

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра теплоенергетики

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

магістра

(освітній рівень)

на тему Підвищення енергоефективності системи теплопостачання готельного
комплексу

08-11.МКР.058.00.000 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу групи ТЕ-18м
спеціальності 144 – Теплоенергетика

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Верещак М.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник Степанов Д. В.

(прізвище та ініціали)

Опонент Дудар І.Н.

(прізвище та ініціали)

Факультет БТЕГП
Кафедра теплоенергетики
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 144 – теплоенергетика

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТЕ
С. Й. Ткаченко
“ _____ ”
_____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Верешаку Михайлу Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Підвищення енергоефективності системи теплохолодопостачання готельного комплексу»
керівник роботи Степанов Дмитро Вікторович, к. т. н., доцент,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “02” жовтня 2019 року №254

2. Строк подання студентом роботи 26. 11. 2019 р.

3. Вхідні дані до роботи Загальна площа готелю 1784 м²; осереднена висота приміщень 3 м; питома потужність по холоду 60 Вт/м²; питома опалювальна характеристика 29 Вт/м³*К; потужність системи ГВП 185 кВт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Загальна характеристика об'єкту проектування. Аналіз літературної та патентної інформації. Раціональні режими роботи реверсивних чіллерів. Організаційно-технологічний розділ. Економічна частина.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Аксометрична схема холодопостачання готелю. Аксометрична схема підключення теплообмінника. План та розріз. Розріз схеми підключення теплообмінника. Календарний план. Функціональна схема автоматизації теплового пункту. Залежність витрат від температури теплоносія на виході з конденсатора. Залежність раціональної температури теплоносія на виході з конденсатора, що відповідає мінімуму грошових витрат.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	2	3	4
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянська І.М. к.пед.н., доцент кафедри БЖДПБ		
Економічна частина	Лялюк О. Г., к.и.н., доцент кафедри БМГА		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Характеристика об'єкту проектування	07.10.19 – 14.10.19	
2.	Аналітичний огляд літературної та патентної інформації	14.10.19 – 21.10.19	
3.	Рациональні режими роботи реверсивних чіллерів	21.10.19 – 28.10.19	
4.	Організаційно-технологічне забезпечення	28.10.19 – 04.11.19	
5.	Розробка кошторису. Аналіз економічної ефективності теплонасосної установки	04.11.19 – 11.01.19	
6.	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	11.11.19 – 26.11.19	

Студент _____ **Вершак М.В.**
(підпис)(прізвище та ініціали)

(підпис) _____ Керівник роботи _____ **Степанов Д. В.**
(прізвище та ініціали)

Анотація

В даній роботі розглядаються теплові насоси, які використовуються в системі теплопостачання готельного комплексу. В роботі проведено виконання техніко-економічного обґрунтування вибору варіанта джерела теплоти для готельного комплексу, дослідження ефективності встановлення реверсивного чіллера для забезпечення теплотою готельного комплексу, розробка технології монтажу теплопункту, розробка системи автоматизації теплопункту, розробка кошторису та розрахунок терміну окупності, розробка основних принципів по забезпеченню охорони праці та техніки безпеки. Представлено результати дослідження раціональних режимів роботи реверсивних чіллерів з радіаторною системою опалення.

Annotation

This paper uses heat pumps are used which are used in the systems of heat supply of residential and industrial buildings and structures. The work carried out the feasibility study of the choice of the source of heat for the primary institution, the study of the effectiveness of establishing a reversing chiller to ensure the warmth of the hotel complex, the study of the efficiency of the heat supply system development of the technology of installation of the heat supply, the development of the automation system heat point, cost estimation and calculation of payback period, elaboration of basic principles for the protection of labor and safety.

The results of research of rational regimes of robotics of reversible chillers with radiator heating system are presented

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРИ ТА ПАТЕНТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ.....	11
1.1 Характеристика готельного комплексу	11
1.2 Розрахунок потужностей систем опалення, охолодження, вентиляції, гарячого водопостачання	11
1.3 Аналіз інформації про застосування реверсивних чіллерів з радіаторною системою опалення.	16
1.4 Огляд патентної інформації.....	20
2 РАЦІОНАЛЬНІ РЕЖИМИ РОБОТИ РЕВЕРСИВНИХ ЧІЛЛЕРІВ.....	23
3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	27
3.1 Багатоваріантний аналіз та техніко-економічне обґрунтування вибору джерел теплохолодопостачання	27
3.2 Характеристика об'єкту монтажу.....	33
3.2.1 Технологія монтажних робіт.....	35
3.2.2 Розрахунок основних та допоміжних матеріалів і виробів, складання відомостей	36
3.2.3 Організація робочих місць та побутових приміщень	39
3.2.4 Монтажене регулювання і здача системи в експлуатацію.....	40
3.2.5 Підбір машин, механізмів та пристосувань	41
3.2.6 Розрахунок витрати енергоресурсів	44
3.2.7 Визначення трудомісткості.....	45
3.3 Розробка системи холодопостачання готельного комплексу	48
3.3.1 Розробка математичної моделі для дослідження показників системи холодопостачання.	48
3.3.2 Розрахунок діаметрів трубопроводів та витрат в них	49
3.3.3 Гідравлічний розрахунок	55
3.4 Розробка функціональної схеми автоматизації тепlopункту	58
3.4.1 Вибір величин, які будуть регулюються та схеми автоматизації	61
3.4.2 Розрахунок клапана подачі води на конденсатор	66
3.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	69
3.5.1 Технічні рішення з безпечної організації робіт з реконструкції.....	69
3.5.2 Електробезпека	73
3.6 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	75

3.6.1 Мікроклімат	75
3.6.2 Склад повітря робочої зони	76
3.6.3 Штучне та природне виробниче освітлення	77
3.6.5. Виробничі вібрації.....	80
3.6.6 Психофізіологічні фактори	81
3.7 Розрахунок режимів радіаційного захисту	84
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	89
ВИСНОВКИ	100
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	102
Додаток А	108

ВСТУП

Актуальність теми.

Ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів є найважливішою умовою економічного розвитку країни. Зміна економічної ситуації в Україні, світова економічна криза, розвиток ринкових відносин посилили вимоги до строків окупності нововведених в експлуатацію об'єктів, сильно змінилося співвідношення цін на енергоносії.

В якості пріоритетного напрямку більш широкого використання нетрадиційних джерел енергії найбільший інтерес представляє область тепlopостачання, що є сьогодні одним з найбільш ємних світових споживачів паливно-енергетичних ресурсів. Переваги технологій тепlopостачання, що використовують нетрадиційні джерела енергії, в порівнянні з їх традиційними аналогами пов'язані не тільки зі значними скороченнями витрат енергії в системах життєзабезпечення будівель і споруд, але і з їх екологічною чистотою, а також новими можливостями в галузі підвищення ступеня автономності систем тепlopостачання. Саме ці якості матимуть визначальне значення у формуванні конкурентної ситуації на ринку теплогенеруючого обладнання в світі.

На сьогоднішній день теплові насоси (ТН) використовуються в системах тепlopостачання житлових і промислових будівель і споруд. Помітно зростає кількість публікацій в науково-технічній, рекламній та патентній літературі, розробляються енергозберігаючі програми, проводяться міжнародні конференції та наради, в яких стало приділятися значно більше уваги розвитку теплонасосних технологій. Тому тема даного дослідження є **актуальною**.

Метою роботи є зменшення витрат енергоресурсів та шкідливих викидів при тепlopостачанні готельного комплексу шляхом оцінювання ефективності різних режимів роботи реверсивних чіллерів з радіаторною

системою опалення.

Для досягнення даної мети необхідно розв'язати такі **завдання**:

- аналіз необхідних потужностей для забезпечення опалення, холодопостачання та гарячого водопостачання;
- збір та аналіз патентної та літературної інформації по організації системи тепlopостачання на базі теплонасосної установки;
- виконання техніко-економічного обґрунтування вибору варіанта джерела теплоти для готельного комплексу;
- дослідження раціональних режимів роботи реверсивних чіллерів з радіаторною системою опалення;
- розробка технології монтажу обладнання тепlopункту;
- розробка системи автоматизованого керування тепlopунктом;
- розробка заходів з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях;
- розробка техніко-економічних показників проекту.

Об'єкт дослідження

Об'єктом є теплохолодопостачання готельного комплексу.

Предмет дослідження

Предметом дослідження є ефективність реверсивного чіллера з радіаторною системою опалення для тепlopостачання готельного комплексу.

Методи дослідження

Для виконання розробки використовуються методи математичного моделювання, системного аналізу та синтезу системи, методи економічної та екологічної оцінки.

Наукова новизна отриманих результатів

- Отримали подальшого розвитку дослідження ефективності теплових схем з реверсивними чіллерами та радіаторною системою опалення;
- Оцінений вплив температури теплоносія на виході з конденсатора реверсивного чіллера на енергетичну та економічну ефективність обладнання, що дозволило виявити раціональні режими роботи реверсивних чіллерів з радіаторною системою опалення.

Практичне значення роботи

- Розроблена методика визначення енергетичної та економічної ефективності реверсивного чіллера з радіаторною системою опалення.

Особистий внесок магістранта полягає в розробці методики розрахунку теплової схеми, виконанні числових розрахунків ефективності роботи реверсивного чіллера з радіаторною системою опалення, підборі обладнання.

Апробація роботи

Основні положення та результати роботи були представлені та обговоренні на міжнародній науково-технічній конференції «Енергоефективність в галузях економіки України 2019», регіональних науково-технічних конференціях ВНТУ 2018, 2019 рр.

Публікації

За результатами досліджень опубліковано 4 тези доповідей на науково-технічних конференціях та статтю в міжнародному науковому фаховому журналі «Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві».

Структура та обсяг роботи

Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Загальний об'єм роботи 100 сторінок. Містить ілюстрації, графічні залежності, креслення.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ.АНАЛІЗЛІТЕРАТУРИ ТА ПАТЕНТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

1.1 Характеристика готельного комплексу

Готель знаходиться в м. Чернігів. Має 4 поверхи, 49 двомісних номерів площею 1152 м². Також в готелі розташований ресторан площею 131 м². Загальна площа приміщень – 1784 м²

Загальний об'єм приміщень

$$V_{\text{пр}} = F_{\text{заг}} \cdot h \quad (1.1)$$

де h – осереднена висота приміщень 3 м, прийнята з креслень;

$$V_{\text{пр}} = 1784 \cdot 3 = 5352 (\text{м}^3).$$

Орієнтовний об'єм вентиляції

$$V_{\text{пов}} = V_{\text{пр}} \cdot n_{\text{об}}, \quad (3.2)$$

де $n_{\text{об}}$ – середня кратність повітрообміну, що визначається експериментально або приймається за нормами проектування згідно вимог ДБН В.2.2-15, (год⁻¹);

$$V_{\text{пов}} = 5352 \cdot 1,5 = 8028 (\text{м}^3 / \text{год}).$$

1.2 Розрахунок потужностей систем опалення, охолодження, вентиляції, гарячого водопостачання

$$Q_{\text{хол}} = F_{\text{заг}} \cdot q_x, \quad (1.2)$$

де q_x – питомапотужність холоду, яку приймаємо 60 (Вт/м²).

$$Q_{\text{хол}} = 1784 \cdot 60 = 107,040 (\text{кВт}).$$

Розрахунок потужності системи опалення

Річна теплота

$$Q_{\text{річне}} = V_{\text{пр}} \cdot q, \quad (1.3)$$

де q - питомаопалювальна характеристика[4], Вт/(м³К);

$$Q_{\text{річне}} = 5352 \cdot 29 = 155208 \left(\frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{рік}} \right).$$

Середньоопалювальна потужність

$$Q_{\text{сер.оп}} = \frac{Q_{\text{річне}}}{\tau}, \quad (1.4)$$

$$Q_{\text{сер.оп}} = \frac{155208}{(24 \cdot 191)} = 33,85 (\text{кВт}).$$

де τ - кількість опалювальних годин.

Максимальна потужність системи опалення

$$Q_{\max} = \frac{Q^{\text{сер.оп}}}{\left(\frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{нс}}^{\text{сер.опал}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{нс}}^{\text{розрах}}} \right)}, \quad (1.5)$$

де $t_{\text{вн}}$ - температура всередині приміщення, °С

$t_{\text{нс}}^{\text{сер.опал}}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, становить $-1,7^{\circ}\text{C}$ [12].

$t_{\text{нс}}^{\text{розрах}}$ - максимальна температура зовнішнього повітря, становить -23°C [12].

$$Q_{\max} = \frac{33,85}{\left(\frac{20 - (-1,7)}{20 - (-23)} \right)} = 67,07 \text{ (кВт)}.$$

Теплова потужність системи вентиляції в опалювальний період

$$Q_{\text{вент}}^{\text{тепл}} = \frac{V_{\text{пов}}}{3600} \cdot \rho_{\text{пов}} \cdot C_{\text{пов}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{роз}}^{\text{вент}}) \quad (1.6)$$

де $\rho_{\text{пов}}$ - густина повітря,

$C_{\text{пов}}$ - теплоємність повітря,

$t_{\text{роз}}^{\text{вент}}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря для вентиляції -10°C

$$Q_{\text{вент}}^{\text{тепл}} = \frac{8028}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1,005 \cdot (20 - (-10)) \cdot 0,5 = 40,34 \text{ (кВт)}.$$

Холодильна потужність системи вентиляції в теплий період

$$Q_{\text{вент}}^{\text{хол}} = \frac{V_{\text{пов}}}{3600} \cdot \rho_{\text{пов}} \cdot C_{\text{пов}} \cdot (t_{\text{зов}} - t_{\text{вн}}) \cdot (1 - \eta), \quad (1.7)$$

де η – ККД теплоутилізатора вентиляційної установки, яке приймаємо 0,5

$$Q_{\text{вент}}^{\text{хол}} = \frac{8028}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1,005 \cdot (30 - 22) \cdot 0,5 = 10,75 (\text{кВт}).$$

Середньолітня потужність вентиляції

$$Q_{\text{вент}}^{\text{сер}} = \frac{8028}{3600} \cdot 1,2 \cdot 1,005 \cdot (26 - 22) \cdot 0,5 = 5,37 (\text{кВт}).$$

Максимальна потужність системи тепlopостачання становить

$$Q_{\text{заг}}^{\text{оп}} = Q_{\text{max}} + Q_{\text{вент}}^{\text{тепл}}, \quad (1.8)$$

$$Q_{\text{заг}}^{\text{оп}} = 67,07 + 40,34 = 107,41 (\text{кВт}).$$

Максимальна потужність системи холодopостачання

$$Q_{\text{заг}}^{\text{хол}} = Q_{\text{хол}} + Q_{\text{вент}}^{\text{хол}}, \quad (1.9)$$

$$Q_{\text{заг}}^{\text{хол}} = 107,04 + 10,75 = 117,8 (\text{кВт}).$$

Середньолітня потужності по холоду

$$Q_{\text{хол}}^{\text{сер}} = Q_{\text{хол}} \cdot \left(\frac{t_{\text{сер}}^{\text{зовн}} - t_{\text{вн}}}{t_{\text{max}}^{\text{зовн}} - t_{\text{вн}}} \right), \quad (1.10)$$

$$Q_{\text{літо}}^{\text{сер}} = 107,04 \cdot \left(\frac{26 - 22}{30 - 22} \right) = 53,52 (\text{кВт}).$$

Середньолітня потужність системи холодopостачання

$$Q_{\text{сер}}^{\text{хол}} = Q_{\text{хол}}^{\text{сер}} + Q_{\text{вент}}^{\text{сер}}, \quad (1.11)$$

$$Q_{\text{сер}}^{\text{хол}} = 53,52 + 5,37 = 58,89 \text{ (кВт)}.$$

Середньоопалювальна потужність вентиляції

$$Q_{\text{сер.оп}}^{\text{вент}} = Q_{\text{вент}}^{\text{тепл}} \cdot \left(\frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{нс}}^{\text{сер.оп}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{роз}}^{\text{вент}}} \right), \quad (1.12)$$

$$Q_{\text{сер.оп}}^{\text{вент}} = 40,34 \cdot \frac{20 - (-1,7)}{20 - (-10)} = 29,18 \text{ (кВт)}.$$

Середньоопалювальна потужність систем теплопостачання

$$Q_{\Sigma}^{\text{сер.оп}} = Q_{\text{сер.оп}} + Q_{\text{сер.оп}}^{\text{вент}}, \quad (1.13)$$

$$Q_{\Sigma}^{\text{сер.оп}} = 33,85 + 29,18 = 63,03 \text{ (кВт)}.$$

Результати розрахунку потужностей в середньоопалювальний та середньо літній режим занесені в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Величини потужностей за температурними режимами

Величина	Розмір- ність	Температурні режими			
		Максималь- но зимовий	Середньо- опалюваль- ний	Максима- льно літній	Сере- дньо літній
Теплова потужність	кВт	67,07	33,85	-	-
Теплова потужність вентиляції	кВт	40,34	29,18	-	-
Потужність вентиляції по холоду	кВт	-	-	10,75	5,37
Потужність будівлі по холоду	кВт	-	-	107,04	53,52
Разом	кВт	107,41	63,03	117,79	58,89
ГВП	кВт	185	185	185	185

1.3 Аналіз інформації про застосування реверсивних чіллерів з радіаторною системою опалення.

Сьогодні теплохолодильні машини (ТХМ) широко використовують в системах теплохолодопостачання житлових та промислових будівлях. Значно підвищилась кількість публікацій в науково - технічній, та

патентній літературі, розробляються заходи по енергозбереженню, проводяться конференції та наради, в яких приділяють велику увагу розвитку теплонасосних технологій.

В 1974 році була створена Міжнародна енергетична рада (WEC). Двадцять одна країна увійшла до її складу. Основною діяльністю WEC були поширення досвіду розробки та експлуатації теплонасосних установок. Свідченням економічної доцільності стало різке зростання виробництва і продажу цих установок. Ще в 1983 році в країнах, що входять до складу ради, було продано населенню понад 1,3 млн. установок [4, 6]. В середині 90-х років минулого століття в розвинутих країнах число діючих ТНУ складало близько 15-18 млн. установок. В 2020-му році, за прогнозами фахівців, близько 75% тепlopостачання в цих країнах буде здійснюватися за рахунок реверсивних чіллерів [1-3].

Використання лише непоновлюваних джерел енергії для тепlopостачання є на даний момент неефективним. Оскільки нетрадиційні джерела енергії потребують великих капіталовкладень, але при цьому значно скорочуються екологічні витрати [1].

Використання теплонасосних технологій в тепlopостачанні дозволяє використати енергію ґрунту, навколишнього повітря та інших природних джерел. Реверсивні холодильні технології активно розробляються та поширюються в світі. Питомі витрати на таке обладнання постійно зменшуються, і з часом слід очікувати підвищення рівня економічної доцільності впровадження теплонасосних технологій [2].

Згідно з даними Міжнародного енергетичного агентства (IEA), до 2020 р. у розвинених країнах світу частка опалення і гарячого водопостачання за допомогою теплових насосів має становити 75 % [1]. В Україні на основі “Стратегії розвитку паливно-енергетичного комплексу України до 2030 року” передбачається збільшення обсягу виробництва теплової енергії за рахунок термотрансформаторів, теплових насосів і акумуляційних електронагрівників

з 1,7 млн Гкал/рік у 2005 р. до 180 млн Гкал/рік у 2030 р., тобто більше, ніж в 100 разів [1].

Чинними будівельними нормами встановлено технічні нормативи, що забезпечують технічну сумісність систем опалення будівель, теплових мереж і джерел тепlopостачання. Перш за все це стосується показників якості теплоносія і особливо його температури, причому нормативами встановлено її граничні значення. В існуючій практиці встановлені граничні значення температури теплоносія прийняті за норму - системи опалення житлових будівель розраховують на максимально допустиме значення температури води в що подавальному та зворотному трубопроводі 95/70 °С (для пластмасових трубопроводах 90/70 °С) [2].

Вітчизняний і зарубіжний досвід підтверджує, що для ефективного застосування теплових насосів потрібні низькотемпературні системи опалення. Практика будівництва будівель з високотемпературними системами опалювання є перешкодою на шляху підвищення ефективності комунальної енергетики за рахунок широкого використання теплонасосних технологій [3].

Відомо, що Україна має надлишок електрогенерувальних потужностей і нестачу природного газу для покриття потреб опалення та гарячого водopостачання житлового фонду, громадських та інших об'єктів. При цьому широке використання електрокотлів для покриття потреб тепlopостачання є термодинамічно та економічно недоцільним. Натомість теплонасосне обладнання має набагато вищі показники енергоефективності. Середній коефіцієнт перетворення теплового насосу коливається в межах 2...4. Одним з найважливіших факторів, що визначають ефективність теплонасосних технологій є температура теплоносія. В існуючій практиці встановлені граничні значення температури теплоносія прийняті за норму - системи опалення житлових будівель розраховують на максимально допустиме значення температури води в що подавальному та зворотному трубопроводі 95/70 °С (для пластмасових трубопроводах 90/70 °С) [2].

Вітчизняний і зарубіжний досвід підтверджує, що для ефективного застосування теплових насосів потрібні низькотемпературні системи опалення. Практика будівництва будівель з високотемпературними системами опалювання є перешкодою на шляху підвищення ефективності комунальної енергетики за рахунок широкого використання теплонасосних технологій [3].

В даний час використання відновлювальних джерел енергії для теплопостачання промисловості та комунальної сфери стає першочерговим завданням [1].

ТХМ (теплохолодильні машини) можуть працювати в двох режимах—в режимі нагріву та режимі охолодження. Реверсивні чіллери дають можливість перетворювати природне тепло навколишнього середовища, перетворюючи накопичене тепло землі чи води в корисну енергію [2]. Для цього ТХМ в режимі теплового насоса відбирає в землі чи ґрунтовій воді, накопичену теплоту і підвищує відібрану енергію до придатного для використання рівня .

Під впливом сонячного випромінення в ґрунті формується тепловий акумулятор нескінченної ємності [3].

Теплохолодильна машина складається з чотирьох основних компонентів: випарника, компресора, дросельного вентиля та конденсатора [4]. В контурі циркулює холодоагент з дуже низькою точкою кипіння. Теплота навколишнього середовища підводиться до випарника, де холодоагент переходить із рідкого стану в газоподібний . Далі газоподібне середовище стискається в компресорі, що супроводжується значним підвищенням температури робочого тіла. Для реалізації цього процесу необхідно 25% електричної енергії. Наступним етапом є передача теплоти через конденсатор в опалювальний контур. Робоче середовище при цьому охолоджується та зріджується. У дросельному клапані знижується тиск робочого середовища, що призводить до ще більшого його охолодження. Після цього холодоагент може знову відбирати теплоту навколишнього середовища[5].

Важливою характеристикою реверсивного чіллера є температура теплоносія на виході з конденсатора. Ця температура впливає на споживання електроенергії та на ефективне теплопостачання.

В цій роботі розглянуто роботу радіаторної системи опалення з реверсивними чіллерами.

1.4 Огляд патентної інформації

Розвиток системи теплозабезпечення з використанням реверсивних чіллерів підпадає під сферу захисту інтелектуальної власності. Проаналізуємо декілька патентів впроваджених в Україні.

Система автономного опалення з використанням реверсивного чіллера з централізованою системою теплозабезпечення, включаючи реверсивний чіллер, теплообмінник, трубопровід, барботажний сепаратор, циркуляційні насоси, сітчасті фільтри, розширювальні баки, регулювально-запірну апаратуру і вимірювальні прилади, при цьому реверсивний чіллер гідравлічно роз'єднаний з допомогою пластинчастого теплообмінника з централізованою системою теплопостачання радіаторного типу, електричний котел встановлено, як допоміжний нагрівальний елемент [5].

Недолік. Втручання у внутрішню будову систему теплопостачання реверсивного чіллера, призводить до погіршення параметрів роботи термодинамічної циклу реверсивного чіллера; Використання в опалювальних приладах в якості теплоносія фреону, який є токсичним і при розгерметизації контуру може привести до санітарно-екологічної небезпеки.

Система автономного опалення будівель, містить газовий водогрійний котел, радіатори, встановлені в опалювальних приміщеннях, розширювальний бак, реверсивний чіллер з трубчастим колектором для відбору теплоти водного басейну та ґрунтового масиву, який відрізняється тим, що додатково містить ємнісний водонагрівач і пов'язаний з ним трубопроводом

пластинчастий теплообмінник системи ГВП. Сонячний колектор для нагрівання води в ємнісному водонагрівачі. Теплоносій після колектора є проміжним, причому в місткості водонагрівачі розміщений додатковий змійовик, пов'язаний трубопроводом з газовим водогрійним котлом, для підігріву води при потребі [6].

Мінусом цієї системи є висока витрата палива та завищена ціна природного газу для потреб теплозабезпечення будівлі та тривала експлуатація газового водогрійного котла.

Система теплохолодопостачання будинку на основі сонячного колектора і реверсивного чіллера, містить теплообмінне обладнання, радіаторну систему опалення, декілька баків-акумуляторів, циркуляційні насоси, запірну арматуру, контрольно-вимірювальні прилади, автоматизований щит управління. Додатково має автоматичну систему підживлення контурів опалювальних приладів та реверсивного чіллера, підживлення контуру гарячого водопостачання та системи опалення. Між реверсивним чіллером і баком-акумулятором системи опалення встановлено контур резервування і покриття пікових навантажень. Система теплопостачання містить також декілька додаткових багатходових теплообмінників, які приєднані до реверсивного чіллера, які призначені для відбору низькопотенційної теплоти ґрунту, а також декілька додаткових теплообмінників, для системи гарячого водопостачання [7].

Суттєвим недоліком такої системи є відсутність системи підживлення контурів, відсутність постійного джерела теплопостачання, складна та високовартісна система триходових клапанів, яка знижує надійність роботи системи і ускладнює її технічне обслуговування.

Система опалення та водопостачання з використанням низькопотенційної теплоти ґрунтових вод, що містить компресор, дросельний вентиль, випарник, який включений в контур циркуляції води з свердловини за допомогою насоса, бак акумулятор, конденсатор, через який підключено контур теплопостачання будівлі, а також свердловину, для відбору

низкопотенційної теплоти. Перед випарником включений модуль хімводоочистки до рівня якості не нижче міського водопроводу, при цьому бак акумулятор підключений до міської мережі водопостачання[8].

Недоліком даної системи є проблема скидання води після використання її у випарнику, а також утворення в ньому осаду. Також недоліком цієї системи є близькість температури води до 0°C. Взимку це створює небезпеку замерзання води у випарнику, що призводить до необхідності перезапуску, та збільшує собівартість теплової енергії.

На сьогоднішній день патентується все більше і більше винаходів пов'язаних з теплопостачанням комунальних закладів за допомогою реверсивних чіллерів. Корисні моделі таких систем мають як переваги так і недоліки, яких на даному етапі науково-технічного розвитку позбутись важко. Але наявність такого різноманіття науково-технічних робіт свідчить про підвищений інтерес науковців та дослідників до даної теми і ще раз засвідчує актуальність вибраної тематики роботи.

2 РАЦІОНАЛЬНІ РЕЖИМИ РОБОТИ РЕВЕРСИВНИХ ЧІЛЛЕРІВ

Ефективність теплонасосних технологій визначається в значній мірі температурами холодного та гарячого джерела [3].

Мета роботи–зменшення витрат енергоресурсів та шкідливих викидів при теплопостачанні готелю шляхом оцінювання ефективності різних режимів роботи реверсивних та чіллерів з радіаторною системою опалення.

Результати досліджень

Для дослідження ефективності впровадження теплонасосних технологій теплохолодопостачання обрано готельний комплекс в м. Чернігів загальною площею приміщень 1784 м²[4].

Виявилось, що економічно доцільним діапазоном температури теплоносія на виході з конденсатора є 45°C – 55°C, а оцінка за екологічними критеріями дозволяє визначити 40°C як економічну температуру розчину етиленгліколю на виході з конденсатора.

В техніко-економічних розрахунках враховано витрати на радіатори та витрати на електроенергію для приводу компресора теплового насоса за весь період роботи системи. В результаті виконаних досліджень виявлено залежність раціональної температури теплоносія на виході з конденсатора, що відповідає мінімуму грошових витрат на систему. Із збільшенням питомої вартості радіаторів зростає раціональна температура теплоносія на виході з конденсатора[5]. При цьому також зростають витрати електроенергії на привод компресора, крім того, відповідно витрати палива на виробництво електроенергії та викиди парникових газів в навколишнє середовище. Тому можна зробити висновок, що для теплонасосних систем використання

високовартісних марок радіаторів не є економічно, енергетично та екологічно доцільним.

Передбачається виконання систем теплопостачання (опалення, гарячого водопостачання, вентиляції) та системи кондиціювання повітря в літній період.

Використовуючи нормативні вимоги виконані розрахунки необхідних потужностей систем тепло- та холодопостачання об'єкту.

Для обраної системи теплохолодопостачання проведено дослідження ефективності використання низькотемпературного опалення. Технологічні особливості готельного комплексу та енергетична ефективність будівлі дозволяють використати таку систему опалення. Як відомо системи низькотемпературного опалення ідеально співпрацюють як раз із тепловими насосами та конденсаційними котлами на природному газі[3].

В якості джерела теплоти обрано реверсивний чіллер «вода-вода» DYNACIATLG 600V, який працює в режимі теплового насоса. Для опалення приміщень готелю були обрані радіатори Korado. Різниця температур теплоносія 10 °С, термін роботи 10 років, температура теплоносія на виході з випарника прийнята 2°С, проміжок температур теплоносія на виході з конденсатора теплохолодильної машини (теплового насоса) – 55 – 40°С [5].

В результаті виконаних досліджень виявлено залежність раціональної

Як можна побачити з рис. 2.1 для радіаторів системи опалення Korado, на даний момент, раціональна температура теплоносія на виході з конденсатора теплового насоса складає біля 50°С.

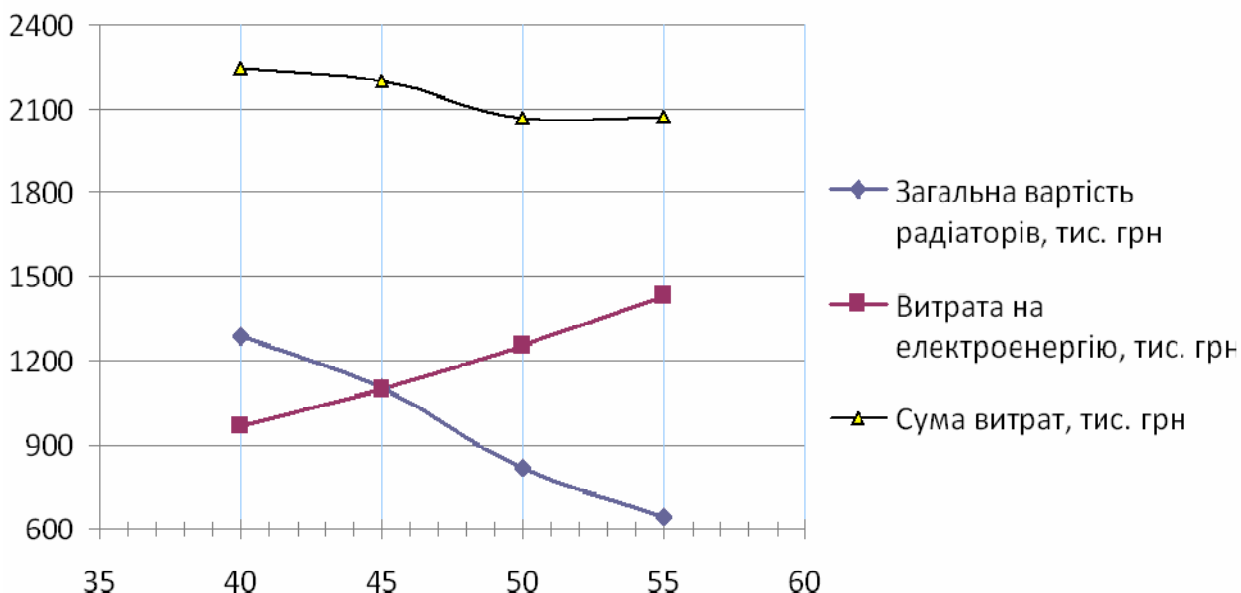


Рисунок 2.1 – Залежність витрат при роботі теплового насоса «вода-вода» з радіаторною системою опалення від температури теплоносія на виходів з конденсатора

Слід зауважити, що на раціональну температуру на виході з конденсатора в великій мірі впливає вартість радіаторів та тарифи на електроенергію. Для більш вартісних марок радіаторів економічно доцільна температура теплоносія на виході з конденсатора теплового насоса буде рухатись в сторону збільшення, в тому числі, до максимальної температурної межі використання теплового насоса. При цьому зростатимуть витрати електроенергії на компресор і зменшуватиметься енергоефективність системи в цілому.

Як можна побачити з рис. 2.2, із збільшенням питомої вартості радіаторів зростає раціональна температура теплоносія на виході з конденсатора. При цьому також зростають витрати електроенергії на привод компресора, крім того, відповідно витрати палива на виробництво електроенергії та викиди парникових газів в навколишнє середовище.

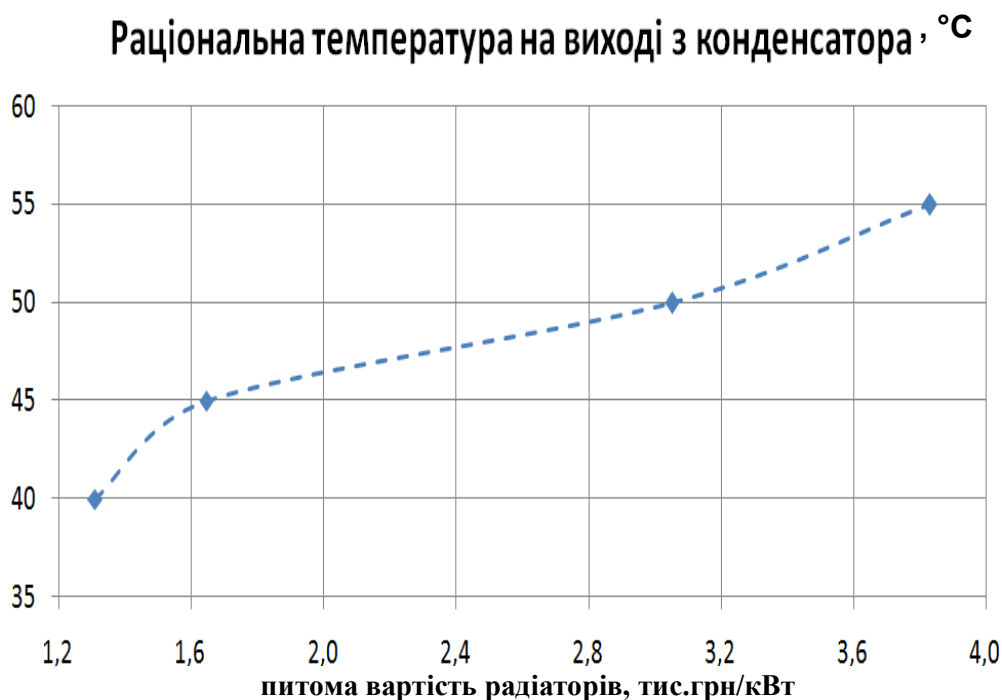


Рисунок 2.2 – Залежність раціональної температури теплоносія на виході з конденсатора, що відповідає мінімуму грошових витрат на систему, від питомої вартості радіаторів

Таким чином, для реверсивних чіллерів систем використання високовартісних марок радіаторів, на нашу думку, не є економічно та енергетично доцільним.

Не дивлячись на значні капіталовкладення мають ряд переваг перед традиційними джерелами енергії: перспективність даних технологій в майбутньому, зменшення шкідливих викидів в місці розташування опалюваного об'єкту, доступність електроенергії, простота та зручність регулювання, високий рівень автоматизації, висока енергоефективність

В даному розділі проаналізовано перспективи впровадження теплонасосних технологій. Виявлено, що високої ефективності теплонасосних

технологій для теплопостачання можна досягти за рахунок використання низькотемпературних систем опалення. Для конкретного об'єкту – готельного комплексу проаналізовано економічну ефективність використання радіаторів широкого цінового діапазону 1,3...3,8 тис. грн/кВт теплової потужності.

Виявлено, що для підвищення економічної, енергетичної та екологічної ефективності системи низькотемпературного опалення від теплового насосу слід використовувати відносно недорогі опалювальні прилади, адже це зменшує раціональну температуру теплоносія на виході з конденсатора.

В результаті проведення досліджень виявлені ефективні температурні режими системи низькотемпературного опалення.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Багатоваріантний аналіз та техніко-економічне обґрунтування вибору джерел теплохолодопостачання

Для даного тепловипункту можливі такі варіанти теплохолодопостачання: 1) котли на природному газі і кондиціонери; 2) котли на pelletax і кондиціонери; 3) електрокотли і кондиціонери; 4) теплохолодильні машини.

Ціни на паливо:

- на природній газ: 6,96 грн/м³;

- напелети: 2,5 грн/кг;
- Ціна на електроенергію: 1,67 грн/(кВт·год).

Техніко-економічний розрахунок варіанту з котлом на природному газі та кондиціонерами:

Капіталовкладення $K=785,5$ тис.грн.

Витрата палива

$$V_p = \frac{Q_k}{Q_n^p \cdot \eta_k}, \quad (3.1)$$

де Q_k – потужність котельні, кВт;

Q_n^p – теплота згоряння робочого палива, кДж/м³;

η_k – ККД котлоагрегату;

в середньо-опалювальний період

$$V_p = \frac{185 + 67,07}{33000 \cdot 0,94} = 0,0081 \text{ (м}^3\text{/с);}$$

в неопалювальний період

$$V_p = \frac{185}{33000 \cdot 0,94} = 0,006 \text{ (м}^3\text{/с).}$$

Річна витрата на паливо

$$C_n = [(0,0081 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 191) + (0,006 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 174)] \cdot 6,96 \cdot 1,006 = \\ = 1566700,4 \text{ (грн / рік).}$$

Загальна витрата електричної енергії

$$E_{\text{річне}} = 24 \cdot 191 \cdot (N_{\text{ГВП}} + N_{\text{ОП}}) + (24 \cdot 174 \cdot N_{\text{ГВП}}) + (N_k \cdot 8 \cdot 174), \quad (3.2)$$

де $N_{\text{ГВП}}$; $N_{\text{оп}}$ – електрична потужність насосів (електрична потужність насоса ГВП $N_{\text{ГВП}} = 6,6$ кВт, насосів опалення $N_{\text{оп}} = 13$ кВт,);

$N_{\text{к}}$ – електрична потужність кондиціонерів

$$E_{\text{річне}} = 24 \cdot 191 \cdot 19,6 + (24 \cdot 174 \cdot 6,6) + (121 \cdot 8 \cdot 174) = 285840 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Експлуатаційні витрати на електроенергію

$$C_{\text{еє}} = \Pi_{\text{еє}} \cdot E_{\text{річ}}, \quad (3.3)$$

$$C_{\text{еє}} = 1,67 \cdot 285840 = 477352,8 \text{ (грн / рік)}.$$

Витрати на воду

$$C_{\text{в}} = G_{\text{річне}} \cdot \Pi_{\text{в}}, \quad (3.4)$$

де $G_{\text{річне}}$ – річна витрата підживлювальної води, кг/рік.

$$C_{\text{в}} = 6 \cdot 12 \cdot 12,3 = 885,6 \text{ (грн / рік)}.$$

Витрати на амортизацію

$$C_{\text{а}} = K \cdot H_{\text{а}}, \quad (3.5)$$

де $H_{\text{а}}$ – норма амортизаційних відрахувань.

$$C_{\text{а}} = 785500 \cdot 0,07 = 54985 \text{ (грн/рік)}.$$

Затрати на поточний ремонт

$$C_{\text{пр}} = 0,2 \cdot C_a, \quad (3.6)$$

$$C_{\text{пр}} = 0,2 \cdot 54985 = 10997 \text{ (грн / рік)}.$$

Витрати на заробітну плату

$$C_{\text{зп}} = K_{\text{штг}} \cdot K_{\text{дод}} \cdot \Phi_{\text{зп}}, \quad (3.7)$$

де $K_{\text{штг}}$ - штатний коефіцієнт;

$K_{\text{дод}}$ - коефіцієнт , що враховує додаткові нарахування;

$\Phi_{\text{зп}}$ - середній річний фонд заробітної плати, грн./рік

$$C_{\text{зп}} = 2 \cdot 1,33 \cdot 60000 = 159600 \text{ (грн/рік)}.$$

Інші витрати

$$C_{\text{ін}} = K_{\text{ін}} (C_{\text{зп}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_b + C_{\text{се}} + C_n), \quad (3.8)$$

де $K_{\text{ін}}$ - коефіцієнт, який враховує відсоток(залежності від виду палива)від суми всіх попередніх витрат.

$$\begin{aligned} C_{\text{ін}} &= 0,06 \cdot (159600 + 10997 + 54985 + 885,6 + 477352,8 + 1566700,4) = \\ &= 136231,25 \text{ (грн / рік)}. \end{aligned}$$

Загальні річні експлуатаційні витрати

$$C_{\text{річні}} = C_{\text{ін}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{а}} + C_{\text{в}} + C_{\text{ее}} + C_{\text{п}}, \quad (3.9)$$

$$\begin{aligned} C_{\text{річні}} &= 136231,25 + 159600 + 10997 + 54985 + 888,6 + 477352,8 + 1566700,4 = \\ &= 2406752,1 \text{ (грн / рік)}. \end{aligned}$$

Собівартість теплової енергії та холоду

$$CB = \frac{C_{\text{річні}}}{(Q_{\text{річне}}^{\text{тепла}} + Q_{\text{річне}}^{\text{хол}})}, \quad (3.10)$$

$$CB = \frac{2406752,1}{(6874,3 + 883,2)} = 310,24 \text{ (грн/ГДж)}.$$

Техніко-економічний розрахунок варіанту з котлом напелетах та кондиціонерами:

Капіталовкладення $K=1,51$ млн.грн

в середньо-опалювальний період

$$B_p = \frac{185 + 67,07}{16000 \cdot 0,88} = 0,0179 \text{ (м}^3\text{/с)};$$

в неопалювальний період

$$B_p = \frac{185}{16000 \cdot 0,88} = 0,0131 \text{ (м}^3\text{/с)}.$$

Річна витрата на паливо

$$C_{\Pi} = [(0,0179 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 191) + (0,0131 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 174)] \cdot 2,5 \cdot 1,01 = \\ = 1244742 \text{ (грн / рік)}.$$

Техніко-економічний розрахунок варіанту з електрокотлами та кондиціонерами

Капіталовкладення $K = 698$ тис. грн

витрата електричної енергії на насоси та кондиціонери

$$E_{\text{річне}} = 24 \cdot 191 \cdot 19,6 + (24 \cdot 174 \cdot 6,6) + (121 \cdot 8 \cdot 174) = 285840 \text{ (кВт} \cdot \text{год / рік)}.$$

Річна витрата електроенергії на опалення і ГВП

$$E_{\text{річне}} = 24 \cdot 191 \cdot N_{\text{зима}} + 24 \cdot 174 \cdot N_{\text{літо}}, \quad (3.11)$$

де $N_{\text{зима}}$; $N_{\text{літо}}$ – потужність електричних котлів для опалювального і неопалювального періоду року, відповідно;

$$E_{\text{річне}} = 24 \cdot 191 \cdot (185 + 67,07) + 24 \cdot 174 \cdot 185 = 1928049 \text{ (кВт} \cdot \text{год / рік)}.$$

Експлуатаційні витрати на електроенергію

$$C_{\text{еє}} = \Pi_{\text{еє}} \cdot (E_{\text{річне}} + E_{\text{річне}}), \quad (3.12)$$

$$C_{\text{еє}} = 1,67 \cdot (285840 + 1928049) = 3697194 \text{ (грн)}.$$

Техніко-економічні показники роботи тепlopункту з теплохолодильними машинами

Методика розрахунку варіанту з теплохолодильними машинами описана в [4]. Далі наведені тільки результати розрахунку.

Загальні річні експлуатаційні витрати 1 774 060 грн/рік.

Собівартість теплової енергії та холоду 228,7 грн/ГДж.

Ефект від продажу 2 499 951 грн/рік.

Термін окупності 5,19 років.

Аналіз показав, що найдешевшим в спорудженні та найпростішим в експлуатації є варіант з електрокотлами та кондиціонерами, але цей варіант має найбільшу собівартість теплоти і холоду 519 грн/ГДж.

Варіант з газовими котлами та кондиціонерами має невисокі капіталовкладення і собівартість енергії близько 310 грн/ГДж, але цей варіант має обмеження щодо доступу до систем газопостачання, крім того, в майбутньому варто очікувати значного зростання тарифів на природний газ в зв'язку із його швидким вичерпанням.

Використання пеллетних котлів та кондиціонерів супроводжується більшими капіталовкладеннями, але нижчою собівартістю енергії – 276 грн/ГДж. Недоліком цього варіанту є більш складна експлуатація системи, а перевагою – можливість використання місцевих поновлюваних енергоресурсів – біомаси.

Найкращим, на нашу думку, варіантом є використання теплонасосних технологій для теплохолодопостачання будівлі. Не дивлячись на найбільші капіталовкладення, для цього варіанту досягається низька собівартість енергії – 228,7 грн/ГДж за рахунок використання поновлюваних енергоресурсів – енергії ґрунту. Вибране обладнання має значний ресурс роботи, не залежить від систем постачання традиційних палив, не спричиняє шкідливих викидів в місці встановлення.

3.2 Характеристика об'єкту монтажу

Тепловий пункт призначений для виробництва теплової енергії і забезпечення нею потреб опалення та гарячого водопостачання. Для

забезпечення якісного енергопостачання встановлено ТХМ, яка обладнана власною системою автоматизації.

Згідно теплових і гідравлічних розрахунків трубопроводи в тепловому пункті виконані від теплових насосів із труб з діаметром 159x5 мм. Для контуру гарячого водопостачання використовуються трубопроводи D_y100 , в контурі теплового насосу з метою уніфікації використовуються труби D_y50 . Також використовуються перехідники, трійники, повороти 90 та 45° та запірно-регулююча арматура.

В тепловому пункті встановлено такі насоси: мережні, насос гарячого водопостачання, циркуляційний в контурі теплообмінник. Циркуляція води для ГВП через конденсатори ТХМ виконуємо за рахунок насосів ГВП. Насоси вибрано за їх технічними параметрами з урахуванням необхідної подачі та витрати.

Виконуємо монтаж системи ГВП на базі ТХМ. В даному контурі встановлено два насоси марки Calpeda MXV(L) 100-6501. Даний насос розрахований на максимальний напір – 0,25 МПа, витрату – 35 м³/ год. та потужністю електродвигуна 5,5 кВт.

З попередніх розрахунків в тепловому пункті встановлено ТХМ марки, LG 600V. Джерелом для роботи ТХМ може бути будь-яка проточна вода з низькотемпературною теплою від +5 до + 40 °С. Технічні характеристики реверсивного чіллера наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики теплового насосу

Тип ТХМ	Теплопродуктивність, кВт	Виконання	Розміри (довжина, ширина, висота), мм	Загальна маса, кг
LG 600V	185	Моноблочне	4100x2300x2400	3500

До цієї категорії «вода-вода» відносять теплові насоси, в яких як низькотемпературне джерело теплоти використовують ґрунтові води з

температурою 7 – 12 °С, воду різних систем оборотного водопостачання, воду шахтного водовідливу, а також нейтральні промислові побутові стічні води.

3.2.1 Технологія монтажних робіт

1. Виготовлення деталей та вузлів трубопроводів із сталевих труб слід виконувати тільки у відповідності з ТУ (технічними умовами) та стандартами.

2. З'єднання труб – сталевих та деталей і вузлів з них слід зварювати, різьбові з'єднання – накидними гайками та фланцями.

3. Оцинковані труби, вузли та деталі повинні з'єднуватися на різьбі з застосуванням оцинкованих сталевих з'єднувальних частин.

4. Для різьбових з'єднань сталевих труб слід використовувати циліндричну трубну різьбу, яка робиться за ГОСТом 16357-81

5. При різьбленні труб методом накатки допускається зменшення внутрішнього діаметру до 10% по всій довжині труби.

6. Кут трубопроводів у системах опалення слід виконувати шляхом згину труб або застосування безшовних приварних кутів з вуглецевої сталі.

7. Радіус вигину труб з умовним діаметром до 40 мм включно повинен бути не менше 2,2 мм, $D_{зов}$, а з умовним діаметром 50 мм і більше - не менше 3,5 $D_{зов}$ труби.

8. Підварювання шва на зігнутих ділянках трубопроводів в нагрівальних елементах опалювальних приладів не допускається.

9. Фланці з'єднуються з трубами зварюванням.

10. Розбіжність між фланцем, привареного до труби, по відношенню до осі труби допускається до 1% зовнішнього діаметра фланця, але не більше 2 мм.

11. Фланці повинні бути гладкими та без задирок. Болти повинні бути розташованими з однієї сторони.

12. Гайки необхідно розташовувати знизу на вертикальних ділянках трубопроводів.

3.2.2 Розрахунок основних та допоміжних матеріалів і виробів, складання відомостей

Розрахунок допоміжних матеріалів і виробів наведений у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Основні матеріали та вироби

№ п/п	Найменування	Од.вим	К-ть	Маса од., кг	Загал ьна маса, кг
1	2	3	4	5	6
Потреба в основних матеріалах					
1	Трубопроводи із Ст 3 з зварними стиками на умовний тиск менше 2,5 МПа, що монтуються з готових вузлів, діаметром 57 мм.	м	28,89	4,618	133,4
2	Кран шаровий ДУ 50	шт	8	10,3	82,4
3	Відвід гнучий 90 57x2,5	шт	10	1,8	18
4	Перехід концентричний штампований на РУ, що дорівнює 2,5 МПа умовне позначення 57x2,5-108x3	шт	4	2,2	8,8
5	Клапан зворотній	шт	2	12,5	25
6	Теплоізоляція трубопроводів діаметром 50 мм, товщиною 60 мм	м	28,89	0,8	23,1
7	Кронштейни	шт	10	0,4	4
8	Насос Calpeda	шт	2	2,8	5,6
9	Теплобмінник пластинчастий $F=4\text{м}^2$	шт	1	140	140
10	Улаштування бетонних фундаментів підобладнання	м ³	0,2	500	100
11	Комплект КВП	шт	1	8.5	8,5
Потреба у допоміжних матеріалах					
Матеріали для монтажу труб					
	Електроди, діаметром 4 мм, марка Э42	т	0,006		0,8
	Круги армовані абразивні зачисні, діаметр 180x6 мм	шт	0,81	0,374	0,374

	Пароніт	т	0,007		0,93
Монтаж запірної арматури (10 шт)					
	Болти з шестигранною головкою, діаметр 12 мм	т	0,0177		17,7
	Пластина гумова рулонна вулканізована	кг	0,8		0,8
Монтаж ізоляції					
	Стрічна упаковочна, 0,7х(20-50) мм	т	0,0017		0,323
	Сталь листа оцинкована, товщина 0,8мм	кг	1,9		0,464
	Листи алюмінієві	кг	0,5		0,12
	Теплоізоляційні матеріали	м ³	2,27		17,5
Монтаж теплообмінника					
	Азбестовий картон загального призначення, товщиною 2 мм	т	0,0027		2,7
	Оліфа натуральна	кг	0,02		0,02
	Прокладка гумова	кг	0,01		0,01
	Болти з шестигранною головкою, діаметр 16 мм	т	0,0025 4		2,54
	Фланці Ду 50	шт	4	0,66	1.32
	Пароніт	т	0,0002 2		0,22
Монтаж насосів					
	Кисень технічний газоподібний	м ³	5.6	0,6	5.6/70
	Поковки з квадратних заготовок	т	0,0608		15,2
	Круги армовані зачисні, D =180х6 мм	шт	2	0,374	0,748
	Круги армовані відрізні, D = 180х3 мм	шт	4	0,274	0,274
Продовження таблиці 3.2 – Основні матеріали та вироби					
1	2	3	4	5	6
	Пропан-бутан технічний	м ³	0,246		0,123/ 70

Монтаж приладів КВП					
	Оліфа натуральна	Кг	0,01		0,01
	Болтиз гайками і шайбами, діаметр 12 мм	Т	0,0001 6		0,16
	Очес льняний	Т	0,0000 1		0,01
	Пароніт	Т	0,0000 4		0,04
	Сурик свинцевий	Т	0,0000 1		0,01

Загальна маса становить:

$$\Sigma_{\text{заг.}} = \Sigma_{\text{осн.обл}} + \Sigma_{\text{доп.обл}} = 698 \text{ (кг).}$$

Визначення складу та об'ємів роботи:

Склад робіт

1. Доставка деталей .
2. Улаштування бетонних фундаментів під обладнання.
3. Монтаж теплообмінника пластинчастого системи ГВП.
4. Розмітка місць прокладання трубопроводу.
5. Прокладання трубопроводів діаметром 57 мм.
6. Встановлення запірно-регулюючої арматури.
7. Монтаж циркуляційного насосу.
8. Монтаж приладів КВП.
9. Ізоляція трубопроводів Ду 50 мм.
10. Випробування трубопроводів.

Об'єми робіт

1. Доставка деталей . Одиниці вимірювання в т. Загальна вага усіх деталей 672 кг (0,67 т). Приймаємо об'єм $V=0,67$ т.
2. Улаштування бетонних фундаментів під обладнання. Одиниця виміру

м³. Отже, приймаємо $V=0,2$ м³.

3. Монтаж теплообмінника пластинчастого системи гарячого водопостачання. Одиниця виміру шт. Отже, приймаємо $V=1$ шт.

4. Розмітка місць прокладання трубопроводів. Одиниця виміру 100м. Довжина всієї мережі трубопроводу $L=28,9$ м. Приймаємо $V=0,29$.

5. Прокладання водогазопровідних трубопроводів діаметром 57 мм. Одиниця виміру в метрах. Довжина труб $L=28,9$ м. Отже, приймаємо $V=0,133$ м.

6. Встановлення запірної арматури. Одиниця виміру 10 шт. Кількість 10 шт. Отже, об'єм становить $V=1$.

7. Монтаж циркуляційного насосу. Одиниця виміру в штуках. Отже, приймаємо $V=2$ шт.

8. Монтаж приладів ВП. Одиниця виміру 1 комплект. $V=1$.

9. Ізоляція труб. Одиниця виміру 100 м. Загальна довжина труб, які ізолюють 28,9 м. $V=0,29$.

10. Випробування труб. Одиниця виміру 100 м. Об'єм становить $V=0,29$.

3.2.3 Організація робочих місць та побутових приміщень

Перед початком монтажних робіт встановлюється готовність будівлі до монтажу трубопроводів, приладів і обладнання [8].

Приймання об'єктів під монтаж систем опалення відбувається актом готовності встановленої форми, який підписує представник підрядника, що виконує будівельні роботи.

Будівельний об'єкт можна вважати готовим до монтажу системи опалення, якщо:

- змонтовані міжповерхові перекриття і сходові клітини;
- пробиті отвори в стінах і перекриттях для прокладання трубопроводів;
- оштукатурені ніші і ділянки стін в місцях встановлення опалювальних приладів і трубопроводів;

- підготовленні монтажні пройми для переміщення крупногабаритного обладнання, що підлягає монтажу;
- нанесені на стінах фарбою відмітки чистої підлоги;
- підготовленні основи під водонапірні баки, розширювальні резервуари, вентиляційні камери і влаштовані фундаменти під котли, насоси, вентилятори;
- підведені електричні лінії для підключення механізмів та електроінструментів забезпечена освітленість робочих місць, доступ до них робітників та можливість доставки матеріалів;
- підготовленні риштування та підмостки для виконання робіт на висоті;
- заскленні віконні прорізи і утепленні приміщення при виконанні робіт взимку та восени.

Окрім вказаних вимог до готовності об'єкту під монтаж перед початком робіт треба виділити місце для складування матеріалів, сантехнічних заготовок і обладнання. Треба також приміщення для зберігання малогабаритних матеріалів, інструменту, інвентарю.

3.2.4 Монтажене регулювання і здача системи в експлуатацію

Здавання в експлуатацію систем опалення виконувати в три етапи: зовнішній огляд, випробування гідростатичним або манометричними методами, випробування на тепловий ефект.

Під час зовнішнього огляду перевіряти відповідність виконаних монтажних робіт затвердженому проекту, правильність збирання і міцність закріплення труб, нагрівальних пристроїв, встановлення контрольно-вимірювальних приладів, запірної та регулювальної арматури, розташування спускних і повітряних кранів, дотримання нахилів, відсутність протікання в з'єднаннях, секціях радіаторів, кранах, засувках тощо.

Після зовнішнього огляду до початку малярних, облицювальних робіт систему опалення випробовувати на міцність і герметичність.

Гідравлічне випробовування трубопроводів виконати в такій послідовності:

- зовнішній огляд трубопроводу;
- встановлення заглушок і манометрів;
- приєднання водопроводу гідравлічного пресу;
- наповнення окремих частин системи водою до заданого тиску;
- огляд трубопроводу з відміткою дефектних місць;
- спуск води з трубопроводу та усунення дефектів;
- повторне наповнення системи в цілому до заданого тиску;
- огляд та перевірка системи, зниження тиску і усунення дефектів;
- здача системи;
- спуск води з системи;
- зняття заглушок, манометра і від'єднання пресу.

Система витримала випробування гідростатичним методом, якщо протягом 5 хв падіння тиску не перевищує 0,02 МПа і якщо немає протікання води в місцях трубних з'єднань, в арматурі, нагрівальних приладах і обладнанні.

При гідравлічному випробуванні використовувати манометри з класом точності 0,4 – МТИф (манометр точних вимірів – діапазон до 600 кПа) [14].

Здаючи систему опалення в експлуатацію, подати комплект виконавчої документації (робочі креслення з внесеними змінами), всі акти приймання прихованих робіт, паспорти обладнання, акти гідравлічного і теплового випробувань системи [8].

3.2.5 Підбір машин, механізмів та пристосувань

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем тепlopостачання завозяться централізовано автомобілем «MERCEDES-BENZ SPRINTER 516

CDI». Оскільки загальна вага усіх деталей становить 672 кг, доставка деталей та обладнання до місця монтажу буде проводиться за два рази. Технічні характеристики автомашини наведені в таблиці 3.3 [4].

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики MERCEDES-BENZ SPRINTER 516 CDI [10]

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Довжина платформи	м	4,28
Вантажопідйомність	кг	2370
Габарити: Довжина	м	7
Ширина		2,2
Висота		3,18
Маса	кг	2810

Для встановлення обладнання використовуємо лебідку Forte FPA 500 [11] технічна характеристика якої наведена в таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Технічна характеристика автокрана КАМАЗ КС-5574

Найменування	Од.вим.	Значення
Вантажопідйомність	Т	0,500
Висота підцому	М	6
Потужність двигуна (електрична)	Вт	1020
Маса	Кг	17

Для зварювання стиків трубопроводу використовується зварювальний напівавтомат інверторного типу KIND MIG-300 [12]. Його характеристики вказані в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики зварювального напівавтомату інверторного типу KIND MIG-300

Величина	Од.вим.	Значення
----------	---------	----------

Номинальна напруга	В	380
Номинальний струм	А	250
Діаметр електродів	мм	0,2-1
Споживана потужність	кВт	6,4
Діаметр касети з проволокою	мм	300
Маса	кг	25

Для монтажу обладнання використовуємо газозварну станцію ПГСП-5. Зварювальний пост (газозварювання) ПГСП-5, кисень-пропан; кисневий балон 5 л з редуктором; балон пропан газ 0,45кг; пальник.

Для ручного зварювання і пайки металів, при монтажних і аварійних роботах.

Зварювальний пост - це цілий комплекс зварювального устаткування, який переважно використовують для виконання різних швів із заздалегідь підготовленими розмірами.

Незамінні при монтажі мідних труб для холодильного обладнання та систем кондиціонування.

Щоб прикріпити трубопроводи та кронштейни використовують перфоратор BOSH 2-18 RC з такими технічними характеристиками [13]:

- енергія удару – 0 v 1.5 Дж;
- число ударів при номінальному числі обертів – 0 v 3,980 1/хв ;
- потужність – 0,55кВт;
- вага – 4 кг.

Труби комплектуються по розгалуженням. Труби подавальних і зворотних магістралей зв'язують разом, вони повинні мати відповідне маркування, щоб не допускати помилок між ділянками.

Оскільки ми отримуємо фасонні частини трубопроводів в готовому вигляді, тому маємо потребу лише в монтажних інструментах.

Таблиця 3.6 – Набір інструментів для монтажу системи трубопроводів

Найменування	ГОСТ, марка	К-ть, шт.	Загальна маса, кг
1	2	3	4
Ключ гайковий накидний М17х19мм, М19х22 мм	ГОСТ5547-75	6	0,9
Плоскогубці	ГОСТ2839-80	6	1,6
Викрутки фігурні	ГОСТ 2310- 79	6	0,31
Молоток	ГОСТ 5423-77	6	1,8
Зубило слюсарне 200 мм	ГОСТ 7511-72	6	2,1
Стрічка вимірювальна, 20 м	ГОСТ 7202 - 61	6	0,12
Молоток гумовий		6	1,9
Рівень	ГОСТ 7948-80	4	0,44
Висок	ГОСТ 7948-80	2	0,2
Ящик для інструменту		12	3,2
Всього:			11,97

Витрати зводимо в таблицю 3.7

Таблиця 3.7 - Витрати допоміжних матеріалів для монтажу теплотехнічної частини

матеріали	Од.вим	Витрати матеріалів		
		Шифр	Вага	Об'єм
Прокладки гумові	Кг		5,65	-
Прокладка ПМБТ	шт/кг	111-1746	15/0,04	-
				$\Sigma=6,05$

Загальна маса всіх інструментів і пристосувань складає:

$$\Sigma_{\text{інст.}}=25+6,5+3,9+11,97+6,05=53,42 \text{ (кг)}$$

3.2.6 Розрахунок витрати енергоресурсів

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою [10]

$$E = P \times \tau \times k; (3.13)$$

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання. [17]

Витрата електроенергії зварювальним пристроєм KIND MIG-300

$$E = 0,8 \cdot 39 \cdot 0,8 = 25 \text{ (кВт год)}$$

Витрата електроенергії перфоратором Bosch

$$E = 0,55 \cdot 33 \cdot 0,4 = 7,26 \text{ (кВт год)}.$$

Витрата електроенергії гідравлічного пресу фірми «Rems» .

$$E = 0,77 \cdot 8 \cdot 0,8 = 4,93 \text{ (кВт год)},$$

Сумарні витрати електроенергії становлять

$$25 + 7,26 + 4,93 = 37,2 \text{ (кВт год)}.$$

Витрата пального для доставки матеріалів, інструментів та виробів: відстань 22 км, кількість ходок $n = 2$, витрата пального $Q = 15$ л/100км.

Кількість необхідного пального для доставки труб визначається за наступною формулою:

$$Q = Q \cdot 2 \cdot n \cdot l; \quad (3.14)$$

$$Q = 0,15 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 22 = 13,2 \text{ (л)}$$

3.2.7 Визначення трудомісткості

Трудомісткість робіт визначається за формулою:

$$Q = \frac{V \cdot H_{\text{ч}}}{B}, \quad (3.15)$$

де V – об'єм робіт,

N_n – норма часу, люд/год;

B – кількість годин, год.

Тривалість робіт визначається за формулою :

$$T = \frac{Q}{n}, \quad (3.16)$$

де Q – трудомісткість, люд/дні

n – кількість робітників, люд.

Результати розрахунку наведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8- Визначення трудомісткості виконання робіт

Найменування	Од. вим.	Об'єм	Норма часу, люд/год	люд/дні	Виконавці		Тривалість, дні
					К-ть	Склад бригади	
1	2	3	4	5	6	7	8
Доставка деталей	т	0,67	1	0,084	4	3 робітника водій	0,02
Встановлення фундаментів	м ³	0,2	598,64	14,97	6	Слюсар 3 розряду	2,5
Монтаж теплообмінника, площа 4 м ² [17]	шт	1	16,01	2	3	Слюсар 4 розряду	0,67
Розмітка місць прокладання трубопроводу	100 м	0,2889	1,3	0,046	4	Слюсар 4 розряду	0,011
Прокладання [16] трубопроводів діаметром 57 мм.	т	0,2889	410,2	14,87	3	Слюсар 4 розряду	4,96

Встановлення запірної арматури ДУ 50 мм [16]	10 шт	1	64	8	3	Слюсар-сантехнік 4 розряду	2
Монтаж циркуляційного насоса [14]	шт	2	37,8	9,45	4	Слюсар 4 розряду	2,36
Встановлення КВП [17]	1 ком.	1	0,59	0,07	2	Слюсар 4 розряду	0,04

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8
Перше робоче випробування окремих частин	100м	0,29	5,4	0,19	6	Слюсар-сантехнік 5 розряду	0,03
Ізоляція [18] трубопроводів з мінвати, ϕ 57 мм, товщ.80 мм	100м	0,29	126,69	4,6	4	Слюсар 4,2 розряду	1,15
Робоча перевірка системи в цілому	100м	0,29	2,9	0,1	4	Слюсар-сантехнік 5 розряду	0,025
Кінцева перевірка	100м	0,29	2,4	0,08	4	Слюсар-сантехнік 5 розряду	0,021

Визначення складу бригад

Основні принципи організації:

- 1) визначення оптимального складу бригад;
- 2) встановлення за бригадою певного обсягу робіт (певної номенклатури виробів, деталей);
- 3) закріплення за бригадою виробничої площі та обладнання;
- 4) визначення межі робочої зони;
- 5) результат бригади повинен представляти готову продукцію або її закінчену частину;
- 6) бригада повинна отримувати виробничі завдання по обсягу виробництва та інших показників;

7) матеріальне стимулювання має здійснюватися за кінцеві результати із визначенням індивідуального внеску окремих робітників на основі коефіцієнта трудової участі;

8) надання певних прав бригаді як самокерованої первинному осередку трудового колективу

Для розрахунку чисельності і кваліфікаційного складу бригади необхідно:

1. Визначити комплекс робіт, що доручаються бригаді, із урахуванням характеру технологічного процесу, що застосовується обладнання та інших умов;

2. Встановити трудомісткість кожної операції на виконаний обсяг робіт;

3. Визначити трудомісткість виконуваних робіт по розрядах та професій;

4. Визначити трудомісткість виконуваних робіт у цілому, а також за професіями і розрядами;

5. Визначити чисельний і професійний склад бригади;

Склад бригади:

Водій—1

Слюсар-сантехнік 3 розряду—1

Слюсар 4 розряду—2

Слюсар-сантехнік 5 розряду—2

3.3 Розробка системи холодопостачання готельного комплексу

3.3.1 Розробка математичної моделі для дослідження показників системи холодопостачання.

Характеристика програми.

Розроблена математична модель розрахунку теплової схеми теплопункту. Програма створена в середовищі Ексел і призначена для виконання розрахунку основних показників роботи теплопункту для холодопостачання.

Для виконання розрахунків необхідно ввести відповідні початкові дані після чого програма виконує розрахунки, отримані результати можна переписати або скопіювати у інші прикладні програми. За результатами обчислень проводять аналіз і при необхідності виконують графічну інтерпретацію даних.

Дана модель є лінійною, детермінованою, відносно часу моделювання – статичною, відносно розмірності простору— одновимірною, відносно зміни параметрів – дискретною . Дана модель є функціональною.

Модель розроблена як дескриптивна, лінійна , складається з 6-ох рівнянь – для визначення і опису основних параметрів схеми. Розв’язується алгоритмічним методом.Рівняння для одного модуля є початковими даними для наступних модулів.

3.3.2 Розрахунок діаметрів трубопроводів та витрат в них

Обираємо для готелю настінні фанкойли Ballu Machine BMFL-180. Потужністю по холоду 1,8 кВт.

Витрата води для холодопостачання типового номера

$$G = \frac{Q_{\phi}}{C_p \cdot (t' - t'')} , \quad (3.17)$$

де Q_{ϕ} – потужність фанкойлу, $Q_{\phi} = 1,8$ кВт;

C_p – теплоємність води, приймаємо $C_p = 4,19$ кДж/кг;

t', t'' – температура води на вході та виході.

$$G_1 = \frac{1,8}{4,19 \cdot (12-7)} = 0,0860 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right).$$

Діаметр трубопроводу (подавального і зворотного)

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\pi \cdot \omega \cdot \rho}}, \quad (3.18)$$

де ω – швидкість теплоносія в трубопроводі, приймаємо $\omega = 0,5$ м/с;

ρ – густина теплоносія в трубопроводі, приймаємо $\rho = 998$ кг/м³.

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0860}{998 \cdot 0,5 \cdot 3,14}} = 0,015 \text{ (м)}$$

Приймаємо стандартний діаметр $\text{Ø}20 \times 2$ мм

Витрата води на 2 номери

$$G_2 = 2 \cdot 0,0860 = 0,172 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$$

Діаметр трубопроводу

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,172}{998 \cdot 0,5 \cdot 3,14}} = 0,02 \text{ (м)}$$

Приймаємо стандартний діаметр $\text{Ø}25 \times 2,3$ мм

Витрата води на 4 номери

$$G_4 = 4 \cdot 0,0860 = 0,344 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$$

Діаметр трубопроводу

$$d_4 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,344}{998 \cdot 0,5 \cdot 3,14}} = 0,03 \text{ (м)}$$

Приймаємо стандартний діаметр $\text{Ø}32 \times 3$ мм

Витрата води на 6 номерів

$$G_6 = 6 \cdot 0,0860 = 0,516 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$$

Діаметр трубопроводу

$$d_6 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,516}{998 \cdot 0,5 \cdot 3,14}} = 0,036 \text{ (м)}$$

Приймаємо стандартний діаметр $\text{Ø}40 \times 3,7$ мм

Витрата води на 7 номерів

$$G_7 = 7 \cdot 0,0860 = 0,602 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$$

Діаметр трубопроводу

$$d_7 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,602}{998 \cdot 0,5 \cdot 3,14}} = 0,036 \text{ (м)}$$

Приймаємо стандартний діаметр $\text{Ø}50 \times 4,6$ мм

Витрата води на 9 номерів

$$G_9 = 9 \cdot 0,0860 = 0,774 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$$

Діаметр трубопроводу

$$d_9 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,774}{998 \cdot 0,5 \cdot 3,14}} = 0,043 \text{ (м)}$$

Приймаємо стандартний діаметр $\text{Ø}50 \times 4,6$ мм

Витрата води на 11 номерів

$$G_{11} = 11 \cdot 0,0860 = 0,946 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$$

Діаметр трубопроводу

$$d_{11} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,946}{998 \cdot 0,5 \cdot 3,14}} = 0,049 \text{ (м)}$$

Приймаємо стандартний діаметр $\text{Ø}63 \times 5,8$ мм

Витрата води на 13 номерів

$$G_{13} = 13 \cdot 0,0860 = 1,11 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$$

Діаметр трубопроводу

$$d_{13} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,11}{998 \cdot 0,5 \cdot 3,14}} = 0,049 \text{ (м)}$$

Приймаємо стандартний діаметр $\text{Ø}63 \times 5,8$ мм

Витрата води на 15 номерів

$$G_{15} = 15 \cdot 0,0860 = 1,29 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$$

Діаметр трубопроводу

$$d_{15} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,29}{998 \cdot 0,5 \cdot 3,14}} = 0,057 \text{ (м)}$$

Приймаємо стандартний діаметр $\text{Ø}75 \times 6,8$ мм

Витрата води на 4-ий та 3-ій поверхи

$$G = 1,29 + 1,29 = 2,58 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$$

Діаметр трубопроводу

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,58}{998 \cdot 0,5 \cdot 3,14}} = 0,081 \text{ (м)}$$

Приймаємо стандартний діаметр $\text{Ø}75 \times 6,8$ мм

Витрата води на 4-ий , 3-ій та 2ий поверхи

$$G = 1,29 + 1,29 + 1,29 = 3,87 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$$

Діаметр трубопроводу

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,87}{998 \cdot 1 \cdot 3,14}} = 0,070 \text{ (м)}$$

Приймаємо стандартний діаметр $\text{Ø}90 \times 8,2$ мм

Витрата води на 2 номери першого поверху

$$G = 2 \cdot 0,0860 = 0,172 \left(\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$$

Діаметр трубопроводу

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,172}{998 \cdot 0,5 \cdot 3,14}} = 0,02 \text{ (м)}$$

Приймаємо стандартний діаметр $\text{Ø}25 \times 2,3$ мм

Витрата води для холодопостачання ресторану

$$G = \frac{5,9}{4,19 \cdot (12-7)} = 0,282 \left(\frac{\text{КГ}}{\text{с}} \right)$$

Витрата води для холодопостачання холу

$$G = \frac{13,1}{4,19 \cdot (12-7)} = 0,625 \left(\frac{\text{КГ}}{\text{с}} \right)$$

Витрата води для холодопостачання 4-ох номерів (перший поверх)

$$G = 4 \cdot 0,0860 = 0,344 \left(\frac{\text{КГ}}{\text{с}} \right)$$

Загальна витрата на 1-ий поверх

$$G = 0,625 + 0,282 + 0,344 = 1,24$$

Діаметр трубопроводу

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,24}{998 \cdot 1,3,14}} = 0,039 \text{ (м)}$$

Приймаємо стандартний діаметр 50×4,6 мм

Витрата охолодної води на 4 поверхи

$$G = 3,87 + 1,24 = 5,11 \left(\frac{\text{КГ}}{\text{с}} \right)$$

Діаметр трубопроводу

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,11}{998 \cdot 1,3,14}} = 0,080 \text{ (м)}$$

Приймаємо стандартний діаметр $\varnothing 110 \times 10$ мм

3.3.3 Гідравлічний розрахунок

Визначаємо дійсну швидкість в трубах

$$w = \frac{4 \cdot G}{\rho \cdot \pi \cdot D^2}, \quad (3.19)$$

Дійна швидкість води на 1-му поверсі

$$w_{1,2,3,4} = \frac{4 \cdot 5,11}{998 \cdot 3,14 \cdot 0,09^2} = 0,80 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Дійна швидкість води на 2-му поверсі

$$w_{2,3,4} = \frac{4 \cdot 3,87}{998 \cdot 3,14 \cdot 0,0736^2} = 0,911 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Дійна швидкість води на 3-му поверсі

$$w_{3,4} = \frac{4 \cdot 2,58}{998 \cdot 3,14 \cdot 0,0614^2} = 0,873 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Дійна швидкість води на 4-му поверсі

$$w_4 = \frac{4 \cdot 1,29}{998 \cdot 3,14 \cdot 0,0614^2} = 0,436 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Визначаємо втрати тиску

$$\Delta P = \left(\lambda \cdot \frac{L}{d} + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2}, \quad (3.20)$$

Приймаємо довжину прямого і зворотного трубопроводу $L = 12$ (м)

Коефіцієнт гідравлічного опору приймаємо $\lambda = 0,01$

Суму коефіцієнтів місцевого опору приймаємо $\sum \xi = 5$

$$\Delta P_{1,2,3,4} = \left(0,01 \cdot \frac{12}{0,09} + 5\right) \cdot \frac{998 \cdot 0,80^2}{2} = 2022,61 \text{ (Па)}$$

Приймаємо довжину прямого і зворотного трубопроводу $L = 9$ (м)

Коефіцієнт гідравлічного опору приймаємо $\lambda = 0,01$

Суму коефіцієнтів місцевого опору приймаємо $\sum \xi = 4$

$$\Delta P_{2,3,4} = \left(0,01 \cdot \frac{9}{0,074} + 4\right) \cdot \frac{998 \cdot 0,911^2}{2} = 2160,22 \text{ (Па)}$$

Приймаємо довжину прямого і зворотного трубопроводу $L = 6$ (м)

Коефіцієнт гідравлічного опору приймаємо $\lambda = 0,01$

Суму коефіцієнтів місцевого опору приймаємо $\sum \xi = 3$

$$\Delta P_{3,4} = \left(0,01 \cdot \frac{6}{0,0614} + 3\right) \cdot \frac{998 \cdot 0,873^2}{2} = 1512,53 \text{ (Па)}$$

Приймаємо довжину прямого і зворотного трубопроводу $L = 3$ (м)

Коефіцієнт гідравлічного опору приймаємо $\lambda = 0,01$

Суму коефіцієнтів місцевого опору приймаємо $\sum \xi = 2$

$$\Delta P_4 = \left(0,01 \cdot \frac{3}{0,0614} + 2\right) \cdot \frac{998 \cdot 0,436^2}{2} = 236,06 \text{ (Па)}$$

Сума втрат тиску на всіх поверххах в подавальному та зворотному трубопроводах

$$\Sigma\Delta P = 2 \cdot (\Delta P_{1,2,3,4} + \Delta P_{2,3,4} + \Delta P_{3,4} + \Delta P_4) + \Delta P_{\phi}, \quad (3.21)$$

де ΔP_{ϕ} —втрати тиску у фанкойлах, приймаємо $\Delta P_{\phi} = 10$ кПа

$$\Sigma\Delta P = 2 \cdot (2022,61 + 2106,22 + 1512,53 + 236,2) + 10000 = 21755,12 \text{ (Па)}$$

Напір насоса

$$H = \frac{\Sigma\Delta P}{\rho \cdot g}, \quad (3.22)$$

$$H = \frac{21755,12}{998 \cdot 9,81} = 2,22 \text{ (м.в.ст.)}$$

Об'ємна подача насоса

$$V = \frac{G_{1,2,3,4} \cdot 3600}{\rho}, \quad (3.23)$$

$$V = \frac{5,11 \cdot 3600}{998} = 18,43 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

Вибираємо насос Wilo TOP-S 65/15

ККД насоса становить $\eta = 70$ %.

Потужність насоса $N = 1,6$ кВт.

3.4 Розробка функціональної схеми автоматизації теплопункту

Центр теплохолодопостачання проектується виходячи з кількості теплоти, що відпускається на опалення з використанням як теплоносія гарячої води. Нагрівання мережної води (в максимально зимній і середньо-опалювальний періоди), і її охолодження (в максимально літній і середньо-літній періоди) здійснюється у теплохолодильних машинах DYNACIATLG 600V, які працюють на фреоні R410A. Приймаємо температуру на виході з випарника 2 °С. на виході з конденсатора 55 °С. Витікання води в тепловій мережі заповнюють водою з ХВО (хім. водоочистки). В схемі також встановлені розширювальні баки.

Необхідно виконати підбір насосного обладнання для роботи схеми. Мережні насоси призначені для циркуляції теплоносія. Їх подача визначається за максимальною витратою мережної води. Вибір насосів робимо по максимальній масовій витраті одного з режимів.

Напором задаємось :

Для насосів, які працюють на опалення $H=20$ м. в. ст.

Для насосів, що працюють на ГВП $H=15$ м. в. ст.

Вибираємо насос, який перекачує теплоносій від ТО1 на систему опалення

$$V_{\text{сп}} = \frac{G_{\text{сп}} \cdot 3600}{\rho_{\text{сп}}}, \quad (3.24)$$

де ρ - густина насос, $\text{кг}/\text{м}^3$;

G - витрата води на теплообмінник, $\text{кг}/\text{с}$.

$$V_{\text{сп}} = \frac{5,6 \cdot 3600}{999,7} = 20,1 \text{ (м}^3/\text{год)}.$$

Вибираємо насос CalpedaNR 50/125A

ККД насоса становить $\eta = 73\%$.

Потужність насоса $N=2,2$ кВт.

Вибір насоса який працює від випарника ТХМ1 до ТО1

Об'ємна подача насоса

$$V_{\text{гл}} = \frac{G_{\text{гл}} \cdot 3600}{\rho_{\text{гл}}}, \quad (3.25)$$

$$V_{\text{гл}} = \frac{8,65 \cdot 3600}{988,1} = 31,5 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

Вибираємо насос CalpedaMXV(L) 100-6501

ККД насоса становить $\eta = 65\%$.

Потужність насоса $N=5,5$ кВт кВт.

Вибір насосу для трубопроводу, який з'єднує конденсатор ТХМ1 з ТО1

Об'ємна подача насоса

$$V_{\text{гр}} = \frac{G_{\text{гр}} \cdot 3600}{\rho_{\text{гр}}}, \quad (3.26)$$

$$V_{\text{гр}} = \frac{4,7 \cdot 3600}{996,9} = 16,9 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

Вибираємо насос CalpedaMXV4 65-3206

ККД насоса становить $\eta = 70,6\%$.

Потужність насоса $N=2,2$ кВт.

Вибір насоса, який працює від випарника ТХМ2

Об'ємна подача насоса

$$V_{\text{св}} = \frac{G_{\text{св}} \cdot 3600}{\rho_{\text{св}}}, \quad (3.27)$$

$$V_{\text{св}} = \frac{13,7 \cdot 3600}{999,8} = 49,3 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

Вибираємо насос CalpedaMXH 3204/A

ККД насоса становить $\eta = 67 \%$.

Потужність насоса $N=7,5$ кВт.

Вибір насоса, який працює від конденсатора ТХМ2

Об'ємна подача насоса

$$V_{\text{глі}} = \frac{G_{\text{глі}} \cdot 3600}{\rho_{\text{глі}}}, \quad (3.28)$$

$$V_{\text{глі}} = \frac{4,41 \cdot 3600}{988,1} = 16,01 \text{ (м}^3\text{/год)}.$$

Вибираємо насос CalpedaMXV4 80-4804

ККД насоса становить $\eta = 77,4 \%$.

Потужність насоса $N=2,2$ кВт.

3.4.1 Вибір величин, які будуть регулюються та схеми автоматизації

Завдання та вимоги. До тепlopункту на базі ТХМ висуваються дуже високі вимоги по автоматизації режиму її роботи, при цьому обладнання для автоматизації має виконувати наступні функції [1, 4]:

- контроль і автоматизацію температури подавальної мережної води для споживачів;
- контроль та автоматизацію внутрішніх процесів ТХМ
- безпечну роботу елементів схеми та їх взаємозв'язок у єдину схему;
- регулювання продуктивності реверсивного чіллера відповідно до зміни необхідної потужності готелю;
- автоматизацію системи водопостачання;
- підвищення надійності установки, її відключення при відхиленні від допустимих параметрів безпечної роботи;
- цілодобовий контроль та сигналізацію згідно встановлених параметрів.

Для експлуатації тепlopункту з реверсивним чіллером в автоматичному та в напівавтоматичному режимах потрібно спеціальні пристрої, що керують ТХМ. Вони впливають на взаємодію окремих елементів схеми в відповідності із різними умовами роботи та навантаженням. До таких завдань відносяться [4]:

- пуск та зупинка ТХМ з насосним обладнанням з запуском компресора насоса на холостому ході та в безпечному режимі;
- включення насоса для гарячого водопостачання
- управління перемикаючими клапанами
- вмикання та вимикання реверсивного чіллера в режимів акумулювання;
- експлуатація установки в автоматичному режимі при відсутності персоналу.

До завдань регулювання теплової схеми з ТХМ відносяться підтримку в заданих параметрах температури в прямому трубопроводі циркуляційного контуру гарячої та холодної води. При цьому необхідно прагнути до досягнення ефективного енергетичного режиму роботи. Також постійно регулюється температура в подавальних лініях гарячої і холодної води, а продуктивність компресора безупинно приводиться у відповідність із необхідним навантаженням.

Інші завдання контрольно-вимірювальних приладів витікають із необхідності контролювання та забезпечення безпеки установки і системи в цілому:

- визначення і запис експлуатаційних параметрів;;
- сигналізація про умови експлуатації;
- контроль параметрів установки та режиму роботи, а також сигналізація про перевищення граничних значень;
- контроль режиму роботи в аварійній ситуації та проведення операцій для запобігання аварій чи пошкоджень;

Для встановленої в даному тепlopункті реверсивних чіллерів передбачений вбудований блок автоматики і захисту на базі контролера Siemens. Тому основним завданням роботи є забезпечення роботи теплової схеми із ТХМ в автоматизованому режимі без розробки системи регулювання самої ТХМ.

Згідно вищезазначеного автоматизація роботи теплової схеми із реверсивними чіллерами повинна здійснюватися за такими параметрами:

- Система автоматичного регулювання температури прямої мережної води відповідно до температури навколишнього середовища;
- Система автоматичного регулювання контуру випарника;
- Система автоматичного регулювання температури гарячої води на виході з теплообмінника для гарячого водопостачання.

Система автоматичного регулювання температури прямої мережної води відповідно до температури навколишнього середовища.

На рисунку 3.1 представлена система автоматичного регулювання потужності в контурі гарячої води, що забезпечує якісне регулювання за умов зміни навантаження. Регулювання відбувається шляхом зміни витрати мережної води через конденсатор ТХМ.

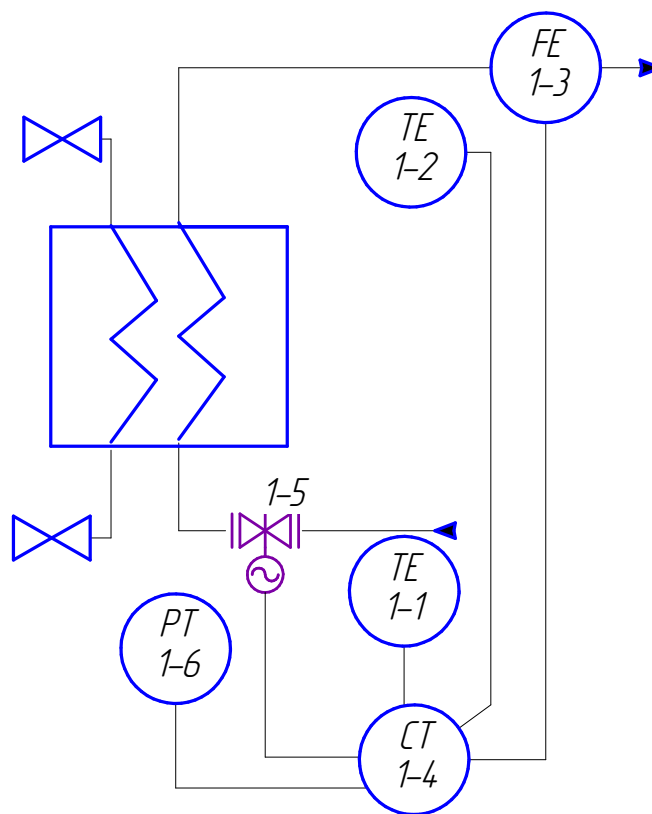


Рисунок 3.1 – Система автоматичного регулювання температури прямої мережної води

1-3 – датчик витрати води; 1-1, 1-2 – датчик температури; 1-4 – регулятор температури; 1-5 – привід виконавчого механізму; 1-6 – датчик тиску.

Система автоматичного регулювання контуру випарника

На рисунку 3.2 представлена система автоматичного регулювання потужності в контурі випарника, що забезпечує регулювання за умов зміни потужності споживача. Об'єктом регулювання є витрата розчину гліколю через випарник ТХМ шляхом зменшення поперечного перерізу.

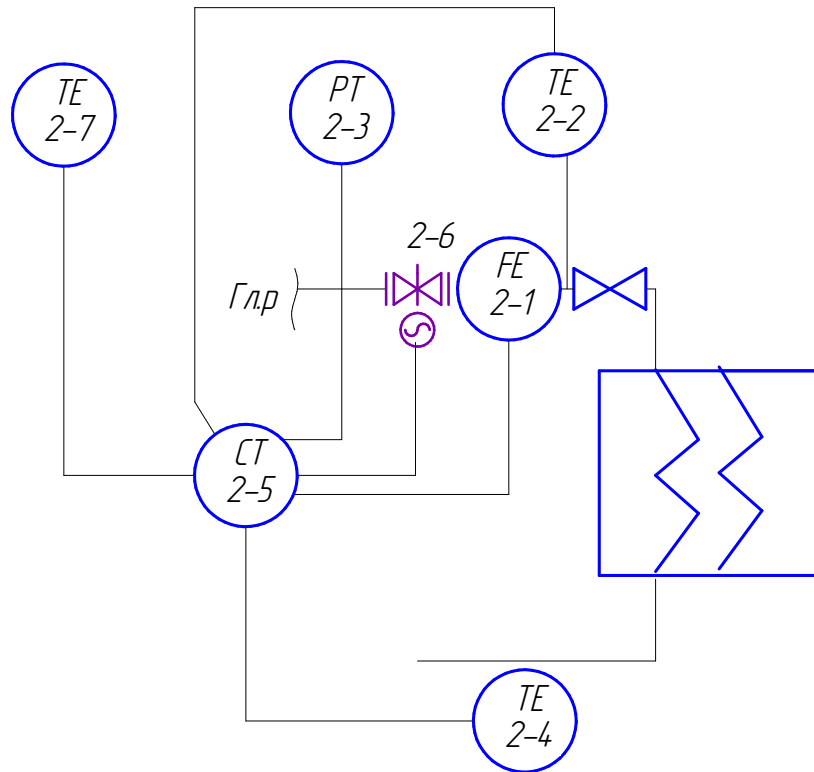


Рисунок 3.2 – Система автоматичного регулювання контуру випарника 2-1 – датчик витрати розчину гліколю; 2-2, 2-4 – датчик температури; 2-5 – регулятор температури; 2-6 – привід виконавчого механізму; 2-7 – датчик температури.

Дана схема характерна для випарників всіх реверсивних чіллерів. При чому можливе спрощення схеми, за умови живлення ТХМ від спільного колектора. В такому разі відпадає необхідність у вимірюванні значень температур перед кожним випарником.

Система автоматичного регулювання температури гарячої води на виході з теплообмінника ГВП.

Для споживачів необхідно забезпечити стабільну подачу гарячої води із температурою 55 °С. Для цього встановлено ТХМ та теплообмінник, який гріє воду з мережі із температурою 5 °С. На рис. 3.3 наведено схему регулювання температури води на гаряче водопостачання.

Дана схема підтримує необхідні температури води враховуючи ряд параметрів: температуру гарячої та холодної води на вході в ТО, необхідну витрату води, витрату грійної води через ТО.

Схема може працювати у двох режимах: коли потужності ТХМ вистачає для забезпечення потреб гарячого водопостачання коли потужності ТХМ не вистачає для гарячого водопостачання, в такому випадку можливе збільшення потужності ТО гарячого водопостачання шляхом добавлення води із контуру опалення через вентиль.

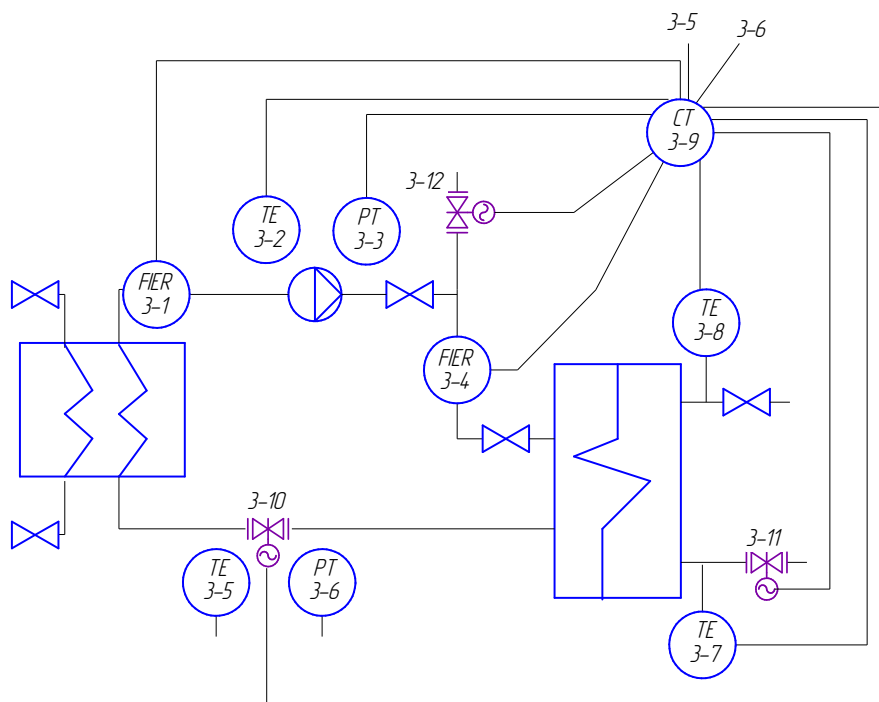


Рисунок 3.3 – Система автоматичного регулювання води для гарячого водопостачання.

3-2, 3-8, 3-7, 3-5 – датчик температури; 3-9 – регулятор температури; 3-1, 3-4 – витратоміри; 3-10, 3-11, 3-12 – привід вентиля; 3-6, 3-3 – датчики тиску.

В якості регулятора приймаємо програмований контролер Siemens RVS 61 - AVS37 – контролери Siemens. На додаток до 2-ступеневої системи опалення / охолодження також інтегровано безліч інших функцій.

3.4.2 Розрахунок клапана подачі води на конденсатор

Вхідні дані

Проведемо розрахунок клапана зображеного на ФСпід № 55

$$P_0 = 7 \text{ (кгс/см}^2\text{)} = 0,7 \text{ МПа};$$

$$P_K = 3 \text{ (кгс/см}^2\text{)} = 0,3 \text{ МПа};$$

$$Q_{\max} = 0,7 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q_{\min} = 0,55 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$D = 25 \text{ (мм)};$$

$$L = 10 \text{ (м)};$$

$$T = 55 \text{ C};$$

Розрахункова схема наведена на рисунку 3.4

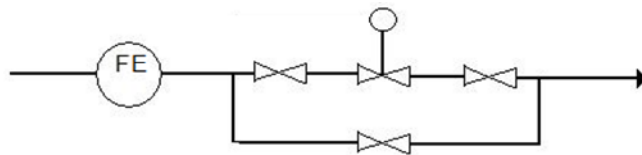


Рисунок 3.4 – Схема встановлення клапану

Коефіцієнт місцевих втрат: $\zeta = 0,5$; $\zeta = 5$; $\zeta = 4,1$; $\zeta = 2,3$; $\zeta = 1$.

Розрахунок проводимо за методикою [1].

Швидкість рідини

$$W = \frac{4 \cdot 0,75}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,025^2} = 0,42 \text{ (м / с)}.$$

Число Рейнольдса

$$Re = \frac{0,42 \cdot 0,025}{0,89 \cdot 10^{-6}} = 11928.$$

Коефіцієнт тертя

$$\lambda = \frac{0,303}{(\log 11928 - 0,9)^2} = 0,03.$$

$$\sum \xi = 0,5 + 4 + 5,1 + 2,3 + 1 = 12,9.$$

Втрата тиску в трубопроводі

$$\Delta P_{\text{втр}} = \left(0,03 \cdot \frac{10}{0,025} + 12,9 \right) \cdot \frac{990 \cdot 0,42^2}{2} = 2174 \text{ (Па)}.$$

Втрата тиску на переміщення рідини в висоту

$$\Delta P_h = 9,81 \cdot 990 \cdot 3 = 29136 \text{ (Па)}.$$

Перепад тиску на клапані

$$\Delta P_{\text{р.о}} = 600000 - (400000 + 2174 + 29136) = 168690 \text{ (Па)}$$

Пропускна здатність клапана

$$K_{v1} = 0,316 \cdot 0,75 \cdot \sqrt{\frac{990}{16,87}} = 1,8,$$

$$K_{v2} = 0,316 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{\frac{990}{16,87}} = 1,2.$$

Умовна пропускну здатність

$$K_{vy} = 1,8 \cdot 1,2 = 2,16.$$

Із таблиці вибираємо найближчий коефіцієнт пропускної здатності $K_{vy,табл} = 5$

Ступінь відкриття клапана при різних навантаженнях:

$$\eta_1 = \frac{2,16}{5} \cdot 100 = 43,2(\%);$$

$$\eta_2 = \frac{1,2 \cdot 1,2}{5} \cdot 100 = 29(\%).$$

Отже, для встановлення обираємо клапан НФЕ 4 з електроприводом АМВ 163 та умовним діаметром 25 мм [5].

3.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

У випускній кваліфікаційній роботі розглянуті наукові засади підвищення енергоефективності системи тепло-холодопостачання готельного комплексу. Згідно ГОСТ 12.003-74, на будівельно-монтажний персонал технологічного обладнання системи тепло-холодопостачання впливають такі шкідливі та небезпечні виробничі фактори:

Фізичні:

- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена та понижена рухомість повітря;
- підвищена вологість повітря;
- нестача природного освітлення;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може виникнути через тіло людини.

Психофізіологічні:

- фізичні перевантаження (динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (монотонність праці, емоційне перевантаження).

3.5.1 Технічні рішення з безпечної організації робіт з реконструкції

Перед розбиранням, реконструкцією та капітальним ремонтом необхідно обстежити загальний стан будівлі (споруди), а також фундаменту, стін, колон, склепінь та інших конструкцій, а для надбудов також стан основ. За результатами обстежень складається акт, на підставі якого розробляється проект організації будівництва (ПОБ) і проект виконання робіт (ПВР). Усі

необхідні узгодження з проведення підготовчих заходів повинні бути виконані на стадії розроблення ПОБ. Для розроблення ПОБ і ПВР замовник повинен додатково надати проектній організації такі вихідні дані:

- склад відокремлених технологічних ділянок підприємства, можлива послідовність і тривалість їх зупинки на реконструкцію;

- послідовність розбирання і перекладання інженерних мереж, місця підключення тимчасових мереж, перелік виробничих і санітарно-побутових приміщень, що надаються будівельним організаціям на період виконання робіт з розбирання, реконструкції, відомості про зони з високими температурами, загазованістю, вибухо- і пожежонебезпечними речовинами, з обмеженими умовами робіт;

- обмеження на виконання спеціальних видів робіт (забивання паль, газозварювальних, безтраншейного прокладання труб тощо);

- місця розташування споруд, пошкодження яких під час виконання будівельно-монтажних робіт може призвести до важких наслідків та людських жертв (склади паливно-мастильних матеріалів, газопроводи, електромережі тощо).

У проектно-технологічній документації необхідно зазначити такі заходи:

- вибір методу розбирання, демонтажу та монтажу, надбудови будівлі (споруди);

- визначення послідовності та безпеки виконання робіт;

- визначення небезпечних зон, застосування захисних огорож;

- тимчасове чи постійне закріплення або підсилення конструкцій будівлі, що розбирається, з метою запобігання випадковому обваленню конструкцій або частини будівлі;

- пилоосідання;

- безпека праці під час виконання робіт на висоті;

- визначення схеми стропування під час демонтажу конструкцій і технологічного обладнання. Крім того, повинні бути зазначені вимоги безпеки праці, що забезпечуються під час:

- виконання робіт без зупинки основного виробництва або з частковою зупинкою;

- виконання робіт під час демонтажу або реконструкції внутрішніх інженерних мереж;

- виконання транспортних робіт в умовах обмеженого виробничого простору;

- складування та утилізації матеріалів і конструкцій, одержаних під час розбирання або реконструкції споруд.

Відповідальність за підготовку та виконання заходів, що забезпечують безпеку праці всіх працюючих на об'єкті (в цеху, споруді) відповідно до вимог НПАОП 45.2-2.01, однаково несуть керівники будівельно-монтажних організацій і діючого підприємства. Розроблені заходи повинні бути узгоджені з керівниками цехів і виробництв, на території яких проводитимуться роботи. Загальне керівництво розробкою заходів і контроль за виконанням будівельно-монтажних робіт повинна здійснювати генеральна підрядна будівельна організація, а заходів, які забезпечують безпеку технологічного процесу в цехах, – керівництво підприємства. Увесь комплекс заходів затверджують головні інженери генпідрядної будівельної організації та підприємства, що реконструюється.

До початку проведення робіт з розбирання будівель необхідно виконати підготовчі заходи, пов'язані з евакуацією робітників промислових підприємств, відселенням мешканців житлових будинків, переміщенням розміщених там організацій, відключенням інженерного обладнання від мереж водо-, тепло-, газо- і електропостачання, каналізації, технологічних продуктопроводів.

Під час розбирання будівель, виконання робіт в умовах діючого виробництва або у межах міської забудови, що склалася, доступ у зону виконання робіт сторонніх осіб, які не беруть участі у виконанні цих робіт, заборонено. Дільниці, де виконуються роботи, необхідно огородити згідно з ГОСТ 23407. Розбирання будівель, демонтаж, підсилення або вилучення

конструкцій, а також в особливо відповідальних випадках (під час піднімання конструкцій із застосуванням складного такелажу, методом повороту, під час насування конструкцій, піднімання їх більше ніж одним механізмом тощо) проводяться під безпосереднім керівництвом виконавця робіт або майстра і в денний час.

Перед початком демонтажних робіт оформлюють наряд-допуск на їх виконання із зазначенням заходів, що забезпечують безпечні і нешкідливі умови праці монтажників. Члени бригади повинні пройти цільовий інструктаж із безпечних методів виконання робіт, маршруту руху по цеху на робоче місце, в санітарно-побутові приміщення, ознайомитися з технологічною картою та з заходами, передбаченими в ПВР, про що вони ставлять підпис у журналі реєстрації інструктажів з охорони праці. З машиністами мостових кранів необхідно проводити інструктаж про порядок демонтажу конструкцій.

Прохід людей у приміщення під час розбирання або демонтажу та монтажу елементів будівель і споруд повинен бути закритим. З боку вулиць, проходів і проїздів на огорожі через кожні 5 м – 10 м вивішують попереджувальні написи «Небезпечна зона» та необхідні дорожні знаки. Якщо немає можливості дотримати необхідних відстаней для встановлення огорож небезпечних зон (у разі неглибокого залягання підземних комунікацій, близького розташування проїздів, сусідніх будівель, ліній електропередачі тощо), допускається зменшення меж небезпечних зон з одночасним збільшенням висоти огорож або розмірів захисного козирка для захисту людей, унеможливлення травмування падінням матеріалів і конструкцій з висоти. Конструкцію суцільних захисних споруд необхідно зазначити у ПВР.

Під час розбирання, повалення стін будівель механізованим способом необхідно визначити небезпечні зони, а машини (механізми) розмістити ззовні зони можливого обвалення конструкцій. Кабіна машиніста (кранівника) повинна бути захищена від можливого потрапляння уламків, які відкололись, а робітники повинні бути забезпечені захисними касками, окулярами, бронесилам та/або сіткою. Під час розбирання будівель, а також прибирання

відходів, сміття необхідно вжити заходів для зменшення пилоутворення. Робітники, що працюють в умовах запиленості, повинні бути забезпечені засобами захисту органів дихання від пилу та мікроорганізмів (цвілі, грибків, спор), які можуть бути у повітрі робочої зони.

Перед допуском працівників на робочі місця з можливою появою газу або шкідливих речовин робочі місця необхідно провентилювати, робітників забезпечити засобами індивідуального захисту (протигазами). У разі несподіваної появи газу, інших шкідливих речовин роботи необхідно припинити, працівників вивести з небезпечної зони.

Під час розбирання будівель проходи до робочих місць повинні бути завширшки не менше ніж 0,8 м. Під час розбирання покрівлі та зовнішніх стін робітники повинні застосовувати запобіжні пояси, місця закріплень яких зазначаються у ПВР. Розбирання будівель (демонтаж конструкцій) необхідно здійснювати послідовно зверху вниз. Забороняється розбирання будівель одночасно в декількох ярусах по одній вертикалі. Видалення нестійких конструкцій під час розбирання будівель і споруд необхідно виконувати у присутності керівника робіт.

3.5.2 Електробезпека

Для живлення будівельного обладнання та системи освітлення використовується мережа 380/220 В. Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю струмопровідних підлог і будівельних конструкцій.

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмовідними елементами електроустаткування, необхідно:

- розміщувати неізольовані струмовідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах;
- використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки;

-підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму КЗ. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

Обладнання повинно бути надійно заземлене. Справність і опір контуру заземлення один раз на рік перевіряється.

Всі обертові частини механізму повинні мати добре закріплену огороження. Забороняється виконувати всі види ремонту під час роботи установки.

3.6 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

3.6.1 Мікроклімат

Мікроклімат приміщення – це сукупність фізичних параметрів повітря в виробничому приміщенні, які діють на людину в процесі праці на її робочому місці, в робочій зоні.

Параметри мікроклімату характеризуються такими показниками: температурою повітря і відносною вологістю повітря, швидкістю його переміщення, потужністю теплових випромінювань. При цьому слід розрізняти оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови.

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання кількісних показників мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливові на людину можуть викликати скороминучі зміни, що швидко нормалізують тепловий стан організму, і які супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції, не виходячи за межі фізіологічних пристосувальних можливостей. При цьому виникає пошкодження або порушення стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Допустимі величини показників мікроклімату встановлюють тоді, коли за технологічними умовами, технічними і економічними причинами не забезпечуються оптимальні норми.

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат

організму, ккал/с (Вт). Робота оператора силової установки відноситься до легкої фізичної роботи категорія Ia, бо людина-оператор практично весь свій робочий день проводить сидячи. Параметри мікроклімату наведено в таблиці

Таблиця 3.9 - Нормування параметрів мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Ia	22-28	55 при 28°С	0,1-0,2
Холодний	Ia	21-25	75 при 25°С	Не більше 0,1

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці передбачається:

- в холодну пору року - використання калорифера;
- в літню пору - застосування кондиціонерів та вентиляторів обдуву, провітрювання кабіни.

-

3.6.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на гранично допустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК наведено в таблиці 10.2.

Таблиця 3.10 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі ' робочої зони в кабіні оператора установки

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено:

Провітрювання приміщень для проектування;

Цілісність конструкції вікон для перешкодження попадання пилу в приміщення;

Встановлення кондиционерів.

3.6.3 Штучне та природне виробниче освітлення

Раціональне освітлення - один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Недостатнє освітлення викликає передчасне стомлення працюючих, знижує продуктивність праці, може стати причиною нещасного випадку.

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормують мінімальну освітленість на найбільш темній ділянці робочої поверхні.

При періодичному нагляді за ходом виробничого процесу на станції освітленість повинна складати не менше 50 лк. Оскільки в приміщенні знаходяться вимірювальні прилади та система управління, то освітленість повинна складати 300 лк. Рівень аварійного освітлення складає 15% освітленості основної роботи.

Приміщення, де розташоване робоче місце забезпечене природним освітленням в денний проміжок часу але вечері постає проблема в штучному освітленні.

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормуємо освітлення на робочому місці. Зорова робота відноситься до IV розряду, тобто розряду середньої точності. Наведено норми при штучному та комбінованому освітленні в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 - Норми освітлення робочих поверхонь у виробничих приміщеннях.

Характеристики зорової роботи	Малої
Мінімальний розмір об'єкту розпізнавання, мм	Від 1 до 5
Розряд зорової роботи	IV

Підрозряд зорової роботи		б
Контраст об'єкта розпізнавання з фоном та фон		Середній
Освітленість		
Штучне освітлення	Загальне	150
	Комбіноване	200

В приміщенні, особливо в зимовий період, коли світлий день досить короткий, природнього освітлення може бути недостатньо, тому використовується місцеве штучне освітлення (таблиця 3.12). Штучне освітлення здійснюється світлодіодними лампами, що живляться від трансформатора власних потреб (12В).

Таблиця 3.12. - Вибір освітлюваного пристрою

Тип світильника	Лампа розжарювання
Світло розподілення	Несиметричне
Потужність ламп, Вт	До 200

Згідно [10]: характер зорової роботи - середня точність; розряд - IV; бокове значення коефіцієнта природної освітленості, %: суміщене 0,9.

$$e_N = e_H \cdot m_N,$$

m_N - коефіцієнт світлового клімату, $m_N = 0,9$ при орієнтації вікон на північний схід.

$$e_N = 0,9 \cdot 0,9 = 0,8 \text{ \%}.$$

Для забезпечення нормативного значення e_N передбачено:

- використання додаткового штучного освітлення, а саме ламп розжарювання;

- необхідна кількість природного світла (великі вікна);

- для підтримки постійної освітленості повинно бути організовано систематичне, не рідше двох разів на місяць, очищення арматури світильників і ламп від пилу та бруду, а в приміщеннях із значним виділенням пилу, диму та кіптяви - не рідше чотирьох разів на місяць згідно з графіком

3.6.4 Виробничий шум

Рівень звуку вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 20 \cdot \lg \left(\frac{P}{P_0} \right) = 20 \cdot \lg \left(\frac{U}{U_0} \right),$$

де L - рівень шуму, дБ;

P - звуковий тиск, Па;

U_0 - коливальна швидкість, $5 \cdot 10^{-8}$ м/с;

P_0 - нульове значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц, умовно прийняте рівним $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки».

Таблиця 3.13-Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Шум порушує нормальну роботу шлунка, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.

- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати малошумові вентилятори.

-

3.6.5. Виробничі вібрації

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна, так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини, викликає зміну у функціональному стані вестибулярного апарату, центральної нервової, серцево-судинової систем, погіршує самопочуття та може призвести до розвитку професійних захворювань.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці .

Таблиця 3.13-Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$m \cdot s^{-2}$	дБ	$m \cdot s^{-2} \cdot 10^{-2}$	дБ
Загальна	Zo, Yo, Xo	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

- динамічне погашення вібрації - приєднання до захисного

об'єктусистеми, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;

- зміна конструктивних елементів машин;

застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

3.6.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Вільна зручна поза, можливість зміни пози (сидячи, стоячи) за бажанням працівника. Знаходження в позі стоячи до 40% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): до 250

Нахили корпусу (вимушені, більше 30), кількість за зміну: до 50

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 4

По вертикалі: до 2

Інтелектуальні навантаження: Відсутня необхідність прийняття рішення

Зміст роботи: Сприймання сигналів, але без потреби в корекції дій, Обробка та виконання завдання, Робота за індивідуальним планом

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) до 25

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи до 75

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження до 5

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) до 2

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 100% до 90%

Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) до 16

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за виконання окремих елементів завдання. Вимагає додаткових зусиль в роботі з боку працівника

Ступінь ризику для власного життя – Виключений

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – Виключений

Монотонність навантажень:

Кількість елементів (прийомів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово більше 10

Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.) більше 100

Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) менше 75

Режим праці

Фактична тривалість робочого дня (год.) 6–7

Змінність роботи Однозмінна робота (без нічної зміни)

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви регламентовані, достатньої тривалості 7% і більше часу зміни

1. Дія іонізуючих випромінювань на людей

Організм людини, рослинний і тваринний світ постійно зазнають дії іонізуючого випромінювання, яке складається з природної (космічне випромінювання, випромінювання радіоактивних газів з верхніх шарів земної

кори) і штучної (рентгенівські апарати, телевізійні прилади, радіоізотопи, атомоходи, атомні електростанції, ядерні випробування) радіоактивності.

Усі джерела радіоактивного випромінювання становлять так званий природний радіаційний фон, під яким розуміють дозу іонізуючого випромінювання, що складається з космічного випромінювання, випромінювання природних радіонуклідів, які знаходяться у верхніх шарах Землі, приземній атмосфері, продуктах харчування, воді та організмі людини.

Радіоактивні речовини потрапляють у повітря, ґрунти, ріки, озера, моря, океани, а звідти поглинаються рослинами, рибами, тваринами і моллюсками. Через листя і коріння радіоактивні речовини потрапляють у рослини, а потім в організм тварин і з продуктами рослинного та тваринного походження, з водою - в організм людини. При вивченні дії випромінювання на організм людини встановлено такі особливості:

- навіть незначна кількість поглиненої енергії випромінювання спричинює глибокі біологічні зміни в організмі;
- наявність прихованого (інкубаційного) періоду дії іонізуючого випромінювання;
- випромінювання має генетичний ефект;
- органи живого організму мають різну чутливість до випромінювання;
- окремі організми неоднаково реагують на опромінювання;
- опромінювання залежить від частоти, одноразове опромінювання у великій дозі спричинює більш глибокі зміни.

Радіоактивні речовини потрапляють в організм людини при вдиханні зараженого повітря, із зараженою їжею чи водою, крізь шкіру, відкриті рани. Проникненню радіоактивних забруднень крізь шкіру і рани можна запобігти, дотримуючись певних заходів захисту.

Основним джерелом опромінювання людини є радіоактивні речовини, які потрапляють з їжею. Ступінь небезпеки забруднення радіонуклідами

залежить від частоти вживання забруднених радіоактивними речовинами продуктів, а також від швидкості виведення їх з організму. Якщо радіонукліди, які потрапили в організм, однотипні з елементами, що споживає людина з їжею (натрій, калій, хлор, кальцій, залізо, марганець, йод та ін.), то вони швидко виводяться з організму разом з ними

3.7 Розрахунок режимів радіаційного захисту

Під режимом роботи на виробництві в умовах радіоактивного забруднення розуміють порядок і умови роботи, переміщення і відпочинку персоналу з використанням засобів захисту, що зменшує ураження людей і скорочує вимушену зупинку виробництва.

Визначимо можливу дозу опромінення працівників в заданих умовах радіаційного забруднення, які будуть працювати у звичайному режимі (2 зміни по 12 год.)

$$D_m = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3} \right)}{K_{\text{noc}}} = \frac{1,33 \cdot 1,7 \cdot \left(\sqrt[4]{13^3} - 1 \right)}{12} = 1,1 \text{ (мР)},$$

де $t_n=1$ год. – час початку роботи після радіоактивного забруднення;

$t_k=1+12=13$ год. – час завершення роботи першої робочої зміни після радіоактивного забруднення;

$p_{1\max}=1,7$ мР/год. – рівень радіації через одну годину після радіоактивного забруднення;

$K_{\text{noc}}=12$ – коефіцієнт послаблення радіації виробничим приміщенням.

Визначимо граничне значення рівня радіації, при якому можлива робота в звичайному режимі

$$p_{ep} = \frac{D_{дон} \cdot K_{noc}}{1,33 \cdot \left(\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3} \right)} = \frac{0,75 \cdot 12}{1,33 \cdot \left(\sqrt[4]{13^3} - \sqrt[4]{1^3} \right)} = 1,15 \text{ (мР/год)}.$$

Оскільки можлива доза опромінення $D_M > D_{доп}(1,1 > 0,75)$ та рівень радіоактивного забруднення $p_{1max} > p_{гр}(1,7 > 1,15)$ перевищують допустимі норми, робота на об'єкті в цілому в режимі 2 зміни по 12 год. неможлива. Для продовження виробничої діяльності об'єкта необхідно введення в дію режимів радіаційного захисту.

Визначаємо час початку роботи першої зміни, для цього знаходимо коефіцієнт α :

$$\alpha = \frac{D_{дон} \cdot K_{noc}}{1,33 \cdot p_{1max}} = \frac{0,75 \cdot 12}{1,33 \cdot 1,7} = 4.$$

Згідно довідникових даних час початку роботи першої скороченої зміни $t_{п1} = 1$ год.

Для кожної зміни визначимо час початку робочої зміни ($t_{п}$), час кінця робочої зміни ($t_{к}$), тривалість роботи зміни ($t_{р}$) та можливу дозу опромінення (D_M).

Для 1-ї скороченої зміни: $t_{п1} = 1$ год,

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к1} = \left(\frac{D_{дон} \cdot K_{noc} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{п1}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 1,7 \cdot \sqrt[4]{1^3}}{1,33 \cdot 1,7} \right)^{\frac{4}{3}} = 8,46 \approx 8 \text{ (год)}.$$

Тривалість роботи зміни

$$t_{р1} = t_{к1} - t_{п1} = 8 - 1 = 7 \text{ (год)}.$$

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{.m1} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{k1}^3} - \sqrt[4]{t_{n1}^3})}{K_{\text{носл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,7 \cdot (\sqrt[4]{8^3} - \sqrt[4]{1^3})}{12} = 0,75 (\text{мР}).$$

Для 2-ї зміни: $t_{п2} = t_{п1} + t_{р1} = 1 + 7 = 8$ (год).

Час закінчення роботи зміни

$$t_{k2} = \left(\frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{нос}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{n2}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 1,7 \cdot \sqrt[4]{8^3}}{1,33 \cdot 1,7} \right)^{\frac{4}{3}} = 17,86 \approx 17,5 (\text{год}).$$

Тривалість роботи зміни

$$t_{р2} = t_{k2} - t_{п2} = 17,5 - 8 = 9,5 (\text{год}).$$

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{.m2} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{k2}^3} - \sqrt[4]{t_{n2}^3})}{K_{\text{носл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,7 \cdot (\sqrt[4]{17,5^3} - \sqrt[4]{8^3})}{12} = 0,74 (\text{мР}).$$

Для 3-ї зміни:

$$t_{п3} = t_{п2} + t_{р2} = 8 + 9,5 = 17,5 (\text{год}).$$

Час закінчення роботи зміни

$$t_{k3} = \left(\frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{нос}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{n3}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 1,7 \cdot \sqrt[4]{17,5^3}}{1,33 \cdot 1,7} \right)^{\frac{4}{3}} = 28,86 \approx 28,5 (\text{год}).$$

Тривалість роботи зміни

$$t_{p3} = t_{k3} - t_{n3} = 28,5 - 17,5 = 11 \text{ (год)}.$$

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{m3} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{k3}^3} - \sqrt[4]{t_{n3}^3})}{K_{\text{посл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,7 \cdot (\sqrt[4]{28,5^3} - \sqrt[4]{17,5^3})}{12} = 0,745 \text{ (мР)}.$$

Для 4-ї зміни:

$$t_{п4} = t_{п3} + t_{p3} = 17,5 + 11 = 28,5 \text{ (год)}.$$

Час закінчення роботи зміни

$$t_{k4} = \left(\frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{нос}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{n4}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,75 \cdot 12 + 1,33 \cdot 1,7 \cdot \sqrt[4]{28,5^3}}{1,33 \cdot 1,7} \right)^{\frac{4}{3}} = 41 \text{ (год)}.$$

Тривалість роботи зміни

$$t_{p4} = t_{k4} - t_{п4} = 41 - 28,5 = 12,5 \text{ (год)}.$$

Приймаємо $t_{p4} = 12$, тоді

$$t_{k4} = 28,5 + 12 = 40,5 \text{ (год)}.$$

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{m4} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{k4}^3} - \sqrt[4]{t_{n4}^3})}{K_{\text{посл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,7 \cdot (\sqrt[4]{40,5^3} - \sqrt[4]{28,5^3})}{12} = 0,69 \text{ (мР)}.$$

Згідно проведеного розрахунку роботу в дві зміни на підприємстві можна буде розпочинати через 28,5 год. після радіоактивного забруднення.

Покращити захист працівників в умовах роботи в режимі радіаційного захисту можна за допомогою таких заходів:

- евакуація незайнятих на виробництві працівників;
- розміщення зміни, яка знаходиться на відпочинку в захисній споруді;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- систематичне проведення прибирання у виробничих приміщеннях;
- герметизація виробничого приміщення та встановлення протипилових фільтрів у вентиляційну систему;
- проведення йодної профілактики персоналу;
- максимальне обмеження пересування працівників по відкритій місцевості.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Кошторисна документація до дипломного проекту складена у відповідності ДСТУ Б Д 1.1.1-2013 “Правила визначення вартості будівництва”.

Локальний кошторис на влаштування системи наведений в таблиці 4.1. В локальному кошторисі визначається кошторисна вартість робіт, яка містить в собі прямі витрати та загально виробничі витрати.

Прямі витрати враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій. Вони визначаються шляхом множення визначеного за ресурсними елементними кошторисними нормами (РЕКН) кількості трудових та матеріально-технічних ресурсів на відповідні поточні ціни цих ресурсів. В дипломній роботі визначаються за готовими одиничними розцінками на кожний вид робіт.

Загально виробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажно організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт.

Локальний кошторис на влаштування обладнання розрахований в цінах 2019 року на основі (таблиця 4.1):

- ресурсні елементні кошторисні норми України;
- вказівки для застосування ресурсних елементних кошторисних норм;
- ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів;
- поточні ціни на матеріали та витрати;
- поточні ціни машино-годин;
- поточна вартість людино-годин відповідного розряду робіт;
- поточні ціни на перевезення вантажу для будівництва;
- правила визначення загально виробничих і адміністративних витрат.

Кошторисна вартість дорівнює $K = 164.005$ тис. грн.

Кошторисна заробітна плата ЗП = 37.355 тис. грн.

Кошторисна трудомісткість $T = 1.799$ тис. люд -год Вартість матеріалів,
конструкцій, обладнання – Кобл= $1391,336$ тис. грн.

Таблиця 4.1 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-13

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість
Кошторисна трудомісткість
Кошторисна заробітна плата
Середній розряд робіт

1464,005 тис. грн.
1,799 тис.люд.-год.
37,355 тис. грн.
3,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на "22.11" 2019 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.		
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	незайнятих обслуговуванням машин		
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	& C132-1-Н варіант 28	теплообмінник Thermax	шт	2	133607,06	-	267214	-	-	-	-	-
2	M6-9-14	Монтаж теплообмінника Thermax	т	0,024	15465,95	3795,74	371	182	91	337,4	8,1	
					7574,63	694,71			17	33,7524	0,81	
3	E18-13-1	Установлення насосівMXH 3204/A	шт	1	17344,26	33,37	17344	429	33	21,32	21,32	
					429,38	8,71			9	0,5002	0,5	
4	E18-13-2	Установлення насосівCalpedaNR50/125A	шт	1	18280,90	58,91	18281	538	59	26,73	26,73	
					538,34	16,14			16	0,9228	0,92	
5	E18-13-3	Установлення насосівCalpedaMXV480-4804	шт	1	83629,12	83,83	83629	611	84	30,34	30,34	
					611,05	23,52			24	1,3439	1,34	
6	E18-13-4	Установлення насосівCalpedaMXV4 65-3206	шт	1	90755,41	149,46	90755	839	149	41,66	41,66	
					839,03	43,40			43	2,523	2,52	
7	E18-13-5	Установлення насосівCalpedaMXV(L) 100-6501	шт	1	103059,22	170,71	103059	1024	171	50,84	50,84	
					1023,92	49,77			50	2,8779	2,88	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	M18-152-1	Монтаж теплохолодильної машини	шт	2	<u>37503,76</u> 10663,18	<u>11908,58</u> 3676,67	75008	21326	<u>23817</u> 7353	<u>548,8</u> 174,8522	<u>1097,6</u> 349,7
9	& C132-1-Н варіант 27	Теплохолодильна машина	шт	2	<u>388607,06</u>	-	777214	-	-	-	-
10	E18-10-1	Установлення баків розширювальних ERECE 50	шт	1	<u>1992,64</u> 119,83	<u>16,26</u> 4,96	1993	120	<u>16</u> 5	<u>5,95</u> 0,2836	<u>5,95</u> 0,28
11	E18-10-2	Установлення баків розширювальних ReflexN80/60	шт	1	<u>2775,94</u> 119,83	<u>16,26</u> 4,96	2776	120	<u>16</u> 5	<u>5,95</u> 0,2836	<u>5,95</u> 0,28
12	E18-11-1	Установлення колекторів	шт	1	<u>3718,40</u> 347,41	<u>54,01</u> 13,96	3718	347	<u>54</u> 14	<u>17,88</u> 0,806	<u>17,88</u> 0,81
Разом прямі витрати по кошторису							1441362	25536	<u>24490</u> 7536		<u>1306,37</u> 360,04
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. Всього будівельні роботи, грн.							1441362				

-											
Всього по кошторису							1464005				
Кошторисна трудомісткість, люд.год.							1799				
Кошторисна заробітна плата, грн.							37355				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі розроблено тепловий пункт для теплохолодопостачання готельного комплексу.

Аналіз доступної інформації по теплопостачанню дав змогу визначити найбільш перспективні методи організації системи забезпечення теплом та холодом готельного комплексу. На даний час найбільш доцільно використовувати систему з використанням теплових насосів, джерелом енергії для якої є теплота поверхневих шарів ґрунту, хоча вона і має значні капітальні затрати на її спорудження.

В роботі проаналізовано перспективи впровадження теплонасосних технологій. Виявлено, що високої ефективності теплонасосних технологій для теплопостачання можна досягти за рахунок використання низькотемпературних систем опалення. Для конкретного об'єкту – готельного комплексу визначено потужності по споживанню теплоти та холоду для характерних режимів роботи. Проаналізовано економічну ефективність різних джерел енергії для теплохолодопостачання готельного комплексу.

Виявлено, що не дивлячись на високі капіталовкладення в теплохолодильні машини такий варіант має низьку собівартість виробництва теплоти та холоду і дозволяє виключити шкідливі викиди в навколишнє середовище у місці встановлення обладнання.

В результаті проведення досліджень виявлені ефективні температурні режими системи низькотемпературного опалення.

Для конкретного об'єкту – готельного комплексу проаналізовано економічну ефективність використання радіаторів широкого цінового діапазону 1,3...3,8 тис. грн/кВт теплової потужності. Виявлено, що для підвищення економічної, енергетичної та екологічної ефективності системи низькотемпературного опалення від теплового насосу слід використовувати відносно недорогі опалювальні прилади, адже це зменшує раціональну температуру теплоносія на виході з конденсатора.

Виявилось, що економічно доцільним діапазоном температури теплоносія на виході з конденсатора є $45^{\circ}\text{C} - 55^{\circ}\text{C}$, а оцінка за екологічними критеріями

дозволяє визначити 40°C як економічну температуру розчину етиленгліколю на виході з конденсатора

Було підібрано настінні фанкойли BalluMachine BMFL-180 для теплохолодопостачання готелю. Розраховані діаметри всіх трубопроводів та визначено швидкості руху енергоносіїв в них . Проведено гідравлічний розрахунок, в якому визначили втрати тиску в трубах $\Delta P = 21755,12$ (Па). Визначили напір та об'ємну подачу насосу $H = 2,22$ (м. вод. ст.) , $V = 18,43$ (м³/год). По цим даним підібрали циркуляційний насос Wilo TOP-S 65/15 потужністю 1,8 кВт.

Було проведено розробку функціональної схеми автоматизації теплопункту з теплонасосними установками. Була розроблена система автоматичного контролю і регулювання температури прямої мережної води відповідно до температури навколишнього середовища, контуру випарника, температури гарячої води на виході з теплообмінника ГВП.

Описано параметри системи технологічного контролю та сигналізації, основними серед яких є: температура в лінії конденсатора та випарника; тиск в теплообміннику ГВП; тиск у конденсаторі; температура у випарниках та теплообміннику ГВП.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Про енергозбереження: Верховна Рада України; Закон від 01.07.1994 № 74/94-ВР [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>.
2. Сидорчук Б. П. Про задачу визначення передаточної функції ґрунтового теплообмінника / Б. П. Сидорчук // Вісник НУВГП. Технічні науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2014. – Вип. 3(67). – С. 332-338.
3. Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии. – М.: Москомархитектура. ГУП "НИАЦ", 2001. – 139 с.
4. Васильев Г. П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли: монографія / Г. П. Васильев. – М.: Издательский дом «Граница», 2006. – 176 с., ил. С. 62 – 66.
5. Система автономного опалення з використанням теплового насосу на базі централізованої системи теплопостачання: пат. 52978 Україна: МПК6 F24D 3/00. № 200913243; заявл. 18.12.2009; опубл. 27.09.2010, Бюл. № 18. 3 с.
6. Система автономного теплопостачання будівель: пат. 61943 Україна: МПК6 F24D 3/00. № 201014189; заявл. 29.11.2010; опубл. 10.08.2011, Бюл. № 15. 2 с.
7. Система теплопостачання будинку на основі геліоустановки та теплового насоса: пат. 82399 Україна: МПК7 F24D 3/00, F24J 3/00. № 201303281; заявл. 18.03.2013; опубл. 25.07.2013, Бюл. № 14. 6 с.
8. Система опалення та водопостачання з використанням ґрунтових вод: пат. 86188 Україна: МПК6 F24D 3/18, F25B 30/00, F24J 3/00, E03B 1/00. № 200504610; заявл. 17.05.2005; опубл. 10.04.2009, Бюл. № 7. 3 с.
9. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. Учебник для вузов. Узд. 4-е, перероб / Е. Я. Соколов.- М.: Энергия. 1975.- 376 с.

10. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та національних послуг [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nerc.gov.ua/?id=13904>.

11. Степанов Д.В. Ефективні режими роботи теплових насосів з ґрунтовими теплообмінниками / Д. В. Степанов, М. В. Обуховський // Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві», м. Вінниця, 2018. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2018/paper/viewFile/6035/5026>

12. СНиП 2.04.01-85 Внутренний водопровод и канализация зданий. – утвержденным постановлением Госстроя СССР от 28 ноября 1991 г. № 20. – М. : Изд.-во стандартов, 1985. – 141 с.

13. ГОСТ 10704-91 Трубы стальные электросварные прямошовные. – Введ. 1993-01-01. – М. : Изд.-во стандартов, 1991. – 15 с.

14. Програма автоматичного підбору насосів Grundfos WinCAPS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ua.grundfos.com/business-areas/commercial-buildings/tools/quick-pump.html>.

15. Дуров В. С. Эксплуатация и ремонт технологических трубопроводов / В. С. Дуров. – М: Химия, 1976. - 204 с.

16. Рей Д. Теплові насоси / Д. Рей, Д. Макмайл. пер. З англ. – М.: Энергоиздат. 1982. – 224 с.

17. Теплотехнический справочник под ред. В. Н. Юренева и П. Д. Лебедева, Том 2. – М.: «Энергия», 1976 г., стр. 164.

18. Шилов Е. Й. Складання кошторисної документації за допомогою укрупнених показників: Навч. посібник / Е. Й. Шилов, А. Ф. Гойко, Е. В. Ізмайлова – К.: КНУБА, 2001. – 127 с.

19. СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети / Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 55 с.

20. Бакластов А. М. Проектирование монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок / А. М. Бакластов. – М.: Энергия, 1970.

– 568 с.

21. Степанов Д. В. Акумулявання теплоти в схемі ефективної системи теплохолодопостачання / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, О.А. Гайдейчук // Наукові праці ВНТУ. - 2015. - №2.
22. Степанов Д. В. Вибір ефективного джерела теплохолодопостачання житлової будівлі / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, О. О. Гайдейчук // Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві. – 2013. – № 1. – С. 149–152.
23. Ткаченко С. Й. Узагальнена теплотехнологічна система з теплонасосною установкою / С. Й. Ткаченко, О. П. Остапенко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: Науково-технічний збірник. - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця. - 2006. - №3. - С.136-141.
24. Богданов С. Н. Холодильная техника. Свойства веществ. Справочник. / С. Н. Богданов. – М.: «Агропромиздат», 1985 г., стр. 170.
25. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т 3 / В. И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2001. – 864 с.
26. Чепурний М. М. Розрахунки тепломасообмінних апаратів / М. М. Чепурний, С. Й. Ткаченко. – Вінниця: ВНТУ, 2001. – 130 с.
27. Ильченко О. Т. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий / О. Т. Ильченко. – Харьков: Высшая школа, 1985. – 384 с.
28. Хайнрих Г. М. Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения / Г. М. Хайнрих, Х. Д. Найорк, В. В. Нестлер. – М.: Стройиздат, 1985. – 246 с.
29. Бакластов А. М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок / Бакластов А.М. – М.: Энергия, 1970. – 558 с.
30. Ресурсные элементные сметные нормы на монтаж оборудования ДСТУ БДН Д.2.2.9-99. – К. : Держстандарт України, 204. – 34 с.
31. ДСТУ Б В.2.5-44:2010. Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами.
32. ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водопроводные. – Введ. 1991–01–01. – М.: Изд.-во стандартов, 1992. – 15 с.

33. Каталог кранів шарових фланцевих [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://prom.ua/ua/Sharovoj-kran-11s67p.html>.
34. Каталог насосного обладнання фірми Grundfos[Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.grundfos.com/>.
35. Сайт фірми k-flex [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.k-flex.ua/index.php?hl=ru>.
36. Каталог теплових насосів фірми CIAT[Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://www.helioterm.ru/heat_pump_ciat.
37. ДБН Д.2.2-16-99. Збірник 16. Внутрішні трубопроводи. – К.: Держстандарт України, 1999. – 48 с.
38. ДБН Д.2.4-15-2000. Збірник 15. Внутрішні сантехнічні роботи. – К.: Держстандарт України, 2000. – 106 с.
39. ДБН Д.2.2-26-1999. Збірник 26. Теплоізоляційні роботи. – К.: Держстандарт України, 2000. – 51 с.
40. ДБН Д.2.3-7-99. Збірник 7. Компресорні установки, насоси і вентилятори. – К.: Держстандарт України, 2000. – 47 с.
41. Сайт «Автомобільний світ України». Режим доступу: http://www.autosvit.com.ua/Ivesco_techtruck_21.html.
42. Каталог кранів КС на спеціальному шасі [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://www.techstory.ru>.
43. Каталог зварювальних апаратів IGBT Дніпро-М [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://dnipro-m.ua/uk/tovar/svarochnyj-invertor-dnipro-m-sab-258n/>.
44. Чуриков А. А. Анализ функциональной схемы автоматизации и расчет структуры службы эксплуатации контрольно- измерительных приборов и средств автоматики: Метод. указ. / Сост.: А. А. Чуриков, А. Е. Бояринов, Г. В. Шишкина. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. 32 с.
45. Бужинський В. В. Методичні вказівки до виконання курсового і дипломного проектування з дисципліни “Автоматизація теплоенергетичних та теплотехнологічних установок” для студентів напряму підготовки 0905 – енергетика / В. В. Бужинський, М. М. Чепурний – Вінниця: ВНТУ, 2005. –

26 с.

46. Обладнання Grundfoss. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.Grundfoss.com>.

47. Хайнрих Г. Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения : пер. с нем. / Хайнрих Г., Найорк Х., Нестлер В.; под ред.

Б.К. Явнеля. - М. : Стройиздат, 1985. - 352с.

48. Каталог обладнання Siemens. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://avante.com.ua/catalog/kontroller_siemens_rvs_61_-_avs37_dlja_teplovykh_nasosov_hotjet-03715/.

49. Каталог обладнання ОВЕН. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://owen.ua/media/wysiwyg/downloads/catalog-2016.pdf>

50. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах: ДСТУ Б А.2.4-16:2008. - [Чинний від 2008 -06-27 № 271]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 14 с.

51. Котельні: ДБН В.2.5-77:2014. [Чинні від 01.01.2015] – К.: Мінрегіон України, 2015. – 65 с.

52. Витратоміри. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://gtest.com.ua/izmeritelnye-pribory/raskhodometry-ultrazvukovye>.

53. Денисов В. И. Техничко-экономические расчеты в энергетике / В. И. Денисов. - М: Энергоиздат, 1985. - 312 с.

54. Козловський В. О. Техніко – економічні обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах та роботах / Навчальний посібник. – Вінниця: ВДГУ, 2003. – 75с.

55. Степанов Д.В. Оцінка ефективності джерел енергії для системи теплохолодопостачання. /Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова // Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві. – 2017. – №1. – С. 118-122 .

56. Сидорчук Б. П. Про задачу визначення передаточної функції ґрунтового теплообмінника / Б. П. Сидорчук // Вісник НУВГП. Технічні науки : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2014. – Вип. 3(67). – С. 332-338.

57. Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии. – М.: Москомархитектура. ГУП "НИАЦ", 2001. – 139 с.
58. Овчаренко В. А. Використання теплових насосів/ Овчаренко В. А., Овчаренко А.В Холод – Київ: М+Т. 2006. №2 с. 34–36.
59. Рей Д. Тепловые насосы / Рей Д., Макмайл Д. Пер. с англ. – М.: Энергоиздат. 1982. – 224 с.
60. Технічні характеристики реверсивного чіллера AQUACIAT 2. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ciat.com>
61. KORADO — Стальне панельне радіаторы [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://korado.com.ua> Дата звернення: 07.11.18
62. SimaPro – професійний інструмент для прийняття усталених рішень шляхом оцінки життєвого циклу системи. Режим доступу: <https://simapro.com>
63. Степанов Д.В. Эффективные режимы работы тепловых насосов с грунтовыми теплообменниками / Д.В. Степанов, М.В. Обухівський. Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві 2018», м. Вінниця, 2018. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2018/paper/viewFile/6035/5026>
64. Степанов Д.В. Эффективность работы тепловых насосов в системах низкотемпературного опалення / Д.В. Степанов, М.І. Верещак. Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві 2018», м. Вінниця, 2018. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2018/paper/viewFile/6055/5040>
65. Про енергозбереження: Верховна Рада України; Закон від 01.07.1994 № 74/94-ВР [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>
66. 2. Жовмир Н.М. Низкотемпературные режимы систем отопления как предпосылка эффективного применения конденсационных котлов и тепловых насосов / Н. М. Жовмир //Промышленная теплотехника. – 2008. – №5. – С. 62-68.

Додаток А
(обов'язковий)

ЗАТВЕРДЖУЮ
зав. кафедри теплоенергетики
_____ проф., д.т.н. С. Й.Ткаченко
« _____ » _____ 2019 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу
тема:
«Підвищення енергоефективності системи теплохолодопостачання готельного
комплексу»

Керівник к.т.н., доц.
_____ Д. В. Степанов
(підпис)
Розробив студент гр. ТЕ-18м
_____ М.І. Верещак
(підпис)

Вінниця 2019

1 Тематика розробки та галузі застосування

Розробка стосується комунальної теплоенергетики і призначена на підвищення ефективності роботи теплонасосної установки для теплохолодостачання готельного комплексу та питань енергозбереження та охорони навколишнього середовища. В основі роботи покладено проведення аналізу роботи теплопункту з тепловими насосами та пошук шляхів підвищення ефективності теплопостачання..

2 Мета та призначення розробки

Метою є зменшення витрат енергоресурсів та шкідливих викидів при теплопостачанні готельного комплексу шляхом оцінювання ефективності різних режимів роботи реверсивних чіллерів з радіаторною системою опалення

3 Джерела розробки

Первинним джерелом для розробки є параметри по опаленню, теплопостачанню, а також нормативні дані по необхідним параметрам, наведені в інших теплоенергетичних літературних джерелах:

1. Степанов Д. В. Акумулявання теплоти в схемі ефективної системи теплохолодостачання / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, О.А. Гайдейчук // Наукові праці ВНТУ. - 2015. - №2.

2. Степанов Д. В. Вибір ефективного джерела теплохолодостачання житлової будівлі / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, О.О. Гайдейчук // Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві. – 2013. – № 1. – С. 149–152.

3. ДБН В.2.5-77:2014 Котельні [Чинні від 01.01.2015] – К.: Мінрегіон України, 2015. – 65 с.

4. ДБН В 2.5-67: 2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування [Чинний від 01.01.2014] – К.: Мінрегіон України, 2013. – 141 с.

4 Основа для виконання

Основою для виконання є наказ ректора від 02 жовтня 2019 року №254

Основою для розробки є детальний аналіз роботи готельного комплексу, пошук економічно доцільних варіантів джерел теплохолодопостачання. Виходячи з цих даних потрібно розробити теплову схему теплопункту з підвищеною енергетичною та економічною ефективністю.

5 Технічні вимоги

Запроектowana система повинна виконувати такі функції:

– забезпечення готельного комплексу енергоносіями згідно нормативних показників ДБН;

– підведення теплоносіїв з необхідними параметрами.

– зменшити собівартість виробництва теплоти.

– на першому етапі роботи, з використанням багатоваріантного аналізу, виконується оцінка очікуваної техніко – економічної ефективності проектних рішень.

– виконання робіт, що включають розробку робочої документації. Проектні роботи включають створення системи автоматичного регулювання, але не обмежуються даними видами робіт.

Необхідно зменшити використання ресурсів при роботі а також використати нову досконалу систему управління і автоматизації.

6 Економічні показники

На підставі техніко–економічних розрахунків, проаналізувавши декілька варіантів теплоенергетичних систем, вибрати оптимальний.

Покращити економічні показники шляхом пошуку оптимальних режимів роботи реверсивних чіллерів з радіаторною системою опалення.

7 Заходи з енергозбереження

При розробці теплової схеми в магістерській роботі розглянуто такі заходи з енергозбереження:

- пошук енергоефективних режимів роботи реверсивних чіллерів з радіаторною системою опалення;
- підбір оптимальної температури теплоносія на виході з конденсатора

8 Вимоги до стандартизації та уніфікації

Щоб забезпечити можливість швидкого монтажу та можливість ремонту чи заміни деталей та вузлів обладнання системи енергопостачання, вони повинні бути по можливості стандартними та уніфікованими.

9 Вимоги з надійності

На надійність роботи обладнання системи енергопостачання впливають якість проекту і якість монтажу. Параметри показників надійності встановлюють у відповідних державних стандартах.

10 Ергономічні вимоги

– системи управління повинні розташовуватись в зручних місцях і давати змогу працювати оператору на протязі денної та нічної частини доби.

– номенклатура і величина антропометричних параметрів для пультів управління повинні відповідати вимогам ГОСТ В 21114.

– виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточнюються на стадії приймальних випробувань.

– шумо –і віброізоляція обладнання.

11 Експлуатація та ремонтні вимоги.

В період експлуатації мають бути встановлені види технічного обслуговування для виробів: сезонне ТО, регламентоване ТО, строки ТО по можливості повинні співпадати з строками обслуговування базового обладнання.

12 Порядок розробки, випробування, приймання обладнання теплового пункту.

Стадії розробки встановлюється відповідно з ДБН В.2.5-77:2014 обов'язковими етапами є:

- розробка та узгодження програм та методики випробувань;
- розроблення та затвердження з замовником функціональних та принципних схем, конструктивних компоновок та робочих креслень;
- узагальнення результатів виконаних робіт, вироблення рекомендацій і інструкцій.

Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

Порядок приймання, розробки, здійснюється у відповідності із вимогами Держстандарту. Оцінка виконаної розробки і прийняття рішення по виконаній розробці виконує приймальна комісія яку формує представник замовника, розробника і виробника. Головою комісії призначається представник замовника.

Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджуючи.

Перелік документів, що представляються на випробування визначається у програмі випробувань.

Перелік матеріалів і документів, що передається замовнику: комплект технічної і експлуатаційної документації, креслення загальних виглядів, вузлів, рекомендації та інструкції з експлуатації розроблених систем.

13 Стадії і етапи розробки

- Характеристика об'єкту проектування.
- Аналітичний огляд літературної та патентної інформації.
- Рациональні режими роботи реверсивних чіллерів.
- Організаційно-технологічний розділ.
- Розробка кошторису.

Розробив студент групи ТЕ-18м

Верещак М.І.