |
| 3,1 | 335 | 108 | 227 | 20 | 12 | 40 | 67 |
| 3,8 | 427 | 112 | 315 | 30 | 20 | 40 | 67 |
| 4,85 | 577 | 119 | 458 | 40 | 30 | 40 | 67 |
| 4,25 | 506 | 119 | 387 | 40 | 30 | 55 | 67 |
| 6,5 | 588 | 91 | 497 | 40 | 30 | 40 | 50 |
| 3,6 | 263 | 75 | 188 | 10 | 5 | 40 | 50 |
| 4,3 | 330 | 78 | 252 | 20 | 12 | 40 | 50 |

Основний техніко-економічний показник роботи будь-якого обладнання є коефіцієнт корисної дії (ККД), а для теплового насоса це є *COP* – коефіцієнт трансформації електричної енергії в теплову. Даний коефіцієнт наведено у табл. 2.1 з похибкою ±5 % і показує отримувану теплову енергію на використаний 1 кВт електричної енергії. Тепловий насос має електричну потужність до 120 кВт з підключенням 380-400 В.

Тепловий насос *S180* фірми *Oilon* має захисний кожух для захисту від механічних пошкоджень та обладнаний власною шафою управління на базі контролера *ABB*. В тепловому насосі використовується холодильний агент фреон *R134a*, який є безпечним для озонового шару та дозволений на території України. Випарник та конденсатор виконані з паяних пластинчатих теплообмінників. Компресор гвинтового типу, керування якого виконується за допомогою частотного перетворювача, дозволяє розширити діапазон керування до 40-100 % та зменшити відповідно споживання електроенергії компресором теплового насоса. Система керування дозволяє керувати системою в автоматичному та напівавтоматичному режимі.

| | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|--------|--------|------|------------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 26 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | ТП 81мп 17 03 ПЗ |

Основою роботи теплового насоса є необхідність нижнього джерела теплової енергії від якого буде відбуватись відбір теплоти. На підприємстві присутня технологічна лінія охолодження стерилізаторів виробництва вологих кормів. Охолодження стерилізаторів на даний момент виконується за рахунок пом'якшеної води температурою 20-30 °С. Вода після стерилізаторів нагрівається до 40-130 °С подається на охолодження до баку запасу нагрітої води. Циркуляція води між баком нагрітої та охолодженої води виконується за допомогою насосів продуктивністю 50 та 36 м³/год, а скидання теплоти виконується на відкритій градирні вентиляторного типу *Baltimore VTL 126 L* з максимальним розсіюванням теплоти 1600 кВт.



Рис 2.3 - Тепловий насос Oilon S180

Режим роботи градирні (продуктивність, потужність та температура теплоносія) на пряму залежить від завантаження технологічної лінії виробництва. По проекту повна продуктивність цеху вологих кормів забезпечується роботою трьох стерилізаторів зі скиданням теплоти до 1600 кВт. Графік роботи градирні дивися на рис. 2.4.

Циклічну безперервну роботу 3-х пакувальних ліній необхідно об'єднати з системою теплового насоса *Oilon*, який буде забезпечувати необхідний холод та водночас буде виробляти теплоту і в літній період зможе забезпечувати необхідний холод системи кондиціонування. Кількість теплоти, яка необхідна для стабільної роботи теплового насоса визначена його технічними параметрами у табл. 2.1. В зимовий період скидна теплота системи охолодження виробничих ліній цеху вологих кормів буде утилізуватись тепловим насосом *Oilon*, а градирня буде виконувати роль резервного розсіювача скидної теплоти.

В літній період система «тепловий насос – градирня» буде працювати по іншому алгоритму. Згідно аналізу існуючого стану систем тепло- та холодозабезпечення у розділі 1 та відповідних висновків потреби в теплоті в літній період складатимуть до 100 кВт при рівномірному нагріві, а система охолодження може споживати до 200 кВт холоду. Таким чином тепловий насос буде віддавати в системи кондиціонування цехів виробництва сухих кормів – до 150 кВт, вологих кормів – до 50 кВт холоду.

| | |
|----------------|--|
| Зам. інв. № | |
| Підпис та дата | |
| Інв. № | |

| | | | | | |
|-----|--------|------|------|--------|------|
| | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 17 03 ПЗ

Арк.

27

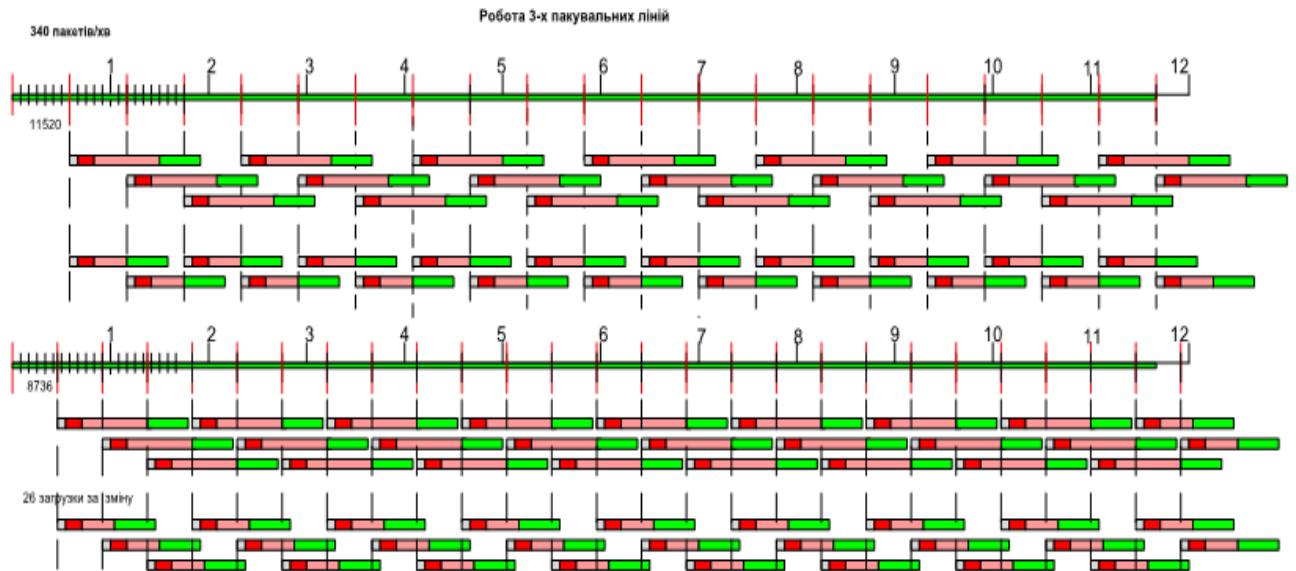


Рисунок 2.4 – Періодика роботи градирні

2.2 Вибір насосів

Вибір насосів будемо виконувати на прикладі насосу системи холодопостачання, інші насоси будуть пораховані за допомогою *MS Excel* та наведені в таблиці.

2.2.1 Підбір насоса виконують виходячи з розрахунку теплової схеми по масовій витраті води:

$$G_{\text{НОМ}} = \frac{Q_{\text{НОМ}}^{\text{п}}}{c_{\text{в}}(t_{1\text{max}} - t_{2\text{max}})}, \quad (2.1)$$

де $Q_{\text{НОМ}}^{\text{п}}$ - холодильна потужність, що виробляється насосом;

$c_{\text{в}}$ – питома теплоємність води, кДж/кг·К;

$t_{1\text{max}}, t_{2\text{max}}$ – максимальні робочі температури теплоносія;

$$G_{\text{НОМ}} = \frac{0,2 \cdot 10^3}{4,187 \cdot (12 - 6)} = 7,96 \text{ кг/с.}$$

2.2.2 Номінальна об'ємна витрата води в тепловому насосі за годину, $V_{\text{НОМ}}$, м³/год :

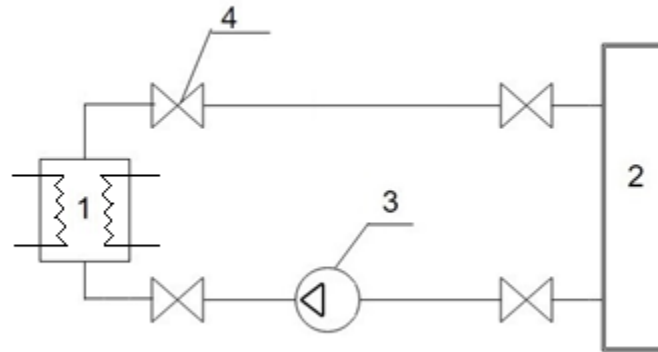
$$V_{\text{НОМ}} = \frac{G_{\text{НОМ}} \cdot 3600}{\rho}, \quad (2.2)$$

$$V_{\text{НОМ}} = \frac{7,96}{1000} \cdot 3600 = 28,7 \text{ м}^3/\text{год.}$$

2.2.3 Підбір трубопроводів для циркуляції води

| | | | | | | |
|----------------|-----|--------|------|------|--------|------------------|
| Зам. інв. № | | | | | | Арк. |
| | | | | | | |
| Підпис та дата | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ |
| | | | | | | |
| Інв. № | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

Розглянемо принципову схему тракту циркуляції (див. рис. 2.5).



1 – тепловий насос; 2 – гідравлічний розподілювач; 3 – циркуляційний насос;
4 – заслонки

Рисунок 2.5 - Принципова схема циркуляційного контуру з тепловим насосом

Для спрощення розрахунку розбиваємо рециркуляційний тракт на три ділянки і приймаємо швидкість руху води:

- 1) Ділянка 1-2 з довжиною $L_{1-2}=2$ м, швидкість руху води - $\omega_{1-2}=1$ м/с ;
- 2) Ділянка 2-3 з довжиною $L_{2-3}=1,5$ м, швидкість руху води - $\omega_{2-3}=1$ м/с ;
- 3) Ділянка 3-1 з довжиною $L_{3-1}=0,5$ м, швидкість руху води - $\omega_{3-1}=2$ м/с .

Тоді, з рівняння нерозривності

$$V = \omega_g \cdot f, \quad (2.3)$$

де V – масова витрата води, кг/с;

ω_g – швидкість води, м/с ;

f - площа перерізу каналу, m^2 .

Визначаємо f з формули:

$$f = \frac{\pi d_{\text{вн}}^2}{4}, \quad (2.4)$$

де $d_{\text{вн}}$ - внутрішній діаметр трубопроводу, м.

Підставивши формулу (2.4) у (2.3), отримаємо вираз для визначення внутрішнього діаметру трубопроводу:

$$d_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4V_{\text{ном}}}{3600\pi\omega_g}}. \quad (2.5)$$

| | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|-------|--------|------|------------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | Арк. 29 |
| | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис | Дата | ТП 81мп 17 03 ПЗ |

Для ділянки 1-2, підставивши значення у формулу (2.5), отримаємо:

$$d_{\text{вн}}^{1-2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 28,7}{3,14 \cdot 1 \cdot 3600}} = 0,101 \text{ м.}$$

Обираємо із стандартних значень, відповідно до ГОСТ 8732, внутрішній діаметр трубопроводу:

$$d_{\text{вн}} = 0,108 \text{ м.}$$

2.2.4 Дійсна швидкість руху води в трубопроводі

$$\omega_{\text{в}} = \frac{4 \cdot V_{\text{НОМ}}}{\pi \cdot (d_{\text{вн}}^{1-2})^2}, \quad (2.6)$$

$$\omega_{\text{в}}^{1-2} = \frac{4 \cdot 28,7}{3,14 \cdot (0,108)^2 \cdot 3600} = 0,87 \text{ м/с.}$$

2.2.5 Визначаємо число Рейнольдса на ділянці 1-2

$$\text{Re} = \frac{d_{\text{вн}} \omega_{\text{в}}}{\nu}, \quad (2.7)$$

де ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості, м²/с.

З довідника $\nu = f(t = 12^\circ\text{C}) = 1,211 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с.}$

$$\text{Re}^{1-2} = \frac{0,108 \cdot 0,87}{1,211 \cdot 10^{-6}} = 77588.$$

2.2.6 Визначаємо коефіцієнт гідравлічного опору тертя за формулою

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{68}{\text{Re}} + \frac{k_e}{d_{\text{вн}}} \right)^{1/4}, \quad (2.8)$$

де k_e – коефіцієнт шорсткості, для вуглецевої сталі - $k_e = 0,01 \text{ см}$;

$d_{\text{вн}}$ - внутрішній діаметр трубопроводу, см.

$$\lambda^{1-2} = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{77588} + \frac{0,01}{0,108} \right)^{1/4} = 0,026.$$

2.2.7 Визначаємо лінійні втрати тиску за рахунок тертя, ΔP_m , Па за формулою

$$\Delta P_m = \lambda \cdot \frac{l}{d_{\text{вн}}} \cdot \frac{\rho \omega_{\text{в}}^2}{2}, \quad (2.9)$$

де l – довжина ділянки, м.

1) ділянка 1-2 :

$$\Delta P_{\text{тертя}}^{1-2} = 0,026 \cdot \frac{2}{0,108} \cdot \frac{1000 \cdot 0,87^2}{2} = 769 \text{ Па.}$$

2) ділянка 2-3 :

| | | | | | | |
|----------------|-----|--------|------|--------|--------|------------------|
| Зам. інв. № | | | | | | Арк. |
| | | | | | | |
| Підпис та дата | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ |
| | | | | | | |
| Інв. № | Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |
| | | | | | | |

$$\Delta P_{\text{тертя}}^{2-3} = 0,026 \cdot \frac{1,5}{0,108} \cdot \frac{1000 \cdot 0,87^2}{2} = 577 \text{ Па.}$$

3) ділянка 3-1

$$\Delta P_{\text{тертя}}^{3-1} = 0,026 \cdot \frac{0,5}{0,108} \cdot \frac{1000 \cdot 2^2}{2} = 684 \text{ Па.}$$

2.2.8 Визначаємо місцеві втрати тиску на тертя, ΔP_m , Па

$$\Delta P_m = \sum \xi \cdot \frac{\rho \omega_B^2}{2}, \quad (2.10)$$

де ξ - коефіцієнт місцевого опору;

1) ділянка 1-2 :

$$\Delta P_{m.}^{1-2} = (0,5 \cdot 2 + 1,0 \cdot 2) \cdot \frac{1000 \cdot 0,87^2}{2} = 1590 \text{ Па ;}$$

2) ділянка 2-3 :

$$\Delta P_{m.}^{2-3} = (1,0 + 1,0 + 0,5 \cdot 2) \cdot \frac{1000 \cdot 0,87^2}{2} = 1590 \text{ Па ;}$$

3) ділянка 3-1 :

$$\Delta P_{m.}^{3-1} = (1,0 + 1,0 \cdot 2 + 0,5) \cdot \frac{1000 \cdot 2^2}{2} = 7000 \text{ Па.}$$

2.2.9 Сумарний гідравлічний опір в трубопроводі

$$\Delta P_{\text{тр}} = \sum \Delta P_m + \sum \Delta P_m, \text{ Па} \quad (2.11)$$

$$\Delta P_{\text{тр}} = 769 + 577 + 684 + 1590 + 1590 + 7000 = 12210 \approx 0,012 \text{ МПа.}$$

2.2.10 Розраховуємо необхідний напір насосу, $H_{\text{рец}}$, МПа

Тиск насосу розраховується на подолання гідравлічного опору теплового насоса $\Delta P_{T.H}$ та сумарного гідравлічного опору з'єднувальних трубопроводів $\Delta P_{\text{тр}}$, тобто

$$H_{\text{рец}} = \Delta P_{\text{в.к.}} + \Delta P_{\text{тр}}, \quad (2.12)$$

$$H_{\text{нас}} = 0,1 + 0,012 = 0,112 \text{ МПа.}$$

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | 31 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

Обираємо насос типу *TP 65-170/2*, фірми «*Grundfos*», з наступними характеристиками:

- подача – 40 м³/год ;
- напір – 12 м вод.ст.;
- максимальна потужність електродвигуна – 2,2 кВт;



Рисунок 2.6 – Насос типу *TP 65-170/2*, фірми «*Grundfos*»

Циркуляційний насос марки *Grundfos*, типу *TP 65-170/2* виконує функцію перекачки теплоносія в системах опалення, кондиціонування та гарячого водопостачання. Особливістю такого насосу є можливість роботи на трьох режимах швидкості обертання валу.

В комплект насосного обладнання входить електродвигун з мокрим ротором та надійно захищеним статором, з двома ущільнюючими кільцями. Змащування підшипників відбувається за допомогою рідини, що перекачується в системі.

Насос типу *TP 65-170/2* має наступні характеристики:

- енергоспоживання класу "IE3".

| | |
|----------------|--|
| Зам. інв. № | |
| Підпис та дата | |
| Інв. № | |

| | | | | | |
|-----|--------|------|-------|--------|------|
| | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 17 03 ПЗ

Арк.

32

- корпус ротора і підшипників з нержавіючої сталі;
- три режими обертання валу;
- керамічний вал та підшипники (радіальні);
- осьовий підшипник виконаний з графіту;
- робоче колесо з корозійно – стійкого металу.

За аналогією виконаного вище розрахунку виконується вибір наступних насосів фірми Grundfos використаних в схемі головного теплового пункту, що проектується. Результати цих розрахунків наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Циркуляційні насоси

| Призначення насосу, тип, кількість | Витрати води, м ³ /год | Напір, м вод. ст. |
|---|-----------------------------------|-------------------|
| Насос системи холодопостачання TP 65-210/2, 1 шт | 40 | 12 |
| Насос системи теплопостачання TP 65-210/2, 1 шт | 45 | 17 |
| Насос циркуляційний системи охолодження баку, 1 шт | 45 | 12 |
| Насос циркуляційний системи нагріву баку, 1 шт | 45 | 12 |
| Насос циркуляції скиду тепла в бак, 1 шт | 27 | 16 |
| Насос мережевий теплопостачання до ЦВК, 1 шт | 27 | 16 |
| Насос мережевий теплопостачання до ЦСК, 1 шт | 27 | 16 |
| Насос контуру охолодження баку, 1 шт | 27 | 16 |
| Насос мережевий холодопостачання до ЦВК, 1 шт | 27 | 16 |
| Насос мережевий холодопостачання до ЦСК, 1 шт | 27 | 16 |

| | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|------------------|--------|------|-------|--------|------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | Арк. |
| | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис | Дата | |

2.3 Вибір гідравлічного розподілювача

Гідравлічний розподілювач слугує для гідравлічного розділення двох контурів. Схематичне зображення гідравлічного розподілювача приведено на рис. 2.7.

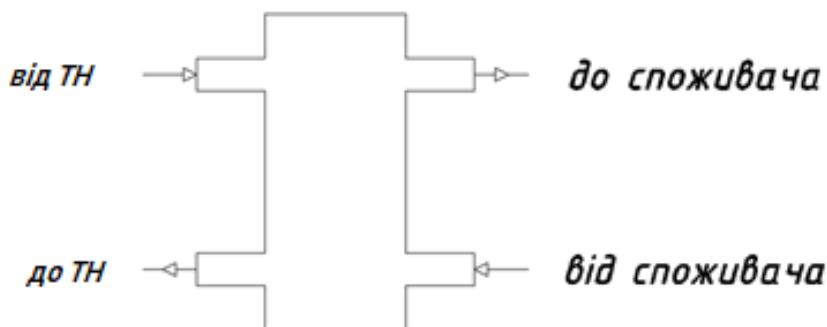


Рисунок 2.7 – Схематичне зображення гідравлічного розподілювача

Основне застосування гідравлічний розподілювач знаходить тоді, коли в контурах необхідні різні витрати теплоносія; також гідравлічний розподілювач згладжує гідравлічний режим, поглинаючи гідроудари. Основним параметром, на який розраховують гідравлічний розподілювач – його діаметр.

2.3.1 Визначимо діаметр гідравлічного розподілювача, мм

$$D = 1130 \cdot \sqrt{\frac{G_g}{\rho_g \cdot \omega_g}}, \quad (2.13)$$

де G_g – витрата води в контурі, кг/с;

ρ_g – густина води, кг/м³;

ω_g – вертикальна швидкість теплоносія, згідно з рекомендаціями $0,1 \leq \omega_g \leq 0,2$ м/с;

ΔT – різниця температур, К.

2.3.2 Витрата води

$$G_g = \frac{Q_c}{c_g \cdot (t_2 - t_g)}, \quad (2.14)$$

де Q_c – номінальна потужність системи, кВт;

c_g – теплоємність води, кДж/кг·К;

t_2 і $t_{пов}$ – відповідно температури подавальної і поворотної води, °С;

Згідно з розрахунками $Q_o = 200$ кВт;

Беру $c_v = 4,187$ кДж/(кг·К); $t_1 = 12^\circ\text{C}$; $t_{пов} = 6^\circ\text{C}$, тоді

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|--------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | | |

$$G_g = \frac{200}{4,187 \cdot (12 - 6)} = 7,96 \text{ кг/с};$$

Густина води приймаємо $\rho_v = 988 \text{ кг/м}^3$; швидкість води $\omega_v = 0,15 \text{ м/с}$, тоді

$$D = 1130 \cdot \sqrt{\frac{7,96}{988 \cdot 0,15}} = 261 \text{ мм.}$$

Приймаємо стандартний діаметр розподільвача $D=250 \text{ мм}$ [3]..

2.4 Вибір теплообмінників

Теплообмінники, що застосовуються в теплових пунктах, є кожухотрубчатими та пластинчатими апаратами поверхневого типу й використовуються для підігрівання мережної, сирі та хімічно очищеної води, а також для охолодження води та конденсату.

В наявному тепловому пункті встановлені пластинчаті теплообмінники для нагрівання сирі води (водоводяний).

2.4.1 Водоводяний підігрівач сирі води

Вихідні дані до розрахунку:

1) Витрата сирі води, що нагрівається $G_2 = 2,65 \text{ кг/с}$;

2) Початкова температура сирі води $t'_2 = 5 \text{ }^\circ\text{C}$;

3) Кінцева температура сирі води $t''_2 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$;

4) Початкова температура мережевої води, що нагріває $t'_1 = 105 \text{ }^\circ\text{C}$;

5) Кінцева температура мережевої води $t''_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$;

6) Робочий тиск в апараті $P = 10^6 \text{ Па}$;

7) Теплофізичні властивості мережевої води при середній температурі $\bar{t}_1 = 0,5 \cdot (67 + 40) = 54 \text{ }^\circ\text{C}$ [4], [5]

• густина $\rho_1 = 975,1 \text{ кг/м}^3$;

• питома теплоємність $c_1 = 4198 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$;

• коефіцієнт теплопровідності $\lambda_1 = 0,67 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$;

• кінематична в'язкість $\nu_1 = 0,32 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

8) Теплофізичні властивості сирі води при середній температурі $\bar{t}_2 = 0,5 \cdot (25 + 5) = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ [4], [5]

• густина $\rho_2 = 999 \text{ кг/м}^3$;

• питома теплоємність $c_2 = 4187 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$;

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. 35 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

- коефіцієнт теплопровідності $\lambda_2 = 0,587 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- кінематична в'язкість $\nu_2 = 1,156 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

9) Теплообмінник компонується з пластин типу 0,6 з кутом перетину вершин гофр 120°C . Геометричні розміри пластин та каналів які вони створюють:

- площа поверхні теплообміну однієї пластини $F_1 = 0,6 \text{ м}^2$;
- еквівалентний діаметр між пластинчатого каналу $d_e = 0,0083 \text{ м}$;
- площа поперечного перерізу одного каналу $f_1 = 0,00245 \text{ м}^2$;
- приведена довжина каналу $L_n = 1,01 \text{ м}$;
- діаметр умовного проходу кутового отвору $D_y = 200 \text{ мм}$.

2.4.1.1 Тепловий розрахунок

1) Кількість теплоти, яка передається [2]

$$Q = G_2 \cdot c_2 \cdot (t_2'' - t_2'); \quad (2.15)$$

$$Q = 2,65 \cdot 4,187 \cdot (25 - 5) = 268 \text{ кВт}.$$

2) Витрата мережевої води (масова та об'ємна), що нагріває сиру воду [2]

$$G_1 = \frac{Q}{c_1(t_1' - t_1'')} ; \quad (2.16)$$

$$G_1 = \frac{268 \cdot 10^3}{4198 \cdot (67 - 40)} = 2,44 \text{ кг/с};$$

$$V_1 = \frac{3600 \cdot G_1}{\rho_1} ; \quad (2.17)$$

$$V_1 = \frac{3600 \cdot 2,44}{975,1} = 11,71 \text{ м}^3/\text{Год}.$$

3) Середній температурний напір [2]

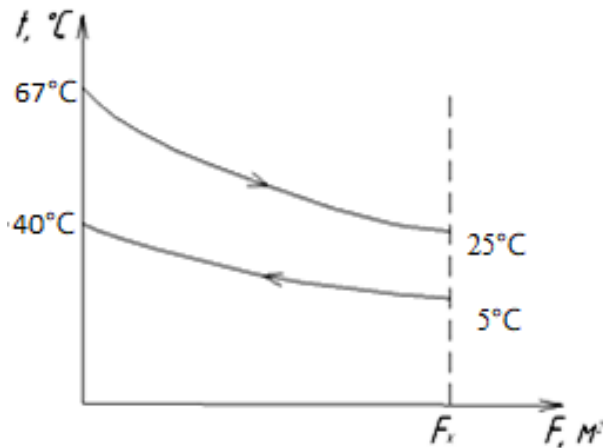


Рисунок 2.8 – Середній температурний напір водоводяного підігрівача сирої води

| | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | | Дата |

$$\Delta t_6 = 67 - 40 = 27^\circ\text{C};$$

$$\Delta t_M = 25 - 5 = 20^\circ\text{C}.$$

$$\Delta \bar{t} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{\ln \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}}; \quad (2.18)$$

$$\Delta \bar{t} = \frac{27 - 20}{\ln \frac{27}{20}} = 23^\circ\text{C};$$

4) Швидкість мережевої води в каналах теплообмінника [3]

$$W_1 = \frac{G_1}{z_1 \cdot f_1 \cdot \rho_1}, \quad (2.19)$$

де z_1 – кількість каналів у теплообміннику з гріючої сторони. Приймаю $z_1=4$ шт;
 f_1 – площа поперечного перерізу каналу, м^2 .

$$W_1 = \frac{2,44}{4 \cdot 0,00245 \cdot 975,1} = 0,61 \text{ м/с}.$$

$$W_2 = \frac{7,96}{4 \cdot 0,00245 \cdot 999} = 0,69 \text{ м/с};$$

5) Число Рейнольдса

$$Re_1 = \frac{W_1 \cdot d_e}{n_1}; \quad (2.20)$$

$$Re_1 = \frac{0,61 \cdot 0,0083}{0,326 \cdot 10^{-6}} = 4074.$$

6) Значення критеріїв Прандтля при $\bar{t}_1 = 65^\circ\text{C}$ [4]

$$Pr_1 = \frac{c_1 \cdot \nu_1 \cdot \rho_1}{\lambda_1}; \quad (2.21)$$

$$Pr_1 = \frac{4198 \cdot 0,326 \cdot 10^{-6} \cdot 975,1}{0,68} = 1,947.$$

при $\bar{t}_{ст1} = 0,5(\bar{t}_1 + \bar{t}_2) = 42,5^\circ\text{C}$, $Pr_{ст1} = 3,4$.

7) Число Нуссельта [2]

$$Nu_1 = 0,135 \cdot Re_1^{0,73} \cdot Pr_1^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_1}{Pr_{ст1}} \right)^{0,25}; \quad (2.22)$$

$$Nu_1 = 0,135 \cdot 4074^{0,73} \cdot 1,947^{0,43} \cdot \left(\frac{1,947}{3,4} \right)^{0,25} = 152,7.$$

8) Коефіцієнт тепловіддачі від мережевої води до стінки [2]

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|-------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис | Дата | | |

$$a_1 = \frac{Nu_1 \cdot l_1}{d_e}; \quad (2.23)$$

$$\alpha_1 = \frac{152,7 \cdot 0,68}{0,0083} = 2510 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

9) Швидкість руху сирої води в каналах теплообмінника за формулою (3.22), приймаючи $z_2 = z_1 = 4$ шт.

10) Число Рейнольдса [2]

$$Re_2 = \frac{W_2 \cdot d_e}{\nu_2}; \quad (2.24)$$

$$Re_2 = \frac{0,69 \cdot 0,0083}{1,156 \cdot 10^{-6}} = 1651.$$

11) Значення критеріїв Прандтля при $\bar{t}_2 = 15^\circ\text{C}$ [4]

$$Pr_2 = \frac{c_2 \cdot \nu_2 \cdot \rho_2}{\lambda_2}; \quad (2.25)$$

$$Pr_2 = \frac{4187 \cdot 1,156 \cdot 10^{-6} \cdot 999}{0,587} = 8,24.$$

при $\bar{t}_{\text{ср}2} = 0,5(\bar{t}_1 + \bar{t}_2) = 42,5^\circ\text{C}$, $Pr_{\text{ср}2} = 3,4$.

12) Число Нуссельта [2]

$$Nu_2 = 0,135 \cdot Re_2^{0,73} \cdot Pr_2^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_2}{Pr_{\text{ср}2}}\right)^{0,25}; \quad (2.26)$$

$$Nu_2 = 0,135 \cdot 1651^{0,73} \cdot 8,24^{0,43} \cdot \left(\frac{8,24}{3,4}\right)^{0,25} = 93,47.$$

13) Коефіцієнт тепловіддачі від стінки до сирої води [2]

$$\alpha_2 = \frac{Nu_2 \cdot \lambda_2}{d_e}; \quad (2.27)$$

$$\alpha_2 = \frac{93,47 \cdot 0,587}{0,0083} = 6610 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

14) Термічний опір стінки пластини та забруднень на ній

- термічний опір забруднень на стінці зі сторони гріючого потоку (мережева вода)

$$\frac{\delta_1}{\lambda_1} = 0,00045 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт};$$

- термічний опір стінки (зі сталі 12X1SH10T) при її товщині $\delta_{\text{ст}} = 1 \text{ мм}$

| | | | | | |
|------------------|----------------|--------|------|-------|------------|
| Зам. інв. № | | | | | |
| | Підпис та дата | | | | |
| Інв. № | | | | | |
| | Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис |
| ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | | |
| | | | | | Арк. 38 |

$$\frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} = 0,000063 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт};$$

- термічний опір забруднень на стінці зі сторони потоку, що нагрівається (сира вода)

$$\frac{\delta_2}{\lambda_2} = 0,00023 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт};$$

15) Коефіцієнт теплопередачі [2]

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}}; \quad (2.28)$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{2510} + 0,00045 + 0,000063 + 0,00023 + \frac{1}{6610}} = 748,9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)};$$

16) Площа поверхні теплообміну апарата [2]

$$F_a = \frac{Q}{K \cdot \Delta t}; \quad (2.29)$$

$$F_a = \frac{666600}{748,9 \cdot 23} = 11 \text{ м}^2;$$

Приймаю, з урахуванням росту забруднень, площу поверхні теплообміну $F_a = 13 \text{ м}^2$.

2.4.1.2 Конструкторський розрахунок

1) Площа поперечного перерізу пакета [2]

$$f_{п} = \frac{V}{3600 \cdot W}; \quad (2.30)$$

- зі сторони ходу гріючого потоку (мережева вода)

$$f_{п1} = \frac{4,99}{3600 \cdot 0,16} = 0,012 \text{ м}^2;$$

- зі сторони ходу потоку, що нагрівається (сира вода)

$$f_{п2} = \frac{56,88}{3600 \cdot 0,23} = 0,0395 \text{ м}^2.$$

2) Кількість каналів в одному пакеті [2]

$$m = \frac{f_{п}}{f_1}; \quad (2.31)$$

- для гріючого потоку (мережева вода)

$$m_1 = \frac{0,012}{0,00245} = 3,89;$$

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

Приймаю $m_1 = 4$ шт.

- для потоку, що нагрівається (сира вода)

$$m_2 = \frac{0,0097}{0,00245} = 3,96.$$

Приймаю $m_2 = 4$ шт.

3) Число пластин в одному пакеті

- для гріючого потоку (мережева вода)

$$n_1 = 2 \cdot m_1 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ шт};$$

- для потоку, що нагрівається (сира вода)

$$n_2 = 2 \cdot m_2 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ шт};$$

4) Поверхня теплообміну одного пакета

- для гріючого потоку (мережева вода)

$$F_{n1} = F_1 \cdot n_1 = 0,6 \cdot 8 = 4,8 \text{ м}^2;$$

- для потоку, що нагрівається (сира вода)

$$F_{n2} = F_1 \cdot n_2 = 0,6 \cdot 8 = 4,8 \text{ м}^2.$$

5) Кількість пакетів в апараті

$$X = \frac{F_a}{F_n}; \tag{2.32}$$

- для гріючого потоку (мережева вода)

$$X_1 = \frac{8}{4,8} = 1,67;$$

Приймаю $X_1 = 2$.

- для потоку, що нагрівається (сира вода)

$$X_2 = \frac{8}{4,8} = 1,67.$$

Приймаю $X_2 = 2$.

6) Число пластин в апараті [2]

$$n_a = \frac{F_a + 2 \cdot F_n}{f_n}; \tag{2.33}$$

$$n_a = \frac{11 + 2 \cdot 0,6}{0,6} = 20 \text{ шт.}$$

7) Фактична площа поперечного перерізу пакетів [2]

$$f_n = f_1 \cdot m; \tag{2.34}$$

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|-------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | Модок | Підпис | Дата | | |

$$f_{n1} = 0,00245 \cdot 20 = 0,0419 \text{ м}^2;$$

$$f_{n2} = 0,00245 \cdot 20 = 0,0419 \text{ м}^2.$$

8) Фактична швидкість мережної води та сирії води в каналах теплообмінника

$$W_1 = \frac{9,77}{3600 \cdot 0,0419} = 0,085 \text{ м/с};$$

$$W_2 = \frac{56,88}{3600 \cdot 0,0419} = 0,495 \text{ м/с}.$$

Перевіримо величину вибраної поверхні площі поверхні теплообміну при фактичних швидкостях робочих середовищ

Число Рейнольдса

$$Re_1 = \frac{0,085 \cdot 0,0083}{0,326 \cdot 10^{-6}} = 2164;$$

$$Re_2 = \frac{0,495 \cdot 0,0083}{1,156 \cdot 10^{-6}} = 3554.$$

Число Нуссельта

$$Nu_1 = 0,135 \cdot 2164^{0,73} \cdot 1,947^{0,43} \cdot \left(\frac{1,947}{3,4}\right)^{0,25} = 45,2.$$

$$Nu_2 = 0,135 \cdot 3554^{0,73} \cdot 8,24^{0,43} \cdot \left(\frac{8,24}{3,4}\right)^{0,25} = 178.$$

Коефіцієнт тепловіддачі

$$\alpha_1 = \frac{42,5 \cdot 0,68}{0,0083} = 3482 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$$\alpha_2 = \frac{163 \cdot 0,587}{0,0083} = 11528 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

Коефіцієнт теплопередачі

$$K = \frac{1}{\frac{1}{3482} + 0,00045 + 0,000063 + 0,00023 + \frac{1}{11528}} = 770,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

Площа поверхні теплообміну апарата

$$F_a = \frac{666600}{770,3 \cdot 23} = 19 \text{ м}^2.$$

Вибрана площа поверхні теплообміну $F_a = 20 \text{ м}^2$ та схема компоновки достатні для заданих умов.

2.4.1.3 Гідромеханічний розрахунок

1) Фактична швидкість руху мережної та сирії води в каналах теплообмінника

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | 41 |

$$W_1 = 0,085 \text{ м/с}; \quad W_2 = 0,495 \text{ м/с}.$$

Число Рейнольдса

$$Re_1 = 2164; \quad Re_2 = 3554.$$

2) Коефіцієнт загального гідравлічного опору одиниці довжини каналу

$$\zeta = \frac{15}{Re^{0,25}}; \quad (2.35)$$

$$\zeta_1 = \frac{15}{2164^{0,25}} = 2,2;$$

$$\zeta_2 = \frac{15}{3554^{0,25}} = 1,94.$$

3) Гідравлічний опір пакетів пластин [5]

$$\Delta P = \zeta \cdot \frac{L_{\text{п}}}{d_e} \cdot \rho \cdot \frac{W^2}{2} \cdot X \cdot 10^{-3}; \quad (2.36)$$

$$\Delta P_1 = 2,2 \cdot \frac{1,01}{0,0083} \cdot 965,3 \cdot \frac{0,085^2}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 1,87 \text{ кПа};$$

$$\Delta P_2 = 1,96 \cdot \frac{1,01}{0,0083} \cdot 999 \cdot \frac{0,495^2}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 58,4 \text{ кПа}.$$

4) Перевіримо швидкість руху теплоносія в штуцерах

$$W_{\text{шт}} = \frac{4 \cdot V}{3600 \cdot \pi \cdot D_y^2}; \quad (2.37)$$

де D_y – діаметр умовного проходу кутового отвору штуцера, м

$$W_{\text{шт1}} = \frac{4 \cdot 20,77}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,2^2} = 0,16 \text{ м/с};$$

$$W_{\text{шт2}} = \frac{4 \cdot 666}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,2^2} = 1 \text{ м/с};$$

Так як швидкості теплоносіїв у штуцерах менше граничних ($W_{\text{шт1}} = 0,16 \text{ м/с} < 2,5 \text{ м/с}$) та ($W_{\text{шт2}} = 1 \text{ м/с} < 2,5 \text{ м/с}$), то місцевий опір штуцерів врахований при розрахунку коефіцієнтів ζ_1 і ζ_2 .

Отже, в результаті розрахунку був вибраний теплообмінник з умовним позначенням Термопром СТА-51 і потужністю 300 кВт. Можна обрати інший аналог такої ж потужності.

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|--------|--------|------|--|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | | | |

2.5 Підбір розширювального баку

Розширювальний бак – елемент теплової схеми, що необхідний для захисту замкнених систем. Вода при підвищенні температури має властивість теплового розширення. Розширювальний бак призначений нівелювати розширення шляхом заповнення ємності надлишковою водою.

Так як всі елементи системи опалення повністю заповнені водою і об'єм води у системі внаслідок температурних коливань змінюється: при нагріванні – відбувається розширення, при охолодженні – стискання, то варіювання об'єму компенсується за рахунок розширювального баку. Конструкційно бак являє собою циліндричний простір, який розділений на дві мембраною: перша частина призначена для води, інша – наповнена азотом, що знаходиться під тиском. При підвищенні температури надлишковий об'єм теплоносія надходить у бак, стискаючи при цьому газ баці. Після того як температура теплоносія падає, то тиск об'єму азоту починає перевищувати тиск води і витискає її з ємності баку. Таким чином вода повертається в систему. Такий інженерний підхід до виконання розширювальних баків дозволяє їх розміщувати у приміщеннях теплових пунктів і залах котельень, і зникає необхідність їх монтажу у верхніх точках систем опалення. Таким чином спрощується експлуатація баку та його подальше технічне обслуговування.

2.5.1 Розрахунковий об'єм води

а) Загальний об'єм води, яка циркулює у системі, м³

$$V_a = \beta \cdot N_{on.np} \cdot n_{бюд} \cdot V_{on.np}, \quad (2.38)$$

де β – коефіцієнт, що враховує кількість теплоносія, який циркулює у подавальних і зворотних трубопроводах;

$N_{on.np}$ – орієнтовне значення опалювальних пристроїв на споруду;

$n_{бюд}$ – кількість споруд;

$V_{on.np}$ – середній об'єм опалювального пристрою;

$$V_a = 1,5 \cdot 550 \cdot 1 \cdot 0,007 = 5,775 \text{ м}^3.$$

б) Об'єм розширення (який виникає при нагріванні)

$$\Delta V_a = \beta \cdot \Delta t \cdot V_a, \quad (2.39)$$

де $\beta = 0,0006$ – усереднений коефіцієнт об'ємного розширювання води;

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|-------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис | Дата | | |

$$\Delta t = 50 - 40 = 10^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta V_a = 0,0006 \cdot 10 \cdot 5,775 = 0,0347 \text{ м}^3.$$

в) Кількість рідини, що при найменшій температурі опалювальної системи лишається в розширювальному баку

$$V_v = \frac{V_a \cdot 0,5}{100}, \quad (2.40)$$

$$V_v = \frac{5,775 \cdot 0,5}{100} = 0,0289 \text{ м}^3$$

2.5.2 Мінімальна розрахункова ємність розширювального баку

$$V_{\min} = (V_e + V_v) \cdot \frac{p_e + 10}{p_e - p_0}, \quad (2.41)$$

де p_0 - тиск азоту, який знаходиться в розширювальному баці без врахування тиску з боку води, приймається $p_0 = 30$ м.вод.ст;

p_e - тиск води у системі опалення, береться 50 м.вод.ст.

$$V_{\min} = (0,0347 + 0,0289) \cdot \frac{50 + 10}{50 - 30} = 0,191 \text{ м}^3.$$

Було обрано розширювальний бак ємністю 0,2 м³. Замовником було підібрано розширювальний бак фірми «*Reflex*», марки *Reflex G*.

Примітка:

Таким самим способом обираємо розширювальний бак для системи ГВП (розрахунки опущено). Було обрано розширювальний бак об'ємом 0,035 м³ фірми «*Reflex*», марки *Reflex DD*.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|-------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | 44 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис | Дата | | |

2.6 Опис роботи теплової схеми теплового пункту з тепловим насосом S180 фірми

Oilon

Незалежна схема з контурами заповненими теплоносієм після Na фільтрів котельної.

Дане принципове рішення має наступні свої переваги [6]:

- Підвищена надійність роботи випарника та конденсатора теплового насоса, що забезпечується хімічно підготовленою водою;
- Незалежність роботи кожного контуру по температурному режиму.

Схема працює за двома основними режимами – опалювальний сезон та літній і перехідні періоди. В опалювальний сезон тепловий насос виконує дві функції: охолодження води, що йде на градирню, та забезпечення системи тепlopостачання максимально необхідною кількістю тепла, яку можна передати до системи опалення та гарячого водopостачання. В літній та перехідні сезони тепловий насос забезпечує пріоритетне виробництво холоду для системи кондиціонування та вторинне виробництво гарячої води для систем гарячого водopостачання та підігріву води на котельні.

Робота первинних контурів керується системою управління теплового насоса за допомогою циркуляційних насосів К3 та К4.

Контур системи холодопостачання

Система керування регулює роботу насоса К3 за допомогою частотного регулювання для забезпечення економічної ефективності роботи системи. Даний насос буде забезпечувати необхідну витрату води через випарник теплового насоса та гідравлічний розподілювач К2. До колектора холодопостачання діаметром Ду 125 мм підведено 4 лінії:

- 1 Утилізація тепла від цеху виробництва вологих кормів, що розсіюється на градирні. Робота контуру регулюється насосом К5 та трьохходовим регулюючим краном, які забезпечують не перевищення температури теплоносія вище 45 °С, яка є обмеженою умовами роботи теплового насоса [7]. Контур гідравлічно розділений з теплоносієм градирні за допомогою пластинчатого теплообмінника К11. Теплообмінний апарат розрахований на відбір тепла до 350 кВт, що забезпечить необхідну максимальну потужність теплового насоса S180 у 500 кВт.
- 2 Аварійна лінія відбору тепла від баків запасу води в 600 м³ на випадок зупинки технологічних ліній цеху вологих кормів. Контури теплового насоса та баків запасу води розділені гідравлічно теплообмінником К12 потужністю 200 кВт. Циркуляція теплоносіїв забезпечується насосами К6 та К9.
- 3 Лінія забезпечення потреб системи кондиціонування повітря цеху виробництва

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

приміщення. В літній період витрата води, яка підлягає нагріву в межах цеху вологих кормів на технологічні та побутово-адміністративні цілі, складає до 30 м³ на місяць. В опалювальний та перехідний період теплове навантаження до 100 кВт.

- 3 Система відведення тепла на градирню в літній період року потужністю до 300 кВт для розсіювання надлишкового тепла від теплового насоса при виробництві корисного холоду. Контур теплового насоса гідравлічно розділений з теплоносієм контуру градирні за допомогою теплообмінника K10. Циркуляція води контуру градирні відбувається за допомогою насоса K14.

Система підживлення виконано на основі станції підтримання тиску контуру холодопостачання та редуктора тиску контуру теплопостачання. Детальні принципові схеми теплових пунктів та їх деталювання має бути виконано при робочому проектуванні з врахуванням всіх чинних норм та рекомендацій з експлуатації імпортного обладнання.

2.7 Електротехнічні рішення

2.7.1 Електропостачання

Електропостачання теплового пункту передбачається на напрузі 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю з системою заземлення TN-S.

Електропостачання передбачається в проекті генпроектувальника.

По надійності електропостачання теплового пункту відноситься до споживачів II категорії.

2.7.2 Силове електрообладнання

Силовими струмоприймачами теплового пункту є тепловий насос, електродвигуни насосів, пульт контролю, щит автоматики та інше.

За пускову апаратуру прийнято магнітні пускачі типу ПМЛ.

Як розподільну шафу прийнято щит ШВУ з автоматичними вимикачами.

Мережі живлення і розподільні мережі виконуються кабелем марки ВВГнгд, які прокладаються в коробі, в лотку, водогазопровідних трубах, по монтажному профілю в металорукаві.

2.7.3 Електроосвітлення

Електроосвітлення теплопункта існуюче робоче, аварійне і переносне.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

Робоче освітлення прийнято на напрузі 220В, переносне - на напрузі 12 В. Для аварійного освітлення передбачається переносний акумуляторний ліхтар СГВ-2 I Exd II BT 5 X.

Освітленість приміщення прийнята відповідно з ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення. Робоче і переносне освітлення живиться від ШВУ.

2.7.4 Захисні заходи

Захисними заходами передбачається заземлення.

Для захисту людей від враження електричним струмом при ушкодженні ізоляції передбачено заземлення металевих частин силового електрообладнання, електроосвітлювальних установок та трубопроводів, які нормально не знаходяться під напругою.

Для заземлення в силових і освітлювальних мережах використовуються РЕ-провідники (треті (п'яті) жили кабелів).

Експлуатація, обслуговування, проведення оперативних переключень, організація і виконання ремонтних робіт електроустановок забезпечується спеціально підготовленим електротехнічним персоналом.

Згідно ДСТУ Б В.2.5-38:2008 "Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд" тепловий пункт відноситься до II рівня блискавкозахисту.

Тепловий пункт знаходиться на першому поверсі та попадає в зону захисту будівлі.

По периметру теплового пункту прокласти сталь штабову 25x4 мм на відм.+0,300 від рівня чистого полу.

Штучний контур заземлення складається з електродів діаметром 16 мм, довжиною 3 м, з'єднаних між собою штабою сталевую 4x40мм.

На вводі в тепловий пункт повинна бути виконана основна система зрівняння потенціалів шляхом з'єднання між собою наступних провідних частин:

- PEN-провідники мережі живлення;
- металеві труби комунікацій, що входять в тепловий пункт;
- металеві частини каркасу теплового пункту;
- заземлюючі пристрої системи блискавкозахисту;

Згідно ДНАОП 0.00-29-97"Правила захисту від статичної електрики" виконати захист від статичної електрики шляхом приєднання до системи заземлення.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

Монтаж шунтуючих перемичок на трубопроводах, апаратах, між фланцями повітроводів і приєднання мереж заземлення до них виконується організаціями, які монтують трубопроводи, апарати, повітроводи (п.3.253 СНиП 3.05.06-85).

Всі з'єднання в колі заземлення виконати зваркою не менше як в двох точках. Усі електромонтажні роботи виконувати згідно діючих ПУЕ-2014, СНиП 3.05.06-85.

2.8 Автоматика та КВГ

2.8.1 Загальна частина

Вихідними даними для розроблення робочої документації послужили наступні матеріали:

- завдання на автоматизацію суміжних розділів;
- технічна документація на технологічне обладнання;
- матеріали по електротехнічній частині.

Виконана в цьому проекті автоматизація забезпечує автоматичне керування механізмами, технологічну сигналізацію.

Електричні проводки виконуються кабелями і проводами з мідними жилами.

2.8.2 Тепловий пункт

Проектом передбачено:

Встановлення теплового насосу *Oilon S180*, Фінляндія.

Прилади теплотехнічного контролю прийняті у відповідності з наступними принципами:

- для контролю параметрів, нагляд за якими необхідний для експлуатації, передбачені показуючі прилади;
- для контролю параметрів, зміна яких може привести до аварійного стану обладнання, - сигналізуючі, показуючі прилади;
- для контролю параметрів, облік яких необхідний для аналізу роботи обладнання і господарських розрахунків, реєструючі прилади.

2.8.3 Опис роботи схеми

Робота схеми організована на цифровій системі керування *AL2-14MR-D Mitsubishi Electric* та функціональних модулях розширення для цих систем. Система управління є залежною від динаміки роботи споживачів тепла/холоду.

Основна логіка роботи теплового пункту:

1. Після перевірки безпеки вмикаються насоси 16 та 17, а потім тепловий насос з врахуванням температур теплоносіїв на вході в випарник та конденсатор.
2. Циркуляційні насоси 16 та 17 працюють на гідравлічні розподілювачі, облік тепла

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|-------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | Нодок | Підпис | Дата | | |

виконується по стороні конденсатора теплового насосу.

3. Тепловий насос працює за алгоритмом підтримання температур по холоду *TE5-1* і теплу *TE2-1* з максимальною стабільністю на протязі робочого періоду.
4. Насоси 18 та 22 працюють на теплообмінники холоду та тепла відповідно в синхронії з насосами 21 та 22. Насоси 21 та 22 подають воду з холодного та гарячого баку теплоносій на відповідні теплообмінники.
5. Насоси 19, 20 та 23, 24 призначені для циркуляції теплоносія до споживачів по холоду та теплу відповідно.
6. Датчики температури *TE5-4* вказує температуру в баку холодної води та передає сигнал до системи контролю *AL2-14MR-D*.
7. Датчики температури *TE2-4* вказує температуру в баку гарячої води та передає сигнал до системи контролю *AL2-14MR-D*.
8. Трьохходові клапани 4-2 та 4-1 перемикають потоки на теплообмінники холодного та гарячого контуру відповідно. Вони враховують перспективу акумуляції холоду і тепла у відповідних баках.
9. Датчики тиску *PS3-2* та *PS3-1* контролюють тиск в зворотних трубопроводах.

2.8.4 Тепловий насос *S180*

Керування внутрішнього циклу та алгоритму роботи теплового насосу виконується за рахунок контролера *ABB*. Пуск та керування двигуна компресору виконується за рахунок частотного перетворювача, який входить в об'єм поставки від виробника. Електрична безпека та герметичність контролюється внутрішніми засобами безпеки.

Сигнал на вимикання теплового насосу надходить від споживача. Сигнал змінюється відповідно сезону – опалювальний та неопалювальний. В опалювальний сезон – сигнал необхідності теплової енергії, а в літній – сигнал необхідності холоду або тепла. Сигнал надходить до теплового насосу від загального щита керування теплого пункту.

2.8.5 Захисні заходи

В якості захисних заходів використовується захисне заземлення по системі *TN-C-S*. Заземленню підлягають всі металеві частини електрообладнання, що нормально не знаходяться під напругою. Для заземлення використовуються резервні жили кабелі.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | 50 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

2.9 Архітектурно-будівельні рішення

Розробленим проектом передбачені такі роботи:

- влаштування майданчику обслуговування обладнання у приміщенні Основного теплового пункту;
- влаштування опор під труби у приміщенні Основного теплового пункту.

За відносну відмітку 0.000 прийнята відмітка 246.65.

Металоконструкції запроектовані у повній відповідності з вимогами ДБН В.1.2-2 2006 "Навантаження і впливи. Норми проектування" і ДСТУ В.1.2-2006 "Прогини і переміщення. Вимоги проектування", ДБН В.2.6-163:2010 "Сталеві конструкції".

Матеріал сталевих конструкцій - сталь С245 по ГОСТ 27772-88.

Заводські зварні шви виконувати п/автом. суцільною зварювальною проволокою - СВ08Г2С в середовищі CO₂. На майданчику електродами типу Э-42.

Основні характеристики металу шва повинні бути витримані за ГОСТ 9467-75.

Мінімальні товщини кутових швів (окрім вказаних) приймати не менше t , де t – це товщина більш тонкого елемента в з'єднанні.

Виготовлення і монтаж конструкцій виконувати в повній відповідності ДБН В.2.6-163:2010 "Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу".

Усі монтажні кріплення, прихватки і тимчасові пристосування після закінчення монтажу повинні бути зняті, а місця приварювання зачищені.

Антикорозійний захист конструкцій виконується відповідно до вимог СНиП 2.03.11-85 "Защита строительных конструкций от коррозии".

Усі металоконструкції пофарбувати за 2 рази емаллю марки ХВ-110 за ГОСТ 18374-79. Грунт ГФ-021 ГОСТ 25129-82 в 1 шар.

Арматурні стрижні в'язати у кожному місці перетину скруткою з проволоки.

Згинання арматурних стрижнів виконувати на гібочному станку в холодному стані, нагрівання арматурних стрижнів заборонено.

Усі опалубні, арматурні і бетонні роботи виробляти відповідно до СНиП 3.03.01-87 «Конструкції, що несуть і захищають», вказівок цього проекту і проекту виробництва робіт.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | 51 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

2.10 Висновки з розділу 2

Аналізуючи існуючий стан тепло- та холодозабезпечення зроблено наступні висновки:

1. Облік тепла на цілі опалення і вентиляцію, а також гарячого водопостачання (технологічне та адміністративно-побутове) не ведеться, що обмежує можливість вибору технічних рішень. З отриманих за допомогою розрахунку середніх навантажень за 2014 р. на систему опалення та вентиляції для цехів сухих та вологих кормів, нового адміністративного корпусу рекомендуємо обрати теплову потужність теплового насоса 419 кВт, яка відповідає найбільшій середньомісячній потужності системи опалення та вентиляції. З розрахунку по нормованим показникам згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-272010 «Будівельна кліматологія» потужність системи опалення та вентиляції має бути на рівні 382 кВт. Таким чином рекомендована потужність теплового насоса з максимальним завантаження систем опалення та вентиляції має складати 382 – 419 кВт.
2. З виконаного розрахунку теплового навантаження на систему гарячого водопостачання та підживлення системи котельні з нагрівом води до 55 °С видно, що потужність системи з рівномірним нагрівом протягом доби має складати 73 кВт. Проект розширення виробництва цеху вологих кормів передбачає будівництво ще однієї лінії, що призведе до підвищення втрат конденсату в технологічних лініях. Таким чином в розділі «техніко-економічні показники» з врахуванням розширення виробництва розрахована середньорічна потужність на систему гарячого водопостачання (технологічне та адміністративно-побутове) приймається на рівні 100 кВт.
3. Система холодопостачання цехів виробництва вологих та сухих кормів має два напрямки – кондиціонування і система технологічного холоду складів та виробництва. Технологічний холод для підтримання температури в приміщенні нижче 10 °С не рекомендовано виконувати без випарного теплообмінника з точки зору економічної ефективності роботи системи охолодження та інвестицій. Охолодження повітря є доцільним за допомогою теплового насоса для підтримання температури в приміщенні на рівні 10-18 °С. Таким чином корисна холодильна потужність теплового насоса має повністю забезпечити 50 кВт і 150 кВт систем кондиціонування відповідно цехів виробництва вологих та сухих кормів.

| | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|------------------|--------|------|------|--------|------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | Арк. |
| | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | |

3 ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА ВИРОБНИЦТВА КОРМІВ

Основний нормативний документ для будівництва теплових мереж – ДБНВ 2.5 – 39:3008. У населених пунктах для теплових мереж передбачається, як правило, підземна прокладка (безканальна, у каналах чи у міських та внутрішньо квартальних тунелях чи футлярах. У безканальних прокладках трубопроводи працюють у більш важких умовах, чим у при канальній прокладці, так як вони сприймають додаткове навантаження ґрунту та при незадовільному захисті від вологи пошкоджуються зовнішньою корозією. У зв'язку з цим безканальні прокладки рекомендується застосовувати при температурі теплоносія до 180 °С .

Для зменшення можливості корозійного пошкодження трубопроводів теплових мереж застосовуються попередньо ізольовані труби. Попередньо ізольована труба складається з провідної труби, яка розташована концентрично з поліетиленової труби. Простір між провідною та захисною трубою заповнений поліуретановою піною. За рахунок з'єднання пінки з провідною та поліетиленовою трубою, така попередньо ізольована труба є єдиною монолітною системою.

Для провідних труб можуть використовуватися труби сталеві, полімерні та ін. В основному використовують сталеві труби („чорні”, оцинковані, емальовані).

В якості теплоізоляційного матеріалу використовується пінополіуретанова піна з показниками згідно вимог ДСТУ 34-204-88-002-98. Світлові екологічні організації рекомендують обмеження вживання фреону в промисловості, враховуючи екологічні проблеми (знищення озонового шару). Тому як спінювач застосовується вільна від фреону піна, в якій використовується CO₂.

Властивості пінополіуретану піни наступні:

- густина серцевини теплоізоляційного шару в радіальному напрямку < 60 гк/м³;
- загальна густина < 80 кг/м³;
- водопоглинання > 10% від маси;
- кількість закритих комірок < 88%;
- стійкість до стиску < 0,3 МПа;
- коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{50} \leq 0,035$ Вт/м·°С.

Поліетиленова труба (захисна оболонка).

Маса труб визначена при $\rho = 945$ кг/м³.

Властивості матеріалу:

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | | Арк. 53 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | ТП 81мп 17 03 ПЗ | |

– коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 0,43 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}$.

Попередньо ізольовані труби застосовуються для транспортування теплоносія з наступними робочими параметрами:

– максимальна робоча температура довготривала $t_{p.\max} = 140\text{°С}$;

– максимальна допустима робоча температура короткотривала (протягом 10 діб сумарно) за рік $= [t_{p.\max}] 150\text{°С}$;

– умовний тиск $P_y = 1,6 \text{ МПа}$.

Вхід і вихід через фундамент будівлі виконується у гільзах на відмітці землі підвалу і з встановленням подушки та ковзкої опори. Подавальний трубопровід укладається по праву сторону по ходу теплоносія від джерела теплоти, а поворотний – зліва. Уклон трубопроводів незалежно від напрямлення руху теплоносія та способу прокладки повинен бути не менше 0,002. Розрізи і монтаж трубопроводів показані на рис. 3.1.

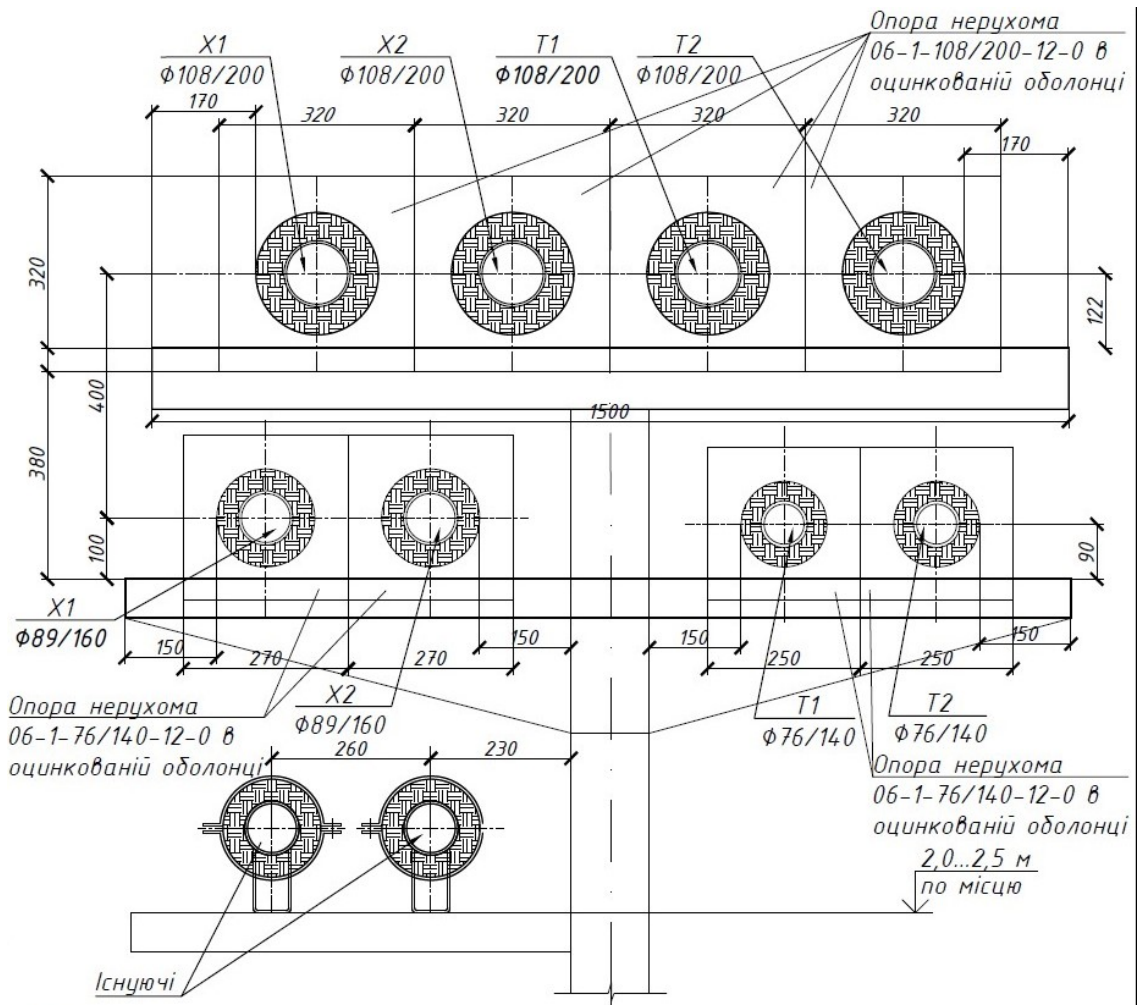


Рисунок 3.1 – розташування і перерізи трубопроводів зовнішніх теплових мереж

Розглянемо частину трубопроводу від приміщення головного теплового пункту до індивідуальних теплових пунктів (Рис. 3.1).

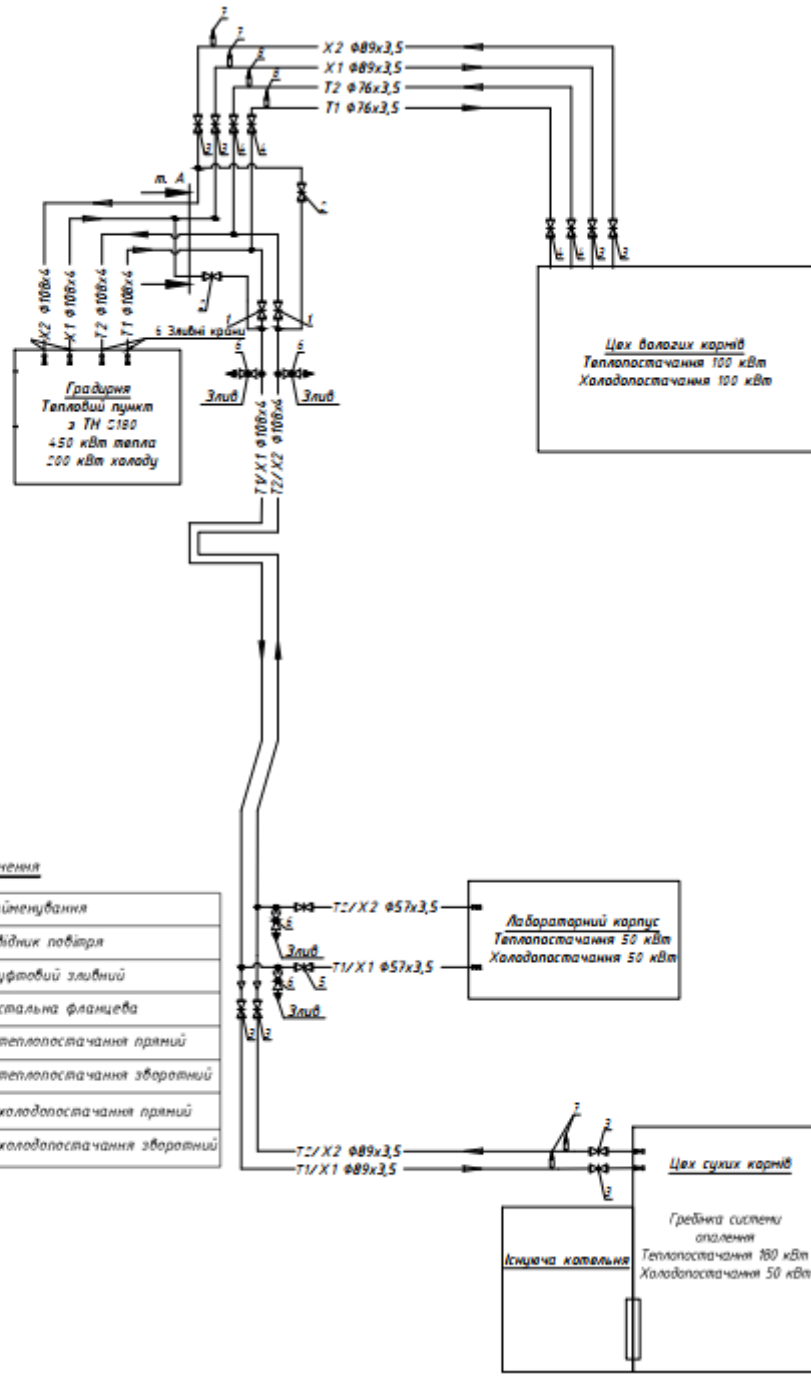
| | |
|----------------|--|
| Зам. інв. № | |
| Підпис та дата | |
| Інв. № | |

| | | | | | |
|-----|--------|------|--------|--------|------|
| | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |

ТП 81мп 17 03 ПЗ

Арк.

54



Умовні позначення

| Умовні позначення | Найменування |
|-------------------|--|
| | Виділювач повітря |
| | Кран муфтовий зливний |
| | Засувка стальна фланцева |
| | Трубопровід теплопостачання прямий |
| | Трубопровід теплопостачання зворотний |
| | Трубопровід холодопостачання прямий |
| | Трубопровід холодопостачання зворотний |

Рисунок 3.2 - Розташування трубопроводів від головного теплового пункту до індивідуальних теплових пунктів

3.1 Трубопроводи зовнішньої теплової мережі

Теплова мережа, що проектується призначена для транспортування теплоносія від теплових пунктів з тепловим насосом до споживачів. Теплові навантаження за видами споживання тепла підприємством наведені у таблиці №3.1. Параметри теплоносія для системи теплопостачання 67-40 °С, холодопостачання – 6-12 °С.

| | |
|----------------|--|
| Зам. інв. № | |
| Підпис та дата | |
| Інв. № | |

| | | | | | |
|-----|--------|------|--------|--------|------|
| Зм. | Кільк. | Арк. | №додк. | Підпис | Дата |
| | | | | | |

Таблиця 3.1 - Розрахункові теплові потоки

| Найменування споживача | Розрахунковий тепловий потік, кВт | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------|
| | Теплопостачання | Холодопостачання |
| Існуюча котельня | 180 | - |
| Цех вологих кормів | 100 | 100 |
| Цех сухих кормів | 180 | 50 |
| Лабораторний корпус | 50 | 50 |

Частина трубопроводів буде розташована на існуючій надземній тепловій мережі. Існуюча тепла мережа від парової котельні надземного виконання по естакаді має протяжність 208 м відповідно до проекту.

Таблиця 3.2 - Існуючі трубопроводи теплової мережі

| Призначення лінії | Температура, °C | Тиск, МПа | Умовний прохід, мм | Ізоляція |
|---|--------------------|--------------|-----------------------|----------|
| Насичена пара від парової гребінки з котельні в цех | 172 | 0,8 | 125 | Ізол. |
| Конденсат пари 0,2 МПа з цеху від конденсатного баку в котельню | 100 | 0,2 | 80 | Ізол. |
| Стиснене повітря в цех | 5-20 | 0,8 | 50 | - |

Трубопроводи виконані з нержавіючої сталі, теплоізоляція труб - мати мінераловатні, покриття - сталь оцинкована. Компенсація теплових подовжень трубопроводів виконана за рахунок кутів поворотів траси та компенсатора. Існуюча тепла мережа у задовільному стані. Однак установка теплового насоса потребує перепроєктування теплової мережі, для забезпечення цехів сухих та вологих кормів, центральної котельні та лабораторного корпусу теплоносієм для покриття потреб в опалені та вентиляції, ГВП та холоду.

Результат розрахунку гідравлічних втрат тиску в тепловій мережі представлено в табл. 3.3 та 3.4. На основі даного розрахунку визначено оптимальні діаметри труби тепло- та холодопостачання для надземного прокладання від градирні (тепловий пункт з тепловим насосом) до цеху виробництва вологих кормів Ду 65 мм (теплопостачання)/ Ду 80 мм (холодопостачання) та цеху сухих кормів необхідно використати Ду 100 мм (теплопостачання)/(холодопостачання), а також враховано перспективу розвитку

| | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|------------------|--------|------|--|--|--|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | Арк. |
| | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | | | 56 |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | | | |

виробництва від градирні до центральної котельні – Ду 80 мм для мінімізації гідравлічних втрат, що безпосередньо вплине на експлуатаційні витрати. Втрата тиску в мережі в табл. №3.3 та 3.4 вказана в метрах водяного стовпа. Витрата теплоносія та діаметри трубопроводів обрані з врахуванням використання в перспективі акумульованого тепла/холоду у відповідних баках.

Таблиця 3.3 - Гідравлічні втрати в трубопроводах системи теплопостачання

| Ділянка | Витрата теплоносія, м ³ /год | Приведена довжина ділянки, м | Діаметр трубопроводу, мм | Гідравлічні втрати, м. вод. ст. |
|---------------------|---|------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Від градирні до ЦСК | 25 | 500 | 108x4 | 3,71 |
| Від градирні до ЦВК | 20 | 100 | 89x3,5 | 4,33 |
| Від градирні до ЛК | 10 | 57,5 | 57x3,5 | 0,63 |

Таблиця 3.4 - Гідравлічні втрати в трубопроводах системи холодопостачання

| Ділянка | Витрата теплоносія, м ³ /год | Приведена довжина ділянки, м | Діаметр трубопроводу, мм | Гідравлічні втрати, м. вод. ст. |
|---------------------|---|------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Від градирні до ЦСК | 26 | 500 | 108x4 | 5,13 |
| Від градирні до ЦВК | 26 | 100 | 89x3,5 | 3 |
| Від градирні до ЛК | 10 | 57,5 | 57x3,5 | 0,63 |

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. 57 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

3.2 Опис прокладання теплових мереж від головного теплового пункта до цехів

Для виконання технічного переоснащення систем холодо- та теплозабезпечення виробництва проектом передбачено прокладку надземної теплової мережі від градирні з встановленим тепловим насосом *Oilon S180*. Основні гілки:

1. Ділянка від градирні до точки розгалуження т. А. Згідно технічного завдання та принципово-функціональної схеми лінія від градирні до точки розгалуження (точка А) виконано чотирьохтрубною до двох споживачів ЦВК та ЦСК.

Відрізок мережі з цільовим використанням у ЦСК (безпосередньо цех сухих кормів, підігрів живильної води існуючої котельні та лабораторний корпус) тепло- T1/T2 та холодопостачання X1/X2 Ду 100 мм з сталевих попередньо ізованих труб пінополіуретаном циклопентанового спінення в оцинковій оболонці згідно ДСТУ Б В.2.5-31:2007. Труби розташовані на верхньому ярусі мережі.

Відрізок мережі з цільовим використанням у ЦВК тепло- T1/T2 та холодопостачання X1/X2 Ду 65 мм / Ду 80 мм відповідно з сталевих попередньо ізованих труб пінополіуретаном циклопентанового спінення в оцинковій оболонці згідно ДСТУ Б В.2.5-31:2007. Труби розташовані на нижньому ярусі мережі.

Повітроспускні автоматичні клапани та крани зливу води передбачено у верхніх та нижніх точка у відповідних приміщеннях. Прокладання трубопроводів виконується на проєктованих опорах. При монтажі теплової мережі передбачено перекладання існуючих труб Ду 80 мм на спроектовані опори під номером 22, 23, 24, 25.

2. Ділянка від градирні до центральної котельні (проектне рішення з перспективою розвитку виробництва). Згідно технічного завдання та принципово-функціональної схеми лінія від градирні до центральної котельні спроектована двотрубною з оптимізацію експлуатаційних та капітальних витрат діаметром Ду 80 мм з сталевих попередньо ізованих труб пінополіуретаном циклопентанового спінення в оцинковій оболонці згідно ДСТУ Б В.2.5-31:2007. Повітроспускні автоматичні клапани та крани зливу води передбачено у верхніх та нижніх точка у відповідних приміщеннях. Прокладання трубопроводів виконується на спроектованих опорах.

3. Ділянка від точки розгалуження т. А. до ЦВК. Згідно технічного завдання та принципово-функціональної схеми лінія від точки розгалуження до ЦВК спроектована з оптимізацію експлуатаційних та капітальних витрат діаметром Ду 80 мм для системи

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | 58 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

холодопостачання та Ду 65 мм для системи тепlopостачання з сталевих попередньо ізолюваних труб пінополіуретаном циклопентанового спінення в оцинковій оболонці згідно ДСТУ Б В.2.5-31:2007. Мережа є чотирьох трубною з цілорічною експлуатацією. У верхніх та нижніх точка передбачено відповідно повітроспускні автоматичні клапани та крани зливу води встановлених в приміщеннях. Прокладання трубопроводів виконати надземно, з використанням конструкцій існуючої естакади з нарощуванням нової в 2 рівні не розробляється в межах даного проекту.

4. Ділянка від точки розгалуження до лабораторно корпусу, ЦСК та існуючої котельні. Згідно технічного завдання та принципово-функціональної схеми лінія від точки розгалуження до лабораторного корпусу спроектована з оптимізацію експлуатаційних та капітальних витрат діаметром Ду 100 мм для системи тепло/холодопостачання з сталевих попередньо ізолюваних труб пінополіуретаном циклопентанового спінення в оцинковій оболонці згідно ДСТУ Б В.2.5-31:2007. Мережа є чотирьох трубною з цілорічною експлуатацією. До лабораторного корпусу спроектовано чотирьох трубну мережу Ду 50 мм – відгалуження від основної мережі до ЦСК. У верхніх та нижніх точка передбачено відповідно повітроспускні автоматичні клапани та крани зливу води в приміщеннях. Прокладання трубопроводів виконати надземно, з використанням конструкцій існуючої теплотраси не розробляється в межах даного проекту.

Теплова мережа систем тепло- та холодопостачання за технічним рішенням прийнята двотрубна. Прокладання трубопроводів виконується надземним на спроектованих опорах.

Частину опор та профіль від точки розгалуження до ЦВК та ЦСК (разом з лабораторним корпусом) не розробляється даним проектом.

Застосовувані труби тепlopостачання - попередньо ізолювані, що складаються зі сталеві електрозварної труби по ГОСТ 10704-91 і захисної оцинкованої оболонки для надземної прокладки. Простір між металевою трубою і оцинкованою оболонкою заповнений поліуретановою піною. Попередньо ізолювані труби відповідають ДСТУ Б В.2.5-31: 2007 "Трубопроводи попередньо теплоізолювані спіненням поліуретаном для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж". Загальна протяжність надземної теплової мережі становить 290 м за проектом.

Для компенсації теплових подовжень трубопроводів теплової мережі використовуються кути повороту траси та компенсатор.

На трасі передбачена установка рухомих і нерухомих опор.

Проектовані мережі прокласти з ухилом у бік проєктованих зливних пристроїв.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. 59 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

Для випуску повітря в верхніх точках мережі передбачені штуцери із запірною арматурою в приміщеннях вводу траси.

Монтажні роботи виконувати у відповідності з ДБН В.2.5-39:2008 "Теплові мережі", НПАОП 0.00-1.11-98 "Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари і гарячої води", СНиП 3.05.01-85 "Внутренние санитарно-технические системы" та з рекомендаціями корпорації "Енергоресурс-інвест" спеціалізованою організацією, яка має ліцензію та дозвіл на виконання даного виду робіт.

Після монтажу трубопроводи підлягають гідравлічному випробуванню на міцність та герметичність.

3.3 Висновки з розділу 3

Був здійснений вибір діаметрів трубопроводів зовнішньої теплової мережі. А також був проведений гідравлічний розрахунок трубопроводу теплової мережі. Були визначені місцеві втрати тиску, дійсні втрати тиску. На рисунках зображені ділянки трубопроводів, які розраховувались.

| | | | | | | | | | |
|--------|----------------|-------------|------------------|--------|------|--|--|--|------|
| Інв. № | Підпис та дата | Зам. інв. № | | | | | | | Арк. |
| | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | | | | |

4 ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ТА ТЕПЛОВІ СХЕМИ ДОДАТКОВИХ ТЕПЛОВИХ ПУНКТІВ

4.1 Тепловий пункт 1: тепло- та холодозабезпечення цеху виробництва вологих кормів (ЦВК)

Теплове навантаження теплового пункту на опалення - 100 кВт.

Холодильна потужність системи кондиціонування - 100 кВт.

Теплоносій системи опалення від теплового насосу - вода 67-40°C.

Теплоносій системи кондиціонування - вода 12-6°C.

Робочий тиск системи опалення 0,15-0,4 МПа.

В існуючому тепловому пункті ЦВК на другому поверсі існуючого приміщення, передбачено розміщення проектного індивідуального теплового пункту, який призначений для забезпечення теплоспоживання на потреби опалення та вентиляції. Джерелом тепла для систем опалення та вентиляції на даний момент є парова котельня.

Опалення, вентиляція та освітлення теплового пункту залишається існуючим. Проектний тепловий пункт має забезпечувати існуючі функції та додатково виконувати функції вузла холодозабезпечення в літній період.

За рахунок утилізації скидного тепла стерилізаторів тепловим насосом необхідно передбачити підведення тепла до існуючої системи опалення ЦВК, а також забезпечується підготовка гарячої води в баку акумуляторі для покриття побутово-адміністративних потреб.

Водовідведення виконати закритого типу до існуючої стічної каналізації. При виконанні технічного переоснащення передбачити ізоляцію існуючих трубопроводів в межах теплового пункту. Вузол теплопостачання розміщується в існуючому приміщенні, розташованого на другому поверсі приміщенні ЦВК, з розмірами 5000x3800x2700 мм.

Основні проектні рішення

Метою виконання робіт з технічного переоснащення теплового пункту ЦВК є необхідність зв'язати існуючу систему теплопостачання опалення та вентиляції/кондиціонування ЦВК з системою від теплового насоса.

Забезпечити пріоритет роботи системи від теплового насоса та автоматизацію роботи даного теплового пункту.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. 61 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

Система призначена для теплозабезпечення системи опалення та вентиляції протягом опалювального періоду (при вимкненні теплового насоса теплопостачання передбачається повністю від парової котельні), а також повного покриття холодозабезпечення системи кондиціонування приміщень в літній період. Тепловий насос призначений для підтримання температурного графіку 67/40 °С системи теплозабезпечення та графіку 12/6 °С системи кондиціонування.

Принципова тепла схема

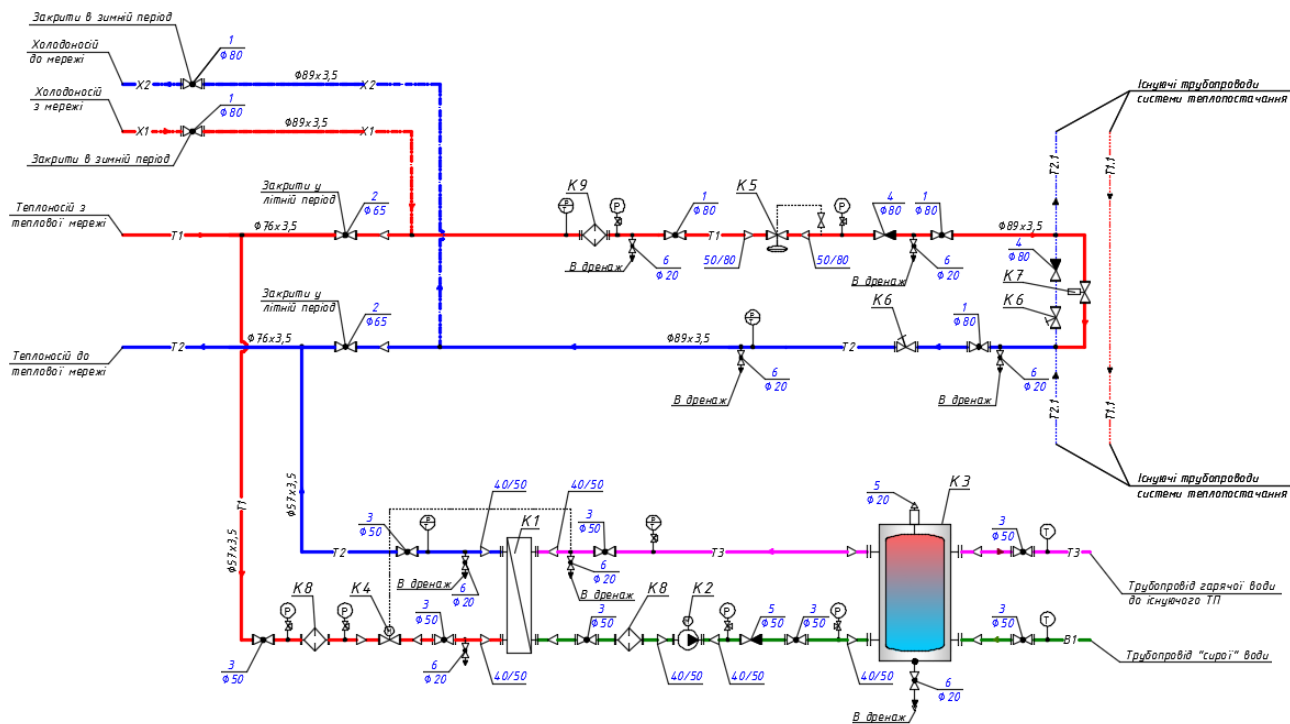


Рисунок 4.1 – Принципова схема ІТП ЦВК тепло- та холодопостачання від теплового насоса

Для покриття теплових навантажень опалення та вентиляції (100 кВт) /кондиціонування (100кВт) в тепловій ЦВК використовується тепло/холод від теплового насоса, який встановлено в приміщенні головного теплового пункту. Теплоносій – пом'якшена вода подається до теплового пункту по двотрубній тепловій мережі системи тепло та холодопостачання, в межах ІТП передбачено ручне перемикання режимів роботи (тепло-холод), таким чином взимку подається тепло для забезпечення цілей опалення та вентиляції і гарячого водопостачання, а влітку - холод до системи кондиціонування, а теплота – для цілей ГВП.

Холод в літній період подається до загальної системи внутрішніх трубопроводів і приладів опалення/кондиціонування та регулюється за допомогою даного теплового пункту. Таким чином холодна вода 6°С подається до існуючих тепловентиляторів, які будуть працювати в режимі фанкойлів.

| | |
|----------------|--|
| Зам. інв. № | |
| Підпис та дата | |
| Інв. № | |

| | | | | | |
|-----|--------|------|-------|--------|------|
| Зм. | Кільк. | Арк. | Модок | Підпис | Дата |
| | | | | | |

На фанкойлі (тепловентиляторі) буде випадати конденсат в літній період, його відведення виконати «по місцю» та передбачити переналаштування автоматики. Ці рішення не розроблюються в даному проекті.

Нові трубопроводи Ø89x3,5 від теплового насоса підключаються до існуючих мереж, для регулювання витрат на існуючій мережі встановлено балансуючий клапан.

Аварійне перемикання на опалення та вентиляцію від парової котельні виконано за рахунок засувки з приводом фірми «Belimo». Перемикання відбувається автоматично за заданою програмою.

В ІТП відбувається приготування теплоносія відповідних параметрів для забезпечення потреб системи опалення та гарячого водопостачання.

Гаряча вода для системи гарячого водопостачання готується в пластинчатому теплообміннику потужністю 120 кВт, який обладнано регулятором температури фірми «LDM».

Для циркуляції гарячої води системи ГВП передбачено насос UPS 40-120 F фірми Grundfos, що забезпечує повну рециркуляцію теплоносія з параметрами Q=2,0 м³/год, P=7 м.вод.ст. Гаряча вода акумулюється в ємності об'ємом 500 з подальшим догрівом при необхідності паром від котельні.

На трубопроводі прямої мережевої води передбачений фільтр, а також регулювання тиску теплоносія виконується регулятором тиску «після себе» фірми «LDM».

Перемикання тепло- та холодопостачання виконується в ручному режимі згідно річного графіку роботи теплового насоса. В літній період закрити засувки на проектних трубопроводах T1 та T2 в бік теплового пункту з встановленим тепловим насосом. В зимній період закрити засувки на проектних трубопроводах X1 і X2 в бік теплового пункту з тепловим насосом.

Повітропускні клапани встановити в найвищих точках трубопроводів, а дренажні крани - в нижніх точка згідно принципової схеми.

В ІТП обладнання встановлене із забезпеченням нормативних експлуатаційних та евакуаційних проходів, двері відкриваються за напрямком руху людей назовні.

Приміщення теплопункту забезпечено освітленням.

В теплопункті всі гарячі частини обладнання, трубопроводи та інші елементи, дотик до яких може викликати опіки, ізолювати. Зливні трубопроводи пофарбувати масляною краскою.

Ізоляцію трубопроводів складається з трьох шарів: антикорозійного, теплоізоляційного та покрівельного.

| | |
|----------------|--|
| Зам. інв. № | |
| Підпис та дата | |
| Інв. № | |

| | | | | | | | |
|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | 63 |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

4.2 Тепловий пункт 2: тепло- та холодозабезпечення лабораторного корпусу

- Теплове навантаження теплового пункту на опалення - 50 кВт.
- Холодильна потужність системи кондиціонування - 50 кВт.
- Теплоносій системи опалення - вода 67-40°C.
- Підсумкова витрата мережевої води складає 4,3 м³/год.
- При t_{навк.} < -11 оС перемикається на тепло від котельні.
- Теплоносій системи кондиціонування - вода 12-6°C.
- Підсумкова витрата мережевої води складає 7,2 м³/год.
- Робочий тиск системи опалення 0,15-0,4 МПа.

У лабораторному корпусі встановлено індивідуальний тепловий пункт лабораторного корпусу, який призначений для забезпечення теплопостачання на потреби опалення та вентиляції корпусу. Існуючий тепловий пункт не має можливості регулювання параметрів теплоносія в залежності від зовнішньої температури, від часу доби та дня тижня. Джерелом тепла для систем опалення та вентиляції на даний момент є парова котельня.

Технічне переоснащення теплового пункту відбувається в існуючому тепловому пункті, розташованого в приміщенні лабораторного корпусу, з розмірами 1200x1700x3600 мм.

Опалення, вентиляція, водовідведення та освітлення теплового пункту залишається існуючим. Існуючий тепловий пункт має забезпечувати попередньо описані функції та додатково виконувати функції вузла холодозабезпечення в літній період.

За рахунок утилізації тепла від компресорної установки забезпечується теплом система опалення головного адміністративного корпусу та допоміжного лабораторного корпусу, а також забезпечується підготовка гарячої води в баку акумуляторі для покриття побутово-адміністративних потреб. До даного баку-акумулятора необхідно підвести теплоносій від теплового пункту, як резервний теплоносій, у зимовий період.

Теплова ізоляція існуючих гребінок відсутня. Внутрішня система опалення потребує промивки та балансування. При виконанні технічного переоснащення передбачити ізоляцію існуючих трубопроводів в межах теплового пункту.

Теплоносій системи кондиціонування подається до існуючого контуру.

Основні проектні рішення.

Метою виконання робіт з технічного переоснащення теплового пункту лабораторного корпусу є необхідність зв'язати існуючу систему теплопостачання на цілі

| | |
|----------------|--|
| Зам. інв. № | |
| Підпис та дата | |
| Інв. № | |

| | | | | | |
|-----|--------|------|------|--------|------|
| | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 17 03 ПЗ

Арк.

64

опалення та вентиляції/кондиціонування корпусу з системою від теплового насоса. Забезпечити пріоритет роботи системи від теплового насоса та автоматизацію роботи даного теплового пункту.

Система призначена для теплозабезпечення системи опалення та вентиляції протягом опалювального періоду (при температурі навколишнього середовища $t_{\text{навк.}} < -11$ °С відбувається автоматичне перемикання на тепло від парової котельні), а також повного покриття холодозабезпечення системи кондиціонування адміністративних приміщень в літній період. Тепловий насос призначений для підтримання температурного графіку 67/40 °С системи теплозабезпечення та графіку 12/6 °С системи кондиціонування.

Схема ІТП

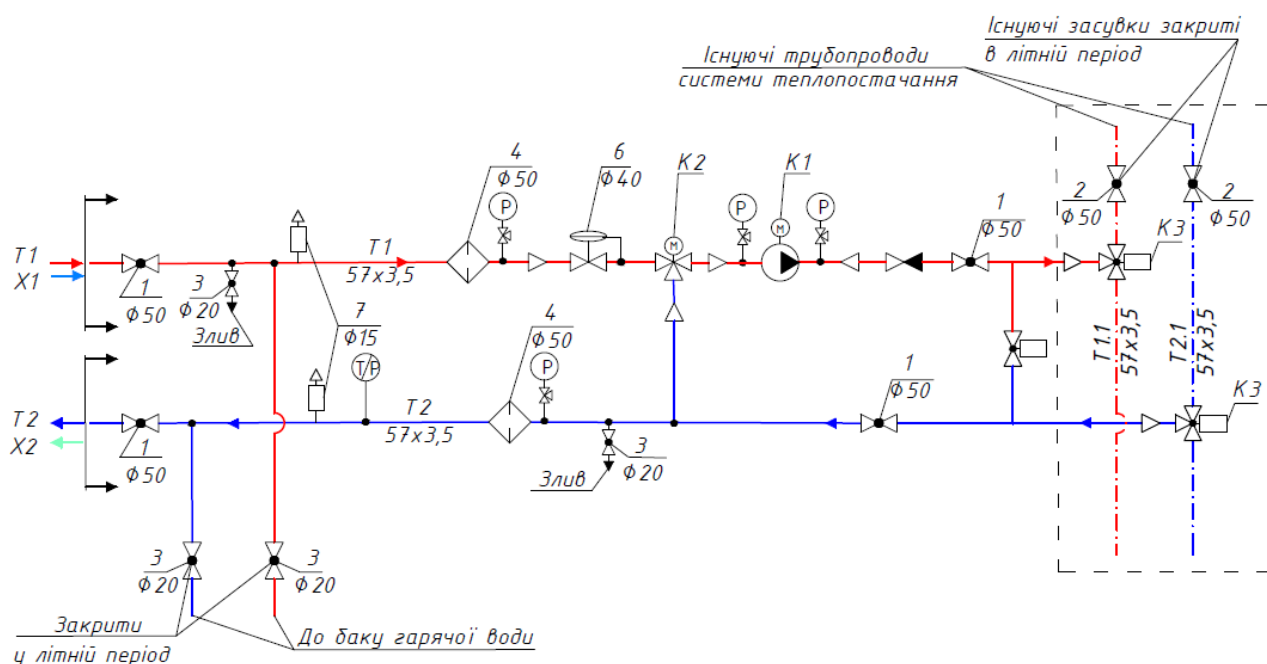


Рисунок 4.2 – Принципова схема ІТП лабораторного корпусу

Для покриття теплових навантажень опалення та вентиляції (50 кВт) /кондиціонування (50кВт) в тепловій лабораторного корпусу використовується тепло/холод від теплового насоса, який встановлено в приміщенні головного корпусу. Теплоносій – пом'якшена вода подається до теплового пункту по одним трубам, таким чином взимку подається тепло для забезпечення цілей опалення та вентиляції, а влітку - холод до системи кондиціонування.

Холод в літній період подається до загальної системи внутрішніх трубопроводів і приладів опалення/кондиціонування та регулюється за допомогою одного теплового пункту. Таким чином холодна вода 6°С подається до існуючих тепловентиляторів,

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|-------|--------|------|----|------------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | Арк. | | |
| | | | | | | | | | 65 | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | Нодок | Підпис | Дата | | ТП 81мп 17 03 ПЗ |

Теплоносієм є вода від теплового насоса з параметрами 67-40°C, яка подається в зворотню лінію, що йде до існуючого теплообмінника де догрівається теплоносієм від котельні до розрахункової температури.

Внутрішня система опалення потребує промивки та балансування. При виконанні технічного переоснащення передбачити ізоляцію існуючих трубопроводів в межах теплового пункту.

Основні проектні рішення

Метою виконання робіт з технічного переоснащення теплового пункту ЦСК є необхідність зв'язати існуючу систему тепlopостачання на цілі опалення та вентиляції/кондиціонування ЦСК з системою від теплового насоса. Забезпечити пріоритет роботи системи від теплового насоса та автоматизацію роботи даного теплового пункту.

Система призначена для теплозабезпечення системи опалення та вентиляції протягом опалювального періоду (при вимкненні теплового насоса тепlopостачання передбачається повністю від парової котельні), а також повного покриття холодозабезпечення системи кондиціонування приміщень в літній період (до 50 кВт). Тепловий насос призначений для підтримання температурного графіку 67/40 °C системи теплозабезпечення та графіку 12/6 °C системи кондиціонування.

Для покриття теплових навантажень опалення та вентиляції (180 кВт) /кондиціонування (50кВт) в тепловій ЦСК використовується тепло/холод від теплового насоса, який встановлено в приміщенні градирні. Теплоносій – пом'якшена вода подається до теплового пункту по одним трубам, таким чином взимку подається тепло для забезпечення цілей опалення та вентиляції, а влітку - холод до системи кондиціонування. В Том 3 «Теплові мережі» даного проекту передбачено ручне перемикання режимів роботи (тепло-холод).

| | | | | | | | | | | |
|--------|----------------|-------------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------------|
| Інв. № | Підпис та дата | Зам. інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. 67 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

Принципова тепла схема

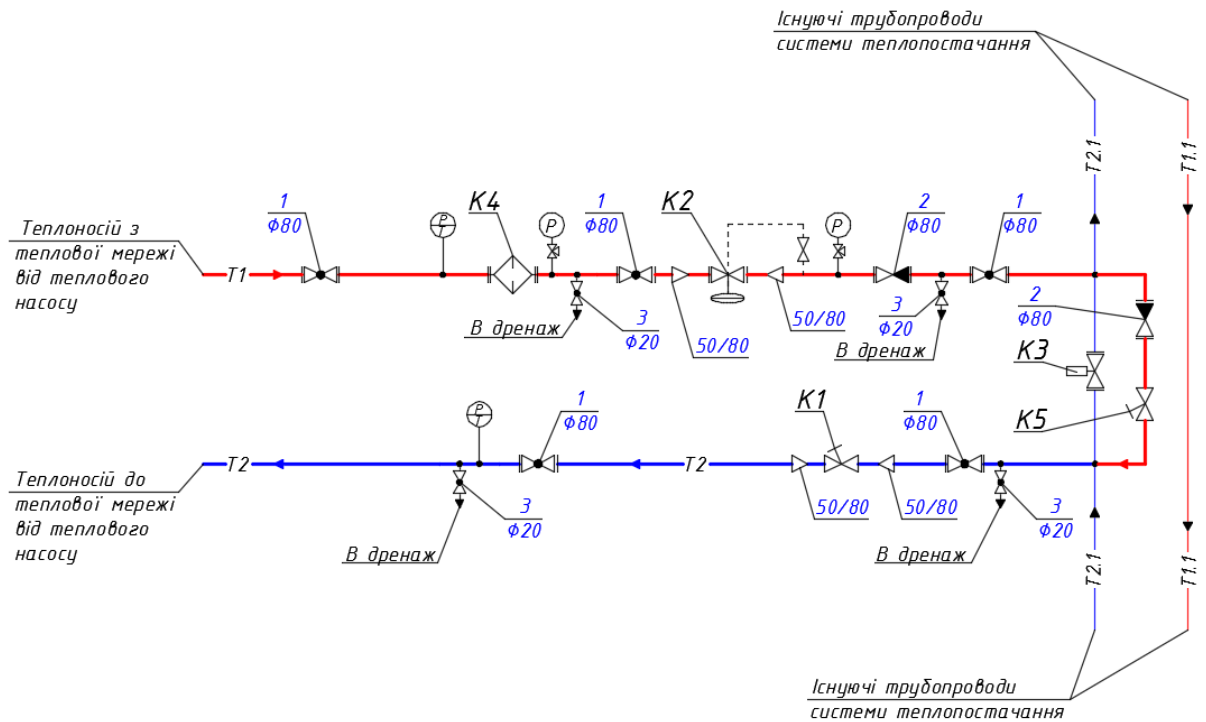


Рисунок 4.3 – Принципова схема вузла теплопостачання ЦСК від теплового насоса

Холод в літній період подається до загальної системи внутрішніх трубопроводів і приладів опалення/кондиціонування та регулюється за допомогою кінцевого споживача. Таким чином холодна вода 6°C подається до існуючих тепловентиляторів, які будуть працювати в режимі фанкойлів.

На фанкойлі (тепловентиляторі) буде випадати конденсат, його відведенні виконати «по місцю». На літній період необхідно виконувати переналадку автоматизації системи фанкойлів. Данні рішення не розроблюються в даному проекті.

Нові трубопроводи Ø89x3,5 від теплового насоса підключаються до існуючих мереж, для регулювання витрат на існуючій мережі встановлено регулюючий клапан.

Перемикання виконано за рахунок відсікаючої засувки з приводом фірми «Belimo». Перемикання відбувається автоматично за заданою програмою.

На трубопроводі прямої мережевої води передбачений фільтр, а також регулювання тиску теплоносія виконується регулятором тиску «після себе» фірми «LDM».

Повітриспускні клапани встановити в найвищих точках трубопроводів, а дренажні крани - в нижніх точка згідно принципової схеми.

| | |
|----------------|--|
| Зам. інв. № | |
| Підпис та дата | |
| Інв. № | |

| | | | | | |
|-----|--------|------|------|--------|------|
| | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

В ІТП обладнання встановлене із забезпеченням нормативних експлуатаційних та евакуаційних проходів, двері відкриваються за напрямком руху людей назовні.

Приміщення теплопункту забезпечено освітленням.

В теплопункті всі гарячі частини обладнання, трубопроводи та інші елементи, дотик до яких може викликати опіки, ізолювати. Зливні трубопроводи пофарбувати масляною краскою.

4.4 Теплова ізоляція та захист від корозії

Трубопроводи теплових пунктів, крім трубопроводів дренажу, арматури та фланцевих з'єднань ізолюються еластичними циліндрами з вспіненого каучуку з закритими порами товщиною 13 мм фірми "K-FLEX".

Антикорозійне покриття трубопроводів – олійною фарбою БФ-115 в 2 шари поверх ґрунтової фарби ГФ-021.

В залежності від призначення трубопроводів та параметрів середовища поверхня трубопроводів фарбується у відповідний колір та повинна мати маркувальний напис у відповідності «Правил будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари і гарячої води» ДНАОП.0.00-1.11-98.

4.5 Електрика та автоматика

Тепловий пункт 1: тепло- та холодозабезпечення цеху виробництва вологих кормів (ЦВК)

Для роботи даного теплопункту необхідно привести сигнал роботи теплового насоса *Oilon* з основного теплопункту. В разі зупинення теплового насоса для покриття потреб по теплу приводиться в дію клапан і відкривається засувка №6.

Програму роботи ТП реалізовано на вільнопрограмованому контролері *AL-24MR-D* марки "Mitsubishi".

Тепловий пункт 2: тепло- та холодозабезпечення лабораторного корпусу

В даному ТП перехід на роботу від парової котельні виконується за сигналом датчика навколишнього середовища ТЕ (1-1) при умові $T_{\text{навк.}}$ менше 11 °С. Також при переході на теплостачання від теплової котельні відкривається засувка №7 для запобігання замерзання теплоносія. За всі процеси відповідає вільнопрограмований контролер *AL-24MR-D* марки "Mitsubishi".

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

Тепловий пункт 3: тепло- та холодозабезпечення цеху сухих кормів (ЦСК)

Для роботи даного теплопункту необхідно привести сигнал роботи теплового насоса *Oilon* з основного теплопункту. В разі зупинення теплового насоса для покриття потреб по теплу приводиться в дію клапан і відкривається засувка №1.

4.6 Висновки з розділу 4

В даному розділі були передбачені заходи з установки, прокладки та використання теплових мереж від головного теплового пункту, де знаходиться тепловий насос до індивідуальних теплових пунктів цехів сухих та вологих кормів і лабораторного корпусу. Усі заходи відповідають державним стандартам та будівельним нормам. Весь контроль здійснюється автоматикою, тому черговому не обов'язково знаходитись на робочому місці. У разі виникнення надзвичайної ситуації автоматика подає сигнал спеціальній службі.

| | | | | | | | | | |
|--------|----------------|-------------|------------------|--------|------|--|--|--|------|
| Інв. № | Підпис та дата | Зам. інв. № | | | | | | | Арк. |
| | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | | | |

зі стабільним завантаженням виробництва, а мінімум – відповідно найбільш теплому місяцю неопалювального сезону з найбільшими перервами на виробничих лініях.

Згідно зібраних даних мінімальне споживання газу за добу становить 215 м³/пр. газу у квітні 2014 р., а максимум 3161 м³/пр. газу у грудні 2015 р. Середня добова витрата змінюється від 1550 до 2150 м³/пр. газу за добу відповідно в літній та опалювальний сезон. Показники лічильників котельні та сушарки перераховані з врахуванням показників коректора комерційного обліку газу, що дає адекватну оцінку витрати газу. Облік газу котельні ведеться оператором котельні з занесенням до журналу. В котельні та безпосередньо в цехах відсутні лічильники витрати пари по технологічним, опалювально-вентиляційним та лініям гарячого водопостачання. Таким чином для оцінки витрати тепла на цілі опалювання та вентиляції виконано розрахунок з врахуванням середньодобових температур [1].

Споживання тепла безпосередньо на цілі опалювання наведено у табл. 5.2 у перерахунку до проектної потужності, що визначена у табл. 1. Середньодобові, максимальні та мінімальні температури визначені на основі [1-2] для Львівського регіону. Кількість тепла у табл. 5.2. розраховано на температуру повітря у приміщенні +18,0 °С, що відповідає середній температурі для приміщень різного призначення. Система опалення та вентиляції кожного цеху розрахована на температурний режим 95-70 °С або 80-60 °С, що свідчить про неуніфікований підбір обладнання внутрішніх мереж виробництва.

| | | | | | | | | | | |
|--------|----------------|-------------|------|--------|------|--|--|--|------------------|------|
| Інв. № | Підпис та дата | Зам. інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | 73 |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | | | | |

Таблиця 5.2 - Споживання тепла на опалення у 2016 р.

| Місяць року | Середня температура за добу, °С | Максимум температури повітря, °С | Мінімум температури повітря, °С | Середня потужність системи опалення та вентиляції, кВт | Споживання тепла на систему опалення, МВт год |
|-------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--|---|
| Січень | -2 | 8 | -15 | 418,6 | 304,4 |
| Лютий | 4 | 9 | -8 | 296,1 | 215,3 |
| Березень | 9 | 20 | 2 | 194,0 | 112,9 |
| Квітень | 11 | 22 | 4 | 153,2 | 55,7 |
| Травень | 16 | 27 | 7 | 0,0 | 0,0 |
| Червень | 20 | 28 | 12 | 0,0 | 0,0 |
| Липень | 24 | 30 | 16 | 0,0 | 0,0 |
| Серпень | 23 | 34 | 11 | 0,0 | 0,0 |
| Вересень | 19 | 26 | 4 | 0,0 | 0,0 |
| Жовтень | 12 | 25 | -2 | 132,7 | 48,3 |
| Листопад | 8 | 21 | -5 | 214,4 | 155,9 |
| Грудень | 3 | 9 | -11 | 316,5 | 230,2 |

Таким чином середня споживана потужність систем опалення та вентиляції складала у січні у 418,6 кВт, а максимальна споживана потужність при розрахунку на -15 °С сягала 684 кВт. Середні потужності наведені у табл. 5.2 використаємо для визначення потужності теплового насоса з максимальним його завантаженням.

Таблиця 5.3 - Споживання тепла на цілі опалення та вентиляції у 2016 р.

| Середня температура за добу | Максимум температури повітря | Мінімум температури повітря | Середня потужність системи опалення та вентиляції | Споживання тепла на систему опалення та вентиляції |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|---|--|
| °С | °С | °С | кВт | МВт год |
| -0,2 | 33 | -19 | 381,9 | 1603,9 |

| | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|------------------|--------|------|--|--|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | Арк. |
| | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | | | |

Розрахунок проектних навантажень для оцінки економічних показників роботи теплового насоса буде виконано згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-272010 «Будівельна кліматологія», ДБН В.2.5-77-2014 «Котельні», ДБН В.2.5-67 2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [2-4]. Згідно перерахованих вище норм споживання тепла для цілей опалення та вентиляції виробничих приміщень підприємства отримано наступні показники у табл. 3 з врахуванням проектних показників табл. 1.

Інша значна частина споживання теплової енергії від котельні, яка буде забезпечена за рахунок теплового насоса – це часткове або повне зняття навантажень на підігрів води, що дозволить знизити залежність виробництва від закупівлі природного газу:

- гаряче водопостачання адміністративних та виробничих приміщень;
- гаряче водопостачання технологічних потреб до 65 °С;
- підігрів води системи підживлення котельні.

Загальний облік споживання води на виробництві ведеться по вузлам, що дає можливість оцінити потреби в тепловій енергії на нагрів води. Облік споживання води не відображає специфіку потреб тепла на нагрів води з наступних причин:

- об'єм води загальний, тобто враховує господарсько-побутові, технологічні та інші потреби;
- нагрів води відбувається при непостійній її витраті;
- нагрів води для різних потреб виконується до різних температур від 45 °С до 95 °С.

Облік води, що нагрівається, по ділянкам ведеться за допомогою лічильників некомерційного призначення. З журналу контролю витрати води встановлено середні значення споживання води, які складають:

- цех виробництва сухих кормів – 30 м³/місяць;
- цех виробництва вологих кормів – 190 м³/місяць;
- споживання води на підживлення системи котельні – 500 м³/місяць .

Споживання тепла від котельні на потреби гарячого водопостачання (ГВП) з нагрівом від 10 °С до 55 °С розраховано і відображено в табл. 5.4.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|----|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | Арк. | |
| | | | | | | | | | | 75 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | ТП 81мп 17 03 ПЗ | |
| | | | | | | | | | | |

Таблиця 5.4 - Споживання тепла від газової котельні на потреби ГВП

| Місяць року | Цех сухих кормів, м ³ | Цех вологих кормів, м ³ | Підживлення системи котельні, м ³ | Затрати тепла на нагрів води, МВт год | Необхідна потужність для нагріву, кВт |
|-------------|----------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Січень | 30 | 190 | 665 | 46,3 | 63,7 |
| Лютий | 30 | 190 | 570 | 41,3 | 56,9 |
| Березень | 30 | 190 | 703 | 48,3 | 66,4 |
| Квітень | 30 | 190 | 475 | 36,4 | 50,0 |
| Травень | 30 | 190 | 570 | 41,3 | 56,9 |
| Червень | 30 | 190 | 665 | 46,3 | 63,7 |
| Липень | 30 | 190 | 570 | 41,3 | 56,9 |
| Серпень | 30 | 190 | 665 | 46,3 | 63,7 |
| Вересень | 30 | 190 | 665 | 46,3 | 63,7 |
| Жовтень | 30 | 190 | 570 | 41,3 | 56,9 |
| Листопад | 30 | 190 | 798 | 53,3 | 73,3 |
| Грудень | 30 | 190 | 760 | 51,3 | 70,5 |

Розрахунок показав середню потужність для нагріву води на технологічні потреби та підживлення системи котельні у 50-73,3 кВт в залежності від умови роботи виробництва. Споживання води на потреби є нерівномірним протягом доби і коливається в залежності від завантаження виробничих ліній, чергування змін робочого персоналу та втрати у контурі «пар-конденсат».

5.3 Аналіз існуючого стану холодопостачання

Холодопостачання виробництва здійснюється місцевими холодильними машинами з виносними випарниками. Приміщення розподілені за призначенням, кожному з яких відповідає свій рівень температур від +18 °С до -28 °С. Основні існуючі та запроектовані холодильні потужності призначені для цеху виробництва вологих кормів для забезпечення технологічних температур в виробничих та складських приміщеннях.

Проектна потужність першої та другої черги виробництва вологих кормів складає 177,11 кВт з яких 50 кВт для підтримання нормованої температури у виробничих

| | |
|----------------|--|
| Зам. інв. № | |
| Підпис та дата | |
| Інв. № | |

| | | | | | |
|-----|--------|------|--------|--------|------|
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |
| | | | | | |

ТП 81мп 17 03 ПЗ

Арк.

76

приміщеннях. Холодильний агент подається до випарника вентиляційної камери.

Центральна система кондиціонування повітря цеху виробництва сухих кормів відсутня, що призводить до підвищення температури повітря в літній період до 30-35 °С. Для охолодження свіжого повітря, що подається до виробничих приміщень через припливну установку продуктивністю 40 тис. м³, необхідна потужність холодильної установки до 150 кВт.

5.4 Висновки та визначення цілей технічного переоснащення

Аналізуючи існуючий стан тепло- та холодозабезпечення зроблено наступні висновки:

1. Облік тепла на цілі опалення і вентиляцію, а також гарячого водопостачання (технологічне та адміністративно-побутове) не ведеться, що обмежує можливість вибору технічних рішень. З отриманих за допомогою розрахунку середніх навантажень на систему опалення та вентиляції для цехів сухих та вологих кормів, нового адміністративного корпусу рекомендуємо обрати теплову потужність теплового насоса 419 кВт, яка відповідає найбільшій середньомісячній потужності системи опалення та вентиляції. З розрахунку по нормованим показникам згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-272010 «Будівельна кліматологія» потужність системи опалення та вентиляції має бути на рівні 382 кВт. Таким чином рекомендована потужність теплового насоса з максимальним завантаження систем опалення та вентиляції має складати 382 – 419 кВт.

2. З виконаного розрахунку теплового навантаження на систему гарячого водопостачання та підживлення системи котельні з нагрівом води до 55 °С видно, що потужність системи з рівномірним нагрівом протягом доби має складати 73 кВт. Проект розширення виробництва цеху вологих кормів передбачає будівництво ще однієї лінії, що призведе до підвищення втрат конденсату в технологічних лініях. Таким чином в розділі «техніко-економічні показники» з врахуванням розширення виробництва розрахункова середньорічна потужність на систему гарячого водопостачання (технологічне та адміністративно-побутове) приймається на рівні 100 кВт.

Система холодопостачання цехів виробництва вологих та сухих кормів має два напрямки – кондиціонування і система технологічного холоду складів та виробництва. Технологічний холод для підтримання температури в приміщенні нижче 10 °С не рекомендовано виконувати без випарного теплообмінника з точки зору економічної ефективності роботи системи охолодження та інвестицій. Охолодження повітря є доцільним за допомогою теплового насоса для підтримання температури в приміщенні на

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | | Арк. 77 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | ТП 81мп 17 03 ПЗ | |

рівні 10-18 °С. Таким чином корисна холодильна потужність теплового насоса має повністю забезпечити 50 кВт і 150 кВт систем кондиціонування відповідно цехів виробництва вологих та сухих кормів.

5.5 Опис можливих варіантів оптимізації системи теплозабезпечення

Метою даного проекту є визначення найбільш оптимального варіанту впровадження теплового насоса фірми *Oilon* для цілей тепло- та холодозабезпечення. Необхідно врахувати існуючий стан виробництва, визначити можливі засоби підвищення енергоефективності та запропонувати рішення, що дозволять виконувати основні функції протягом року – тепло- та холодозабезпечення виробництва.

Пропонується два рішення, що відповідають потужності, яка є визначена у розділі 2 даної роботи:

1. Технічне переоснащення системи тепло- та холодозабезпечення виробництва кормів з використанням теплового насоса *S180* фірми *Oilon*. Система призначена для виконання технологічних та опалювальних функцій теплозабезпечення протягом року з повним покриттям холодозабезпечення системи кондиціонування промислових та адміністративних приміщень. Тепловий насос призначений для підтримання температурного графіку 67/50 °С системи теплозабезпечення та графіку 12/6 °С системи кондиціонування.

2. Технічне переоснащення системи тепло- та холодозабезпечення виробництва кормів з використанням теплового насоса *P220* фірми *Oilon*. Система призначена для виконання технологічних та опалювальних функцій теплозабезпечення протягом року з повним покриттям холодозабезпечення системи кондиціонування промислових та адміністративних приміщень. Тепловий насос призначений для підтримання температурного графіку 67/50 °С системи теплозабезпечення та графіку 12/6 °С системи кондиціонування. Тепловий насос може працювати з графіком 80/60 °С системи теплозабезпечення, що дозволить знизити затрати на додаткове обладнання.

Окрім двох моделей теплового насоса пропонується дві принципові схеми головного теплового пункту, які враховують рекомендації робіт [5-7]. Кожна схема має свої переваги та недоліки. Принцип роботи та опис кожного варіанту описані в даному розділі, техніко-економічні показники приведені у розділі 4 з врахуванням особливостей кожної схеми.

Визначене місце встановлення теплового насосу – приміщення градирні, яке забезпечене підключенням силової електричної лінії. До приміщення градирні вже є підведене основне джерело тепла для теплового насоса – скидне тепло виробництва вологих кормів.

| | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|------------------|--------|------|------|--------|------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | Арк. |
| | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | |

В тепловому насосі використовується холодильний агент фреон *R134a* [8], який є безпечним для озонового шару та дозволений на території України. Випарник та конденсатор виконані з паяних пластинчатих теплообмінників.



Рисунок 5.1 - Тепловий насос *S180* фірми *Oilon*

Компресор гвинтового типу, керування якого виконується за допомогою частотного перетворювача, дозволяє розширити діапазон керування до 40-100 % та зменшити відповідно споживання електроенергії компресором теплового насоса. Система керування дозволяє керувати системою в автоматичному та напівавтоматичному режимі.

Основою роботи теплового насоса є необхідність нижнього джерела теплової енергії від якого буде відбуватись відбір тепла. На підприємстві присутня технологічна лінія охолодження стерилізаторів виробництва вологих кормів. Охолодження стерилізаторів на даний момент виконується за рахунок пом'якшеної води температурою 20-30 °С. Вода після стерилізаторів нагрівається до 40-130 °С подається на охолодження до баку запасу нагрітої води. Циркуляція води між баком нагрітої та охолодженої води виконується за допомогою насосів продуктивністю 50 та 36 м³/год, а скидання тепла виконується на відкритій градирні вентиляторного типу *Baltimore VTL 126 L* з максимальним розсіюванням тепла 1600 кВт.

Режим роботи градирні (продуктивність, потужність та температура теплоносія) на пряму залежить від завантаження технологічної лінії виробництва. По проекту повна продуктивність цеху вологих кормів забезпечується роботою трьох стерилізаторів зі скиданням тепла до 1600 кВт. Графік роботи градирні див. на рис. 2.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |



Рисунок 5.3 - Тепловий насос P220 фірми Oilon

Тепловий насос P220 фірми Oilon має аналогічну конструкцію як і S180, але має основну відмінність – 3 компресори поршневого типу, які дозволяють отримати теплоносій до 80 °С при використанні фреону R134a. Два компресори мають частотні перетворювачі, що дозволяє отримати діапазон керування до 25-100 % та зменшити відповідно споживання електроенергії компресором теплового насоса.

Можливість отримати необхідну кількість тепла від теплового насоса з потенціалом у 80 °С дозволяє відмовитись від використання тепла від котельні у всьому діапазоні температурного графіку 80 – 60 °С.

Таблиця 5.6 - Режимні характеристики теплового насоса P220

| COP | Теплова потужність | Електрична потужність | Холодильна потужність | Режим роботи випарника | | Режим роботи конденсатора | |
|-------|--------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----|---------------------------|----|
| | ±5% | ±5% | ±5% | вх./вих. | | вх./вих. | |
| | кВт | кВт | кВт | °С | | °С | |
| 3,01 | 295 | 98 | 197 | 10 | 5 | 40 | 67 |
| 3,25 | 346 | 106 | 240 | 15 | 9 | 40 | 67 |
| 3,45 | 389 | 113 | 276 | 20 | 12 | 40 | 67 |
| 4,041 | 521 | 129 | 392 | 30 | 20 | 40 | 67 |
| 4,97 | 729 | 147 | 582 | 40 | 30 | 40 | 67 |
| 2,3 | 240 | 105 | 135 | 10 | 5 | 60 | 80 |
| 2,5 | 284 | 114 | 170 | 15 | 9 | 60 | 80 |
| 2,62 | 319 | 122 | 197 | 20 | 12 | 60 | 80 |
| 3,03 | 431 | 142 | 289 | 30 | 20 | 60 | 80 |

| | |
|----------------|--|
| Зам. інв. № | |
| Підпис та дата | |
| Інв. № | |

| | | | | | |
|-----|--------|------|--------|--------|------|
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата |
| | | | | | |

| | | | | |
|------------------|--|--|--|--|
| ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | |
| Арк. 82 | | | | |

5.7 Оптимізація схеми впровадження теплових насосів тепло- та холодопостачання

Розглянуто 2 варіанти реалізації схем, що працюють за двома основними режимами – опалювальний сезон та літній і перехідний період. В опалювальний сезон тепловий насос виконує дві функції: охолодження води, що йде на градирню, та забезпечення системи теплопостачання максимально необхідною кількістю тепла, яку можна передати до системи опалення та гарячого водопостачання. В літній та перехідні сезони тепловий насос забезпечує пріоритетне виробництво холоду для системи кондиціонування і вторинне виробництво гарячої води для систем гарячого водопостачання та підігріву підживлювальної води на котельні.

Варіант 1: Незалежна теплонасосна схема з контурами заповненими теплоносієм після Na фільтрів котельної.

Дане принципове рішення має наступні свої переваги:

- підвищена надійність роботи випарника та конденсатора теплового насоса, що забезпечується хімічно підготовленою водою;
- незалежність роботи кожного контуру по температурному режиму.

Контур з трубопроводами X – система холодозабезпечення, T – теплопостачання. Робота первинних контурів керується системою управління теплового насоса за допомогою циркуляційних насосів K3 та K4.

Контур системи холодопостачання

Система керування регулює роботу насоса K3 за допомогою частотного регулювання для забезпечення економічної ефективності роботи системи. Даний насос буде забезпечувати необхідну витрату води через випарник теплового насоса та гідравлічний розподільувач K2. До колектора холодопостачання підведено 4 лінії:

1. Утилізація тепла від цеху виробництва вологих кормів, що розсіюється на градирні. Робота контуру регулюється насосом K5 та трьохходовим регулюючим краном, які забезпечують не перевищення температури теплоносія вище 45 °С, яка є обмеженою умовами роботи теплового насоса. Контур гідравлічно розділений з теплоносієм градирні за допомогою пластинчатого теплообмінника K11. Теплообмінний апарат розрахований на відбір тепла до 350 кВт, що забезпечить необхідну максимальну потужність теплового насоса S180/P220 у 500 кВт.

2. Аварійна лінія відбору тепла від баків запасу води в 600 м³ на випадок зупинки технологічних ліній цеху вологих кормів. Контури теплового насоса та баків запасу води

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

розділені гідравлічно теплообмінником K12 потужністю 200 кВт. Циркуляція теплоносіїв забезпечується насосами K6 та K9.

3. Лінія забезпечення потреб системи кондиціонування повітря цеху виробництва сухих кормів потужністю до 150 кВт в літній та перехідні періоди. В опалювальний період дана лінія відключена від роботи. Циркуляція води забезпечується за рахунок насоса K7. Керування системою регулювання температури в приміщеннях виконується безпосередньо в межах теплового пункту та розподільчими пристроями.

4. Лінія забезпечення потреб системи кондиціонування повітря цеху виробництва вологих кормів потужністю до 50 кВт в літній та перехідні періоди. В опалювальний період дана лінія відключена від роботи. Циркуляція води забезпечується за рахунок насоса K8. Керування системою регулювання температури в приміщеннях виконується безпосередньо в межах теплового пункту та розподільчими пристроями.

Всі контури можуть працювати за необхідності разом, але це є недоцільним. Тому на всі контури встановлено власні насоси для забезпечення необхідної витрати та напору і забезпечення економії електроенергії.

Кожен контур можна відключати за допомогою автоматичного або механічного керування.

Контур системи тепlopостачання

Циркуляцію теплоносія забезпечено за допомогою здвоєного циркуляційного насоса з сухим ротором K4, який має частотне регулювання режимом роботи. Насос підібраний під максимальну продуктивність системи опалення та гарячого водопостачання, так як основним споживачем теплової енергії є гребінка системи опалення у цеху виробництва сухих кормів. До колектора системи тепlopостачання підключено 3 гілки:

1. Гілка системи тепlopостачання до цеху виробництва сухих кормів та котельні потужністю до 450 кВт. Керування відбувається по температурному графіку за рахунок регулюючого елемента. Безпосереднє керування системою гарячого водопостачання та опалення відбувається у межах котельні та теплового пункту, який рекомендовано виконати поруч з котельнею. В літній період теплове навантаження з врахуванням розширення будівництва складатиме до 100 кВт з безпосереднім керуванням у теплового пункті. В опалювальний та перехідний період теплове навантаження до 450 кВт.

2. Гілка системи опалення та тепlopостачання до цеху виробництва вологих кормів до 100 кВт. Керування відбором тепла з колектору виконується за температурним графіком регулюючим краном з приводом. Кінцеве керування системою гарячого водопостачання та опалення відбувається у межах теплового пункту, який рекомендовано виконати в межах вентиляційної камери або іншого приміщення. В літній період витрата

| | |
|----------------|--|
| Зам. інв. № | |
| Підпис та дата | |
| Інв. № | |

| | | | | | |
|-----|--------|------|------|--------|------|
| | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата |

ТП 81мп 17 03 ПЗ

Арк.

84

виробництві корисного холоду (контур теплового насоса гідравлічно не розділений з теплоносієм контуру градирні за допомогою теплообмінника). Подача води від баків запасу води градирні виконується насосом K12.

5.8 Техніко-економічні показники

Основні показники, які використані для оцінки ефективності впровадження теплового насоса *Oilon*, для забезпечення цілей тепло- та холодостачання – це витратні показники на експлуатацію та капіталовкладення для реалізації проекту.

Таблиця 5.7 - Вартість проекту на основі теплового насоса *S180*

| Найменування | Вартість, тис. грн. | Вартість, тис. дол. США |
|--|---------------------|-------------------------|
| Тепловий насос <i>Oilon S180</i> , Фінляндія | 3380 | 135,2 |
| Основне обладнання теплового пункту: - Насоси циркуляції - Теплообмінне обладнання | 627,5 | 25,1 |
| Арматура та регулююче обладнання | 680 | 27,2 |
| Автоматика | 412,5 | 16,5 |
| Проектування | 372,5 | 14,9 |
| Монтажні та пуско-налагоджувальні роботи | 500 | 20,0 |
| Всього | 5972,5 | 238,9 |

| | | | | | | | | | |
|--------|----------------|-------------|--------|--------|------|------------------|--|--|------|
| Інв. № | Підпис та дата | Зам. інв. № | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 86 |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | |

Таблиця 5.8 - Вартість проекту на основі теплового насоса P220

| Найменування | Вартість, тис. грн. | Вартість, тис. дол. США |
|---|---------------------|-------------------------|
| Тепловий насос <i>Oilon P220</i> , Фінляндія | 3935 | 157,4 |
| Основне обладнання теплового пункту: - Насоси циркуляції - Теплообмінне обладнання | 590 | 23,6 |
| Арматура та регулююче обладнання | 680 | 27,2 |
| Автоматика | 412,5 | 16,5 |
| Проектування | 372,5 | 14,9 |
| Монтажні та пуско- налагоджувальні роботи | 500 | 20,0 |
| Всього | 6490 | 259,6 |

Отримані техніко економічні показники отримані для двох варіантів теплових насосів *S180* та *P220* фірми *Oilon*, Фінляндія. Розрахунок виконаний на однаковий температурний режим нагріву теплоносія до 50/67 °С та систему холодозабезпечення 6/12°С.

Іншою позитивною стороною використання теплового насоса є зниження втрат пом'якшеної води в циклі градирня – стерилізатор. Розрахунок втрат води (табл. 9) виконано за опалювальний період з роботою 3-х пакувальних ліній. Для приведення розрахунків до реальних показників використано понижуючий коефіцієнт 0,75 та враховано лише 180 діб зимнього періоду, бо саме в цей період буде основне зниження завантаження градирні. В розрахунку використано коефіцієнт зростання цін на воду у 5,6 % за рік для відображення динаміки цін аналогічно до розрахунку цін енергоносіїв та курсу валют.

| | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|------------------|--------|------|------|--------|------|------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | Арк. 87 |
| | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | |

системи опалення на нове обладнання. Будова компресорів – поршневі, що вимагає ретельнішого та частішого обслуговування.

З техніко-економічного розрахунку більш ефективним є використання теплового насоса *P220*, але він є дорожчий та має вищі експлуатаційні затрати ніж у теплового насоса *S180*. Для ефективного використання його треба максимально завантажити з врахуванням розділів 2, 3 та 4.

3) Схемні рішення головного теплового пункту з тепловим насосом відрізняються по надійності роботи теплового насоса. Рекомендуємо використати схему з незалежним підключенням джерел теплової енергії.

4) Динаміка змін цін на енергоносії говорить про нестабільність ринку, що може привести до стрибкоподібного зростання вартості природного газу. Таким чином використання теплового насоса є економічно обґрунтованим і строки окупності можуть стрімко зрости при зростанні ціни на газ додатково на 10-20 %.

5) Теплові пункти підготовки гарячої води цехів вологих та сухих кормів виконати з використанням баків непрямого нагріву внаслідок непостійності розбору води, що дасть можливість акумулювати тепло. Ємність баків використати об'ємом не більше 1 м³. Передбачити на котельні можливість виконання нагріву підживлювальної води за допомогою швидкісного теплообмінника.

6) За допомогою теплового насоса можна значно покращити санітарно-виробничі умови по холодо- та теплотзабезпеченню виробництва. Також знизяться екологічно шкідливі викиди в атмосферу за рахунок зниження навантаження на котельню. Таким чином об'єм викидів NO_x виробництвом зменшиться на 32 %.

7) Тепловий насос забезпечить значне підвищення енергонезалежності підприємства та значне зниження енергетичної складової собівартості продукції.

| | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | | |

устаткування. Перевіряти збіг отворів в деталях, які монтуються, пальцями рук не допускається.

При монтажі устаткування повинна бути виключена можливість мимовільного або випадкового його включення.

При переміщенні устаткування відстань між ними і виступаючими частинами змонтованого устаткування або інших конструкцій повинні бути по горизонталі не менш 1м, по вертикалі - 0,5 м.

6.1.1 Заходи по забезпеченню безпечної експлуатації основного і допоміжного устаткування теплових пунктів та котельні

Основне й допоміжне устаткування розміщається в призначеному приміщенні. Проектом передбачені нормативні проходи для обслуговування устаткування. Для обслуговування трубопроводів і арматури водогрійних котлів передбачені площадки на відмітці 2,0 м.

Відстань між елементами устаткування, а також між устаткуванням і стінами приміщень приймається більше 1 м. Ширина основного проходу дорівнює 2 м.

Висота від підлоги до низу виступаючих конструкцій у місцях регулярного проходу персоналу, обслуговування трубопроводів і арматур водогрійних котлів становить 2м.

Для забезпечення нормальних умов експлуатації устаткування котельні проектом передбачається установка контрольно-вимірювальних приладів, запобіжних пристроїв і запірної арматури.

Устаткування й трубопроводи з температурною більше +45С теплоізолювані й пофарбовані в відповідні кольори згідно з вимогам. Пізнавальне кольорове пофарбування трубопроводів виконується суцільним по всій поверхні комунікацій у відповідності з ГОСТ 14202–69. [10]

Сигнальні кольори і знаки безпеки для привернення уваги працюючих до безпосередньої небезпеки, попередження про можливу небезпеку, приписи і дозволи визначених дій з метою забезпечення безпеки, а також необхідну інформацію, виконувати згідно з ДСТУ ISO 6309:2007. [11]

Всі струмоприймачі заземлені відповідно вимогам розділу ПУЭ-2017.

Для продувки газопроводів перед пуском, а також для викиду газу, що просочується через нещільності запірної арматури запроектовані продувний газопровід та газопровід безпеки.

| | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | Арк. 92 |
| | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | |

Тяжкість враження електричним струмом залежить від цілого ряду факторів: значення сили струму, електричного опору тіла людини і тривалості протікання через нього струму, роду й частоти струму, індивідуальних властивостей людини й умов навколишнього середовища.

Основним фактором, що обумовлює той або інший ступінь ураження людини, є сила струму. Найбільша небезпека виникає при безпосередньому проходженні струму через життєво важливі органи людини.

Вплив стану навколишнього середовища враховується класифікацією приміщень і умов праці по небезпеці ураження електричним струмом. Напруги, допустимих дотику і струми, що протікають через тіло людини при нормальному (неаварійному) та аварійному режимі електроустановки, не повинні перевищувати значень, зазначених у табл. 6.1 ПУЕ-2017

Таблиця 6.1 - Допустимі напруги і струми дотику

| t (сек) | До 0,1 | До 0,2 | До 0,5 | До 0,7 | До 0,9 | >1 сек. до 5 сек. |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------|
| $U_{1\text{доп.дот}} (В)$ | 500 | 400 | 200 | 130 | 100 | 65 |

Організаційні й технічні заходи щодо забезпечення електробезпеки полягають, в основному, у відповідному навчанні, інструктажі й допуску до роботи осіб, що пройшли медичний огляд і виконанням ряду технічних заходів при проведенні робіт з електроустановками, дотриманні додаткових вимог при роботах із частинами, що перебувають під напругою.

6.1.2.1 Технічні рішення по запобіганню електротравм при дотику до нормально струмоведучих частин електрообладнання (нормальний режим роботи)

Зовнішні електропроводки виконані на відстані від підлоги: 2,5 метрів над робочим місцем; 3,5 метрів над проходами; 6 метрів над проїздами.

Струмоведучі частини електроустановок ізольовані, огорожені й розміщені в місцях недоступних для дотику до них (на недоступній висоті або в металевих шафах). Відстані між огороженнями й струмоведучими частинами 0,35 метра. Застосовуваний тип кабелів - АВВТ. Кабелі прокладаються на кабельних конструкціях і в електрозварних трубах.

Застосування малих напруг по [5]:

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|--|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | | |

6.2 Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії.

6.2.1 Параметри мікроклімату в приміщенні котельної

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 [12] під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат їхнього внутрішнього середовища, що впливають на організм людини: температура, вологість, швидкість руху повітря і теплові випромінювання.

Норми на оптимальні і допустимі значення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони (робочого місця) приміщень у залежності від періоду року і категорії виконуваних робіт. Крім того, допустимих температур повітря встановлюють різні для постійних і непостійних робочих місць.

Поділ робіт на категорії проводиться в залежності від загальної енерговитрати організму працівника. Відповідно до характеру робіт у відзначеному приміщенні, фізичні роботи середньої важкості (категорія Пб) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 233 - 290 Вт (201-250 ккал/год.) До категорії Пб належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Показники мікроклімату в приміщенні котельні регламентуються ДСН наведені в табл. 6.2 окремо для холодного і теплого періодів року.

Таблиця 6.2 - Показники мікроклімату

| Період року | Параметр мікроклімату | Параметри мікроклімату відповідно ДСН 3.3.6.042-99 | |
|-------------|-------------------------------|--|------------|
| | | оптимальний | допустимий |
| Холодний | Температура, С° | 22-24 | 18-26 |
| | Відносна вологість повітря, % | 40-60 | 75 |
| | Швидкість руху повітря, м/с | 0,1 | 0,1 |
| Теплий | Температура, С° | 22-25 | 18-26 |
| | Відносна вологість повітря, % | 40-60 | 75 |
| | Швидкість руху повітря, м/с | 0,1 | 0-1 |

Дотримання умови мікроклімату в межах норми забезпечується: у холодний період опалення приміщення котельні здійснюється за рахунок тепловиділень від

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. 96 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

6.3.3 Пожежна безпека

Небезпека виникнення пожежі в ампульному цеху пов'язана з наявністю великої кількості хімічних речовин (пальне, масло, системне змащування), розгалуженого кабельного господарства з великими струменевими навантаженнями, високих температур теплоносіїв та вихідних газів, поверхні тепломеханічного устаткування, водню в системі охолодження генератора і т. ін.

У відповідності з вимогами ДБН В.1.1-7-2016, та у зв'язку від характеру речовин, що використовуються у виробництві та їх кількості, надбудова, що проектується відноситься до виробництва категорії Г, вогнестійкість будівель характеризується II-им ступенем згідно з ДБН.В.1.1-7-2002 за вогнестійкістю.

На обладнанні передбачається комплекс заходів, що передбачають як профілактику, так і спеціальні системи для знаходження і гасіння пожежі. Протипожежна профілактика забезпечується дотриманням норм і правил пожежної безпеки.

Джерелами загоряння в приміщенні можуть бути: коротке замикання, перевантаження електромереж, захламленість приміщення, несправність освітлювальних приладів, діяльність оператора.

Тому для запобігання пожежі прийняті наступні заходи:

- застосовуються плавкі запобіжники, електромагнітні розціплювачі для захисту від короткого замикання і струмів тривалих перевантажень; мережа з напругою 220 В виконана проводами у вінілплатових трубах, прокладена в підлозі і стінах.
- освітлювальні установки піддаються постійному нагляду: регулярному очищенню освітлювальних приладів, своєчасній заміні перегорілих ламп, поточному і профілактичному ремонту;
- проводиться контроль за справністю електропроводки;

В якості вогнегасного засобу застосовується розпилена вода, згідно з ДБН В.2.5-56-2014 [15]. Установкою автоматичного водяного пожежегасіння захищаються кабельні приміщення, маслогосподарства турбоагрегатів. На розподільчій мережі АПГ кабельних приміщень встановлюються зрошувачі ДВ-10; для гасіння трансформаторів і маслогосподарства застосовані зрошувачі ОПДР-15.

Автоматичний пуск системи пожежегасіння виконується:

- для кабельних приміщень від датчиків пожежної сигналізації типу ДИП-2 з пультами ППС-3;

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | 101 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

- для блочного трансформатора і трансформаторів в.п. від релейного захисту трансформаторів;

Управління всіма системами пожежегасіння здійснюється від панелей пожежегасіння, які встановлені в приміщенні ЦЦУ та кнопками управління засувками пожежегасіння на місцях.

Кількість, розташування та умови зберігання вогнегасників відповідають вимогам ДСТУ 3675-98 та I.SO 3941-2007, в операторській розташовано 2 вуглекислотних вогнегасника ВВК-2.

В робочих приміщеннях виконано усі вимоги НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні».

| | | | | | | | | |
|--------|----------------|-------------|-------|--------|------|--|------------------|------|
| Інв. № | Підпис та дата | Зам. інв. № | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | 102 |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док | Підпис | Дата | | | |

ВИСНОВКИ

У магістерській дисертації був розроблений проект модернізації схеми виробництва кормів за допомогою теплового насоса.

Було розглянуто 2 варіанта оптимізації теплової схеми з двома різними тепловими насосами. З економічної точки зору, кошторис на їх впровадження відрізнявся несуттєво тому критерієм вибору стала надійність роботи теплового насоса, яку забезпечував гвинтовий нагнітач, а отже остаточним вибором став насос типу S180.

Котельня працює на паливі – природний газ. Робоча тепла потужність теплового насоса становить 320 кВт, а загальна холодильна потужність становить 200 кВт. Схема має три контури теплопостачання та холодопостачання: на радіаторне опалення для зимового періоду, систему гарячого водопостачання, розраховану на цілий рік та холодопостачання для літнього періоду.

Тепловою схемою передбачено отримання теплоносія – води з температурою 67/40°C для опалення цехів сухих, вологих кормів, та лабораторного корпусу. Для системи холодопостачання температурний графік становить 12/6 °C

Максимальна витрата теплоти на опалення будівель може сягати – 0,684 МВт,

При проведенні аварійних робіт, проектом передбачено опалення теплових пунктів від електричних конвекторів.

Тепловий насос знімає частину навантаження з котельні, вирішуючи цим питання економії дорогоцінного газу. У попередніх розділах було визначено ціну на імплементацію даної схеми та пораховано додаткову економію за рахунок зменшення витрат води. Таким чином термін окупності не сягає 5-х років.

Динаміка змін цін на енергоносії говорить про нестабільність ринку, що може привести до стрибкоподібного зростання вартості природного газу. Таким чином використання теплового насоса є економічно обґрунтованим і строки окупності можуть стрімко зрости при зростанні ціни на газ додатково на 10-20 %.

За допомогою теплового насоса можна значно покращити санітарно-виробничі умови по холодо- та теплозабезпеченню виробництва. Також знизяться екологічно шкідливі викиди в атмосферу за рахунок зниження навантаження на котельню. Таким чином об'єм викидів NOx виробництвом зменшиться на 32 %.

Тепловий насос забезпечить значне підвищення енергонезалежності підприємства та значне зниження енергетичної складової собівартості продукції.

| | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--------|-----|--------|------|--------|--------|------|------------------|------|
| Зам. інв. № | Підпис та дата | Інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | 103 |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | | |



Власник документу:
Гавриш Андрій Сергійович

ID перевірки:
1000445723

Дата перевірки:
29.10.2019 14:23:56 GMT+0

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
29.10.2019 14:24:10 GMT+0

ID користувача:
77138

Назва документу: Перевірка на плагіат Гончарук П.М. ТП-81мп

ID файлу: 1000456121 Кількість сторінок: 42 Кількість слів: 13148 Кількість символів: 210451 Розмір файлу: 1139,07 KB

2.45% Схожість

Найбільша схожість: 0.95% з джерело бібліотеки. ID файлу: 4380713

0.83% Схожість з Інтернет джерелами 62 Page 14

2.45% Текстові збіги по Бібліотеці акаунту 104 Page 14

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

0% Вилучень

Вилучений текст відсутній

Підміна символів

Заміна символів 25

| | | | | | | | | | | |
|--------|----------------|-------------|-----|--------|------|------|--------|------|------------------|------|
| Інв. № | Підпис та дата | Зам. інв. № | | | | | | | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Зм. | Кільк. | Арк. | №док | Підпис | Дата | | |

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан теплоенергетичного
факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського

_____ **Є.М. Письмений**
(підпис) (ініціали, прізвище)

« _____ » _____ 2019 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «АВА.КОДС»

_____ **О.М. Василенко**
(підпис) (ініціали, прізвище)

« _____ » _____ 2019 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектно-конструкторську розробку

«Модернізація системи тепло- та холодопостачання підприємства з виробництва кормів в м.Львові»

1. Термін виконання роботи

Початок – 01.09. 2019 р.

Закінчення – 16.12. 2019 р.

2. Обґрунтування для виконання роботи

Підприємство з виробництва кормів має високі фінансові затрати на закупівлю газу. Планується збільшення виробничих потужностей, отже і збільшення споживання газу. Необхідно модернізувати теплову схему і зменшити витрати капіталу на скільки це можливо враховуючи запас на розширення виробництва.

3. Мета роботи

Підвищення техніко-економічних показників виробництва на основі модернізації технологічних циклів тепловими насосами та визначення обрання найбільш вигідної схеми для виробництва кормів у місті Львові.

4. *Зміст основних етапів виконання роботи*

Розрахунки теплових навантажень споживачів.

Вибір теплового насоса.

Вибір основного та допоміжного обладнання.

Теплові мережі підприємства.

Технічні рішення та теплові схеми додаткових теплових пунктів.

Графічний матеріал:

- теплова схема головного теплового пункту;.

- розміщення обладнання та трубопроводів в головному та індивідуальних теплових пунктах;

5. *Матеріали, що подаються після закінчення роботи*

5.1. Пояснювальна записка (текстова частина магістерської дисертації).

5.2. Креслення.

5.3. Довідка про впровадження результатів.

6. *Порядок розгляду і приймання роботи*

Результати роботи розглядаються на засіданні ЕК із захисту атестаційних робіт освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 144 «Теплоенергетика», освітньо-професійною програмою «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження».

Керівник роботи

Виконавець

Студент гр. ТП-81мп
ТЕФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського

_____ доц. Н.О. Притула
(підпис) (посада, ініціали, прізвище)

_____ П.М. Гончарук
(підпис) (ініціали, прізвище)

«_____» _____ 2019 р.

«_____» _____ 2019 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ТОВ «АВА.КОДС»

(підпис)

О.М. Василенко
(ініціали, прізвище)

«____» _____ 2019 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів магістерської дисертації

студента КПІ ім. Ігоря Сікорського Гончарука Павла Миколайовича

Результати магістерської дисертації на здобуття ступеня магістра студента теплоенергетичного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського Гончарука П.М. на тему «Модернізація системи тепло- та холодопостачання підприємства з виробництва кормів в м. Львові» взяті на розгляд для упровадження в компанії «АВА.КОДС» в частині розрахунків теплових навантажень споживачів, розрахунків теплової схеми з тепловим насосом, розрахунків та вибору основного та допоміжного обладнання в головному тепловому пункті.

Головний інженер проекту

(підпис)

А.О. Кирилюк
(ініціали, прізвище)

«____» _____ 2019 р.

Додаток В

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ Гончарука Павла Миколайовича

| № | Найменування праць | Рукопис ні або друкова ні | Назва видавництва, журналу (номер, рік) або номер авторського свідоцтва, номер диплома на винахід | Кількість друкованих аркушів або сторінок разом | Прізвища співавторів праць |
|---|--|------------------------------------|--|--|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Оптимізація схем впровадження теплових насосів для тепло- та холодопостачання виробництва | Друк | XVII Міжнародна науково-практична конференція аспірантів, магістрів, студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», Київ, 23-26 квітня 2019 р. – НВУ «Політехніка». – 2019 Т.1. с. 313 | 1 | Притула Н.О. |

Список наукових праць Гончарука П.М.: усього 1 найменування. Список наведений на 1-ій сторінці.

Автор

Гончарук П.М.

ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

| № з/п | Формат | Позначення | Найменування | Кількість аркушів | Примітка |
|-------|--------|-------------------------|---|-------------------|----------|
| 1 | A4 | | Завдання на магістерську дисертацію | 2 | |
| 2 | A4 | ТП 81мп 17 03 ПЗ | Пояснювальна записка | 108 | |
| 3 | A1 | ТП 81мп 17 003 001 ТМК | Теплова схема | 1 | |
| 4 | A1 | ТП 81мп 17 003 002 ТМК | Розміщення обладнання і трубопроводів. План на відмітці - 1.000. Розрізи 1-1,2-2 | 1 | |
| 5 | A1 | ТП 81мп 17 003 003 ТМК | Розташування трубопроводів. План на відмітці +1,450. Розрізи | 1 | |
| 6 | A1 | ТП 81мп 17 003 001 ТМ | Монтажна схема | 1 | |
| 7 | A1 | ТП 81мп 17 003 001 ТМК1 | Теплова схема ІТП ЦВК | 1 | |
| 8 | A1 | ТП 81мп 17 003 002 ТМК1 | Розміщення обладнання. План на відмітці 0.000 | 1 | |
| 9 | A1 | ТП 81мп 17 003 003 ТМК1 | Розташування трубопроводів. Розрізи 1-1, 2-2 | 1 | |
| 10 | A1 | ТП 81мп 17 003 001 ТМК2 | Теплова схема. План розташування обладнання. Види А,Б | 1 | |
| 11 | A1 | ТП 81мп 17 003 001 ТМК3 | Теплова схема | 1 | |

| | | | | ТП 81мп 17 03 | | |
|-----------|----------|-------|------|--|---|---------|
| | ПІБ | Підп. | Дата | | | |
| Студент | Гончарук | | | Відомість магістерської дисертації | Аркуш | Аркушів |
| Керівн. | Притула | | | | | 1 |
| Консульт. | | | | | КПІ ім. Ігоря Сікорського, Каф. ТПТ, Гр. ТП – 81мп | |
| Н.контр. | Боженко | | | | | |
| Зав.каф. | Варламов | | | | | |