

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 2024 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР**

Теплопостачання офісної будівлі в м. Києві

(назва)

Виконав: Белій О.Л.

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

192 «Будівництво та цивільна інженерія

(спеціальність)

Теплогазопостачання та вентиляція

(освітня програма)

Група ТВ-19

Керівник Кириченко М. А.

(прізвище та ініціали)

доцент, канд. техн. наук

(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: Бакалавр

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: Теплогазопостачання та вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

_____” _____ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА
(бакалавра, магістра)**

Белого О.Л.

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи: «Теплопостачання офісної будівлі в м. Києві», затверджена наказом ректора КНУБА № 850/2 від «29» 05 2024 року
2. Керівник роботи Кириченко Михайло Анатолійович, доцент, канд. техн. наук
3. Строк подання здобувачем роботи до захисту _____
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
 - Р.1. Загальна характеристика об'єкту
 - Р.2. Тепловий баланс приміщень Р. 3. Тепловтрати будинку
 - Р.3. Опалення
 - Р.4. Теплопостачання вентиляційних установок
 - Р.5. Котельня
 - Р.6. Автоматизація
5. Графічний матеріал за розділами
 - Р.1. Опалення та теплопостачання. Фасад будівлі
 - Р.2. Опалення. План 1-го та 8-го поверхів
 - Р.3. Опалення. Вузли системи опалення. Схема системи опалення №1
 - Р.4. Опалення. Вузли системи опалення. Схема системи опалення №2.

- Р.5. Теплопостачання. Схема системи теплопостачання вентустановок
 Р.6. Тепломеханічні рішення. Теплова схема. Вузол системи опалення.
 Гідравлічний розподільник Ду500
 Р.7. Автоматизація. Схема автоматизації котельні

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Загальна характеристика об'єкту	2024
Розділ 2. Тепловий баланс приміщень	2024
Розділ 3. Опалення	2024
Розділ 4. Теплопостачання вентиляційних установок	2024
Розділ 5 Котельня	2024
Розділ 6. Автоматизація	2024
Остаточне оформлення роботи	2024
Направлення роботи для перевірки на плагіат	2024
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	2024
Направлення роботи на рецензування	2024

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5.			
Розділ 6.			

Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ Кириченко М.А.
 (підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник _____ Кириченко М.А.
 (підпис) (прізвище, ініціали)

Здобувач _____ Белій О.Л.
 (підпис) (прізвище, ініціали)

Зміст

Вступ	3
Розділ 1. Загальна характеристика об'єкту	4
Розділ 2. Тепловий баланс приміщень	9
2.1 Розрахункові параметри зовнішнього і внутрішнього повітря	10
2.2. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	12
2.3. Розрахунок тепловтрат приміщень	17
Розділ 3. Опалення	22
3.1. Завдання на проектування	23
3.2. Обґрунтування прийнятих рішень системи опалення	27
3.3. Гідравлічний розрахунок системи опалення	31
Розділ 4. Теплопостачання вентиляційних установок	
4.1. Гідравлічний розрахунок системи теплопостачання вентиляційних установок	
4.2. Характеристика вузлів регулювання вентиляційних установок	
Розділ 5. Котельня	
5.1. Завдання на проектування	
5.2. Характеристика споживачів тепла	
5.3. Технічна компоновка котельної з вибором обладнання основних компонентів	
5.4. Підбір обладнання хімводопідготовки	
5.5. Аеродинамічний розрахунок	
5.6. Вентиляція котельні	
5.7. Особливості монтажу та експлуатації дахів котелень	
Розділ 6. Автоматизація	
6.1. Загальні положення	
6.2. Технічні характеристики	
6.3. Принцип роботи	

						Кваліфікаційна робота бакалавра				
	Зм.	Кільк	Ар	№док	Підпис	Дата				
	Розробив		Белій О.Л.			2024	Загальна пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
	Консультант		Кириченко			2024		КР	1	
	Керівник		Кириченко			2024		ТВ-19		
	Н.конто.		Кириченко			2024				

Додаток 1

Додаток 2

Додаток 3

Література

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата	Арк.
						2

Вступ

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата

Арк.
3

ВСТУП

Для створення комфортних кліматичних умов в приміщеннях (житлових, офісних та ін.) проектується сучасні систем вентиляції та опалення Разом із забезпеченням комфортних умов перебування людини в приміщенні необхідно мінімізувати витрату енергії та палива, захищати навколишнє середовище та забезпечувати економічну ефективність систем. Всі ці фактори повинні враховуватись під час проектування будь-яких будівель та споруд.

Від опалення залежить комфорт в приміщенні. При проведенні розрахунків необхідно враховувати безліч показників які прямо впливають на ефективність системи опалення. Повинен бути аналіз призначення об'єкта на доцільність його використання; аналіз матеріалів, які використовуються при будівництві; розрахунок тепловтрат приміщень будівлі; кліматичні характеристики, особисті побажання замовника. Система опалення підбирається таким чином, щоб домогтися максимально якісного обігріву та зберегти комфортні параметри повітря всередині приміщення для проживання протягом усього опалювального сезону.

Дуже важливо правильно запроектувати системи вентиляції, щоб в подальшому не виникли додаткові витрати на перепланування всіх інженерних комунікацій. Сучасні системи- це гарантія комфортного проживання та підтримки здоров'я всіх людей. Велика частина енергії витрачається на нагрів та охолодження повітря, тому використання високоефективних рекуператорів теплоти дозволяє заощаджувати близько 70% теплової енергії.

Сучасні енергозаощаджувальні технології дозволяють економити енергоносії завдяки підвищенню ККД у сучасних котлах 98-99%; низькотемпературних радіаторах; приладах автоматики для керування роботи систем в залежності від погодних умов; рекуперації тощо.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ

							Арк.
							5
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ

Проект «ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ОФІСНОЇ БУДІВЛІ В МІСТІ КИЄВІ» виконаний згідно діючих вимог Державних будівельних норм і стандартів України, архітектурних креслень, технологічних завдань та на підставі завдання на проектування, затвердженого замовником.

Проектована будівля: офісна будівля класу «В».

1. Основні параметри будівлі:

Поверховість:

- підвал;
- 8 поверхів;
- технічний поверх на відм. +29,270;
- технічний поверх на відм. +32,540;

Висота будівлі складає 26,5 м від позначки землі до позначки підлоги верхнього поверху, окрім технічних.

Загальна площа: 10 200 м².

Категорія складності об'єкту – IV.

Кількість постійно працюючих: 340-370 чол.

2. Архітектурно-планувальна частина.

Офісна будівля розташована окремо.

Площа поверхів для планування приміщень максимально відкрита (open space).

Корисне навантаження на підлогу 50 кг/м.кв. та 400 кг/м.кв. в місцях розміщення комутаційних кімнат.

Висота поверхів у світлі (між рівнем чистої підлоги та підвісної стелі) 2,8 метра.

Висота поверхів офісної зони від підлоги до підлоги верхнього поверху 3,6 метра;

Запроектовано хол із приймальною зоною, площа орієнтовно 80 м². Вхідна група з тамбуром. Ширина тамбуру 2,6 м. Двері розсувні.

Орієнтовний склад основних приміщень об'єкту по поверхах на кожному поверсі:

Арк.

6

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

- Поверх (-1) підвал – заклад харчування (кафе для співробітників), технічні приміщення (інженерне устаткування, у т.ч. приміщення зв'язку, Поверх 1 - хол, рецепція, офісні приміщення та приміщення охорони.
- Поверх 2 - 8 - офісні приміщення вільного планування.
- Технічний поверх на відм. +29,270 – інженерне устаткування, холодильне обладнання, припливно-витяжні установки.
- Технічний поверх на відм. +32,540 – автономна газова дахова котельня, тепловий пункт, інженерне устаткування.

На покрівлі розташовані припливно-витяжні установки.

Офісні приміщення:

- Вільне планування зон офісних приміщень.
- Передбачено можливість перепланування поверху із організацією двох і більше окремих офісних зон або перепланування під коридорну схему..
- Запроектовано санвузли з розрахунку 4 унітази для жінок та 3 унітази + 2 пісуари для чоловіків на кожному поверсі, а також санвузли для інвалідів.

3. Конструктивна частина.

Конструктивна схема будівлі відповідає вимогам для будівель II ступеня вогнестійкості конструкцій.

Основна конструктивна схема – будівля із залізобетонним каркасом;

Фундаменти – комбіновані;

Несучі елементи покриття і перекриття – залізобетонні монолітні, перекриття безбалочні.

Колони – монолітні залізобетонні, захищені від вогню згідно з вимогами конструкції II ступеня вогнестійкості;

Покрівля будівлі – експлуатована, покрівля технічного поверху - експлуатована за нормами;

Сходові клітки – сходові марші та сходові майданчики – монолітні залізобетонні, захищені від вогню згідно з вимогами II ступеня вогнетривкості конструкцій, стіни сходових кліток монолітні залізобетонні. Ширина сходового маршу від перил до облицьованої становить 1,20 м.

									Арк.
									7
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Ліфтові шахти – монолітні залізобетонні;

Зовнішні стіни – самонесучі, що спираються на плити перекриття на кожному поверсі, із застосуванням газобетону типу «AEROC», утеплені вогнетривким мінеральним утеплювачем типу «ROCKWOOL». Висота газобетонної стіни від відмітки підлоги до системи скляного фасаду становить 0,9 м.

Вікна та вітражі – алюмінієві із наповненням однокамерними склопакетами, передбачено стулки, що відчиняються.

Внутрішні перегородки – гіпсокартонні по металевих шинах;

Підвісні стелі – типу «Армстронг», гіпсокартонні або комбіновані;

Підлога – без стяжки. Покриття підлоги - рулонне, облицювальний природний камінь.

Вхідна група – з тамбуром, шириною 2,6 м, облицьована натуральним каменем.

4. Зовнішнє оздоблення будівлі.

Зовнішня поверхня фасадів – композитні панелі і світлопропускаючі фасади в системі вентильованого фасаду. Передбачено розміщення закладних під монтаж рекламного банеру.

5. Технологічна частина.

Технологічні параметри та вимоги:

Режим роботи – 360 днів на рік, цілодобово;

Прибирання підлоги – вологе, механізоване;

Передбачено герметизацію і шумоізоляцію між 1 поверхом і підвалом (між насосною ГВС і приміщенням ГРЩ), 8 і технічним поверхом в місцях розміщення інженерного устаткування, між технічним поверхом і дахом. Передбачено шумоізоляцію стін в місцях розміщення інженерного обладнання з підвищеним рівнем шуму.

Передбачено гідроізоляцію підлоги на технічному поверсі, в санвузлах, даховій котельні, в місцях розміщення інженерного устаткування.

Будівля обладнана пасажирськими ліфтами, вантажопідйомністю 630 кг – 2 шт., 1 000 кг – 1 шт. з дверима центрального відкривання; зупинка ліфта на 1000 кг передбачена на всіх поверхах, включаючи технічний поверх на відм. +29,270..

								Арк.
								8
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

6. Котельня.

Котельня призначена для забезпечення теплом систем опалення; систем вентиляції та системи приготування гарячої води на побутові потреби офісної будівлі.

По розміщенню котельня дахова. По вибуховій, вибухопожежній і пожежній небезпеці відноситься до категорії Г. Робота котельної передбачається цілодобово, весь рік, в автоматичному режимі без постійного обслуговуючого персоналу.

Передбачено встановлення двох низькотемпературних газових водогрійних котлів Vitoplex 200 SX2, виробництва «Viessmann» (Німеччина). У розрахунковому режимі котел має максимальну теплопродуктивність 0,774 Гкал/год, параметри теплоносія 90-70°C.

Встановлені котли мають високі техніко-економічні показники, що досягаються за рахунок застосування прогресивних технічних рішень. ККД котла, при роботі на природному газі досягає – 95%. Кожен котел оснащується пальником із плавним регулювання параметрів та низькими вибросами шкідливих речовин WM-G20/2-A ZM-LN (Low NOx) R2', виробництва «Weishaupt» (Німеччина).

7. Опалення та теплопостачання.

Джерелом теплопостачання є газова котельня, що розташована на технічному поверсі споруди на відмітці +32.540. Параметри теплоносія 90°-70°C.

Розрахункову температуру зовнішнього повітря для опалення прийнято -22°C.

Підключення систем опалення здійснено від теплового пункту, розташованого в котельні.

Система опалення будівлі двотрубна горизонтальна з верхньою розводкою магістралей та супутнім рухом теплоносія.

За нагрівальні прилади прийняті плоскі секційні радіатори фірми «Пресс» з регулюючими клапанами з попереднім настроюванням і термостатичною головкою виробництва HONEYWELL, Німеччина.

Балансувальні вентилі, запірну арматуру прийнято виробництва HONEYWELL, Німеччина.

Трубопроводи систем опалення прийнято із поліпропіленових труб FV-PLAST Stabi, усі трубопроводи ізолювані виробами ARMAFLEX, горизонтальні стояки прокладено за підвісною стелею поверху, що розташований нижче.

Арк.

9

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

Передбачені теплові завіси з водяними теплообмінниками в тамбурах вхідних груп та кафе.

Передбачено опалення приміщення холу 1-го поверху з температурою внутрішнього повітря +18-20°C.

8. Вентиляція та кондиціонування.

Джерелом підігріву зовнішнього повітря в холодну пору року передбачено автономну дахову газову котельню.

Припливно-витяжні системи з перехресно-пластинчастими рекуператорами (окрім припливно-витяжної установки кухні) виробництва Aerostar.

При підборі вентиляційних установок прийнято розрахункову температуру назовні в теплу пору року +32÷35°C, а в приміщенні офісів +22÷25°C .

Проектом передбачено встановлення 2-х холодильних машини виробництва Rhoss з виносними конденсаторами виробництва Guntner для забезпечення роботи системи "Fan-coil". В холодний період року, за необхідністю, охолодження холодоносія в системі "Fan-coil" здійснюється сухим охолоджувачем через теплообмінник. Для роботи системи приточно-витяжної вентиляції прийнята моноблочна холодильна машина виробництва Rhoss. Загальна холодопродуктивність становить $Q_x=1540\text{KBt}$.

Розрахунок теплонадходжень в офісних приміщеннях виконане з розрахунку $4\text{m}^2/\text{люд.}$, також враховано, що основними користувачами приміщень є ІТ - компанія з «великим тепловиділенням».

Розрахункову температуру повітря назовні в теплу пору року для підбору холодильних машин прийнято +40°C.

Для підключення фанкойлів до 2-х трубної системи холодопостачання прийняті полімерні трубопроводи.

Передбачено розташування зовнішніх блоків спліт-систем на покрівлі біля місць виходу фреоноводів в два поверхи. Приблизна кількість зовнішніх блоків 32-36 штук.

								Арк.
								10
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата			

2. ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС ПРИМІЩЕНЬ

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата

Арк.

11

2. ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС ПРИМІЩЕНЬ

2.1 РОЗРАХУНКОВІ ПАРАМЕТРИ ЗОВНІШНЬОГО І ВНУТРІШНЬОГО ПОВІТРЯ

✓ Метеорологічні параметри визначаються відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» та ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».

1. Для зовнішнього повітря прийняті параметри А для теплого періоду року; для холодного - параметри Б:

-для теплого періоду: $t_{ext} = 28,7 \text{ }^\circ\text{C}$; $I_{ext}=56,1 \text{ кДж/кг}$.

-для холодного періоду: $t_{ext} = -22 \text{ }^\circ\text{C}$; $I_{ext}=-20,7 \text{ кДж/кг}$.

- географічна широта: 51° Пн. ш. ;

- барометричний тиск: 99 кПа

2. Параметри повітря у приміщеннях прийняті відповідно до вимог завдання:

Для теплого періоду:

температура у робочій зоні:

$t_{wz} = 20 \div 24 \text{ }^\circ\text{C}$;

швидкість руху повітря – $0,3 \text{ м/с}$;

Для холодного періоду:

температура – $t_{wz} = +20 \text{ }^\circ\text{C}$;

швидкість руху повітря – $0,2 \text{ м/с}$;

2.2 ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Кліматологічні дані для холодного періоду року для Київської області становлять:

-середня температура найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю $0,92$: $t_{306} = -22\text{C}$;

-тривалість опалювального сезону (періоду з середньою добовою температурою зовнішнього повітря $t_{306} \leq 8\text{C}$): $Z_{o.c} = 187 \text{ дів}$;

Арк.

12

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

-середня температура зовнішнього повітря опалювального сезону: $t_{o,c} = -1,1C$

Кількість градусо-днів опалювального сезону обчислюємо за формулою:

$$S = (t_{вн} - t_{o,c})Z_{o,c} = (20 + 1,1)187 = 3946 \text{ градусо/днів}; \quad (2.1)$$

де $t_{вн}$, °C – розрахункова температура внутрішнього повітря для житлових будинків.

Київська обл. знаходяться у першій температурній зоні.

Зона вологості Київської обл. – нормальна(Н).

Огороджуючі конструкції слід підбирати у відповідності з умовами їх експлуатації, котрі визначають в залежності від вологісного режиму приміщень і зони вологості.

Отже, для проектного будинку приймаємо умови експлуатації огорожень Б.

ЗОВНІШНІ СТІНИ

Згідно табл.8 (8) нормативний опір теплопередачі:

$$R_{заг} = 4 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт.}$$

Термічний опір огороження, яке складається із неоднорідних шарів, розраховується за формулою:

$$R_k = (R_a + 2 \times R_b) / 3 = (4 + 2 \times 4) / 3 = 4 \text{ м}^2 \text{ C/Вт,}$$

де R_a - середньозваговий термічний опір при розбитті огороження площинами, паралельними напрямленню теплового потоку $\text{м}^2 \text{C/Вт}$;

R_b - сума термічних опорів шарів із таблиці 1 [3], $\text{м}^2 \text{C/Вт}$.

ПОКРІВЛЯ

Нормативний опір теплопередачі:

$$R_{заг} = 7 \text{ м}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$$

Термічний опір покрівлі, яка складається із однорідних шарів, дорівнює сумі термічних опорів шарів:

$$R_k = 7 \text{ м}^2 \text{ C/Вт.}$$

Арк.

13

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

ПЕРЕКРИТТЯ НАД ПІДВАЛОМ

Підвал опалювальний, температура внутрішнього повітря згідно завдання +16°C.

Опір теплопередачі:

$$R_{\text{заг}} = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$$

Конструкція перекриття:

- паркет, $\delta = 22$ мм на мастиці;
- фанерний лист на клею та дюбелях, $\delta = 18$ мм;
- армований бетон, $\delta = 40$ мм;
- утеплювач Foamglass $\delta = 30$ мм;
- з/б плита перекриття, $\delta = 190$ мм;
- підшивна стеля (гіпсокартон), $\delta = 220$ мм.

Загальна товщина конструкції $\delta_{\text{заг}} = 315$ мм.

ВІКНА ТА БАЛКОННІ ДВЕРІ

Нормативний опір теплопередачі:

$$R_{\text{заг}} = 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$$

Приймаємо потрійне засклення (подвійний склопакет):

$$R_{\text{к}} = 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$$

Результати розрахунку та підбору огорожуючих конструкцій зводимо у таблицю 2.1

Таблиця 2.1. Характеристика огорожуючих конструкцій офісної будівлі

Призначення огороження	Проектний склад і матеріал конструкцій огороження	Товщина В, м	Нормативний опір теплопередачі, $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{С} / \text{Вт}$
Зовнішня стіна, $\delta = 570$ мм	камінь облицювальний	0,03	4
	цементний розчин	0,02	
	ізоляція	0,20	

Арк.

14

Зм. Кільк Арк Недок Підпис Дата

	піноблок	0,4	
	штукатурка	0,02	
ВСЬОГО		0,570	
Покрівля, $\delta = 619\text{мм}$	гідроізоляція утеплювач легкий бетон пароізоляція з/б плита підшивна стеля (гіпсокартон)	0,002 0,35 0,2 0,002 0,2 0,015	7
ВСЬОГО		0,619	
Перекриття над підвалом, $\delta = 315\text{мм}$	паркетна дошка фанерний лист армований бетон утеплювач з/б плита перекриття підшивна стеля	0,022 0,018 0,04 0,03 0,19 0,015	1
Вікна	подвійний склопакет	0,024	0,9
ВСЬОГО		0,024	

2.3 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ ПРИМІЩЕНЬ

Розрахунковий тепловий потік через огорожувальні конструкції, кВт, визначається за формулою:

$$Q_{o.k.} = \frac{1}{R} \times A \times (t_{вн} - t_{з}) \times (1 + \Sigma b) \times n \times 10^{-3}, \text{кВт}, \quad (2.2)$$

де A- розрахункова площа огорожувальної конструкції, м²;

R- опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м² °C/Вт.

t_{вн}- розрахункова температура внутрішнього повітря, °C;

t_{зн}- розрахункова температура зовнішнього повітря, °C;

n- коефіцієнт, який приймається в залежності від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря. Для зовнішніх стін та покриттів n=1; для перекриття над холодними підвалами та горищних перекриттів n=0,9; для перекриттів над неопалювальними підвалами зі світловими

Арк.

15

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

прорізами в стінах $n=0,75$; для перекриттів над неопалювальними підвалами без світлових прорізів в стінах, що розташовані вище рівня землі $n=0,6$; для перекриттів над неопалювальними технічними підпіллями, що розташовані нижче рівня землі $n=0,4$.

b - додаткові втрати теплоти в долях від основних втрат; для зовнішніх вертикальних і похилих поверхонь, орієнтованих в бік, звідки в січні дме вітер зі швидкістю, яка перевищує 4,5 м/с і з повторюваністю не менш 15% в розмірі 0,05 при швидкості повітря до 5 м/с.

Розрахункові втрати теплоти на нагрівання повітря, яке інфільтрується через нещільності огороджувальних конструкцій знаходиться за формулою:

$$Q_{inf} = (0,2...0,3) \times Q_{o.k.}, \text{кВт} \quad (2.3)$$

Розрахункові втрати теплоти на нагрівання припливного повітря знаходяться за формулою:

$$Q_{ven} = L \times c \times \rho \times 1,163 \times \Delta t \times 10^{-3}, \text{кВт}, \quad (2.4)$$

де L - витрата повітря даного приміщення), $\text{м}^3/\text{год}$ (визначається за формулою: $L=V_{пр} \times n$, де $V=100 \text{ м}^3$ - об'єм приміщення, $n=1$, $1/\text{год}$ - кратність повітря);

c - теплоємність повітря ($c=0,24$);

ρ - густина внутрішнього повітря (при швидкості повітря в робочій зоні 0,2 м/с $\rho=1,2$), $\text{кг}/\text{м}^3$;

1,163- перевідний коефіцієнт;

$\Delta t=t_3-t_{вн}$ - різниця температур зовнішнього повітря t_3 та внутрішнього повітря в приміщенні $t_{вн}$, $^{\circ}\text{C}$.

Сумарні тепловтрати визначаються за формулою:

$$\Sigma Q = Q_{o.k.} + Q_{inf} + Q_{ven}, \text{кВт} \quad (2.5)$$

Приклад розрахунку приміщення 5(перший поверх):

									Арк.
									16
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

Розрахунковий тепловий потік через зовнішню стіну, кВт:

$$Q_{o.k.}^{3.c.} = \frac{1}{2,8} \times 7,05 \times (20 - (-22)) \times (1 + 0,05) \times 1 \times 10^{-3} = 0,115 \text{ кВт} ;$$

Розрахунковий тепловий потік через вікно, кВт:

$$Q_{o.k.}^6. = \frac{1}{0,61} \times 2,07 \times (20 - (-22)) \times (1 + 0,05) \times 1 \times 10^{-3} = 0,143 \text{ кВт} ;$$

$$\text{Для трьох вікон } Q_{o.k.}^6. = 3 \times 0,143 = 0,428 \text{ кВт}$$

Розрахунковий тепловий потік через внутрішню стіну, кВт:

$$Q_{o.k.}^n. = \frac{1}{0,32} \times 20,4 \times (16 - 20) \times (1 + 0,05) \times 1 \times 10^{-3} = 0,255 \text{ кВт}$$

Розрахунковий тепловий потік через внутрішнє перекриття, кВт:

$$Q_{o.k.}^n. = \frac{1}{0,69} \times 30,24 \times (20 - 20) \times (1 + 0,05) \times 1 \times 10^{-3} = 0 \text{ кВт}$$

Сумарний тепловий потік через огороджуючі конструкції, кВт:

$$Q_{o.k.} = Q_{o.k.}^{3.c.} + Q_{o.k.}^6. + Q_{o.k.}^n. + Q_{o.k.}^n. = 0,115 + 0,428 + 0,255 + 0 = 0,798 \text{ кВт}$$

Розрахункові втрати теплоти на нагрівання повітря, яке інфільтрується через нещільності огороджуючих конструкцій знаходяться за формулою:

$$Q_{inf} = (0,2 \dots 0,3) \times (Q_{o.k.}^{3.c.} + Q_{o.k.}^6.) = 0,2 \times 0,543 = 0,109 \text{ кВт} .$$

Розрахункові втрати теплоти на нагрівання припливного повітря знаходяться за формулою:

$$Q_{ven} = 100 \times 0,24 \times 1,2 \times 1,163 \times (-22 - 20) \times 10^{-3} = 1,414 \text{ кВт}$$

Тоді загальний тепловий потік складає:

$$Q = Q_{o.k.} + Q_{inf} + Q_{ven} = 0,798 + 0,109 + 1,414 = 2,321 \text{ кВт}$$

За аналогічною методикою розраховуються всі інші приміщення офісної будівлі.

Сумарні тепловтрати офісної будівлі складають 595,5 кВт.

Додатковий розрахунок тепловтрат приміщень будівлі було здійснено в ліцензійній програмі «АРС-ПС» авт. Я.М.Кугель (див. додаток 1).

Арк.

17

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

3. ОПАЛЕННЯ

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата

Арк.
18

3. ОПАЛЕННЯ

3.1 ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ

1. Проектується офісна будівля.
2. Архітектурно будівельні креслення додаються.
3. Тепловтрати приміщень надаються.
4. Джерело теплопостачання – індивідуальна дахова котельня.
5. Розрахунковий перепад температур у системі опалення 90 – 70 °С.
6. Опалювальні прилади – радіатори Пресс.
7. Розташування опалювальних приладів – вільно у стіни та в підлозі.
8. Розводка магістральних трубопроводів – верхня.
9. Підвал – опалюється.

Таблиця 3.1. Кліматологічні дані для холодного періоду року становлять

Місто	Зона волого-сті	Температура найхолоднішої доби тзовн.1, °С	Температура найхолоднішої п'ятиденки тзовн.5, С	Опалювальний сезон		Кількість градусо-днів So.c, гр.-днів	Кліматична зона
				Середня температура to.c, С	Тривалість Zo.c, днів		
Київ	Н	-26	-22	-1,1	187	3572	I

3.2 ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Внутрішні температури повітря у приміщеннях прийняті у відповідності до санітарних норм і правил, які діють в Україні.

Опалення приміщень проєктовано цілодобове, водяне, з місцевими опалювальними приладами, із розрахунку забезпечення необхідної нормованої внутрішньої температури у всіх приміщеннях. Необхідна продуктивність опалювальних приладів регульована по приміщенням.

Арк.

19

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

В якості місцевих опалювальних приладів у приміщеннях застосовані опалювальні радіатори. Система опалення з місцевими приладами проєктована двохтрубна із підводом теплоносія знизу. Регулятори фірми «Пресс». Трубопроводи системи опалення металопластикові PV-PLAST-Stabi PN20. Прокладання магістральних трубопроводів для системи опалення приміщень і теплопостачання калориферів проєктоване приховане (в підшивній стелі), та у підвісних стелях із металопластикових труб.

Магістральні трубопроводи системи опалення й трубопроводи підводу теплоносія до калориферів вентиляції ізольовані спеціальними пожежотривкими конструкціями на базі виробів із мінеральних волокон (вироби типу “Tubex – СП-УДТ”).

Для забезпечення ремонтної придатності системи опалення та системи теплопостачання калориферів проєктом передбачені такі заходи:

- трубопроводи систем проєктовані у згоді з вимогами [1];
- доступ до приладів та арматури у приміщеннях проєктовано відкритим;
- передбачувану у проєкті арматуру для відключення ділянок систем, які підлягають ремонту, та для спуску з них води встановлено у допоміжних і побутових приміщеннях.

Преваги двотрубно́ї горизонтальної системи опалення:

- менша протяжність трубопроводів і менша металомісткість системи, менші затрати праці на монтаж. Тому вартість горизонтальної системи опалення набагато нижча в порівнянні з іншими.
- перевагами є: пуск системи опалення по поверхах, обмежене число проходів через перекриття, повне використання тепловіддачі трубопроводів, що зменшує об’ємність опалювальних приладів, система опалення має достатню гідравлічну сталість, простіша за будовою ніж інші двотрубні системи.
- горизонтальна система опалення забезпечує кращі санітарно-гігієнічні умови, має більш естетичний вигляд, так як є можливість прокладання горизонтальних ділянок трубопроводів в підлозі або застосувати плінтусний варіант прокладання трубопроводів, дає можливість регулювання кількості теплоти, яка надходить до приміщення, за допомогою термостатичних венилів.

									Арк.
									20
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

В якості опалювальних приладів використовуємо:

1) настінні радіатори фірми «Пресс». Вони мають гладку поверхню, що задовільняє санітарно-гігієнічним та естетичним вимогам, маленьку товщину стінки; досить невелику вагу у порівнянні із застарілими сталевими радіаторами;

Тепловий пункт.

Індивідуальний тепловий пункт розміщений в одному приміщенні з даховою котельною

3.2. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Втрату тиску в розрахунковій ділянці трубопроводу за методом характеристик опору обчислюють за формулою:

$$\Delta P = S \times G^2; \quad (3.1)$$

де S- характеристика опору розрахункової ділянки трубопроводу, Па/(кг/год)², що чисельно дорівнює втраті тиску в ній при витраті води G=1кг/год

$$S = A \times \xi_{прив}; \quad (3.2)$$

де A- питомий динамічний тиск, Па/(кг/год)², в розрахунковій ділянці трубопроводу, що виникає при витраті води в ній G=1кг/год;

$\xi_{прив}$ - приведений коефіцієнт опору розрахункової ділянки трубопроводу, який знаходиться за формулою:

$$\xi_{прив} = \frac{\lambda}{d} \times l + \Sigma \xi; \quad (3.3)$$

де λ/d - приведений коефіцієнт тертя труби, м⁻¹;

l- внутрішній діаметр труби, м

$\Sigma \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на розрахунковій ділянці трубопроводу.

Використання величини G/v дозволяє за заданими витратою води і діаметром труби обчислити швидкість теплоносія.

Характеристика опору S послідовно розташованих ділянок трубопроводів із постійною витратою води дорівнює сумі характеристик опору цих ділянок, тобто:

$$S_{1-2} = S_1 + S_2; \quad (3.4)$$

Арк.

21

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

Витрату води в будь-якій ділянці стояка двотрубної системи опалення можна визначити за формулою:

$$G_{cmij} = G_{co} \times \varphi_{ij}; \quad (3.5)$$

де φ - частка загальних втрат води в системі опалення, яка припадає на j -ту ділянку стояка.

$$\varphi_{ij} = \frac{\sum_1^m Q_{1,j}}{Q_1}; \quad (3.6)$$

де $\sum Q_{1,j}$ - теплові втрати будинку, що припадають на j -ту ділянку стояка, Вт;

Q_1 - розрахункові тепловтрати будинку без урахування тепловтрат сходової клітки, Вт.

Витрата води в опалювальному приладі визначається за формулою:

$$G_{onj} = G_{co} \times \psi_j; \quad (3.7)$$

де ψ_j - частка загальної витрати води в системі опалення, що припадає на j -тий опалювальний прилад:

$$\psi_j = \frac{Q_{1,j}}{Q_1}; \quad (3.8)$$

де $Q_{1,j}$ - тепловтрати приміщення, для якого розраховується j -тий опалювальний прилад, Вт.

Витрати води в розрахункових ділянках горизонтальних двотрубних приладових віток визначають, як суму витрат води в опалювальних приладах, які обслуговуються даними розрахунковими ділянками.

Втрату тиску води на тертя в розрахунковій ділянці трубопроводу у випадку використання методу питомих втрат тиску на тертя здійснюють за формулою:

$$\Delta P = R \times l; \quad (3.9)$$

де R - питома втрата тиску на тертя у трубопроводі, Па/м;

l - довжина трубопроводу, м.

Втрати тиску води в місцевих опорах обчислюють за формулою:

$$\Delta P = \sum \xi \frac{\rho g^2}{2};$$

де ρ - густина води при 60 °С, дорівнює 983,2 кг/м³;

v - швидкість води, м/с;

При визначенні втрат тиску в підводках до опалювальних приладів двотрубних систем водяного опалення необхідно, щоб вони складали не менше 70% загальних втрат тиску в циркуляційних кільцях без урахування втрат тиску в загальних ділянках. Невраховані втрати циркуляційного тиску в системі слід приймати рівними 10% максимальних втрат тиску.

Приклад розрахунку гілки 7-18

Гідрравлічний розрахунок починаємо з визначення витрати води в системі опалення:

$$G_{co} = \frac{0,86 \times Q_{co}}{t_2 - t_o} = \frac{0,86 \times 16465}{75 - 55} = 708 \text{ кг/год};$$

Виходячи з економічних вимог, задаємо значенням швидкості води в трубах $v=0,5$ м/с. Тоді для ділянки „7-8” параметр G/v становить:

$$\frac{G_{7-8}}{v} = \frac{708}{0,5} = 1416 \frac{\text{кг/год}}{\text{м/с}};$$

За найближчим до розрахованого значенням параметра G/v із дод. 1 (11) вибираємо діаметр труби $d_y=25$ мм і виписуємо її гідрравлічні характеристики:

- 1) $\lambda/d=1,3 \text{ м}^{-1}$;
- 2) $G/v=2040 \text{ (кг/год)/(м/с)}$;
- 3) $A=118 \times 10^{-6} \text{ Па/(кг/год)}^2$.

Швидкість води на цих ділянках становить:

$$g_{7-8} = g_{7'-8'} = \frac{G_{7-8}}{G/g} = \frac{G_{7'-8'}}{G/g} = \frac{708}{2040} = 0,33 \text{ м/с};$$

що знаходиться у допустимих межах.

Обчислюємо характеристики опорів цієї ділянки, що включає в себе місцеві опори:

- кран кульковий: $\zeta=0,15$;

$$\Sigma \zeta=0,15$$

Знаходимо характеристику опору розрахункової ділянки трубопроводу:

$$S_{7-8} = (1,3 \times 5 + 0,15) \times 118 \times 10^{-6} = 7,7 \times 10^{-4} \text{ Па/(кг/год)}^2;$$

$$S_{7'-8'} = (1,3 \times 5 + 0,15) \times 118 \times 10^{-6} = 7,7 \times 10^{-4} \text{ Па/(кг/год)}^2$$

Знаходимо втрати тиску води на цій ділянці:

Арк.

23

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

$$\Delta P_{7-8} = 7,7 \times 10^{-4} \times 708^2 = 387 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{7'-8'} = 7,7 \times 10^{-4} \times 708^2 = 387 \text{ Па}$$

Складаємо втрати тиску води на ділянках системи опалення, починаючи від точки 7:

$$\Sigma \Delta P = \Delta P_{7-8} + \Delta P_{7'-8'} = 387 + 387 = 774 \text{ Па};$$

Розрахуємо ділянку „8-14”, для якої параметр G/v становить:

$$\frac{G_{8-14}}{g} = \frac{422}{0,5} = 844 \frac{\text{кг} / \text{год}}{\text{м} / \text{с}};$$

За найближчим до розрахованого значенням параметра G/v вибираємо діаметр труб $d_y=20$ мм і виписуємо її гідравлічні характеристики:

- 1) $\lambda/d = 1,7 \text{ м}^{-1}$;
- 2) $G/v = 1360 \text{ (кг/год)/(м/с)}$;
- 3) $A = 2,67 \times 10^{-4} \text{ Па/(кг/год)}^2$.

Швидкість води на цих ділянках становить:

$$g_{8-14} = g_{8'-14'} = \frac{G_{8-14}}{G/g} = \frac{G_{8'-14'}}{G/g} = \frac{422}{1360} = 0,32 \text{ м} / \text{с};$$

що знаходиться у допустимих межах.

Обчислюємо характеристики опорів цієї ділянки, що включає в себе місцеві опори, значення яких:

- трійник на прямий прохід: $\zeta = 1$;

$$\Sigma \zeta = 1$$

Знаходимо характеристику опору розрахункової ділянки трубопроводу:

$$S_{8-14} = (1,7 \times 0,2 + 1) \times 2,67 \times 10^{-4} = 3,58 \times 10^{-4} \text{ Па} / (\text{кг} / \text{год})^2;$$

$$S_{8'-14'} = (1,7 \times 0,2 + 1) \times 2,67 \times 10^{-4} = 3,58 \times 10^{-4} \text{ Па} / (\text{кг} / \text{год})^2;$$

Знаходимо втрати тиску води на цих ділянках:

$$\Delta P_{8-14} = 3,58 \times 10^{-4} \times 422^2 = 63,8 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{8'-14'} = 3,58 \times 10^{-4} \times 422^2 = 63,8 \text{ Па};$$

Складаємо втрати тиску води на ділянках системи опалення, починаючи точки 8:

$$\Sigma \Delta P = \Delta P_{8-14} + \Delta P_{8'-14'} = 63,8 + 63,8 = 127,6 \text{ Па}$$

Арк.

24

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

$$\Sigma \zeta = 1$$

9-10

- трійник на поворот: $\zeta = 1;$
- відвід під кутом 90° (3 шт.) $\zeta = 1,5 \times 3 = 4,5;$
- раптове звуження $\zeta = 0,5;$
- вентиль Honeywell $\zeta = 6,7;$
- клапан термостатичний Honeywell $\zeta = 97,7;$
- опалювальний прилад Пресс $\zeta = 3,97$

$$\Sigma \zeta = 114$$

9-12

- трійник на прямий прохід: $\zeta = 1;$
- відвід під кутом 90° (4 шт.) $\zeta = 1,5 \times 4 = 6;$
- раптове звуження $\zeta = 0,5;$
- вентиль Honeywell $\zeta = 6,7;$
- клапан термостатичний Honeywell $\zeta = 97,7;$
- опалювальний прилад Пресс $\zeta = 3,97$

$$\Sigma \zeta = 115,9$$

Для гідравлічної ув'язки циркуляційних кілець, що проходять через опалювальні прилади, використовуються балансувальні пристрої (термостатичні клапани з попередньою настройкою або запірні клапани з попереднім налаштуванням).

Для даного стояка використовується запірно-регулююча арматура фірми Honeywell. Гідравлічна ув'язка досягається шляхом підбору відповідного ступеня настройки запірного клапана.

Для визначення втрат тиску води в циркуляційних кільцях, що проходять через опалювальні прилади 10, 12, 15, 17, 18, знаходимо повні характеристики опорів підводок, як суму таких характеристик опорів:

а) ділянок труб підводки $d=16 \times 2,2$ мм до опалювального приладу 18 довжиною $l = l_1 + l_2 = 5,5$ м.

$$S_1 = 5,34 \times 5,5 \times 780 \times 10^{-5} = 2291 \times 10^{-4} \text{ Па } / (\text{кг} / \text{год})^2;$$

Арк.

26

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

де l_1 та l_2 – відповідно підводки, м, до розподільного та збірної трубопроводів горизонтальної приладової вітки;

б) місцевих опорів, що включають в себе:

- трійник на прямий прохід: $\zeta = 1$;
- відвід під кутом 90° (1 шт.) $\zeta = 0,5$;
- раптове звуження $\zeta = 1$;
- вентиль Honeywell $\zeta = 6,7$;
- клапан термостатичний Honeywell $\zeta = 97,7$;
- опалювальний прилад Прогресс $\zeta = 3,97$

$$\Sigma \zeta = 114$$

$$S_{18} = 114 \times 780 \times 10^{-5} = 8892 \times 10^{-4} \text{ Па / (кг / год)}^2;$$

Повна характеристика опору становить:

$$S = (2291 + 8892) \times 10^{-4} = 11183 \times 10^{-4} \text{ Па / (кг / год)}^2;$$

Знаходимо втрату тиску води при її циркуляції через опалювальний прилад 18:

$$\Delta P_{on18} = S \times G^2 = 11183 \times 10^{-4} \times 84,96^2 = 8072 \text{ Па};$$

$$G_{cmij} = G_{co} \times \varphi_{ij} = 708 \times 0,12 = 84,96 \text{ кг / год};$$

$$\varphi_{ij} = \frac{\sum_1^m Q_{1,j}}{Q_1} = \frac{2120}{16465} = 0,12;$$

Підбір настройки клапана n здійснюється за графіком.

Для опалювального приладу 18, через який проходить основне циркуляційне кільце приладової вітки, положення настройки вибираємо максимальним. Втрати тиску води в клапані ΔP_k визначаємо на перетині прямих, що відповідають характеристиці $n=5$. Отримуємо $\Delta P_{k18} = 760 \text{ Па}$.

Аналогічно підбираються характеристики настройки клапанів для інших опалювальних приладів.

Знаходимо втрати тиску води в основному кільці приладової вітки:

$$\Delta P_{ок} = \Sigma \Delta P + \Delta P_{on} + \Delta P_k;$$

Для приладової вітки, яку розглядаємо:

$$\Delta P_7 = \Delta P_{7-8} + \Delta P_{7l-8l} + \Delta P_{on2} + \Delta P_{k2} = 63,8 + 63,8 + 8072 + 760 = 8960 \text{ Па};$$

Арк.

27

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

де $\Sigma\Delta P$ - втрати тиску, Па, на ділянках приладової вітки від точок закінчення загальних ділянок до точок приєднання і-того опалювального приладу.

Втрати тисків води в решті циркуляційних кілець приладової вітки повинні бути однаковими і дорівнювати ΔP_1 . Виходячи з цього, знаходимо перепади тисків в клапанах для решти і-тих опалювальних приладів:

$$\Delta P_{ki} = \Delta P_{ок} - \Sigma\Delta P - \Delta P_{on};$$

Якщо величина ΔP_{ki} приймає від'ємне значення, це означає, що невірно було вибрано головне циркуляційне кільце приладової вітки. У такому випадку необхідно для клапана основного циркуляційного кільця вибрати менше значення настройки або прийняти за основне циркуляційне кільце те, що проходить через даний опалювальний прилад.

Перевіряємо обмеження щодо мінімальних втрат тиску води у підводках до опалювальних приладів, які повинні складати не менше 70% загальних втрат тиску в циркуляційних кільцях без урахування втрат тиску в загальних ділянках.

$$\frac{\Delta P_{ki} + \Delta P_{oni}}{\Sigma\Delta P} \geq \frac{30}{70} = 2,33;$$

Для опалювального приладу 1:

$$\frac{\Delta P_{к1} + \Delta P_{on1}}{\Delta P_{8-14} + \Delta P_{8'-14'}} = \frac{8072 + 760}{63,8 + 63,8} = 69 \geq 2,33;$$

що відповідає необхідній умові.

При невиконанні вищевказаної умови необхідно зменшити втрати тиску води в ділянках приладової гілки шляхом збільшення їх діаметра труб або вибрати менше значення характеристики настройки клапана в основному циркуляційному кільці гілки.

Для гідравлічної ув'язки приладової гілки необхідно, щоб сумарні втрати тиску води у вітці $\Sigma\Delta P_{пв}$ і на загальних ділянках $\Sigma\Delta P$ не перевищували розрахунковий тиск для даної гілки. Отже

$$\Sigma\Delta P + \Sigma\Delta P_{пв1} \approx 0,9\Delta P_{р1};$$

$$\Sigma\Delta P_{пв1} = \Delta P_{7-8} + \Delta P_{7'-8'} + \Delta P_{on1} + \Delta P_{к1} = 387 + 387 + 760 + 8072 = 9606 \text{ Па};$$

$$\Delta P_{on1} = S \times G^2 = 11183 \times 10^{-4} \times 93,74^2 = 9505 \text{ Па};$$

де множник 0,9 передбачає запас в розмірі 10% наявної різниці тисків ΔP_p на невраховані розрахункові опори.

										Арк.
										28
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата					

За існуючими нормативами нев'язка у втратах тиску повинна бути в межах 15%.

Подальші розрахунки системи опалення проводились в ліцензійній програмі АРС-ПС. Результати розрахунків наведені в додатках №2 (система опалення №1) та №3 (система опалення №2).

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата	Арк.
						29

4. ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ УСТАНОВОК

							Арк.
							30
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата		

4. ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ УСТАНОВОК

4.1 ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ УСТАНОВОК

Джерелом тепла для підігріву повітря в водяних калориферах припливних установок є дахова котельня з параметрами теплоносія 80/60°C. Загальна потужність котельні складає 1,8 МВт.

Припливні установки системи вентиляції, крім подачі свіжого і чистого повітря в приміщення, повинні забезпечувати і його підготовку, тобто його охолодження в літній період і нагрів в зимовий період. При цьому температура зовнішнього повітря може коливатися в значних межах, але температура повітря, яке подається в приміщення повинна залишатися постійною. Для цього використовують змішувальний вузол.

Вузли обв'язки призначені для підтримки заданої температури припливного повітря в системах вентиляції та кондиціонування за рахунок регулювання температури теплоносія в водяних теплообмінниках. Узли обв'язки забезпечують необхідну циркуляцію теплоносія в гідравлічному контурі теплообмінника для запобігання його розморожування.

Варто відзначити, що саме вузол регулювання подачі і відведення води відіграє найважливішу роль у стабільній роботі всієї системи вентиляції. Вузол обв'язки влаштований таким чином, що він здійснює регулювання температури води в системі і, відповідно, регулювання температури повітря, що подається в приміщення.

Пристрій вузла обв'язки

Вузол складається з циркуляційного насоса, регулюючого вентиля, водяного фільтра грубої очистки, зворотного клапана, запірних кранів, балансувального вентиля і гнучкого підведення.

Циркуляційний насос забезпечує постійне протікання теплоносія через теплообмінник, перешкоджаючи тим самим замерзанню теплоносія і оберігаючи теплообмінник від розморожування. Трьохходовий регулюючий вентиль оснащується електроприводом з аналоговим 0-10 В або 3-х позиційним сигналом управління і контролює подачу необхідної кількості теплоносія з системи теплопостачання для підігріву повітря в теплообміннику.

Арк.

31

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

Найчастіше у вузлах обв'язки передбачена байпасна перемичка, що складається зі зворотного клапана і балансувального крана, яка дозволяє відрегулювати циркуляцію теплоносія в системі місцевого теплопостачання, щоб оптимізувати робочу характеристику основного насоса котла або бойлера.

Вузли регулювання припливних установок відображені в графічній частині.

Гідравлічне балансування- це забезпечення необхідних (розрахункових) витрат теплоносія в кожній точці системи, що досягається установкою відповідної балансувальної арматури з наступним виконанням налагодження.

Гідравлічний розрахунок системи теплопостачання.

Гідравлічний розрахунок системи базується на загальних законах гідравліки.

Рух води по трубопроводах походить від перетину з великим тиском води до перетину з меншим тиском води. Тиск води при русі її по трубопроводах знижується через опір тертю води об стінки трубопроводів і втрат в місцевих опорах, що для напірної ділянки системи визначається за формулою:

$$\Delta H = \left(\lambda \cdot \frac{1}{d} + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho_w}{2} w^2, \text{Па.} \quad (4.1)$$

Коефіцієнт опору тертя λ залежить від режиму течії, що визначається критерієм Рейнольдса:

$$Re = \frac{w \cdot d}{\nu} \quad (4.2)$$

Для труб опалення та теплопостачання $k=0,2$ мм, діаметри труб d та їх довжина l приймаються в м. Швидкість води w , м/с, обчислюється в перерізі трубопроводу, кінематична в'язкість води ν , м²/с, знижується з підвищенням температури, що проходить по трубопроводу води.

Для сталевих трубопроводів в системах опалення можна прийняти $\lambda = 0,02$.

Сума місцевих опорів на розрахунковій ділянці мережі системи опалення $\sum \xi$ приймається за довідником для кожного елемента мережі на розрахунковій ділянці (наприклад, поворот трубопроводу на 90 ° дає $\xi = 1$).

$\rho_w \cdot w^2 / 2$ - динамічний тиск води на розрахунковій ділянці.

Арк.

32

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

Масова щільність води ρ_w приймається за величиною її температури:

$t_{wr} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$, $\rho_w = 962 \text{ кг/м}^3$; $t_{wr} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$, $\rho_w = 978 \text{ кг/м}^3$; $t_{wr} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$, $\rho_w = 988 \text{ кг/м}^3$; $t_{wr} = 4 \text{ }^\circ\text{C}$, $\rho_w = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Швидкість води в трубах залежить від площі внутрішнього перетину труб $f_{тр}$, м², і витрати води G_w , кг/ч.

Площа внутрішнього перерізу труби з внутрішнім діаметром d_o , м, визначається за формулою:

$$f_{тр} = 3,14 d^2 / 4, \text{ м}^2. \quad (4.3)$$

Швидкість води при витраті G_w , кг/год, визначається за формулою:

$$w = \frac{G_w}{\rho_w 3600 f_{трw}}, \text{ м/с}. \quad (4.4)$$

Вибір діаметрів труб проводиться відповідно до наявного асортименту труб, що випускаються промисловістю та максимальної швидкості води в трубах (до 1,5 м/с).

Частина трубопроводу системи, в межах якого діаметр трубопроводу і витрати гарячої води зберігаються постійними, називають ділянкою. На аксонометричній схемі кожній ділянці трубопроводів дається умовне позначення.

Гідравлічний опір для кожної ділянки обчислюється за формулою:

$$\Delta H = \left(\lambda \cdot \frac{1}{d} + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho_w}{2} w^2, \text{ Па}. \quad (4.5)$$

При зображенні аксонометричної схеми системи, з'єднуючи окремі ділянки, створюють кільця циркуляції. Перепад тисків, під впливом якого відбувається рух води по кільцю циркуляції, визначається гідравлічними втратами і додатковим гравітаційним тиском, який створюється через зміни температури та проходить по кільцю води. Гравітаційний циркуляційний тиск під впливом зміни масової щільності води з пониженням її температури обчислюється за формулою:

$$\Delta H_{гв} = g h_i (\rho_{wri} - \rho_{wri+1}), \text{ Па}. \quad (4.6)$$

де h_i - висота ділянки, на якій гаряча вода від охолодження збільшує масову щільність від ρ_{wri} (початок ділянки) до ρ_{wri+1} по напрямку циркуляції води.

Гідравлічний розрахунок системи зводиться в таблицю 4.1.

Арк.

33

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

Таблиця 4.1. Гідравлічний розрахунок системи тепlopостачання

№ діл.	Q, кВт	Δt, °C	G, м³/ч	l	d	R	v/p	RI	Σξ	Z	RI + Z
Розрахунок через ПВ3											
1			29	10	Ø100	12x1,3	1,02	156		x1,6	250
2			10,7	27	Ø65	12x1,3	0,8	421		x1,6	670
3			5,2	3	Ø50	14x1,5	0,71	63		x1,6	100
4			2,6	8	Ø32	32x1,5	0,82	384		x2,0	770
											1790
ΣΔP=3924											
Розрахунок через ПВ8											
1			29	10	Ø100	12x1,3	1,02	156		x1,6	250
5			18,22	11	Ø80	14x1,3	0,97	200		x1,6	320
6			4,6	10	Ø40	36x1,5	0,98	540		x1,6	864
7			2,6	6	Ø32	32x1,5	0,82	288		x2,0	576
											2010
ΣΔP=3854											
Розрахунок через ПВ6											
1 - 5											570
8			13,62	12	Ø65	19x1,3	1,01	296		x1,6	474
9			11,02	13	Ø65	13x1,3	0,83	220		x1,6	352
10			8,6	7	Ø65	7,5x1,3	0,63	68		x1,6	109
11			7,3	4	Ø50	26x1,5	0,97	156		x1,6	250
12			4,7	7	Ø50	11x1,5	0,63	116		x1,6	186
13			2,6	3	Ø32	32x1,5	0,82	144		x2,0	288
											2229
ΣΔP=4363											
Розрахунок через ПВ7											
1 - 2											920
14			5,5	29	Ø50	15x1,3	0,73	566		x1,6	906
15			2,6	5	Ø32	32x1,5	0,82	240		x2,0	480
											2306
ΣΔP=4440											
Розрахунок через П12											
1-2-14											1826
16			2,9	8	Ø32	38x1,5	0,89	486		x2,0	972
											2798
ΣΔP=4176											

Арк.

34

Зм. Кільк. Арк. №док. Підпис Дата

Розрахунок через ПВ4											
1-5-8											1044
17			2,6	13	Ø40	12x1,5	0,56	234		x1,6	374
17A			2,6	3	Ø32	32x1,5	0,82	144		x2,0	286
											1704
ΣΔΡ=3840											
Розрахунок через ПВ1											
1-5-8-9											1396
18			2,42	3	Ø32	28x1,5	0,76	126		x2,0	252
											1648
ΣΔΡ=3503											
Розрахунок через ПВ10											
1-5-8-9-10											1505
19			1,3	3	Ø25	24x1,5	0,61	108		x2,0	216
											1721
ΣΔΡ=3339											
Розрахунок через ПВ5											
1-5-8-9-10-11											1755
			2,6	3	Ø32	32x1,5	0,82	144		x2,0	288
											2043
ΣΔΡ=4177											
Розрахунок через ПВ11											
1-5-8-9-10-11-12											1941
21			2,1	6	Ø32	32x1,5	0,67	198		x2,0	396
											2337
ΣΔΡ=3729											
Розрахунок через ПВ2											
1-2-3											1020
22			2,6	5	Ø32	21x1,5	0,82	240		x2,0	480
											1500
ΣΔΡ=3631											
Розрахунок через ПВ9											
1-5-6											1434
23			2	2	Ø32	19x1,5	0,62	57		x1,6	91
24			1,4	5	Ø25	26x1,5	0,64	195		x2,0	390
											1915
ΣΔΡ=3772											

Арк.

35

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

Розрахунок через ПІЗ											
1-5-6-23											1525
25			0,6	11	Ø20	24x1,5	0,5			x2,0	792
											2314
ΣΔP=3941											

4.2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВУЗЛІВ РЕГУЛЮВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ УСТАНОВОК

Таблиця 4.2. Характеристика вузлів регулювання вентиляційних установок ПВ1- ПВ13

№ Вент. сис- тем	Вузол регулювання по теплу				Вузол регулювання по холоду		Примітки
	насос, тип.	Ел. потуж- ність, Вт	3-х ходовий клапан		3-х ходовий клапан		
			(kvs)	Ел. привод	тип (kvs)	Ел. привод	
ПВ 1	(wilo) TOP- S25/5	150Вт/3 80v, 3ф	Ø20/6,3	ML7420 A6017	Ø32/16,0	ML7420 A6017	Фірма виготовник клапанів "Honeywell"
ПВ 2	TOP- S25/5	150Вт/3 80v, 3ф	Ø20/6,3	ML7420 A6017	Ø32/16,0	ML7420 A6017	Фірма виготовник клапанів "Honeywell"
ПВ 3	TOP- S25/5	150Вт/3 80v, 3ф	Ø20/6,3	ML7420 A6017	Ø32/16,0	ML7420 A6017	Фірма виготовник клапанів "Honeywell"
ПВ 4	TOP- S25/5	150Вт/3 80v, 3ф	Ø20/6,3	ML7420 A6017	Ø32/16,0	ML7420 A6017	Фірма виготовник клапанів "Honeywell"
ПВ 5	TOP- S25/5	150Вт/3 80v, 3ф	Ø20/6,3	ML7420 A6017	Ø32/16,0	ML7420 A6017	Фірма виготовник клапанів "Honeywell"
ПВ 6	TOP- S25/5	150Вт/3 80v, 3ф	Ø20/6,3	ML7420 A6017	Ø32/16,0	ML7420 A6017	Фірма виготовник клапанів "Honeywell"

Арк.

36

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

ПВ 7	TOP-S25/5	150Вт/3 80v, 3ф	Ø20/6,3	ML7420 A6017	Ø32/16,0	ML7420 A6017	Фірма ВИГОТОВНИК клапанов "Honeywell"
ПВ 8	TOP-S25/5	150Вт/3 80v, 3ф	Ø20/6,3	ML7420 A6017	Ø32/16,0	ML7420 A6017	Фірма ВИГОТОВНИК клапанов "Honeywell"
ПВ 9	(wilo) STAR- RS 25/4	50Вт/22 0v, 1ф	Ø15/4,0	ML7420 A6017	Ø25/10,0	ML7420 A6017	Фірма ВИГОТОВНИК клапанов "Honeywell"
ПВ 10	STAR- RS 25/4	50Вт/22 0v, 1ф	Ø15/4,0	ML7420 A6017	Ø25/10,0	ML7420 A6017	Фірма ВИГОТОВНИК клапанов "Honeywell"
ПВ 11	TOP-S25/5	150Вт/3 80v, 3ф	Ø20/6,3	ML7420 A6017	Ø32/16,0	ML7420 A6017	Фірма ВИГОТОВНИК клапанов "Honeywell"
ПВ 12	TOP-S25/5	150Вт/3 80v, 3ф	Ø25/10,0	ML7420 A6017	Ø25/10,0	ML7420 A6017	Фірма ВИГОТОВНИК клапанов "Honeywell"
ПВ 13	STAR- RS 25/4	50Вт/22 0v, 1ф	Ø15/2,5	ML7420 A6017	—	—	Фірма ВИГОТОВНИК клапанов "Honeywell"

Арк.

37

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

5. КОТЕЛЬНЯ

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата	Арк.
						38

5. КОТЕЛЬНЯ

5.1 ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ

Таблиця 5.1. Завдання на проектування дахової котельні

1.	Назва та місцезнаходження об'єкту	Теплопостачання офісної будівлі в м. Києві
2.	Підстава для проектування	
3.	Вид будівництва. Дані про інвестора	Нове
4.	Дані про замовника. Джерело фінансування.	
5.	Необхідність розрахунків ефективності інвестицій	Не вимагається
6.	Дані про генерального проектувальника	
7.	Стадійність проектування з визначенням затверджу вальної частини	1. Проект 2. Робоча документація
3.	Інженерні вишукування	Надаються Замовником
4.	Вихідні дані про особливі умови будівництва (сейсмічність, група складності умов будівництва на просадних ґрунтах, підроблюванні та підтоплювані території тощо)	Не вимагається
5.	Основні архітектурно-планувальні вимоги і характеристики запроєктованого об'єкту	Згідно з генплану
6.	Черговість проектування та будівництва, необхідність виділення пускових комплексів	Не вимагається
7.	Вказівки про необхідність: <i>Розроблення окремих проектних рішень в декількох варіантах і на конкурсних засадах;</i> <i>Попередніх погоджень проектних рішень із зацікавленими відомствами;</i> <i>Виконання демонстраційних матеріалів, макетів, креслень інтер'єрів, їх склад та форма;</i>	Не вимагається Погодження Виконавця Не вимагається Не вимагається

Арк.

39

Зм. Кільк Арк №док Підпис Дата

	<i>Виконання науково-дослідних та дослідно-експериментальних робіт у процесі проектування і будівництва; Технічного захисту інформації.</i>	Не вимагається
8.	Дані про вид палива та попередні погодження щодо його використання, якщо передбачається власне теплопостачання	Газове паливо
9.	Потужність, або характеристика об'єкту, виробнича програма	Виконати проектну документацію дахової котельної на стадіях «Проект» та «Робоча документація» в складі: 1. Дахова котельня - 1,8 МВт по розділам: <ul style="list-style-type: none"> • тепломеханічна частина; • автоматизація; • газопостачання (внутрішнє); • електротехнічна частина; • опалення та вентиляція • водопостачання та каналізація; • охоронна сигналізація; • протипожежна сигналізація. 2. Тепловий пункт по розділам: <ul style="list-style-type: none"> • тепломеханічна частина; • автоматизація. 3. Димові труби з нержавіючої сталі 4. Газопостачання (зовнішні газопроводи, ШРП, вузол обліку газу) 5. Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС) на весь комплекс
6.	Вимоги до благоустрою майданчика	Виконує генпроектувальник
7.	Вимоги до інженерного захисту територій і об'єктів	Не вимагається
8.	Вимоги щодо розроблення розділу „Оцінка впливів на навколишнє середовище”	На стадії «Проект» розробити розділ ОВНС на весь комплекс
9.	Вимоги з енергозбереження та енергоефективності	Згідно з вимогами нормативних документів
10.	Дані про імпортні технології і (або) науково-дослідні роботи, які пропонує застосувати замовник	Основне імпортне обладнання за погодженням Замовника
11.	Вимоги до режиму безпеки та охорони праці	Згідно з вимогами нормативних документів
12.	Вимоги до розроблення спеціальних заходів	Не вимагається

Арк.

40

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

13.	Перелік будинків та споруд, що проектується у складі комплексу	Офісна будівля з даховою котельною
14.	Необхідність підготовки ТУ на стадіях ЕП, ТЕО (ТЕР), якщо такі стадії передбачені	

5.2 ХАРАКТЕРИСТИКА СПОЖИВАЧІВ ТЕПЛА

Таблиця 5.2. Характеристика споживачів тепла

№ п/п	Найменування контуру	Розрахункова теплова потужність, кВт	T1, °C	T2, °C	Регулювання по контуру
1	2	3	4	5	6
Теплові навантаження в опалювальний період:					
СО1	Система опалення будівлі	595	90	70	Регулювання по температурі зовнішнього повітря
ПВ	Система вентиляції	888	80	60	Стабільні параметри
ПТЗ	Повітряно-теплова завіса	80	80	60	Включення по сигналу відкриття
	Гаряче водопостачання на побутові потреби, Т3, Т4	163	55	-	$G_{\max}=3,529$ $\text{м}^3/\text{год}$ $G_{\text{ср.година}}=2,8$ $\text{м}^3/\text{год}$
	Власні потреби котельні	30*	80	60	Регулювання по температурі внутрішнього повітря
	Сума:	1726			
Теплові навантаження в літній період:					
1	Гаряче водопостачання на побутові потреби, Т3, Т4	163	55	-	$G_{\max}=3,529$ $\text{м}^3/\text{год}$ $G_{\text{ср.година}}=2,8$ $\text{м}^3/\text{год}$
	Сума:	163			

Арк.

41

Зм. Кільк. Арк. Недок. Підпис Дата

водопостачання передбачається наступна схема приготування гарячої води на побутові потреби. Два швидкісні пластинчаті теплообмінники (два робочих) – бак-акумулятор гарячої води об'ємом 1000 л кожний – «споживач» – циркуляційний насос із бронзовим робочим колесом (1 робочий + 1 „гарячий” резерв). Параметри води, що гріє 80-60°C. Параметри води, що нагрівається $t \leq 55^\circ\text{C}$. Циркуляція теплоносія в системі «теплообмінник – «стрілка»» і регулювання температури гарячої води на виході з котельні $t \leq 55^\circ\text{C}$ передбачається за рахунок насоса, що гріє, системи ГВП. Керування насосом – по датчику температури в баку-акумуляторі гарячої води. Для запобігання остигання води системі ГВП передбачається установка циркуляційного насоса на циркуляційному трубопроводі Т4. Трубопровід гарячої та циркуляційної води обладнується вузлами обліку витрати з крильчатими водолічильниками. Для обробки гарячої води на потреби ГВП передбачається електромагнітна установка “Anti Ca++” EUV 40D. Прилад передбачається на трубопроводі Т3. Установка працює в автоматичному режимі. Монтаж системи ГВП, в межах котельної, передбачається сталевими водогазопровідними оцинкованими трубами.

Для захисту від підвищення тиску води вище робочого кожен котел обладнаний пружинним запобіжним клапаном Ду80. Тиск спрацювання – 0,3 МПа. Клапан встановлений на окремому патрубку кожного котла. Додатково, для захисту від підвищення тиску кожен котел обладнаний розширювальним мембранним баком “Reflex” NG 200/6 об'ємом 20 л. Тиск газу під мембраною 0,15 МПа.

Для прийому надлишку води (розігрів мережної води), акумуляції запасу води і підтримки статичного тиску в системі теплопостачання передбачаються два напірних мембранних розширювальних бака “Reflex” N 1000/6 об'ємом 1000 л. Тиск газу під мембраною 0,15 МПа.

Для видалення повітря із системи, у верхніх точках трубопроводів передбачаються автоматичні повітрявипускники.

За тепловою схемою скидні, переливні і дренажні трубопроводи виводяться за межі котельні в зливову каналізацію. Трубопроводи підключаються з розривом струменя до системи внутрішньої каналізації котельні з наступним скиданням.

Обслуговування арматури й устаткування, розташованого на висоті від 1,5 до 2,5 м від підлоги, передбачається за допомогою пересувних площадок і переносних пристроїв (драбин).

Арк.

43

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

- два паяних пластинчастих теплообмінника В12МТх30/1Р-SC-S для приготування гарячої води на побутові потреби. Працюють по схемі: два «робочих»;
- Бак-акумулятор гарячої води Zanussi ACS 1000 P, об'ємом 1000 л для температурного «вирівнювання» гарячої води, що надходить до споживачів. Акумуляції гарячої води у години зниженого водоспоживання та «вирівнювання» навантаження на котли;
- два циркуляційних насоса TOP-Z 25/10 1~ для запобігання остигання води в системі ГВП. Працюють по схемі – один «робочий», один резервний;
- магнітна обробка води Anti Ca++ EUV 40 D – для обробки гарячої води;
- два підвищувальних насоса MP-303 – для створення робочого тиску, що потребує водопом'ягшувальна установка (надалі - ВПУ)
- сдвоєна автоматична водопом'ягшувальна установка (надалі- ВПУ) Weichwassermeister 2 GSX 10-I для заповнення і підживлення системи тепlopостачання пом'якшеною водою. Номінальна продуктивність – 0,75 м³/год. Працює по схемі – один фільтр «робочий», один фільтр резервний;
- електронна дозуюча установка Exados ES-6 для хімічного “зв'язування” вільного кисню в підживлювальній воді. Установка працює без скидання реагентів у каналізацію;
- два насоса WILO-TOP-S 30/10 для примусової циркуляції теплоносія в системі тепlopостачання котельні (власні потреби). Працюють по схемі – один «робочий», один резервний;
- два напірних мембранних розширювальних баків N 1000/6 об'ємом 1000 л кожний для прийому надлишку води (розігрів мережної води), акумуляції запасу води і підтримки статичного тиску в системі тепlopостачання;
- система трубопроводів, арматури, регуляторів і ін.

5.4 ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ХІМВОДОПІДГОТОВКИ

1) Кількість солей жорсткості А (мг-екв/доб), що видаляється на натрій-катионітному фільтрі:

Арк.

45

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата

$$A = 24 \text{ Ж}_0 \text{ Q}_{\text{Na}} = 24 \times 4,0 \times 0,063 = 6,05 \quad (5.1)$$

де: Ж_0 - загальна жорсткість води, що надходить на натрій-катионітний фільтр (мг-екв/л),

Q_{Na} - продуктивність ВПУ (м³/год).

2) Число регенерацій фільтра на добу n :

$$n = \frac{A}{f_{\text{Na}} \times H_{\text{cl}} \times E_{\text{Na}_p} \times a} = \frac{6,05}{0,03 \times 0,5 \times 889,9 \times 1} = 0,45 \quad (5.2)$$

де: f_{Na} - площа, що фільтрує натрій-катионітного фільтра (м²);

H_{cl} - висота шару катионіта (м);

a - число працюючих фільтрів;

E_{Na_p} - робоча обмінна здатність катионіта (мг-екв/м³):

$$E_{\text{Na}_p} = a_3 \times \beta_{\text{Na}} \times E_{\text{п}} - 0,5 \times g_{\text{ж}} \times \text{Ж}_0 = 0,62 \times 0,85 \times 1700 - 0,5 \times 3 \times 4,0 = 889,9 \quad (5.3)$$

де: a_3 - коефіцієнт ефективності регенерації, враховуючий неповноту регенерації катионіта в залежності від питомої витрати солі на регенерацію;

β_{Na} - коефіцієнт, що враховує зниження обмінної здатності катионіта по Ca^{2+} і Mg^{2+} , за рахунок часткової затримки Na^+ ;

$E_{\text{п}}$ - повна обмінна здатність катионіта (мг-екв/м³).

3) Витрата 100%-ної повареної солі на одну регенерацію (кг) :

$$Q_{\text{с.на}}^{\text{Na}} = \frac{E_{\text{Na}_p} \times f_{\text{Na}} \times H_{\text{cl}} \times g_{\text{с}}}{1000} = \frac{889,9 \times 0,03 \times 0,5 \times 100}{1000} = 1,3 \quad (5.4)$$

де: $g_{\text{с}}$ - питома витрата солі на регенерацію (г/мг-екв) обмінної здатності катионіта.

4) Витрата води на одну регенерацію натрій-катионітного фільтра визначається по формулі (м³/год) :

$$Q'_{\text{с.н.}} = Q_{\text{взр}} + Q_{\text{р.р.}} + Q_{\text{от}} = 0,081 + 0,012 + 0,09 = 0,183 \quad (5.5)$$

									Арк.
									46
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

де: $Q_{взр}$ - кількість води на одне промивання, що спушує;

$Q_{р.р}$ - кількість води на готування розчину солі;

$Q_{от}$ - кількість води на відмивання катионіту.

5) Витрата води на промивання фільтра, що спушує (м³/год):

$$Q_{взр} = \frac{i \times f_{Na} \times 60 \times t_{взр}}{1000} = \frac{3 \times 0,03 \times 60 \times 15}{1000} = 0,081 \quad (5.6)$$

де: i - інтенсивність промивання, що спушує, (л/с х м²).

6) Витрата води на готування регенеративного розчину солі (м³/год):

$$Q_{р.р} = \frac{Q_{Na} \times 100}{1000 \times b \times \rho_{р.р}} = \frac{1,3 \times 100}{1000 \times 8 \times 1,056} = 0,012 \text{ (м}^3\text{/год)} \quad (5.7)$$

де: b - концентрація регенеративного розчину солі (%);

$\rho_{р.р}$ - щільність регенеративного розчину солі (г/м³).

7) Витрата води на відмивання катионіта (м³/год):

$$Q_{відм} = g_{от} \times f_{Na} \times H_{сл} \times x = 6 \times 0,03 \times 0,5 = 0,09 \text{ (м}^3\text{/год)} \quad (5.8)$$

де: $g_{от}$ - питома витрата води на відмивання катионіта (м³/ м³).

8) Загальногодина витрата води на власні потреби натрій-катионітного фільтра (м³/год):

$$Q'_{с.н} = \frac{Q'_{с.н} \times a \times n}{24} = \frac{0,183 \times 1 \times 0,45}{24} = 0,003 \quad (5.9)$$

9) Межрегенеративний період роботи фільтра (год):

$$T_{Na} = \frac{24}{n} - t_{регNa} = \frac{24}{0,45} - 0,88 = 52,45 \quad (5.10)$$

де: $t_{регNa}$ - час регенерації фільтра (год);

$$t_{регNa} = t_{взр} + t_{р.р} + t_{відм} = 0,25 + 0,13 + 0,5 = 0,88 \quad (5.11)$$

Арк.

47

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

де: $t_{взр.}$ – час впусуючої промивки фільтра (год);

$t_{р.р.}$ – час пропуску регенераційного розчину скрізь фільтр (год);

$$t_{р.р.} = (Q_{р.р.}) / (w_{р.р.} \times f_{Na}) = 0,012 / 3 \times 0,03 = 0,13 \quad (5.12)$$

$t_{відм.}$ – час відмивки фільтр від продуктів регенерації (год);

$$t_{відм.} = (Q_{відм.}) / (w_{відм.} \times f_{Na}) = 0,09 / 6 \times 0,03 = 0,5 \quad (5.13)$$

Склад забруднень стоків від регенерації натрій-катионітного фільтра.

10) Кількість води, що зливається за одну регенерацію:

$$Q'_{с.н} = 0,183 \text{ (м}^3\text{/доб)} \quad (5.14)$$

11) Надлишок солі, що скидається за одну регенерацію (кг):

$$[Na Cl] = \frac{(g_c - 58.44) \times f_{Na} \times H_{сл} \times E^{Na_p}}{1000} = \frac{(100 - 58.44) \times 0,03 \times 0,5 \times 889,9}{1000} = 0,56 \quad (5.15)$$

12) Кількість солі, що скидається від натрій-катионітного фільтру на добу (кг/доб):

$$[Na Cl]_{доб} = [Na Cl] \times n = 0,56 \times 0,45 = 0,252 \quad (5.16)$$

13) Кількість хлоридів, що скидаються в дренаж котельні за одну регенерацію фільтра (мг–екв):

$$Ж_c = f_{Na} \times H_{сл} \times E^{Na_p} = 0,03 \times 0,5 \times 889,9 = 13,3 \quad (5.17)$$

З них:

$$[Ca Cl_2] = Ж_c \times \alpha_{Ca} = 13,3 \times 0,7 = 9,31 \quad (5.18)$$

$$[Mg Cl_2] = Ж_c \times \alpha_{Mg} = 13,3 \times 0,3 = 3,99 \quad (5.19)$$

Арк.

48

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

Концентрація хлоридів, що скидаються в дренаж котельні ($\text{г} - \text{екв}/\text{м}^3$)/($\text{мг}/\text{м}^3$):

$$Q_{[Ca Cl_2]} = [Ca Cl_2] / Q'_{c.n} = 9,31/0,183 = 50,87 / 1019,5 \quad (5.20)$$

$$Q_{[Mg Cl_2]} = [Mg Cl_2] / Q'_{c.n} = 3,99/0,183 = 21,8 / 265,3 \quad (5.21)$$

Концентрація хлоридів, після змішування скидів від ВПУ котельної зі скидами від комплексу, при скиді в міську побутову каналізацію становить $172 \text{ г}/\text{м}^3$, що не перевищує допустиме значення в $240 \text{ г}/\text{м}^3$.

Джерелом водопостачання котельні служить вода з господарсько-питного водопроводу, що відповідає ГОСТ 2874-82 "Вода питна".

Норми якості води для систем водоспоживання котельнь приведені нижче в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3. Норми якості води для систем водоспоживання котельнь

Категорія споживання	Зміст		РН	Твердість загальна, ммоль/л	Карбонатний індекс, ммоль/л	Зміст	
	кисню, мг/л	Взв., мг/л				олії, мг/л	заліза, мг/л
Підживлення котлів і теплової мережі	0.05	5.0	8.5	0.7	2.0	-	0.3

Обладнання водопідготовки розташоване в приміщенні котельні. Витрата води на підживлення системи теплопостачання складає – $0,063 \text{ м}^3/\text{год}$. Відповідно до вимог діючих норм для підживлювальної води водогрійних котлів з температурою до $115 \text{ }^\circ\text{C}$, аналізу вихідної води і вимог заводу-виготовлювача котлів передбачається наступна схема водопідготовки:

- два підвищувальних насоса (1 робочий, 1 «гарячий» резерв.);
- здвоєна Na-катионітна водопом'ягшувальна установка "Grunbeck" W2 GSX 10-I (номінальна продуктивність $0,75 \text{ м}^3/\text{год}$);
- електронна дозуюча установка "Exados" ES-6;
- колектор зворотної мережної води.

Арк.

49

Зм. Кільк Арк Недок Підпис Дата

Водопом'ягшувальна установка- моноблок, який вміщує у себе: два Na-катионітний фільтр (1 робочий, 1 на регенерації), солерозчинник і централізованого блоку керування, що програмується по витраті підживлювальної води. Матеріал засипання – смола в натрієвій формі. Смола спеціально розроблена для видалення твердості і кольоровості. Її надзвичайно дрібні частки сприяють низькій втраті тиску на установці (2-3 м вод. ст.) Регенерація установки виконується автоматично через проміжки часу, що розраховуються. Як реагент використовується поварена сіль. Установка працює в автоматичному режимі з керуванням по витраті води, виходом на регенерацію і сигналізацією стану.

Безпосередньо біля ВПУ встановлена електронна дозуюча установка (надалі - дозатор) для зв'язування залишкового «вільного» кисню в підживлювальній воді. Реагент додається безпосередньо в підживлювальний трубопровід. Дозатор працює цілком в автоматичному режимі, керування, по витраті підживлення. Дозатор працює без скидання будь яких речовин в каналізацію, по “закритій” схемі.

5.5 АЕРОДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ДИМОВИХ ТРУБ

Висота димових труб визначалася на підставі аеродинамічного розрахунку газоповітряного тракту і умови розсіювання в атмосфері шкідливих речовин. Розрахункова висота димових труб вище прилеглих будинків і відповідно не знаходиться в зоні вітрового підпору.

Вихідні дані:

Паливо – природний газ з параметрами $V_o=9,36 \text{ м}^3/\text{м}^3$, $V_f=10,48 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Показники котла:

потужність – 900 кВт;

кількість котлів: 2 шт;

коефіцієнт надлишку повітря – $a=1,15$;

температура димових газів – 195 °С.

Параметри навколишнього середовища: барометричний тиск $p_{бар}=99000 \text{ Па}$,

Температура зовнішнього повітря:

зима $t_{з.п.}=-22^\circ\text{C}$;

перехідний період $t_{з.п.}+10^\circ\text{C}$;

Арк.

50

Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата

літній період +23,7 °С.

Температура в приміщення;

зима $t_{o.n.}=+16^{\circ}\text{C}$;

перехідний період $t_{o.n.}=+16$;

літній період +25 °С.

Розрахункові формули:

1. Розрідження перед котлом:

$$\Delta p_{газ} = \Delta p_m - (\Delta p_{mp} + \Delta p_{m.c.})$$

2. Тяга, створювана вертикальною ділянкою:

$$\Delta p_m = 0,0345 \cdot \left(\frac{1}{273 + t_{н.в.}} \right) - \left(\frac{1}{273 + t_n} \right) \cdot p_б$$

3. Температура остигання газів, що ідуть:

$$\Delta t = \frac{t_{yx} - t_{o.в.}}{\frac{0,384 \cdot Q_{н.с.}}{k \cdot F_г} + 0,5}$$

4. Утрати лінійні:

$$\Delta p_{mp} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho_{yx} \cdot \frac{273 + t_{cp}}{273}$$

5. Втрати на місцевий опір:

$$\Delta p_{m.c.} = \Sigma \zeta \cdot \frac{v^2}{2} \cdot \rho_{yx} \cdot \frac{273 + t_{cp}}{273}$$

Розрахунок приведений у табличній формі відповідно до вихідних даних і викладено у таблицях 5.4, 5.5 та 5.6.

Арк.

51

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

МОДЕЛЬ	РОЗРАХУНКОВИЙ ПЕРІОД	НОМЕР ТАБЛИЦІ
Vitoplex 200 SX2 900	Зима	1
	Перехідний	2
	Літо	3

Таблиця 5.4

Зимовий період

R	2,5
Tзп	-22
Tпр	16
Tух	195
ρ	1,3
λ	0,02
Pбар	990 00
місце ві	2

№	Діаметр	Довжина	Витрата	Швидкість	Площа ділянки	T о.в.	T1	T1-T2	T2	Середня темп.	Тяга ділянки	Втрати лінійні	Втрати місцеві	Розрідження перед котлом
Од. изм.	мм	м	м3/час	м/с	м ²	°C	°C	°C	°C	°C	Па	Па	Па	Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-2	400	2	1223	2,7	2,51	-22	195	2,88	192,1 2	193,56	0	0,81	16,2	-
2-3	400	6	1223	2,7	7,54	-22	192, 12	8,43	183,6 9	187,91	37,18	2,4		
Сумма по участкам, Па											- 37,18	3,21	16,2	

Таблиця 5.5

Перехідний період

R	2,5
Tзп	10
Tпр	16
Tух	195
ρ	1,3
λ	0,02
Pбар	990 00
місце ві	2

Арк.

52

Зм. Кільк. Арк. №док. Підпис Дата

№	Діаметр	Довжина	Витрата	Швидкість	Площа ділянки	Т о.в.	Т1	Т1-Т2	Т2	Середня темп.	Тяга ділянки	Втрати лінійні	Втрати місцеві	Розрідження перед котлом
Од. вим.	мм	м	м ³ /ГОД	м/с	м ²	°С	°С	°С	°С	°С	Па	Па	Па	Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-2	400	2	1223	2,7	2,51	16	195	2,38	192,6 2	193,81	0	0,81	16,2	-8,64
2-3	400	6	1223	2,7	7,54	10	192,62	7,19	185,5 3	189,03	28,06	2,41		
Сумма по участкам, Па											- 28,06	3,22	16,2	-8,64

Таблиця 5.6

Літній період

Таблиця №3

R	2,5
Tзп	-22
Tпр	16
Tух	195
ρ	1,3
λ	0,02
Pбар	9900 0
місце ві	2

№	Діаметр	Довжина	Витрата	Швидкість	Площа ділянки	Т о.в.	Т1	Т1-Т2	Т2	Середня темп.	Тяга ділянки	Втрати лінійні	Втрати місцеві	Розрідження перед котлом
Ед. изм.	мм	м	м ³ /час	м/с	м ²	°С	°С	°С	°С	°С	Па	Па	Па	Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-2	400	2	489	1,08	2,51	25	195	5,59	189,4 1	192,21	0	0,13	2,58	- 20,89
2-3	400	6	489	1,08	7,54	23,7	189,4 1	15,84	173,5 7	181,49	23,98	0,38		
Сумма по участкам, Па											- 23,98	0,51	16,2	- 20,89

До установки прийняті збірні, попередньо утеплені димові труби з нержавіючої сталі в кожусі з нержавіючої сталі виробництва ТОВ «Пожежний профілактик», м. Київ. Усі неізольовані ділянки газоходів ізолюються мінераловатними матами з покривним шаром з тонколистової сталі.

Арк.

53

Зм. Кільк Арк №док Підпис Дата

Висота димових труб визначалася на підставі аеродинамічного розрахунку газоповітряного тракту, висоти найближчих будинків, споруд та дерев та з умови розсіювання в атмосфері шкідливих речовин. Кожен котел працює на власну димову трубу Ø400/460 мм (Дв/Дн), діаметр устя – Ø400 мм. Архітектурна відмітка +39,0 м, висота від рівня землі 39,740 м. Вітровий підпір, від прилеглих об'єктів – відсутній.

Підключення кожного котла до димової труби виконується горизонтальним газоходом Ø400/460 мм (Дв/Дн) через перехідник Ø350-Ø400. Газохід передбачено з ухилом не менш 1%, у бік котла. На ділянки газоходу, безпосередньо за котлом, передбачається встановлення вибухового клапану Ø350 мм ($F_{в.кл.}=0,096 \text{ м}^2$). Вибуховий клапан обладнано захисним екраном. На підключенні кожного котла передбачається засувка з отвором 50 мм.

5.6 ВЕНТИЛЯЦІЯ КОТЕЛЬНІ

Кліматологічні дані:

- температура зовнішнього повітря холодного періоду року для розрахунку опалення - мінус 22°C;
- тривалість опалювального періоду - 187 діб;
- розрахункова температура зовнішнього повітря теплого періоду для проектування вентиляції – плюс 23,7°C.
- середня температура опалювального періоду - мінус 1,1°C.

Теплоносій для потреб вентиляції – вода. Параметри теплоносія – 90-70°C. Температура повітря в приміщенні котельні $t_b=+16^\circ\text{C}$, в зв'язку з наявністю водопідготовки. Опалення – повітряне. Вентиляція припливно-витяжна з природнім та механічним спонуканням з умов забезпечення:

- створення 3–кратного повітрообміну в котельні;
- подачі необхідної кількості повітря для спалювання природного газу.

Кількість повітря для створення 3–кратного повітрообміну в котельні, м³/год:

$$L_1 = V_k * 3 = 345 * 3 = 1035 \text{ м}^3/\text{год},$$

де V_k - об'єм приміщення котельні, м³;

$$V_k = 115 * 3 = 345 \text{ м}^3.$$

Кількість повітря для спалювання природного газу в зимовий період, м³/год:

Арк.

54

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

$$L_2=2370 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Загальний повітрообмін в приміщенні в зимовий період становить

$$L=L_1+L_2=2370+1035=3405 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Мінімальна площа живого перерізу припливної решітки для організації 3-кратного повітрообміну в котельні:

$$F_{\text{ж.п.}}=L/(3600 \cdot W_{\text{п}})=1035/(3600 \cdot 0,9)=0,32 \text{ м}^2,$$

де $W_{\text{п}}$ - швидкість повітря, яке проходить через решітку, м/с.

Необхідний повітрообмін забезпечується припливним опалювально-вентиляційним агрегатом типу «GEA MULTIMAXX HN23/MWARAB.BKD» (система П2). Опалення забезпечується опалювально-вентиляційним агрегатом типу «GEA MULTIMAXX HN11.MWARAB.BKD» (система П1).

Повітро-опалювальні агрегати передбачаються зі шторними жалюзьями, які направлені під кутом 45° вниз та термостатами, які вмикаються при пониженні температури в котельні нижче $t_{\text{в}}=+16^{\circ}\text{C}$. Зовнішні отвори агрегату захищаються вітровідбійними щитами. Витяжка повітря передбачається двома дефлекторами D500 (ВП1, ВП2), які встановлюються на покрівлі дахової котельні. Для видалення теплових надлишків, які мають місце в теплий період року, проектом передбачається встановлення осьового вентилятору в зовнішній стіні, що автоматично вмикається при перевищенні температури в приміщенні 35°C.

Таблиця 5.7

Режим	Температура зовнішнього повітря, °C, t	температура повітря в приміщенні, °C, t	Втрата тепла через огорожувальні конструкції котельні, Q ₁ , кВт.	Потреба в повітрі для згоряння газу, L, м ³ /год.	Потреба в повітрі для створення 3-кратного повітрообміну газу, L, м ³ /год.	Потреба в теплі для нагріву припливного повітря, Q ₂ , кВт.	Тепловідділення від обладнання, Q ₃ , кВт.	Потужність опалювальних агрегатів, Q ₄ , кВт
максимально зимовий	-22	+16	10	2370	1035	37	9	12
літній	+23,7	+28,7	-	480	1035	-	2	-

5.7 ОСОБЛИВОСТІ МОНТАЖУ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДАХОВИХ КОТЕЛЕНЬ

							Арк.
							55
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата		

Дахова котельня - це котельня, що розташовується на покрівлі будинку безпосередньо або на спеціально підготовленій основі над нею.

Дахові котельні - один з можливих і ефективних варіантів вирішення задач децентралізованого (або автономного) теплопостачання об'єктів цивільного і промислового призначення. Сьогодні дахові автономні джерела теплопостачання широко застосовуються і поступово, але впевнено завойовують ринок України.

Дані котельні застосовуються для забезпечення теплом і гарячою водою:

- виробничих будинків;
- адміністративних будинків;
- житлових будинків.

Втрати в теплотрасах досягають більше 30% від виробленої кількості тепла. Наявність технологічного обладнання котельні на даху будинку дозволяє істотно підвищити енергоефективність системи теплопостачання за рахунок відсутності теплотрас. При цьому знижуються витрати на спорудження котельні. Можливість їх розташування на даху виникає за рахунок використання полегшеної конструкції котельного устаткування з алюмінієвими теплообмінниками або мідними оребреними трубками.

Значно поліпшуються екологічні умови проживання мешканців, оскільки розсіювання продуктів згоряння на даху більш сприятливе, ніж при розташуванні котельні внизу. Завдяки підтримці необхідного температурного режиму для опалення будинку забезпечуються комфортні умови проживання мешканців.

Загальна теплова потужність установки не повинна перевищувати 3,75 МВт. Для дахових котельень житлових будинків можливе застосування тільки водогрійних котлів, що працюють на природному газі, з температурою теплоносія до 115 °С. Не допускається розміщення дахової котельні над виробничими приміщеннями і складами категорій "А" і "Б", а також у будинках дитячих дошкільних і шкільних установ, у лікувальних корпусах лікарень і поліклініках з цілодобовим перебуванням хворих, у спальних корпусах санаторіїв і установах відпочинку, безпосередньо на перекритті житлових приміщень, а також суміжно з житловими приміщеннями. Водогрійні котельні установки при цьому розміщуються на плоских дахах і в горищних приміщеннях виробничих, житлових і громадських будинків і споруд висотою до 30м (до карниза або верху парапету) включно. Можливість установки

Арк.

56

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

дахової котельні на будинках будь-якого призначення вище 30 м повинна бути погоджена з місцевими органами Державної протипожежної служби.

еплова потужність котельні не повинна перевищувати потреби того будинку, для якого вона призначена. У ряді випадків при наявності затвердженого техніко-економічного обґрунтування, допускається можливість використання автономної котельні для забезпечення теплом декількох будинків за умови, якщо сукупне теплове навантаження додаткових споживачів не перевищить 100 % теплового навантаження основного будинку.

Як джерела вироблення теплової енергії повинні застосовуватися автоматизовані теплогенератори у повній заводській готовності вітчизняного або закордонного виробництва, що пройшли сертифікацію “Держнаглядохоронпраці” України у встановленому порядку.

Оскільки ці котельні експлуатуються без постійної присутності обслуговуючого персоналу, вони повинні бути захищені від несанкціонованого доступу всередину. Дахові котельні оснащені багатофункціональною автоматикою, що дозволяє виключити присутність чергового оператора в котельні. Проте, всі автономні котельні знаходяться під постійним контролем диспетчерської служби, розміщеної у окремому приміщенні. Сюди, на комп'ютер чергового оператора, по кабельній лінії передаються всі необхідні параметри роботи кожної котельні. Збої в роботі устаткування реєструються.

При ухилі покрівлі більш 10% проектом повинно бути передбачено ходові містки шириною 1 м, із поручнями від виходу на покрівлю до котельні і по всьому периметру котельні. Конструкції містків і поруччя, а також покрівельне покриття будинку безпосередньо під котельнею і на відстані 2 м від її стін повинні бути виконані з негорючих матеріалів або захищені від запалювання бетонною стяжкою товщиною не менше 20 мм. Всі системи дахової котельні повинні заповнюватися водою, що виключає корозійні ушкодження і відкладення накипу. Перед підключенням до котельної опалювальної системи необхідно її попередньо промити гідропневматичним або хімічним способом для видалення бруду, що зібралось, і накипу. Пом'якшення і хімічне очищення води потрібно проводити обов'язково відповідно до проекту або згідно з рекомендаціями пусконаладжувальної організації.

Тиск газу в газопроводі в приміщенні котельні не може перевищувати 5 кПа. Газопровід підводиться до котельні по зовнішній стіні будинку відкрито, у місцях зручних для обслуговування, що виключають можливість його ушкодження і при цьому

Арк.

57

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

забезпечуючи доступ для регулярного огляду і контролю по всій довжині. Газопроводи не повинні перетинати вентиляційні ґрати, віконні і дверні прорізи. Газопроводи повинні бути обладнані трубопроводами продувки та безпеки діаметром не менш 20 мм, кінці яких необхідно захистити від влучення в них атмосферних опадів. При відключенні котлоагрегату від газової магістралі запірні арматура на продувному газопроводі повинна знаходитися у відкритому положенні. Продувати газопроводи теплогенераторів через пальникові пристрої забороняється.

Технічний огляд внутрішніх газопроводів і теплогенераторів необхідно проводити не рідше одного разу на місяць, поточний ремонт і очищення димарів - не рідше одного разу в рік.

Дахова котельня повинна бути обладнана захистом від блискавок. Усі деталі котельного обладнання, що при аварійному стані можуть виявитися під напругою, повинні мати захисне заземлення та занулення. Підлога котельні повинна мати гідроізоляцію, розраховану на висоту заливу водою до 10 см. Огляд стану обладнання котельні і контроль за нормальним функціонуванням повинен виконуватись не рідше одного разу на добу. Ремонт устаткування, контроль-вимірювальних приладів і автоматики дахової котельні повинен здійснюватися за графіком спеціалізованої теплопостачальної організації. При зупинці теплогенераторів температура повітря в приміщенні котельні не повинна опускатися нижче 5 °С.

Вентиляцію котельні необхідно організувати незалежно від вентиляції будинків. При витоку газу з приладів і апаратів, а також при несправності автоматики безпеки, димоходів, вентиляційних каналів, руйнуванні оголовків труб варто відключити відповідні установки від діючого газопроводу з встановленням інвентарної заглушки. Роботи з регулювання і ремонту систем автоматизації, протиаварійного захисту і сигналізації в умовах загазованості забороняються.

Димові труби від газових приладів в будівлях повинні бути виведені:

- вище граничної зони вітрового підпору, але не менше 0,5 м вище гребеня даху при розташуванні їх (по горизонталі) не далі 1,5 м від гребеня даху;
- в рівні з гребнем даху, якщо вони знаходяться на відстані від 1,5 до 3 м від гребеня даху;
- не нижче прямої, проведеної від гребня вниз під кутом 10° до горизонту, при

Арк.

58

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

6. АВТОМАТИЗАЦІЯ

6. *АВТОМАТИЗАЦІЯ*

Арк.

60

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

6.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Автоматика — це область теоретичних і прикладних знань про автоматично діючі пристрої і системи.

Термін „автоматика" походить від грецького „automatos" — „самодіючий" і вказує на те, що пристрій самостійний, без участі людини, виконує доручені операції.

Технічні пристрої, на які переводяться різні функції процесу керування, є автоматичними чи пристроями, засобами автоматики.

Використання методів і засобів автоматики для перетворення неавтоматичних процесів в автоматичні називається автоматизацією.

Автоматизація котельні — це забезпечення потрібного режиму роботи устаткування за допомогою засобів автоматики. У залежності від рівня використання цих засобів автоматизація може бути повною, комплексною і частковою.

При повній автоматизації обслуговуючий персонал відсутній і його функції зведені до періодичного нагляду за роботою устаткування і виправленню виникаючих ушкоджень.

При комплексній автоматизації обслуговуючий персонал постійно доглядає за роботою устаткування.

При частковій автоматизації автоматизовані окремі агрегати або їх частини.

Експлуатація котельні без засобів автоматики забороняється.

У залежності від виконуваних автоматичними пристроями функцій розрізняють наступні основні види автоматизації:

- 1) вимірювання і контроль;
- 2) сигналізація;
- 3) керування;
- 4) регулювання;
- 5) захист.

Автоматичне вимірювання і контроль дозволяють за допомогою засобів вимірювання безупинно, періодично контролювати кількісні і якісні показники технологічного процесу.

Автоматична (технологічна) сигналізація призначена для передачі сигналів, що інформують обслуговуючий персонал (оператора, диспетчера) про стан технологічного

обладнання і відхилення параметрів, що контролюються.

Сигналізація буває світловою і звуковою, а за інформацією:

- попереджувальною — сигналізація моменту пуску обладнання, початку технологічного процесу тощо.;
- виконавчою — контроль виконання розпоряджень обслуговуючого персоналу.
- аварійною — повідомлення обслуговуючому персоналу про порушення виробничого процесу.

Автоматичне керування призначене для пуску і зупинки котлів, насосів, вентиляторів, димососів тощо. По ступені участі людини у включенні і відключенні пристрою автоматичного керування поділяють на напівавтоматичні й автоматичні.

У першому випадку приведення в дію автоматичного пристрою проводиться шляхом натискання на кнопку чи поворотом ручки ключа з пульта керування (дистанційне керування) чи безпосереднє біля агрегату (місцеве керування).

В другому випадку імпульси посилаються датчиками, що контролюють режим роботи. Наприклад, автоматичне включення підживлювального насоса при витіканні води з мережі.

Автоматичне регулювання призначене для підтримки без участі людини протягом заданого проміжку часу з потрібною точністю заданих режимів технологічного процесу.

У залежності від характеру виміру впливу, що задає, розрізняють системи автоматичного регулювання стабілізації, програмного регулювання і спостереження.

У системах стабілізації вплив, що задає, постійно, у системах програмного регулювання воно змінюється по раніше заданому законі, а в системах, що стежать, воно також змінюється, але закон зміни раніше не відомий і задачею системи є забезпечення спостереження за регульованою величиною по мірі зміни величини, що задає.

Автоматичний захист призначений для запобігання ушкодженям устаткування при виникненні предаварійних режимів. Пристрої автоматичного захисту припиняють контрольований процес (наприклад, процес горіння шляхом відсічення подачі газу) чи забезпечують інші міри ліквідації небезпеки (відкривають запобіжні клапани для зниження тиску в котлі тощо).

Автоматичний захист, контроль і сигналізація на котельнях зв'язані між собою. Спочатку подається сигнал про відхилення контрольованого параметра від заданого

значення, а потім, коли відхилення перевищить припустимий рівень, спрацьовує автоматичний захист (відсікається подача газу) і видається відповідний сигнал.

Метою даного розділу проекту є повна автоматизація технологічного процесу котельні для надійного та безперебійного теплопостачання споживачів.

Автоматизація розроблена у відповідності до наступних принципів:

- параметри, спостереження за якими необхідно для правильного ведення технологічного процесу котельні на встановлених режимах, контролюються приладами, що показують;
- параметри, зміна яких може привести до аварійного стану обладнання, контролюються приладами з наступним перетворенням у граничні значення попереджувальної і аварійної сигналізації;
- параметри, що беруть участь разом з виконавчими механізмами в процесі регулювання, контролюються приладами з наступним перетворенням сигналу в ПІД закон регулювання;
- параметри, облік яких необхідний для господарських розрахунків, контролюються приладами з інтеграторами і запам'ятовувачами пристроями.

7.2 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Котельня обладнана газовими котлами «Vitoplex 200» з модуляційними пальниками WM-G20/2-A ZM-LN з попереднім змішуванням газу з повітрям та повним плавним регулюванням параметрів котла.

Котли оснащені граничним термостатом з ручним регулюванням температури в діапазоні 90...110°C, а також давачами температури прямої і зворотної води.

Котли поставляються з повністю автономною системою прямого розпалу з використанням електрода, який не викликає електричних перешкод в котловій та загальнокотельній системах керування.

Кожний котел оснащено контролером “Vitoltronic 100”, який повністю виконує вимоги нормативних документів, що діють на території України.

Проектом передбачено дистанційний контроль з приміщення з постійною присутністю обслуговуючого персоналу стану та аварійна зупинка кожного котла.

Арк.

63

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

У відповідності з алгоритмом системи керування котлом “ Vitoplex 200” автоматика “ Vitotronic 100” відключає котел при параметрах:

- Підвищення тиску води на виході з котла;
- Зниження тиску води на виході з котла;
- Підвищення температури на виході з котла;
- Зниження розрідження в системі димовидалення;
- Зникнення полум'я;
- Зниження/підвищення тиску газу;
- Зниження тиску повітря;
- Зникнення електроживлення;
- Відмова контролера модуля.

7.3 ПРИНЦИП РОБОТИ

Даний розділ проекту виконаний на підставі завдання передбачає автоматизацію незалежної системи опалення.

Елементною базою даного проекту є система контролю і управління “РАУТ Автоматик”. Автоматичне управління та сигналізація роботи інженерного обладнання здійснюється за допомогою контролера серії MaхuCon Flexu-S. На контролер виводяться всі аналогові та дискретні сигнали контролю, управління, регулювання і сигналізації відповідних систем.

Кожен з насосів пари може бути резервним або робочим в залежності від програми, що закладена в контролері. При виході з ладу робочого насосу автоматично вмикається резервний, який продовжує роботу по заданій програмі. При цьому несправний насос вимикається. Для підтримання постійного перепаду тиску в системі опалення при змінній витраті, циркуляційні насоси опалення вибрані з електронним регулюванням частоти обертів електродвигуна. Циркуляційні насоси опалення, повітряних завіс працюють постійно впродовж всього опалювального сезону.

Вузли регулювання температури подавальної води в системах опалення працюють по температурному графіку, що вводяться в контролери програмним шляхом.

Принцип автоматичного регулювання температурних параметрів кількісний.

Арк.

64

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

Впливаючи на регулювальний клапан, що встановлений на подавальному трубопроводі тепломережної води до теплообмінника, змінюється кількість води, що протікає через первинний контур. Таким чином змінюється температура води у вторинному контурі у відповідності до закладеної в контролер програми.

Для підтримання заданих параметрів котельні проектом передбачено цифрова багатофункціональна модульна система автоматичного управління і регулювання МахуСоп Flexu-S виробництва ф. «РАУТ-Автоматик».

Багатофункціональна система автоматичного управління і регулювання дозволяє :

- регулювати температуру теплоносія відповідно до заданої температури;
- регулювати температуру теплоносія відповідно до часу доби і дня тижня;
- регулювати температуру теплоносія відповідно до температурного графіка з компенсацією по температурі зовнішнього повітря.

Система володіє високою гнучкістю апаратної та програмної частини, що дозволяє легко адаптувати її до великої різноманітності теплових процесів регулювання.

Система автоматичного управління котельні МахуСоп Flexu-S забезпечена джерелом безперервного живлення, що забезпечує працездатність системи при повному зникненні основного живлення на протязі певного проміжку часу.

Проектом передбачаються засоби автоматизації комплектного постачання з відповідним технологічним обладнанням, що дозволяють:

- керувати (включити/виключити);
- сигналізувати (ввімкнений/вимкнений);
- захищати при перевантаженні;
- автоматично вводити резерв;
- керувати по таймеру;
- керувати по технологічній уставці;
- автоматично змінювати - резервний.

Проектом передбачено відсічка газу в котельню при надходженні сигналу “ПОЖЕЖА” від системи контролю пожежі.

- Для забезпечення виконання вимог ДБН В.2.5-77:2014 проектом передбачено виведення наступних сигналів на диспетчерській пульт, який встановлено в приміщенні з постійною присутністю чергового персоналу:

Арк.

65

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

Додаток №1
Теплотехнічний розрахунок офісної будівлі

							Арк.
							67
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата		

Додаток №2,3
Гідравлічний розрахунок системи опалення
(№1,№2)

Література

									Арк.
									68
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата				

- конструкцій будинків різного призначення” для студентів спеціальності 7.092108 „Теплогазопостачання і вентиляція” / Уклад. Є.С. Зайченко.- К.: КДТУБА,1998.-34 с.
19. Методичні рекомендації до практичних занять курсового та дипломного проектування з курсу „ Опалення” на тему: „ Гідравлічний розрахунок з елементами НДР двотрубною горизонтальною тупиковою системи опалення” для студентів спеціальності 7.092108 „Теплогазопостачання і вентиляція” / Уклад. В.В. Пирков, В.А. Ткаченко. – К.: КНУБА, 1999- 48 с.
 20. Гламаздин, П., Вітковський, В., Рогожин, Д., Карпюк, М., & Габа, К. (2022). Підвищення ефективності систем централізованого тепло-постачання за рахунок оптимізації служби підготовки води. Досвід КП «Житомиртеплоенерго». Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, 43, 50–64. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2022.43.50-64>.
 21. Гламаздин, П. М., Габа, К. О., Давиденко, Є. П., & Вітковський, В. С. (2017). Перспективи використання поверхнево-активних речовин в технології підготовки води для систем централізованого теплопостачання. *Energy-efficiency in civil engineering and architecture*, (9), 53-57.
 22. Дорошенко, Андрій; Кириченко, Михайло. Дослідження лінійних неоднорідних включень зони примикання до несучої плити для будівель з металокаркасу. Матеріали конференцій МНЛ, 2024, 26 квітня 2024 р., м. Одеса: 288-291.
 23. DVGW Technische Regel Arbeitsblatt W 553:1998 Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen
 24. Ліцензійна програма АРС-ПС, автор Кугель Я.М.
 25. Погосов , О., Пасічник , П., & Кулінко , Є. (2023). ВПЛИВ ДЕЯКИХ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ НА КЛАС ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ. *Collection of Scientific Papers «SCIENTIA»*, (December 22, 2023; Coventry, UK), 214–217. Retrieved from <https://previous.scientia.report/index.php/archive/article/view/1526>.
 26. Glamazdin, P., & Pasichnyk, P. (2019). Шляхи зниження тепловтрат у зарядіаторній ділянці огорожувальних конструкцій. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, (31), 55–62. <https://doi.org/10.32347/2409-2606.2019.31.55-62>.

										Арк.
										70
Зм.	Кільк	Арк	№док	Підпис	Дата					

ТЕПЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОМЕЩЕНИЙ

Таблица 1

Поме- щение	t поме- щения	Т Е П Л О П О Т Е Р И				ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ				ПОТЕРЯ		ПОСТУПЛЕНИЕ			
		Основные	Инфильтрация	Вентиляция	Вентиляция	Бытовые	От труб	ТЕПЛА ЗИМОЙ	ТЕПЛА ЛЕТОМ	кВт	час				
		Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	кВт	час		
ЭТАЖ -1 Потеря тепла зимой 24.76 кВт (21292 Ккал/ч) Поступление тепла летом 0 кВт в в 0 час															
001	20	4548	3911	2291	1970	0	0	0	0	0	0	6838	5881	0	0
002	20	3604	3100	1576	1355	0	0	0	0	0	0	5180	4455	0	0
003	20	3932	3382	2246	1931	0	0	0	0	0	0	6178	5313	0	0
004	20	158.8	136.6	0	0	0	0	0	0	0	0	158.8	136.6	0	0
005	20	25.44	21.88	0	0	0	0	0	0	0	0	25.44	21.88	0	0
006	16	248.7	213.9	0	0	0	0	0	0	0	0	248.7	213.9	0	0
007	20	26.62	22.89	0	0	0	0	0	0	0	0	26.62	22.89	0	0
008	16	11.13	9.574	0	0	0	0	0	0	0	0	11.13	9.574	0	0
009	20	16.15	13.89	0	0	0	0	0	0	0	0	16.15	13.89	0	0
010	18	38.45	33.07	0	0	0	0	0	0	0	0	38.45	33.07	0	0
011	20	13.04	11.22	0	0	0	0	0	0	0	0	13.04	11.22	0	0
012	20	12.07	10.38	0	0	0	0	0	0	0	0	12.07	10.38	0	0
013	20	223	191.8	0	0	0	0	0	0	0	0	223	191.8	0	0
014	20	223	191.8	0	0	0	0	0	0	0	0	223	191.8	0	0
015	12	34.77	29.9	0	0	0	0	0	0	0	0	34.77	29.9	0	0
016	16	52.83	45.43	0	0	0	0	0	0	0	0	52.83	45.43	0	0
017	20	1069	919.3	525.3	451.8	0	0	0	0	0	0	1594	1371	0	0
018	18	134.5	115.7	0	0	0	0	0	0	0	0	134.5	115.7	0	0
019	20	2054	1766	963.1	828.3	0	0	0	0	0	0	3017	2595	0	0
020	18	107.8	92.74	0	0	0	0	0	0	0	0	107.8	92.74	0	0
021	18	27.94	24.03	0	0	0	0	0	0	0	0	27.94	24.03	0	0
022	18	107.8	92.74	0	0	0	0	0	0	0	0	107.8	92.74	0	0
023	18	335	288.1	0	0	0	0	0	0	0	0	335	288.1	0	0
024	20	153.4	132	0	0	0	0	0	0	0	0	153.4	132	0	0
ЭТАЖ 1 Потеря тепла зимой 72.85 кВт (62651 Ккал/ч) Поступление тепла летом 0 кВт в в 0 час															
101	18	1731	1488	2016	1734	0	0	0	0	0	0	3747	3222	0	0
102	20	13311	11447	13439	11558	0	0	0	0	0	0	26750	23005	0	0
103	20	13638	11729	13439	11558	0	0	0	0	0	0	27077	23286	0	0
105	22	222.5	191.3	0	0	0	0	0	0	0	0	222.5	191.3	0	0
106	22	222.5	191.3	0	0	0	0	0	0	0	0	222.5	191.3	0	0
107	18	4245	3650	3171	2727	0	0	0	0	0	0	7416	6377	0	0
108	18	4245	3650	3171	2727	0	0	0	0	0	0	7416	6377	0	0
ЭТАЖ 2 Потеря тепла зимой 40.73 кВт (35031 Ккал/ч) Поступление тепла летом 0 кВт в в 0 час															
201	20	20287	17447	18837	16200	0	0	0	0	0	0	39124	33646	0	0

Продолжение табл. 1

Поме- щение	t	Т Е П Л О П О Т Е Р И						ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ				ПОТЕРЯ		ПОСТУПЛЕНИЕ	
		Основные	Инфильтрация	Вентиляция	Бытовые	От труб	ТЕПЛА ЗИМОЙ	ТЕПЛА ЛЕТОМ	ТЕПЛА ЗИМОЙ	ТЕПЛА ЛЕТОМ	кВт	час			
щени- я		Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	кВт	час
202	20	355.4	305.7	194.5	167.3	0	0	0	0	0	0	550	473	0	0
203	22	351.4	302.2	181.8	156.3	0	0	0	0	0	0	533.2	458.5	0	0
204	22	345.2	296.8	181.8	156.3	0	0	0	0	0	0	526.9	453.2	0	0
ЭТАЖ 3		Потеря тепла зимой 45.79 кВт (39381 Ккал/ч) Поступление тепла летом 0 кВт в в 0 час													
301	20	24029	20665	20157	17335	0	0	0	0	0	0	44186	38000	0	0
302	20	355.4	305.7	179.7	154.5	0	0	0	0	0	0	535.2	460.2	0	0
303	20	355.4	305.7	179.7	154.5	0	0	0	0	0	0	535.2	460.2	0	0
304	20	355.4	305.7	179.7	154.5	0	0	0	0	0	0	535.2	460.2	0	0
ЭТАЖ 4		Потеря тепла зимой 42.89 кВт (36889 Ккал/ч) Поступление тепла летом 0 кВт в в 0 час													
401	20	22903	19696	18455	15871	0	0	0	0	0	0	41358	35567	0	0
402	20	355.4	305.7	164.5	141.5	0	0	0	0	0	0	520	447.2	0	0
403	22	351.4	302.2	154	132.4	0	0	0	0	0	0	505.3	434.6	0	0
404	22	357.6	307.5	154	132.4	0	0	0	0	0	0	511.6	439.9	0	0
ЭТАЖ 5		Потеря тепла зимой 41.13 кВт (35374 Ккал/ч) Поступление тепла летом 0 кВт в в 0 час													
501	20	22903	19696	16742	14398	0	0	0	0	0	0	39645	34095	0	0
502	20	355.4	305.7	149.3	128.4	0	0	0	0	0	0	504.7	434.1	0	0
503	22	351.4	302.2	139.8	120.2	0	0	0	0	0	0	491.2	422.4	0	0
504	22	351.4	302.2	139.8	120.2	0	0	0	0	0	0	491.2	422.4	0	0
ЭТАЖ 6		Потеря тепла зимой 39.29 кВт (33788 Ккал/ч) Поступление тепла летом 0 кВт в в 0 час													
601	20	22903	19696	14939	12847	0	0	0	0	0	0	37841	32544	0	0
602	20	355.4	305.7	133.2	114.5	0	0	0	0	0	0	488.6	420.2	0	0
603	22	351.4	302.2	124.8	107.4	0	0	0	0	0	0	476.2	409.6	0	0
604	22	357.6	307.5	124.8	107.4	0	0	0	0	0	0	482.4	414.9	0	0
ЭТАЖ 7		Потеря тепла зимой 37.3 кВт (32082 Ккал/ч) Поступление тепла летом 0 кВт в в 0 час													
701	20	22903	19696	13010	11189	0	0	0	0	0	0	35913	30885	0	0
702	20	355.4	305.7	116	99.75	0	0	0	0	0	0	471.4	405.4	0	0
703	22	351.4	302.2	108.9	93.65	0	0	0	0	0	0	460.3	395.8	0	0
704	22	351.4	302.2	108.9	93.65	0	0	0	0	0	0	460.3	395.8	0	0

Продолжение табл. 1

Поме- щение	t	Т Е П Л О П О Т Е Р И						ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ				ПОТЕРЯ		ПОСТУПЛЕНИЕ	
		Основные	Инфильтрация	Вентиляция	Бытовые	От труб	ТЕПЛА ЗИМОЙ	ТЕПЛА ЛЕТОМ	кВт	час					
щения		Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	кВт	час
ЭТАЖ 8		Потеря тепла зимой 37.29 кВт (32066 Ккал/ч)						Поступление тепла летом 0 кВт в в 0 час							
801	20	25028	21524	10918	9390	0	0	0	0	0	0	35947	30914	0	0
802	20	355.4	305.7	97.34	83.71	0	0	0	0	0	0	452.8	389.4	0	0
803	22	351.4	302.2	91.62	78.79	0	0	0	0	0	0	443	381	0	0
804	22	351.4	302.2	91.62	78.79	0	0	0	0	0	0	443	381	0	0
ЭТАЖ 9		Потеря тепла зимой 38.42 кВт (33043 Ккал/ч)						Поступление тепла летом 0 кВт в в 0 час							
901	20	14480	12453	3284	2824	0	0	0	0	0	0	17764	15277	0	0
902	16	3042	2616	974.2	837.8	0	0	0	0	0	0	4016	3454	0	0
903	20	11494	9884	2753	2367	0	0	0	0	0	0	14246	12252	0	0
904	22	532.6	458	71.58	61.56	0	0	0	0	0	0	604.2	519.6	0	0
905	22	539.1	463.7	71.58	61.56	0	0	0	0	0	0	610.7	525.2	0	0
906	18	1181	1016	0	0	0	0	0	0	0	0	1181	1016	0	0

УЧАСТКИ МАГИСТРАЛЕЙ

Таблица 1

Уча- сток	Узлы !нач. !кон.!	Обозначение	ТРУБА Тип (марка)	Длина ! м !	Арматура	Шайба !Do,мм!	Расход ! Кол! кг/ч	Сопроти- вление, ! Па	Тепловая ! мощность, ! Вт	Скорость ! м/с	Дроссели- рование, ! Па	Изо- ляция! !
ПОДАЮЩАЯ МАГИСТРАЛЬ												
	1	1	76x2,8	ГОСТ10704-91	19.55		11177	2598	441.4	0.8263		ТСf1
2	1	2	76x2,8	ГОСТ10704-91	2.8	10374	527.6	63.29	0.7669		ТСf1	
3	2	3	76x2,8	ГОСТ10704-91	3.6	9165	494.7	81.34	0.6775		ТСf1	
4	3	4	76x2,8	ГОСТ10704-91	3.6	7955	377	81.33	0.5882		ТСf1	
5	4	5	76x2,8	ГОСТ10704-91	3.6	6746	275.4	81.31	0.4988		ТСf1	
6	5	6	76x2,8	ГОСТ10704-91	3.6	5537	189.8	81.29	0.4094		ТСf1	
7	6	7	Ду50	ГОСТ3262-75*	3.6	4328	322.4	69.77	0.5438		ТСf1	
8	7	8	Ду50	ГОСТ3262-75*	3.6	3119	229.5	69.74	0.3919		ТСf1	
9	8	9	Ду40	ГОСТ3262-75*	3.6	2049	280.4	61.1	0.4257		ТСf1	
10	9	10	Ду40	ГОСТ3262-75*	18.5	2049	1286	312.4	0.4257		ТСf1	
11	10	11	Ду25	ГОСТ3262-75*	3.6	646.4	262.2	51.51	0.3042		ТСf1	
#1	1	#1			0	803.2	352.2	0	0.4159			
#2	2	#2			0	1209	332.5	0	0.4019			
#3	3	#3			0	1209	258.4	0	0.4019			
#4	4	#4			0	1209	193.5	0	0.4019			
#5	5	#5			0	1209	138	0	0.4019			
#6	6	#6			0	1209	91.77	0	0.4019			
#7	7	#7			0	1209	156.1	0	0.4019			
#8	8	#8			0	1070	70.35	0	0.5539			
#10	10	#10			0	1403	55.24	0	0.4663			
#11	11	#11			0	646.4	0	0	0.3347			
ОБРАТНАЯ МАГИСТРАЛЬ												
	1	9	76x2,8	ГОСТ10704-91	49.55		11177	6264	812.7	0.8164		ТСf1
2	9	8	76x2,8	ГОСТ10704-91	4.8	9128	478.4	79.09	0.6667		ТСf1	
3	8	7	76x2,8	ГОСТ10704-91	3.6	8058	272.1	59.33	0.5886		ТСf1	
4	7	6	76x2,8	ГОСТ10704-91	3.6	6849	206.9	59.34	0.5003		ТСf1	
5	6	5	76x2,8	ГОСТ10704-91	3.6	5640	146.6	59.34	0.4119		ТСf1	
6	5	4	Ду50	ГОСТ3262-75*	3.6	4431	307.8	50.94	0.55		ТСf1	
7	4	3	Ду50	ГОСТ3262-75*	3.6	3221	204.7	50.93	0.3999		ТСf1	
8	3	2	Ду40	ГОСТ3262-75*	3.6	2012	261.5	44.64	0.413		ТСf1	
9	2	1	Ду25	ГОСТ3262-75*	3.6	803.2	343.2	37.75	0.3735		ТСf1	
10	9	11	Ду40	ГОСТ3262-75*	18.5	2049	1257	227.9	0.4206		ТСf1	
11	11	10	Ду32	ГОСТ3262-75*	3.6	1403	245.1	43.59	0.3771		ТСf1	
#1	1	#1			0	803.2	0	0	0.411			
#2	2	#2			0	1209	40.18	0	0.3971			
#3	3	#3			0	1209	52.94	0	0.3971			
#4	4	#4			0	1209	103.1	0	0.3971			
#5	5	#5			0	1209	59.02	0	0.3971			
#6	6	#6			0	1209	87.08	0	0.3971			
#7	7	#7			0	1209	120.1	0	0.3971			
#8	8	#8			0	1070	138.3	0	0.5472			
#10	10	#10			0	1403	0.00001	0	0.4608			
#11	11	#11			0	646.4	48.22	0	0.3307			

УЧАСТКИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Таблица 2

Уча- сток!	Узлы -----!	Естест. !напор,	тводы !-----!	Гидр! !нев.!	Шайба !-----!	Расход! !вление,	Спроти! !мощность,	Тепловая !рование,	Дроссели- рование,			
	нач.!	кон.!	Па	!вход!	!выход!	%	!До,мм!	Кол!	кг/ч	Па	Вт	Па
#1	#1	#1	-408.9	89.97	70.55	0.01			803.2	17492	18135	
#2	#2	#2	-612.2	89.96	70.54	0.01			1209	17084	27300	
#3	#3	#3	-801.3	89.95	70.54	0.04			1209	16718	27300	
#4	#4	#4	-943.2	89.94	70.53	0			1209	16426	27300	
#5	#5	#5	-1099	89.93	70.52	0.05			1209	16392	27300	
#6	#6	#6	-1269	89.92	70.5	0.03			1209	16200	27300	
#7	#7	#7	-1435	89.91	70.49	0			1209	15828	27300	
#8	#8	#8	-1605	89.89	70.47	0.03			1070	15763	24150	
#10	#10	#10	-1709	89.73	70.55	0.03			1403	13221	31290	
#11	#11	#11	-1879	89.66	70.25	0.02			646.4	13044	14595	

ПАРАМЕТРЫ БАЛАНСИРОВОЧНЫХ КЛАПАНОВ И ДРОССЕЛЬНЫХ ШАЙБ

Таблица 20

Элемент сети, на котором установлен кланан или дроссельная шайба	!Обоз! !наче! !ние !	Принадлеж ность	!Место! !уста- !новки!	ПАРАМЕТРЫ ! !СБОР.ВЕТКИ! !Обоз: Z,м !	Обозначение типоразмера	:Спроти- :вление, : R,Па	: ОГРАНИЧИТЕЛЬ dP :Настройка: : давл.,Па!	! ОГРАНИЧИТЕЛЬ G :Разность! : давл.,Па!	! Ду !Расход, !кг/ч	!тру- !бы
Сборн.ветка	#1	Обратная	Выход	@STAD Ду25 n=1.763	7848	Манометр	8301	803.2	25	
Сборн.ветка	#2	Обратная	Выход	@STAD Ду32 n=2.077	5896	Манометр	10233	1209	32	
Сборн.ветка	#3	Обратная	Выход	@STAD Ду32 n=2.045	6280	Манометр	9843	1209	32	
Сборн.ветка	#4	Обратная	Выход	@STAD Ду32 n=2.092	5729	Манометр	10414	1209	32	
Сборн.ветка	#5	Обратная	Выход	@STAD Ду32 n=2.086	5795	Манометр	10466	1209	32	
Сборн.ветка	#6	Обратная	Выход	@STAD Ду32 n=2.102	5621	Манометр	10476	1209	32	
Сборн.ветка	#7	Обратная	Выход	@STAD Ду32 n=2.125	5384	Манометр	10364	1209	32	
Сборн.ветка	#8	Обратная	Выход	@STAD Ду25 n=4	1546	Манометр	14176	1070	25	
Сборн.ветка	#10	Обратная	Выход	@STAD Ду32 n=2.531	3831	Манометр	9301	1403	32	
Сборн.ветка	#11	Обратная	Выход	@STAD Ду25 n=1.66	6389	Манометр	6879	646.4	25	

УЧАСТКИ МАГИСТРАЛЕЙ

Таблица 1

Уча- сток	Узлы !-----! !нач.!кон.!	Обозначение	ТРУБА Тип (марка)	Длина Длина! ! м !	Арматура	Шайба !-----! !Do,мм!	Расход !-----! ! Кол!	Сопроти !-----! ! кг/ч !	Тепловая !-----! ! Па	Скорость !-----! ! Вт	Дроссели- !-----! ! м/с	Изо- !-----! ! Па	Изо- !-----! ! !
--------------	--------------------------------	-------------	----------------------	--------------------------	----------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------------	-------------------------	------------------------

ПОДАЮЩАЯ МАГИСТРАЛЬ

1	1	76x2,8	ГОСТ10704-91	19.55			11157	2688	441.4	0.8249		TCf1
2	1	5 76x2,8	ГОСТ10704-91	8			10004	1098	180.7	0.7396		TCf1
3	5	6 76x2,8	ГОСТ10704-91	3.7			9204	494.9	83.59	0.6804		TCf1
4	6	7 76x2,8	ГОСТ10704-91	3.6			8129	390.3	81.32	0.6009		TCf1
5	7	8 76x2,8	ГОСТ10704-91	3.6			7054	297.4	81.31	0.5215		TCf1
6	8	9 76x2,8	ГОСТ10704-91	3.6			5980	217.2	81.29	0.4421		TCf1
7	9	10 Ду50	ГОСТ3262-75*	3.6			4906	408.2	69.76	0.6164		TCf1
8	10	11 Ду50	ГОСТ3262-75*	3.6			3837	329.8	69.74	0.4821		TCf1
9	11	12 Ду40	ГОСТ3262-75*	3.6			2762	487.9	61.11	0.5738		TCf1
10	12	13 Ду32	ГОСТ3262-75*	13.28			1688	1326	219.2	0.4592		TCf1
11	13	14 Ду25	ГОСТ3262-75*	5.811			632.5	450.7	83.03	0.2977		TCf1
12	1	2 Ду32	ГОСТ3262-75*	2.638			1153	544.5	43.74	0.3138		TCf1
13	2	3 Ду25	ГОСТ3262-75*	4.483			753.4	427.7	64.31	0.3546		TCf1
14	3	4 Ду20	ГОСТ3262-75*	6.114			316.2	356.7	201.4	0.2438		TCf1
#2	2	#2		0			399.9	58.04	0	0.3261		
#3	3	#3		0			437.1	49.67	0	0.3564		
#4	4	#4		0			316.2	0	0	0.2577		
#5	5	#5		0			799.9	281.8	0	0.4142		
#6	6	#6		0			1075	236.6	0	0.5568		
#7	7	#7		0			1074	183.8	0	0.5563		
#8	8	#8		0			1074	137.6	0	0.5563		
#9	9	#9		0			1074	97.98	0	0.5563		
#10	10	#10		0			1069	186	0	0.5537		
#11	11	#11		0			1074	110.8	0	0.5563		
#12	12	#12		0			1074	129.5	0	0.5563		
#13	13	#13		0			1056	86.43	0	0.5466		
#14	14	#14		0			632.5	0	0	0.3275		

Продолжение табл. 1

```

=====
Уча-! Узлы ! ТРУБА ! Шайба !Расход!Сопроти!Тепловая !Скорость!Дроссели-!Изо- !
сток!-----!Обозначение Тип (марка) Длина! Арматура !-----! вление,!мощность,! !рование, !ляция!
!нач.!кон.! ! ! м ! !Do,мм!Кол! кг/ч ! Па ! Вт ! м/с ! Па ! !
=====

```

ОБРАТНАЯ МАГИСТРАЛЬ

1		1	76x2,8	ГОСТ10704-91	50.55			11157	7045	828.1	0.8149	TCf1
2	1	12	76x2,8	ГОСТ10704-91	5.8			8315	505.4	95.56	0.6074	TCf1
3	12	11	76x2,8	ГОСТ10704-91	3.6			7241	224.3	59.34	0.5289	TCf1
4	11	10	76x2,8	ГОСТ10704-91	3.6			6167	168.2	59.36	0.4505	TCf1
5	10	9	Ду50	ГОСТ3262-75*	3.6			5098	397.7	50.92	0.6329	TCf1
6	9	8	Ду50	ГОСТ3262-75*	3.6			4024	290.4	50.92	0.4995	TCf1
7	8	7	Ду40	ГОСТ3262-75*	3.6			2949	515.1	44.63	0.6053	TCf1
8	7	6	Ду32	ГОСТ3262-75*	3.6			1875	442.6	43.57	0.504	TCf1
9	6	5	Ду25	ГОСТ3262-75*	3.6			799.9	381.4	37.74	0.372	TCf1
10	1	15	Ду40	ГОСТ3262-75*	1.05			2841	191.4	12.93	0.583	TCf1
11	15	4	Ду32	ГОСТ3262-75*	22.26			1153	1033	265.1	0.3099	TCf1
12	4	3	Ду25	ГОСТ3262-75*	4.113			837.1	397	42.95	0.3893	TCf1
13	3	2	Ду20	ГОСТ3262-75*	5.791			399.9	587.4	139.6	0.3046	TCf1
14	15	13	Ду32	ГОСТ3262-75*	8.75			1688	823.3	105.2	0.4537	TCf1
15	13	14	Ду25	ГОСТ3262-75*	1.86			632.5	164.6	19.4	0.2941	TCf1
#2	2	#2			0			399.9	0.00001	0	0.3221	
#3	3	#3			0			437.1	46.89	0	0.3521	
#4	4	#4			0			316.2	38.18	0	0.2546	
#5	5	#5			0			799.9	0	0	0.4093	
#6	6	#6			0			1075	80.36	0	0.5501	
#7	7	#7			0			1074	98.39	0	0.5496	
#8	8	#8			0			1074	76.94	0	0.5496	
#9	9	#9			0			1074	124.6	0	0.5496	
#10	10	#10			0			1069	63.82	0	0.5471	
#11	11	#11			0			1074	87.69	0	0.5496	
#12	12	#12			0			1074	115.2	0	0.5496	
#13	13	#13			0			1056	60.1	0	0.5401	
#14	14	#14			0			632.5	0	0	0.3235	

УЧАСТКИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Таблица 2

Уча- сток!	Узлы ----- !нач.!	Узлы ----- !кон.!	!Естест. !напор, ! Па	тводы !вход	!Гидр! !нев.!	Шайба % !Do, мм!	!Расход! !Кол! кг/ч	Спроти ! Па	Тепловая ! мощность, ! Вт	!Дроссели- ! рование, ! Па
#2	#2	#2	-1317	89.93	70.52	0.03	399.9	20066	9030	
#3	#3	#3	-1057	89.86	70.44	0.01	437.1	20451	9870	
#4	#4	#4	-1402	89.31	69.89	0.07	316.2	20192	7140	
#5	#5	#5	-399.5	89.95	70.53	0.02	799.9	19493	18060	
#6	#6	#6	-579.1	89.94	70.53	0	1075	19168	24275	
#7	#7	#7	-749.3	89.93	70.52	0	1074	19085	24255	
#8	#8	#8	-919.5	89.92	70.51	0	1074	19200	24255	
#9	#9	#9	-1090	89.91	70.49	0	1074	19095	24255	
#10	#10	#10	-1260	89.9	70.73	0	1069	18887	23835	
#11	#11	#11	-1430	89.88	70.47	0	1074	18606	24255	
#12	#12	#12	-1605	89.87	70.45	0	1074	18122	24255	
#13	#13	#13	-1714	89.75	70.34	0	1056	16276	23835	
#14	#14	#14	-1929	89.64	70.22	0.01	632.5	15589	14280	

ПАРАМЕТРЫ БАЛАНСИРОВОЧНЫХ КЛАПАНОВ И ДРОССЕЛЬНЫХ ШАЙБ

Таблица 20

Элемент сети, на котором установлен кланан или дроссельная шайба	!Обоз! !наче! !ние !	Принадлеж ! ность	!Место! !уста- !новки!	ПАРАМЕТРЫ ! !СБОР.ВЕТКИ! !Обоз: Z,м !	Обозначение типоразмера	:Спроти- : вление, : R,Па	: ОГРАНИЧИТЕЛЬ dP : Настройка: : давл.,Па!	: ОГРАНИЧИТЕЛЬ G : Настройка: : кг/ч	! Ду ! тру- ! бы
Сборн.ветка	#2	Обратная	Выход	@STAD Ду20 n=1.327	15120	Манометр	4462	399.9	20
Сборн.ветка	#3	Обратная	Выход	@STAD Ду20 n=1.419	15585	Манометр	4123	437.1	20
Сборн.ветка	#4	Обратная	Выход	@STAD Ду20 n=1.05	15969	Манометр	3829	316.2	20
Сборн.ветка	#5	Обратная	Выход	@STAD Ду25 n=1.679	9359	Манометр	10095	799.9	25
Сборн.ветка	#6	Обратная	Выход	@STAD Ду25 n=3.317	2048	Манометр	17084	1075	25
Сборн.ветка	#7	Обратная	Выход	@STAD Ду25 n=3.338	2020	Манометр	17029	1074	25
Сборн.ветка	#8	Обратная	Выход	@STAD Ду25 n=3.191	2203	Манометр	16961	1074	25
Сборн.ветка	#9	Обратная	Выход	@STAD Ду25 n=3.117	2304	Манометр	16745	1074	25
Сборн.ветка	#10	Обратная	Выход	@STAD Ду25 n=3.313	2030	Манометр	16825	1069	25
Сборн.ветка	#11	Обратная	Выход	@STAD Ду25 n=3.307	2057	Манометр	16509	1074	25
Сборн.ветка	#12	Обратная	Выход	@STAD Ду25 n=4	1559	Манометр	16527	1074	25
Сборн.ветка	#13	Обратная	Выход	@STAD Ду25 n=2.91	2607	Манометр	13704	1056	25
Сборн.ветка	#14	Обратная	Выход	@STAD Ду25 n=1.516	8862	Манометр	6670	632.5	25