

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
Навчально-науковий інститут нафти і газу та природокористування  
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

**Пояснювальна записка  
до кваліфікаційної роботи**

**бакалавр**

(назва ступеня вищої освіти)

на тему: «Теплопостачання багатоповерхового житлового будинку  
розташованого в місті Баштанка»

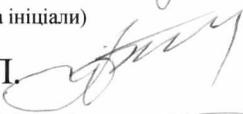
Виконав: студент 2 курсу, групи 201-пНТ  
спеціальності

144 Теплоенергетика

(шифр і назва спеціальності)

Немченко Є.Р. 

(прізвище та ініціали)

Керівник: Крот О.П. 

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Кулик С.В. 

(прізвище та ініціали)

Полтава - 2024 року

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Інститут, факультет, відділення Навчально-науковий інститут нафти і газу

Кафедра, циклова комісія кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Напрямок підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»

Спеціальність 144 Теплоенергетика

(шифр і назва)

**АТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри, голова циклової комісії Голік Ю.С.**

" 13 " Вісент 2018 року

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

Нащенко Євгеній Русланович

1. Тема роботи теплопостачання 5-ти поверхового житлового будинку розташованого в місті Даштаєвськ  
керівник роботи Крот. О.П.

затверджені наказом вищого навчального закладу № 14811 від " 08 " 12, 2018 року

2. Строк подання студентом роботи 14.06.2024р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

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

Розрахунок теплової потужності системи опалення, розрахунок опалювальних приладів, зоровий розрахунок трубопроводів системи опалення, теплоізоляційний розрахунок зовнішніх конструкцій

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1 лист Листа роботи, 1 лист система трубопроводів системи опалення з вершиною розведення, 1 план прямого поверху житлового будинку, План підвалу, М:100. Вузол 4, вузол 4. 1 лист прикладових ескізів ІТП, 1 лист Алюмінієвий секційний радіатор, 1 лист Циркуляційний насос, 1 к-т діаграма черг зацікненої мережі 1 лист висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Крот О.П.		
2	Крот О.П.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання всієї частини завдання	13.04 - 18.04 2024р.	
2	Розрахунок теплової потужності системи опалення, котлобудівання системи опалення, розрахунок опалювальних приладів.	19.04 - 30.04 2024р.	
3	Замітки по проекту, розрахунок енергозбереження в системі опалення, замовлення по енергозбереженню, енергозбереження в Україні.	01.05 - 07.05 2024р.	
4	Визначення вартості основного і допоміжного обладнання, розрахунок витрат на оплату праці. Кошторис витрат на систему опалення.	10.05 - 14.05 2024р.	
5	Осороки праці, Осороки навколишнього середовища.	18.05 - 29.05 2024р.	

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Крот О.П.

(прізвище та ініціали)

Крот О.П.

(прізвище та ініціали)

Немченко Є.Р. Теплопостачання 5-ти поверхового житлового будинку розташованого в місті Баштанка: кваліф. робота бакалавра. Спеціальність 144 "Теплоенергетика". - Полтава : НУПІ, 2024. - 80 с.

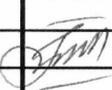
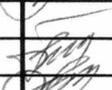
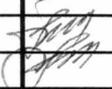
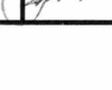
### **АНОТАЦІЯ**

Дипломну роботу першого (бакалаврського рівня) вищої освіти зі спеціальності 144 «Теплоенергетика» присвячена системі опалення для 5-ти поверхового житлового будинку розташованого в місті Баштанка. Мета дипломного проекту полягає в: розрахуванні мережи системи опалення 5-ти поверхового житлового будинку, розрахувати теплові навантаження, розрахувати та підібрати опалювальні прилади, виконати гідравлічний розрахунок системи опалення та підібрати основне обладнання. В роботі розроблено інженерні рішення з подачі теплоти до житлового будинку. Прийняті в проекті рішення, матеріали і обладнання забезпечують економію теплової енергії і мінімальний шкідливий вплив на довкілля. Одержані результати можуть бути використані при реальному проектуванні аналогічних об'єктів.

**Ключові слова:** котел, система опалення, теплоенергетика, спалювання палива, теплопостачання, теплоносій, опалювальні прилади.

# ЗМІСТ

ВСТУП	2
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	5
1.1. Вихідні дані для проектування	5
1.2. Обґрунтування прийнятних рішень	7
1.2.1. Загальна характеристика та особливості вибору радіаторів опалення	8
1.3. Конструювання систем опалення	17
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	20
2.1. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій	20
2.2. Розрахунок теплової потужності системи опалення	25
2.3. Втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря	27
2.4. Конструювання систем опалення	33
2.5. Гідравлічний розрахунок трубопроводів систем опалення	36
2.6. Розрахунок опалювальних приладів	43
2.7. Підбір обладнання теплового пункту	47
2.8. Визначення річних витрат тепла та природного газу на систему опалення	50
2.9. Загальні положення по енергозбереженню	51
2.10. Енергозбереження в системах опалення	53
2.11. Заходи по енергозбереженню	54
2.12. Енергозбереження в Україні	55
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	61
3.1. Визначення вартості основного і допоміжного обладнання	61
3.2. Розрахунок витрат на оплату праці	63
3.3. Кошторис витрат на систему опалення	64
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	65
4.1. Характеристика умов праці	65
4.2. Заходи промислової санітарії	68
4.3. Заходи з техніки безпеки	70
4.4. Заходи протипожежної безпеки	74
5 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	76
6 ВИСНОВОК	78
7 СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	79

<i>201-пНТ.10466049.ПЗ</i>											
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>							
<i>Розробив</i>		<i>Немченко Е.Р.</i>			<i>Теплопостачання багатоповерхового житлового будинку розташованого в місті Баштанка</i>						
<i>Перевірив</i>		<i>Крот О.П.</i>									
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Голік Ю.С.</i>			<i>НУ«ПП ім. Юрія Кондратюка»</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Крот О.П.</i>									
					<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"><i>Стадія</i></td> <td style="width: 20%;"><i>Арк.</i></td> <td style="width: 20%;"><i>Аркушів</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">72</td> </tr> </table>	<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		2	72
<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>									
	2	72									



(опалювального сезону) безперервно змінюється, у той час як температура внутрішнього повітря повинна залишатися постійною. Отже, різниця температур внутрішнього і зовнішнього повітря також змінюється, а значить, змінюється і кількість тепла, що втрачається через зовнішні огорожі будівлі. Для підтримки всередині приміщень постійної температури кількість тепла, яке передається приміщень від системи опалення, повинне відповідати кількості тепла, що втрачається ними через зовнішні огороження. При порушенні відповідності між втратою і надходженням тепла температура в приміщеннях буде змінюватися (знижуватись або зростати). У зв'язку з цим в системі опалення повинно бути передбачено регулювання в залежно від змін зовнішньої температури повітря.

Системи центрального опалення по виду теплоносія поділяються на системи водяного, парового, повітряного та комбінованого опалення.

У системах водяного опалення в центральному генераторі тепла нагрівається вода, яка по подавальних трубопроводах направляється в нагрівальні прилади. Через стінки приладів вода віддає своє тепло повітрю приміщення, охолоджується і зворотним трубопроводами повертається в котел для нагрівання.

Вода як теплоносій характеризується великою, що дозволяє транспортувати значну кількість тепла при малому обсязі теплоносія і порівняно низькій температурі останнього. Тому температура нагрівальних приладів у водяних системах опалення найбільше відповідає гігієнічним вимогам.

Суттєвою перевагою води як теплоносія є можливість зміни її температури в широких межах, що дозволяє здійснювати центральне регулювання тепловіддачі нагрівальних приладів при зміні температури зовнішнього повітря.

До сучасних систем опалення пред'являються різноманітні вимоги:

- санітарно-гігієнічні, що мають на меті забезпечити найбільш сприятливі умови для перебування людини в опалювальних приміщеннях;
- техніки безпеки і протипожежної техніки; -надійності і безвідмовності

									Арк.
									3
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	201-пНТ.10466049.ПЗ			

дії;

-мінімального витрати металу;

-простоти експлуатації та можливості обслуговування некваліфікованим персоналом;

-економічні, що передбачають максимально можливе зниження витрат на спорудження та експлуатацію системи опалення;

- безшумності дії системи;

- можливості монтажу системи з недефіцитних матеріалів та обладнання.

Комфорт та затишок у будинку неможливо уявити без опалювальної системи, що забезпечує обігрів приміщення у холодну пору року. Проектування систем опалення та вентиляції приміщення являє собою кропіткий процес.

В Україні основними втратами тепла на комунальні потреби в будівлях є витрати на опалення. Це пов'язано з тим, що на більшій частині території країни взимку температура низька, а тепловтрати будівель через огорожувальних конструкцій перевищують тепловиділення всередині. Для підтримки необхідного мікроклімату будівля повинна бути обладнана опалювальним обладнанням або системою опалення. Системи опалення повинні забезпечувати всередині приміщення задану температуру повітря.

Місто Баштанка розташоване за 66 км від обласного центру, у Причорноморській низовині, на березі річки Балка Баштанка, у східній частині Миколаївщини. Населення 12180 осіб.

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
							4
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		



Таблиця 1 – Вихідні дані по вітру за найхолодніший місяць

Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх
<u>12</u> 3,7	<u>13</u> 3,4	<u>7</u> 2,6	<u>11</u> 3,6	<u>15</u> 3,6	<u>14</u> 3,5	<u>14</u> 4,5	<u>14</u> 4,7

Розрахункові параметри внутрішнього повітря для приміщень житлових будинків слід приймати згідно [2]:

- температура в кутовій кімнаті  $t_g = 20^{\circ}C$  ;
- температура в рядовій кімнаті  $t_g = 18^{\circ}C$  ;
- температура в кухнях  $t_g = 15^{\circ}C$  ;
- температура на сходовій клітці  $t_g = 12^{\circ}C$  ;
- температура у ванній кімнаті  $t_g = 25^{\circ}C$  ;
- температура в індивідуальному туалеті  $t_g = 18^{\circ}C$  .

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		6

## 1.2 Обґрунтування прийнятих рішень

Дипломний проект з опалення багатоквартирного будинку був виконаний на основі архітектурного, будівельного і технічного завдання.

В ході реалізації проекту опалення була спроектована вертикальна однотрубна система з повітряною розводкою.

В якості теплопроводів прийняті труби сталеві водогазонапірні. Джерелом тепlopостачання є індивідуальна котельня, що розташована в окремій будівлі. Температура теплоносія  $T_{\text{под/Тзв}}=105/70$  °С, тиск теплової мережі  $P_{\text{под}} = 360 \text{кПа}$  та  $P_{\text{зв}} = 300 \text{кПа}$ . Температурний перепад системи опалення  $90^\circ-70^\circ\text{С}$ .

Повітря з системи видаляється через воздуховипускной клапан, встановлений на кожному опалювальному приладі. Вода відводиться з системи через трійник з заглушкою, встановлений на кінці кожного патрубку.

З метою економії тепла для кожного опалювального приладу передбачена термостатична головка.

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
							7
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		



співвідношення ціни і якості, висока теплопередача, низька водоемність. Панельні сталеві радіатори мають досить низьку теплову інерцію і легко регулюються за допомогою термостата.



Рисунок 1 – Чавунні радіатори із ретро-дизайном.

Сталеві панельні радіатори доступні з нижнім і бічним підключенням. Термостатичний клапан вбудований в радіатор з нижнім підключенням, на якому може бути встановлений термостат для підтримки заданої температури в приміщенні.

						201-пНТ.1046604 9.ПЗ	Арк.
							9
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		



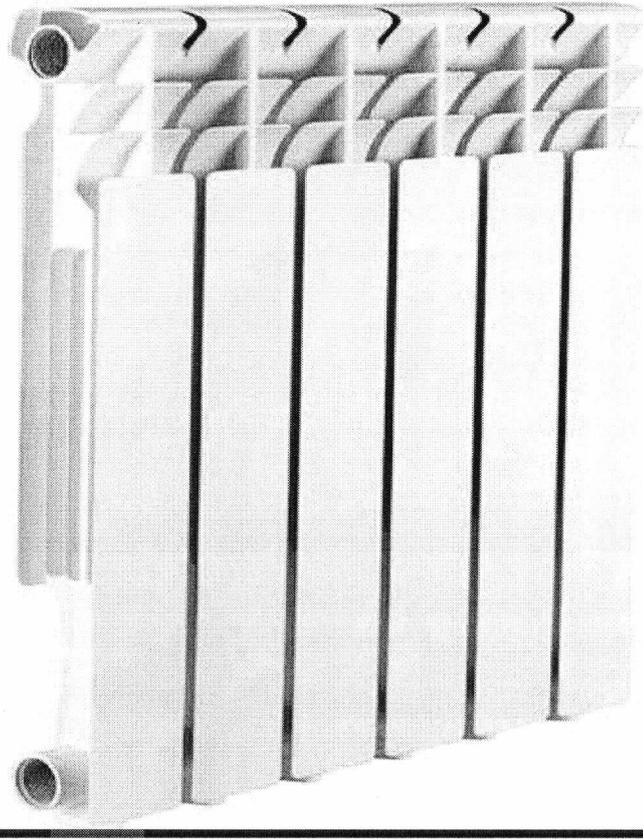


Рисунок 3 – Радіатор алюмінієвий.

Варто відзначити збільшення теплової інерції, притаманне даному типу радіаторів. Їх має сенс використовувати, якщо з яких-небудь причин чавун або сталь не відповідають пропонованим вимогам.

#### Біметалеві радіатори

Біметалічний радіатор (рис.4) являє собою радіатор з алюмінієвим корпусом і сталеву трубою, по якій рухається теплоносій, і поєднує в собі всі переваги алюмінієвого радіатора. Висока тепловіддача, мала вага, гарний зовнішній вигляд - і, крім того, при певних умовах вони мають більшу корозійну стійкість і зазвичай розраховані на більш високі тиску в системі опалення. Основним недоліком біметалічних радіаторів, знову ж таки, є їх висока ціна. Оскільки автономним системам не притаманне високий тиск, використовувати біметалічні радіатори в приватних заміських будинках економічно недоцільно.

								201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				11



Радіатори, незалежно від типу або матеріалу, встановлюються під вікном таким чином, щоб теплий потік повітря блокував рух холодного повітря від вікна.

Багатьом подобається, коли обігрівач закритий декоративними панелями або ґратами, але слід пам'ятати, що втрачається велика кількість тепла, тобто є ризик залишитися в погано опалювальному приміщенні і витратити на опалення багато грошей.

Для автоматичного підтримання заданої температури повітря в приміщенні на опалювальні прилади необхідно встановити терморегулятори. Терморегулятори складаються з двох частин: регулюючого крана та термоголовки. Поворотом термоголовки можна задати потрібну температуру повітря. У ній знаходиться спеціальний склад, який при підвищенні температури в приміщенні розширюється і механічно впливає на кран, що регулює. Коли температура перевищує задану, доступ гарячої води до радіатора скорочується, а при зниженні температури – збільшується.

За допомогою терморегуляторів можна у різних кімнатах підтримувати різну температуру.

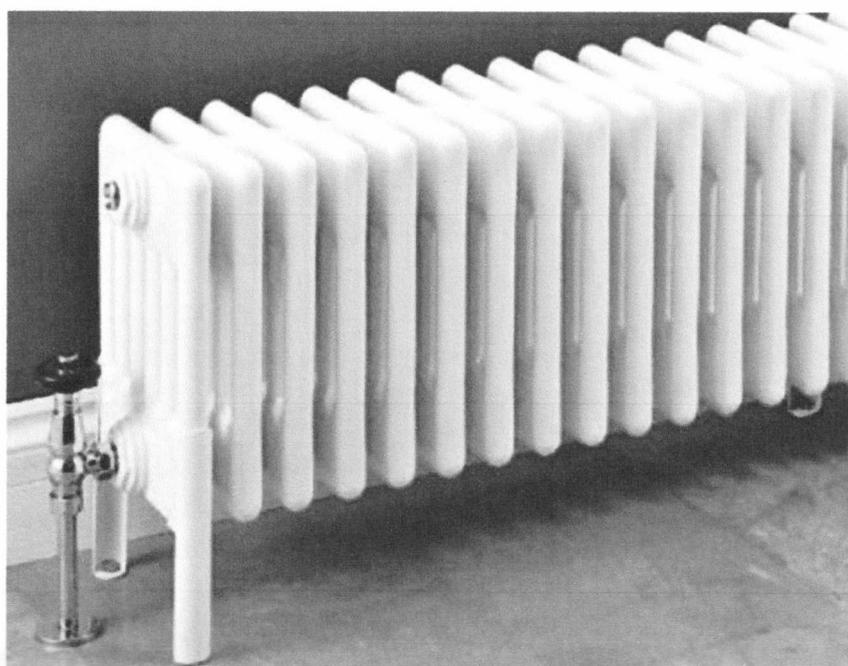


Рисунок 5 – Сталеві трубчасті радіатори

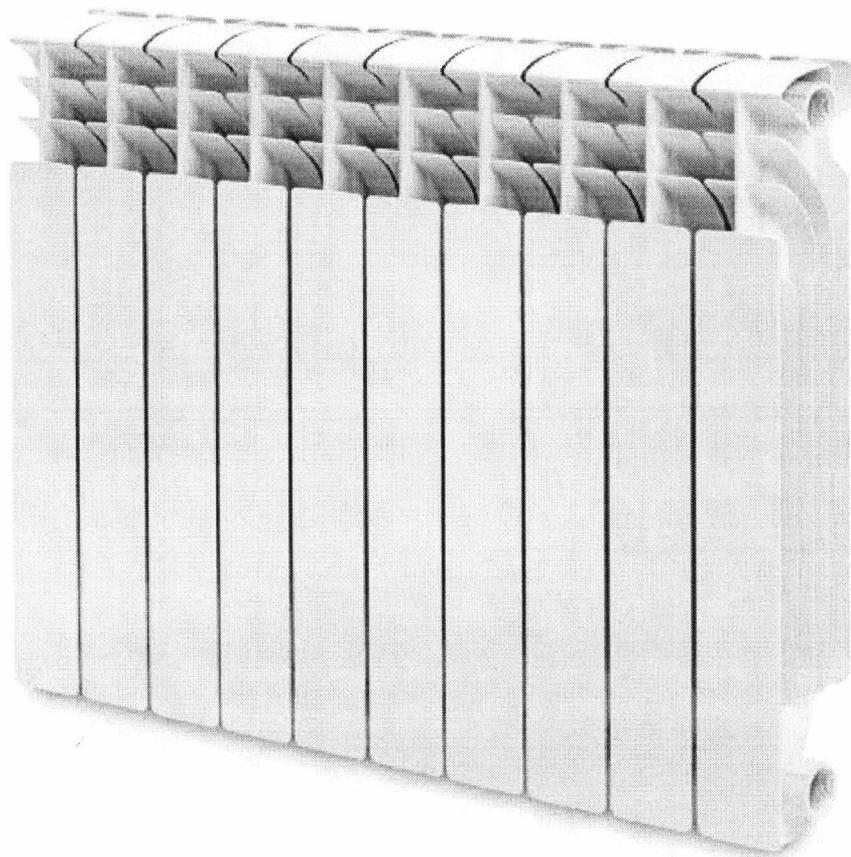
Эк.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

201-пНТ.10466049.ПЗ

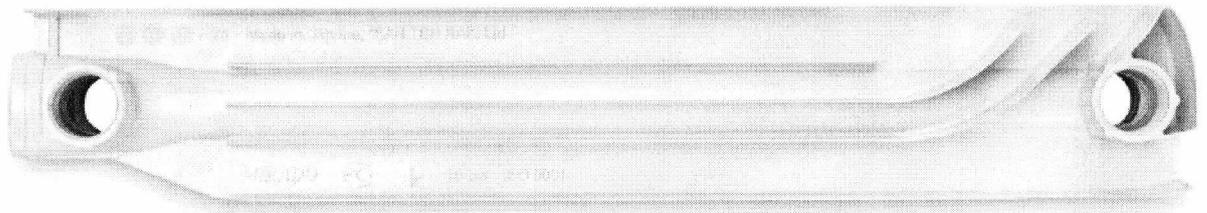
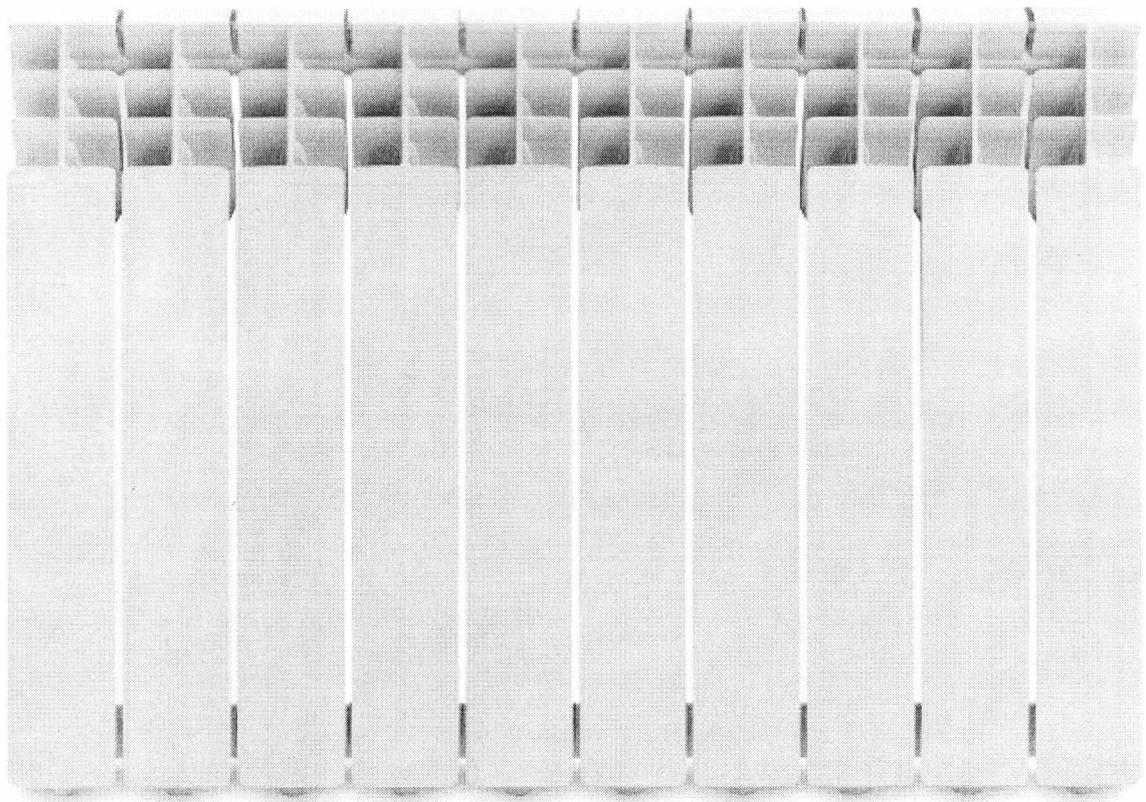
Арк.

13

В якості опалювальних приладів в дипломній роботі прийняті алюмінієві секційні радіатори Elegance, виробництва Україна (рис. 6).



						201-нНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		14



						201-нНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		15

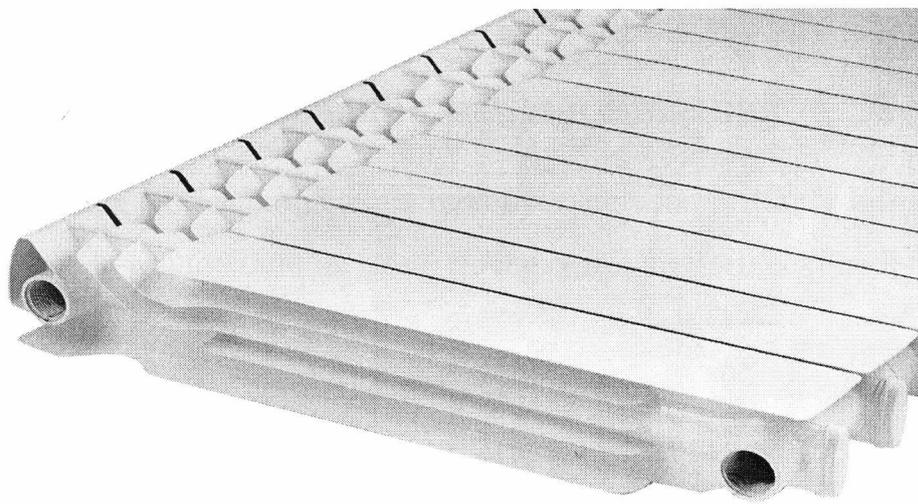


Рисунок 6 – Алюмінієвий секційний радіатор Elegance.

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		16

### 1.3 Конструювання системи опалення

Проектування системи опалення виконується в наступному порядку:

1) палиник розташований на плані поверху під вікном, оскільки це місце є місцем максимальної втрати тепла [5, 6]. Як виняток пристрій розміщується біля стіни. У однотрубної вертикальної системі стояки розташовані поруч з кожним нагрівальним пристроєм на відстані  $150 \pm 20$  мм від кута нахилу віконного отвору, а довжина підведення до нагрівального пристрою становить  $380 \pm 20$  мм в діаметрі труби 15, 20 і 500 мм — при діаметрі труб 25 мм; у кутових приміщеннях можливо встановлювати 2 стояки — один під вікном, інший в куті зовнішньої стінки, якщо цього вимагає розрахунок. В системі конвертерного опалення використовується тільки одностороннє підключення пристрою до стояка. Діаметр стояка рекомендується робити постійним по всій довжині і рівним 15, 20 і 25 мм. Стояки діаметром 25 мм доцільно використовувати тільки при неможливості ув'язки втрат тиску в них іншими методами. Дозволяється застосування комбінованих стояків з трубопроводів не більше двох діаметрів; при цьому стояк повинен мати тільки один перехід з одного діаметра на інший. При верхній розводці головний стояк прокладають в не житлових приміщеннях. Стоянки пронумеровані за годинниковою стрілкою від верхнього лівого кута будинку.

2) При верхній розводці підвідний трубопровід прокладається на горищі на відстані 1...1,5 м від зовнішньої стіни. Зворотний трубопровід прокладається в підвалі уздовж стіни на висоті -1,0 м.

Повітря з системи опалення видаляється у вищі місця. При монтажі надземних газопроводів, рекомендується конструкція проточного повітрозбірника. Напрямок ухилу трубопроводів повинні забезпечувати

Видалення повітря з системи. Таким чином, підвідний трубопровід водяного опалення з циркуляційним насосом встановлюється з підйомом до колектора проточного повітря.

Через можливість скидання води магістральний трубопровід в підвалі

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
							17
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		



приміщені тепловому пункті. Тепловий пункт звичайно розташовують біля сходової клітки, в приміщенні з розмірами не менше: довжина 4 м, ширина 1,5 м і висота 2 м.

Схему вузла теплового вводу викреслюємо окремо в більшому масштабі. На схемі вузла теплового вводу треба показати елеватор, грязьовики, засувно-регулюючу арматуру, тепловий лічильник з фільтром, датчиками температури, приладом обліку теплоносія та вузлом обліку теплової енергії, термометри, манометри.

						201-нНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		19

## СРЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

## 2.1 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Тепловий технічний розрахунок виконується для того, щоб визначити нормативний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій, товщину теплової ізоляції для масивних огорож, підібрати конструкцію заповнення вікон та дверей.

У дипломному проекті проводяться розрахунки зовнішніх стін, стель 1-го поверху.

**Наступність обчислення кожного огороження**

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалювальних будинків та споруд і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температура повітря в яких відрізняється на 3°C та більше, обов'язкове виконання умов:

$$R_{np} \geq R_{g \min} , \quad (1)$$

де  $R_{g \min}$  – нормативний опір теплопередачі огорожувальної конструкції з санітарно-гігієнічних умов,  $(m^2 \cdot ^\circ C) / Wm$ .

$R_{np}$  – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції або непрозорої частини огорожувальної конструкції,  $m^2 \text{ } ^\circ C / Wm$  визначається по формулі:

$$R_{np} = R_B + R_1 + \dots + R_n + R_H = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_H} \quad (2)$$

де  $R_B$  – термічний опір внутрішньої поверхні огороження,  $m^2 \text{ } ^\circ C / Wm$

$R_n$  – термічний опір зовнішньої поверхні огороження,  $m^2 \text{ } ^\circ C / Wm$   $\alpha_B$  – коефіцієнт тепловіддачі стін, підлоги, гладких стель,  $Wm/m^2 \text{ } ^\circ C$

$\alpha_n$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороження,  $Wm/m^2 \text{ } ^\circ C$

$\delta$  – товща шару огороження,  $m$

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу огороження,  $Wm/m \text{ } ^\circ C$

									201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата					20

Невідома товщина шару огорож.конструкції визначається для зовнішньої стіни, даху та перекриття над холодним підвалом за формулою:

$$\delta_x = |R_{g \min} - |^1 + \delta_1 + \dots + \delta_n + |^1 | | \times \lambda_x, \quad (3)$$

Передбачається, що товщина шару, визначена за цією формулою, дорівнює більшому стандартному значенню:

- Товщина бетонного блоку становить не менше 300 мм; - Товщина цегляної стіни становить 380-510 мм;

- Товщина шару утеплювача горіщного перекриття, не менше 80 мм.

Тепловий опір зовнішнього огороження  $R_{пр}$  житлових і нежитлових будівель має бути не нижче нормативного опору теплопередачі, визначеного згідно з таблицею 2.

Таблиця 2 – Приведений опір теплопередачі огорожуючих конструкцій

ГДОБ	Зовнішня стіна (НС)	Горіщне перекриття (Пг)	Підлога (Пл)	Вікно (ДО)
2000	2,1	2,8	3,2	0,35
4000	2,8	3,7	4,2	0,4
3601	2,66	3,52	4,0	0,39

Опір конструкцій  $R_{пр}$ , має бути не меншим, ніж необхідний опір огорожувальних конструкцій.

Визначення температурної зони ділянки будівництва проводиться за карто-схемою температурної зони України, згідно з принциповою схемою температурної зони України. Опалювальний період, вказаний в таблиці 1 або за формулою

$$S = (t_e - t_{on}) \times Z_{on} \quad (4)$$

де  $S$  – частина градусодіб опалювального періоду;

$t_e$  – внутрішня температура повітря;

$t_{on}$  – середня температура опалювального періоду, = - 1,1 °С;

$Z_{on}$  – період опалення, 189 діб.

									201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата					21



Таблиця 3- Характеристика огорожуючої конструкції стіни

№	ШАР	$\delta$	$\lambda$	S	$R_{np}$	K
1	Шлакопінобетон	0,45	0,64	2904	2,5	0,4
2	Цементно-перлітовий розчин	0,02	0,23			
3	Ізовер	0,0698	0,045			

Приклад розрахунку перекриття

Визначаю кількість градусодіб опалювального періода за формулою (4)

$$S = (18 - (-1.1)) \times 189 = 2904$$

За таблицею 2.3.1 знаходжу нормативний опір теплопередачі огорожуючих конструкцій  $R_{g \min} = 3 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ .

Визначаю невідому товщину шару утеплювача, м, за формулою (3)

$$\begin{aligned} \delta_4 &= \lambda_4 \left[ R_{g \min} - \left( \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \right] = \\ &= 0,3 \times \left[ 3 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{2,04} + \frac{0,015}{0,81} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,009}{0,17} + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,08 \text{ м} \end{aligned}$$

Визначається фактичний термічний опір огороження  $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$  за формулою(2)

$$R_{np} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{2,04} + \frac{0,015}{0,81} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,08}{0,3} + \frac{0,009}{0,17} + \frac{1}{23} = 3,2 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

$$R_{np} = R_{g \min}$$

$$3.2 > 3 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Визначається коефіцієнт теплопередачі,  $\text{Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ , за формулою (5)

$$K = \frac{1}{3,2} = 0,33$$

Характеристика огорожуючої конструкції перекриття занесена до таблиці 4.

						201-пНТ.1046604.9.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		23

Таблиця 4 - Характеристика огорожуючої конструкції перекриття

№	ШАР	$\delta$	$\lambda$	S	$R_{np}$	K
1	Залізобетон	0,5	2,04	2904	2,5	0,4
2	Цементно-піщаний розчин	0,015	0,81			
3	Один шар рубероїду	0,003	0,17			
4	Теплоізоляційна плита з фіброліту	0,08	0,3			
5	Три шари рубероїду	0,09	0,17			

Приклад розрахунку дверей

Необхідний опір теплопередачі,  $R_{дв}$ , зовнішніх дверей приймається за БНіП [1]:

$$R_{дв} = 0,41 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Визначається коефіцієнт теплопередачі,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ , за формулою (5):

$$K = \frac{1}{0,41} = 2,44 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Приклад розрахунку вікон

Необхідний опір теплопередачі,  $R_{пр}$ , заповнення світових прорізів приймається за БНіП [1]:

$$R_0^{TP} = 0,56 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}$$

Визначається коефіцієнт теплопередачі,  $\text{Вт}/\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ , за формулою (5):

$$K = \frac{1}{0,56} = 1,79 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

									Арк.
									24
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	201-нНТ.10466049.ПЗ			

## 2.2 Розрахунок теплової потужності системи опалення

Система опалення житлового будинку компенсує втрати тепла в приміщеннях. Допоміжним джерелом тепла є побутові теплові надходження

Обчислення теплової потужності системи опалення будинку здійснюється за формулою:

$$Q_{co} = \frac{Q_1 \beta_1 \beta_2 - Q_3}{0.97}$$

де  $Q$  – розрахункові теплові втрати будинку;

$$Q_1 = \sum (Q_{ms} + Q_{inf})$$

$\beta_1$  – коефіцієнт, що враховує додаткову теплову передачу в приміщення, пов'язаний з збільшенням площі поверхні опалювальних приладів прийнятих до встановлення опалювальних приладів;

$\beta_2$  – коефіцієнт, що враховує додаткові теплові втрати, пов'язані з розташуванням опалювальних приладів на зовнішніх стінах;

$Q_{ms}$  – втрати теплоти через огорожуючу конструкцію.

Загальні втрати теплоти для приміщення розраховують як суму втрат теплоти через його огорожуючу конструкцію за формулою:

$$Q_{ms} = \frac{F}{R_0} (t_B - t_{ns}) \times n (1 + \sum \beta)$$

де  $R_0$  - опір теплопередачі огорожуючої конструкції;

$F$  - площа огорожуючої конструкції по “зовнішньому” обміру;

$t_B$  - температура внутрішнього повітря;

$t_{ns}$  - середня температура за найхолодніші 5 днів забезпеченістю 0,92 ,  
[1];

$n$  – коефіцієнт, який враховує фактичне зменшення розрахункової різниці температур для огорожуючих конструкцій, які відокремлюють опалювальні приміщення від неопалювальних і безпосередньо не контактують з зовнішнім повітрям;

									201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата					25



### 2.3 Втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря

Зовнішнє повітря надходить в приміщення через негерметичність навколишніх конструкцій будинку (вікон, балконних дверей, міжпанельних стиків і т.д.) і різниці тисків між внутрішнім і зовнішнім повітрям. Це повітря компенсує кількість повітря, що виходить з приміщення природною витяжною вентиляцією. Саме так здійснюється природна (гравітаційна) вентиляція будівлі. Втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря визначаються за формулою:

$$Q_{\text{инф}} = \frac{1005}{3600} \times G_{\text{инф}} \times (t_{\text{в}} - t_{\text{н5}}) \times A$$

$G_{\text{инф}} = V_n \cdot \rho_{\text{в}}$  - витрати повітря, м<sup>3</sup>/год; для житлових будівель питома нормована втрата приймається 3 м<sup>3</sup>/год на 1 м<sup>2</sup> площі житлових приміщень і кухні;

$$\rho - \text{густина навколишнього повітря, кг/м}^3, \rho_{\text{в}} = \frac{353}{273 + t_{\text{в}}};$$

$A$  – коефіцієнт економайзерного ефекту, який залежить від виду вікна, тобто для подвійного остеклення в дерев'яних чи пластмасових спарених переплетах він буде дорівнювати,  $A=0,8$

$$Q_{\text{инф}} = 0,28V_n \times \frac{353}{273 + t_{\text{в}}} \times (t_{\text{в}} - t_{\text{н5}}) \times A$$

Побутові теплонадходження  $Q_{\text{побут}}$ :

$$Q_{\text{побут}} = 10F_n,$$

де  $F_n$  – загальна площа житлового будинку, м<sup>2</sup>.

Питомий показник теплової потужності:

$$q = \frac{Q_{\text{тв}}}{F_{\text{пр}}}$$

У дипломному проєкті визначаємо тепловтрати для всіх кімнат на всіх поверхах, а також сходової клітки.

							201-пНТ.104.6604.9.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			27

Таблиця 5 - Розрахунок тепловтрат приміщень

№ приміщення	Назва приміщення і $t_{в}, ^\circ C$	Характеристика огорожень					$k, \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$	$(t_{в} - t_{вс}) \cdot n$	$Q, Вт$	Додаткові надбавки, %				$Q_{ма}, Вт$
		Назва	Орієнтація	а, м	в, м	$F, м^2$				На орієнтацію	вітер	різнє	$1 + \sum \beta$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Приміщення п'ятого поверху														
501 508 509 518 (I)	Кутова кімната $20^\circ C$	НС	Пн	3,6	2,8	$10,08 - 2,4 = 7,68$	0,38	41	120	10	-	-	1,1	132
		НС	Зх	5,4	2,8	15,12	0,38	41	236	5	-	-	1,05	248
		ДО	Пн	1,5	1,6	2,4	2,56	41	252	10	-	-	1,1	277
		Вн (кухня)	-	2,1	2,8	5,88	2,43	5	71	-	-	-	1	71
		Пт	-	3,6	5,4	19,44	0,28	36,9	201	-	-	-	1	201
		Пл	-	3,6	5,4	19,44	0,25	24,6	120	-	-	-	1	120
502 503 506 507 (II)	Кухня $15^\circ C$	НС	Пн	3,6	2,8	$10,08 - 2,4 = 7,68$	0,38	36	105	10	-	-	1,1	116
		ДО	Пн	1,5	1,6	2,4	2,56	36	221	10	-	-	1,1	243
		Вн (сходи)	-	2,1	2,8	5,88	1,25	3	22	-	-	-	1	71
		Пт	-	3,6	2,1	7,56	0,28	32,4	69	-	-	-	1	201
		Пл	-	3,6	2,1	7,56	0,25	21,6	41	-	-	-	1	120
504 505 (III)	Рядова кімната $18^\circ C$	НС	Пн	3,6	2,8	$10,08 - 2,4 = 7,68$	0,38	39	114	10	-	-	1,1	125
		ДО	Пн	1,5	1,6	2,4	2,56	39	240	10	-	-	1,1	264
		Вн (кухня)	-	2,1	2,8	5,88	2,43	3	43	-	-	-	1	43
		Пт	-	3,6	5,4	19,44	0,28	35,1	191	-	-	-	1	191
		Пл	-	3,6	5,4	19,44	0,25	23,4	114	-	-	-	1	114

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
510 517 (IV)	Кухня, 15 <sup>0</sup> С	НС	Пд	3,6	2,8	10,08-2,4= 7,68	0,38	36	105	-	-	-	1	105
		ДО	Пд	1,5	1,6	2,4	2,56	36	221	-	-	-	1	221
		Пт	-	3,6	2,5	9,0	0,28	32,4	82	-	-	-	1	82
		Пл	-	3,6	2,5	9,0	0,25	21,6	49	-	-	-	1	49
511 516 (V)	Рядова кімната, 18 <sup>0</sup> С	НС	Пд	3,0	2,8	8,4-2,4=6,0	0,38	39	89	-	-	-	1	89
		ДО	Пд	1,5	1,6	2,4	2,56	39	240	-	-	-	1	240
		Вн (ванна)	-	1,7	2,8	4,76	2,43	-7	-81	-	-	-	1	-81
		Пт	-	3,0	3,0	9,0	0,28	35,1	88	-	-	-	1	88
		Пл	-	3,0	3,0	9,0	0,25	23,4	53	-	-	-	1	53
512 515 (VI)	Рядова кімната, 18 <sup>0</sup> С	НС	Пд	3,6	2,8	10,08- 2,4=7,68	0,38	39	114	-	-	-	1	114
		ДО	Пд	1,5	1,6	2,4	2,56	39	240	-	-	-	1	240
		Вн (ванна)	-	1,7	2,8	4,76	2,43	-7	-81	-	-	-	1	-81
		Пт	-	3,6	3,0	10,8	0,28	35,1	106	-	-	-	1	106
		Пл	-	3,6	3,0	10,8	0,25	23,4	63	-	-	-	1	63
513 514 (VII)	Рядова кімната, 18 <sup>0</sup> С	НС	Пд	3,6	2,8	10,08- 2,4=7,68	0,38	39	114	-	-	-	1	114
		ДО	Пд	1,5	1,6	2,4	2,56	39	240	-	-	-	1	240
		Пт	-	3,6	3,9	14,04	0,28	35,1	138	-	-	-	1	138
		Пл	-	3,6	3,9	14,04	0,25	23,4	82	-	-	-	1	82
(IX)	Сходова клітка, 12 <sup>0</sup> С	НС	Пн	3,0	15, 8	47,4- 7,88=39,52	0,38	33	496	10	-	-	1,1	546
		ДО	Пн	1,08	1,5	1,08*1,5*5= 7,88	2,56	33	666	10	-	-	1,1	733
		Пт	-	3,0	5,4	16,2	0,28	29,7	135	-	-	-	1	135
		Пл	-	3,0	5,4	16,2	0,25	19,8	80	-	-	-	1	80

Розрахунок втрат тепла на інфільтрацію для типових приміщень виконують також в табличній формі (таблиця 6).

Таблиця 6- Розрахунок питомого показника теплової потужності та сумарних теплових втрат для однієї секції будинку

№ приміщ.	Назва приміщ.	Типовий поверх	Площа приміщ.	$\sum Q_{\text{втр}} \text{ Вт}$	$Q_{\text{інф}} \text{ Вт}$	$Q_1 \text{ Вт}$	$q, \text{ Вт/м}^2$	Сумарні втрати теплоти типових приміщ.	$\sum Q_m^{\text{ном}}, \text{ Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	Кутова кімната	н	19,44	848	215	1063	44	1063	5036*4= 20144
		ср		728		943	37	2829	
		в		929		1144	48	1144	
II	Кухня	н	7,56	550	75	625	73	625	2846*4= 11384
		ср		430		505	57	1515	
		в		631		706	83	706	
III	Рядова кімната	н	19,44	546	206	752	28	752	3495*2= 6990
		ср		432		638	22	1914	
		в		623		829	32	829	
IV	Кухня	н	9,0	375	89	464	42	464	2206*2= 4412
		ср		326		415	36	1245	
		в		408		497	45	497	
V	Рядова кімната	н	9,0	301	95	396	33	396	1856*2= 3712
		ср		248		343	28	1029	
		в		336		431	37	431	
VI	Кухня	н	10,8	336	114	450	31	450	2104*2= 4208
		ср		273		387	25	1161	
		в		379		493	35	493	
VII	Рядова кімната	н	14,04	436	149	585	31	585	2735*4= 10940
		ср		354		503	25	1509	
		в		492		641	35	641	
VIII	Сходова клітка		16,2	1494	1474	2968	92	2698	2698*2= 5396

Розрахунок теплових витрат для сходової клітки: сходова клітка розраховується як одне приміщення по висоті, підлога якого знаходиться над підвалом, а стеля під перекриттям [3, 4].

Витрати тепла на підігрів інфільтраційного повітря на сходовій клітці:

$$Q_{\text{інф}}^{\text{лк}} = 0,7b(H + 0,8P)(t_{\text{в}} - t_{\text{н5}})$$

									Арк.
									30
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	201-пНТ.10466049.ПЗ			

b- коефіцієнт, що враховує конструкцію дверей. Якщо ми маємо один тамбур, то  $b=1$ ;

H- висота будівлі від рівня землі до верха перекриття,

$$H = h_{нов.} \cdot N_{нов.} + 0,8 + 1 = 2,8 \cdot 5 + 0,8 + 1 = 15,8 \text{ м.}$$

P- кількість людей, що проживають в одній секції, тобто кількість людей, які користуються вхідними дверима:

$$F_{секції} = (F_{план} - F_{л.к.}) \cdot N_{нов.} = [(17,4 \cdot 10,8) - (3,0 \cdot 5,4)] \cdot 5 = 778 \text{ м}^2$$

$$P = \frac{F_{секції}}{13} = \frac{778}{13} = 60 \text{ чоловік, для однієї секції будинку.}$$

$$Q_{інф.}^{л.к.} = 0,7 \cdot 1 \cdot (15,8 + 0,8 \cdot 60) \cdot (12 - (-21)) = 1474 \text{ Вт}$$

Отже, загальні витрати будинку складають:

$$Q_{ми}^{буд.} = \sum Q_{т}^{ном.} - Q_{ми}^{л.к.} = 67186 - 5396 = 61790 \text{ Вт.}$$

Так як по завданню маємо опалювальні прилади – секційні радіатори Elegance, то визначаємо загальну теплову потужність системи опалення будинку за формулою:

$$Q_{co} = Q_{ми}^{буд.} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2,$$

$\beta_1$ - коефіцієнт, що враховує теплову передачу в приміщення, яка пов'язана із збільшенням площі (порівняно з розрахунковою) прийнятих до встановлення опалювальних приладів,  $\beta_1 = 1,02$ ;

$\beta_2$ - коефіцієнт, що враховує додаткові теплові втрати, пов'язані з розміщенням опалювальних приладів відносно зовнішніх огорож,  $\beta_2 = 1,02$ .

$$Q_{co} = 61790 \cdot 1,02 \cdot 1,02 = 64286 \text{ Вт.}$$

Визначення побутових теплонадходжень:

$$Q_3 = 10 \sum F_{буд.}$$

$$Q_3 = 10 \times [(34,8 \times 10,8) - 2 \times (3,0 \times 5,4)] \times 5 = 17172 \text{ Вт}$$

Отже, розрахунок теплової потужності системи опалення будівлі виконується за формулою:

$$Q_{co} = \frac{Q_1 \beta_1 \beta_2 - Q_3}{0,97}$$

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		31

$$Q_{CO} = \frac{64286 - 17172}{0.97} = 48571 \text{ Bm}$$

Загальна витрата теплоносія у системі опалення будинку визначається:

$$G_{CO} = \frac{Q_{CO}}{1.163(t_{нод} - t_{звор})}$$

де  $t_{нод}$  - температура води на падаючій магістралі,  $t_{нод} = \tau_{10} = 90^{\circ}C$ ,

$t_{звор}$  - температура води на зворотній магістралі,  $t_{звор} = \tau_{20} = 70^{\circ}C$ .

$$G_{CO} = \frac{64286}{1.163(90 - 70)} = 2763,8 \text{ кг / год.}$$

						201-нНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		32



Циркуляційним насосом монтується з підйомом до колектора проточного повітря.

Через можливість скидання води магістральний трубопровід в підвалі прокладений з ухилом по ходу руху теплоносія. Всі основні трубопроводи прокладаються з ухилом 0,002...0,005. У цьому курсовому проєкті передбачається ухил 0,003.

3) Засувну арматуру використовують для відключення і випуску води з окремих частин системи: на кожному стояку; на окремих кільцях і гілках; до і після елеваторів, клапанів та іншого обладнання. При температурі теплоносія в подаючій магістралі до 100 °С на стояках в місцях приєднання до магістралі встановлюють прохідні крани і трійники з пробками. Коли температура теплоносія в трубопроводі, що подає перевищує 100°С, клапан і зливний вентиль приєднуються до стояка. Відстань від трубопроводу до засувки, встановленої на стояку або відгалуженні трубопроводу, має становити не більше 120 мм.

На окремих відгалуженнях системи встановлюються запірні клапани або засувки для можливості їх відключення під час ремонту, а в трубопроводах діаметром до 50 мм включно встановлюються клапани, відвідні вентиля або кульові крани в нижній частині системи. Клапан кріпиться до трубопроводу великого діаметру.

4) Сходові клітки опалюються приладами тільки на першому поверсі. Стояки сходових кліток виконують по проточній схемі і приєднують до теплового вузла окремою віткою.

5) Після розміщення опалювального обладнання, стояків, трубопроводів і магістралей на плані поверху викреслюється аксонометрична схема системи опалення в масштабі 1:100. Опалювальний пристрій на схемі викреслюється у вигляді паралелограма, довжина якого повинна відповідати прийнятій на плані, а висота - висоті самого опалювального пристрою (300-600 мм).

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		34

У випадку накладання трубопроводів, що ускладнює читання схеми, стояки рекомендують змістити, умовно обриваючи трубопроводи і позначаючи малими буквами місця обриву.

Централізована залежна система опалення приєднана до теплових мереж через гідроелеватор. Гідроелеватор, а також; засувки, грязьовики, необхідні вимірювальні прилади розташовують в окремому приміщенні тепловому пункті. Тепловий пункт звичайно розташовують біля сходової клітки, в приміщенні з розмірами не менше: довжина 4 м, ширина 1,5 м і висота 2 м.

Схему вузла теплового вводу викреслюємо окремо в більшому масштабі. На схемі вузла теплового вводу треба показати елеватор, грязьовики, засувно-регулюючу арматуру, тепловий лічильник з фільтром, датчиками температури, приладом обліку теплоносія та вузлом обліку теплової енергії, термометри, манометри.

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		35

## 2.5 Гідрравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення

Метою гідрравлічних розрахунків є вибір діаметра таких труб, щоб вони могли забезпечити проходження розрахункової витрати теплоносія для передачі заданої кількості тепла до кожного пристрою.

У дипломному проекті виконаний Гідрравлічний розрахунок головного циркуляційного кільця і "ув'язка" 1 ближнього стояка. Крім діаметра основної секції і далекого стояка, також розрахований діаметр ближнього стояка.

Вихідними даними для розрахунку є викреслена в масштабі 1:50 аксонометрична схема системи опалення. До цієї схеми прикладене теплове навантаження кожного опалювального приладу, яке дорівнює тепловтратам приміщення. Додатково вказується довжина кожної розрахункової ділянки. Розрахункова ділянка-це ділянка трубопроводу однакового діаметра з постійною витратою теплоносія. Однотрубні стояки можна розглядати як 1 розрахунковий ділянку.

Перш ніж приступити до гідрравлічного розрахунку [4, 7], визначаємо розрахунковий циркуляційний тиск.

- 1) Визначимо витрати води з теплової мережі:

$$Q_{сх.кл.} = \frac{Q_{тн}^{сх.кл.} \times \beta_1}{0,97} = \frac{5396 \times 1,13}{0,97} = 6286 \text{ Вт}$$

$$G_{тн} = \frac{(Q_{CO} + Q_{сх.кл.}) \times 0,86}{(t_{под} - t_{звор})} = \frac{(64286 + 6286) \times 0,86}{(105 - 70)} = 1734,1 \text{ кг / год}$$

- 2) Температура води на вході в елеватор:

$$\tau_1' = \tau_1 - \frac{2Q_{с.кл.}}{1,163G_{тн}} = 105 - \frac{6286 \times 0,86}{1734,1} = 101,9^\circ \text{C}$$

- 3) Коефіцієнт підмішування елеватора:

$$u = \frac{\tau_1' - \tau_2}{\tau_2 - \tau_3} = \frac{101,9 - 90}{90 - 70} = 0,595$$

де  $\tau_2, \tau_3$  - параметри води в падаючій та зворотній магістралі.

- 4) Витрата води на перемичці:

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		36

$$G_{пер} = 1,15 \cdot u \cdot G_{тм} = 1,15 \cdot 0,595 \cdot 1734,1 = 1186,6 \text{ кг/год.}$$

5) Насосний циркуляційний тиск, який передається елеватором в основну частину опалення. Різниця тисків перед елеватором:

Де  $\Delta P_{пт} = 20$  кПа втрати тиску в ІТП.

Різниця тисків після елеватора:

$$\Delta P_u = \frac{\Delta P_{ст}}{1,4 \cdot (1+u)^2} = \frac{40}{1,4 \cdot (1+0,595)^2} = 11,2 \text{ кПа} = 11200 \text{ Па}$$

6) Визначаємо циркуляційний тиск для дальніх стояків всіх кілець системи опалення. Природній циркуляційний тиск:

$$\Delta P_e = g\beta \frac{\sum(Q_i \cdot h_i)\beta_1 \cdot \beta_2}{1,163 G_{cm i}}$$

Розрахунковий циркуляційний тиск:

$$\Delta P_p = \Delta P + \Delta P_e$$

Природній циркуляційний тиск для стояка Ст9 (головне кільце) та Ст8:

$$\Delta P_e = \frac{9,81 \cdot 0,64}{1,163 \cdot 216,5} \cdot [(1063 \cdot 1,95 + 943 \cdot 4,75 + 943 \cdot 7,55 + 943 \cdot 10,35 + 1144 \cdot 13,15)] = 959 \text{ Па}$$

Розрахунок починаємо з кільця дальнього стояка, приймаючи для нього  $d=15$  мм, так, щоб швидкість руху води не перевищувала допустимі норми.

Розраховуємо кільце за методом питомих втрат на тертя, тобто:

$$\Delta P = Rl + Z, \text{ кПа,}$$

$$\Delta P = \frac{\lambda}{d} \cdot l \cdot \frac{v^2}{2} \rho + \sum \zeta \frac{v^2}{2} \rho, \text{ Па.}$$

В якості розрахункового вибираємо ближній стояк на найбільш завантаженій гілці.

1. На стояк приходиться не менше 70%  $\Delta P_p$

$$\Delta P_{му} = 0,3 \Delta P_p \text{ Па}$$

2. Визначимо середню питому втрату тиску на магістральних ділянках кільця

									Арк.
									37
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	201-пНТ.10466049.ПЗ			



Таблиця 7 - Гідрравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення

№ ділянки	$Q$ , Вт	$l$ , м	$G$ , $\frac{кг}{год}$	$d$ , мм	$R$ , $\frac{Па}{м.м}$	$v$ , $\frac{м}{сек}$	$R \cdot l$	$\sum \xi$	$z$	$Rl + z$	Вид місцевих опорів
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Головне кільце через дальній стояк Ст9, $\Delta P_p = 12159 Па$ , $R_{sp} = \frac{\Delta P_p}{\sum l} \cdot \gamma = \frac{12159}{92} \cdot 0.6 = 79.3 \frac{Па}{м.м}$											
ІТІІ-1	64286	7.4	2763.8	40	135	0.6	999	11	1936	2935	3Повор.(0,5)+вент.(9)+ конф.(0,5)
1-2	27874	4.8	1198.6	32	50	0.324	240	10,5	516	756	тр.прох.(1)+вент.(9)+конф.(0,5)
2-3	13937	3.1	599.3	25	60	0.294	186	10	425	611	тр.прох.(1)+вент.(9)
3-4	11202	3.1	481.7	25	40	0.237	124	4.5	135	259	тр.прох.(1)+2Повор.(1,5) конф.(0,5)
4-5	9098	3.4	391.2	20	95	0.315	323	1	48.5	371.5	тр.прох.(1)
5-6	7242	3.4	311.4	20	60	0.247	204	1	58.7	262.7	тр.прох.(1)
Ст9	5036	25.8	216.5	20	30	0.171	774	51	719	1493	2вент.(16)+2повор.(1,5)+10отвод.(1,6)
6'-5'	7242	3.4	311.4	20	60	0.247	204	1	58.7	262.7	тр.прох.(1)
5'-4'	9098	3.4	391.2	20	95	0.315	323	1	48.5	371.5	тр.прох.(1)
4'-3'	11202	3.1	481.7	25	40	0.237	124	4.5	135	259	тр.прох.(1)+2Повор.(1,5) конф.(0,5)
3'-2'	13937	3.1	599.3	25	60	0.294	186	10	425	611	тр.прох.(1)+вент.(9)
2'-1'	27874	4.8	1198.6	32	50	0.324	240	10,5	516	756	тр.прох.(1)+вент.(9)+конф.(0,5)
1'-ІТІІ	64286	23.2	2763.8	40	135	0.6	3132	11	1936	5068	3Повор.(0,5)+вент.(9)+ конф.(0,5)
$\sum 92.0$										$\sum 14016.5$	
Визначасмо похибку: $\eta = \frac{\Delta P_p - \sum (Rl + z)}{\sum (Rl + z)} \cdot 100 = \frac{12159 - 14016.5}{14016.5} \cdot 100 = -13.3\% \geq 10\%$											
$\Delta P = 14016.5 - 12159 = 1857.5 Па$ - такий перепад тиску забезпечуємо за рахунок углового запірною клапану (HERZ), який встановлюється на											

Продовження таблиці 7

кожному опалювальному приладі, або за рахунок встановлення діафрагми на розрахунковому стояці, діаметром

$$d_o = 3.54 \cdot \left( \frac{G_{cm}^2}{\Delta P_o} \right)^{0.25} = 3.54 \left( \frac{2763.8^2}{14016.5 - 12159} \right)^{0.25} = 28.3 \text{ мм.}$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Стояк Ст18.  $\Delta P_p = \Delta P_{2-3-4-4-6-6-6-6-5-4-3-2} = 4501.5 \text{ Па}$ ,  $R_{sp} = \frac{\Delta P_p}{\sum l} \cdot \gamma = \frac{4501.5}{49.8} \cdot 0.6 = 54.2 \frac{\text{Па}}{\text{п.м}}$

2-7	13937	2.1	599.3	25	60	0.294	126	10	425	551	тр.прох.(1)+вент.(9)
7-8	11202	3.1	481.7	25	40	0.237	124	4.5	135	259	тр.прох.(1)+2Повор.(1,5) конф.(0,5)
8-9	9098	3.4	391.2	20	95	0.315	323	1	48.5	371.5	тр.прох.(1)
9-10	7242	3.4	311.4	20	60	0.247	204	1	58.7	262.7	тр.прох.(1)
Ст 18	5036	25.8	216.5	20	30	0.171	774	51	719	1493	2вент.(16)+2повор.(1,5)+10отвод.(1,6)
10-9'	7242	3.4	311.4	20	60	0.247	204	1	58.7	262.7	тр.прох.(1)
9'-8'	9098	3.4	391.2	20	95	0.315	323	1	48.5	371.5	тр.прох.(1)
8'-7'	11202	3.1	481.7	25	40	0.237	124	4.5	135	259	тр.прох.(1)+2Повор.(1,5) конф.(0,5)
7'-2'	13937	2.1	599.3	25	60	0.294	126	10	425	551	тр.прох.(1)+вент.(9)

$$\sum 49.8$$

$$\sum 4381.5$$

Визначасмо похибку:  $\eta = \frac{\Delta P_p - \sum (RI + z)}{\sum (RI + z)} \cdot 100 = \frac{4501.5 - 4381.5}{14381.5} \cdot 100 = 2.7\% \leq 10\%$

Стояк Ст8.  $\Delta P_p = 12159 \text{ Па}$ ,  $R_{sp} = \frac{\Delta P_p}{\sum l} \cdot \gamma = \frac{12159}{56.8} \cdot 0.6 = 128.4 \frac{\text{Па}}{\text{п.м}}$

1-11	36412	5.2	1565.7	32	90	0.44	468	10	946	1414	тр.прох.(1)+вент.(9)
11-12	14223	1.7	611.6	25	65	0.306	110.5	10	455	565.5	тр.прох.(1)+ вент.(9)
12-13	10728	3.5	461.3	20	130	0.371	455	1	66.9	521.9	тр.прох.(1)
13-14	7882	8.0	338.9	20	70	0.268	560	1	35.6	595.6	тр.прох.(1)

Продовження таблиці 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ст3	5036	20	216,5	20	30	0,171	774	51		1493,1	2вент.(16)+2повор.(1,5)+10отвод.(1,6)
14'-13'	7882	8,0	338,9	20	70	0,268	560	1	35,6	595,6	тр.прох.(1)
13'-12'	10728	3,5	461,3	20	130	0,371	455	1	66,9	521,9	тр.прох.(1)
12'-11'	14223	1,7	611,6	25	65	0,306	110,5	10	455	565,5	тр.прох.(1)+ вент.(9)
11'-1'	36412	5,2	1565,7	32	90	0,44	468	10	946	1414	тр.прох.(1)+вент.(9)

$\sum 56,8$

$\sum 7687,1$

Визначаємо похибку:  $\eta = \frac{\Delta P_p - \sum(Rl + z)}{\sum(Rl + z)} \cdot 100 = \frac{12159 - 7687,1}{7687,1} \cdot 100 = 58,1\% \geq 10\%$ ,

тобто ставимо діафрагму  $d_o = 3,54 \cdot \left(\frac{G_{cm}^2}{\Delta P_o}\right)^{0,25} = 3,54 \cdot \left(\frac{1565,7^2}{12159 - 7687,1}\right)^{0,25} = 17,3 \text{ мм.}$

Стояк Ст1.  $\Delta P_p = \Delta P_{11-12-13-14-См3-14-13-12-11} = 4859,1 \text{ Па}$ ,  $R_p = \frac{\Delta P_p}{\sum l} \cdot \gamma = \frac{4859,1}{44,4} \cdot 0,6 = 65,7 \frac{\text{Па}}{\text{м}}$

11-15	14223	0,7	611,6	25	65	0,306	45,5	10	455	500,5	тр.прох.(1)+ вент.(9)
15-16	10728	3,5	461,3	20	130	0,371	455	1	66,9	521,9	тр.прох.(1)
16-17	7882	8,0	338,9	20	70	0,268	560	1	35,6	595,6	тр.прох.(1)
Ст1	5036	20	216,5	20	30	0,171	774	51	719	1493	2вент.(16)+2повор.(1,5)+10отвод.(1,6)
17'-16'	7882	8,0	338,9	20	70	0,268	560	1	35,6	595,6	тр.прох.(1)
16'-15'	10728	3,5	461,3	20	130	0,371	455	1	66,9	521,9	тр.прох.(1)
15'-11'	14223	0,7	611,6	25	65	0,306	45,5	10	455	500,5	тр.прох.(1)+ вент.(9)

$\sum 44,4$

$\sum 4729,1$

Визначаємо похибку:  $\eta = \frac{\Delta P_p - \sum(Rl + z)}{\sum(Rl + z)} \cdot 100 = \frac{4859,1 - 4729,1}{4729,1} \cdot 100 = 2,7\% \leq 10\%$

Таблиця 8 - Тепловий розрахунок опалювальних приладів

Назва кімнати. № стояка	Поверх	$\sum Q_m^{ном}$ Вт	$Q_{г.м}$ Вт	$G_{ст.}$ $\frac{кг}{год}$	$t_{ex.}$ °C	$t_{max.}$ °C	$t_{np.}$ °C	$\Delta t_{г.}$ °C	$Q_{mp.}$ Вт	$Q_{np.}$ Вт	$n$	$p$	$v$	$c$	$\varphi_x$	$Q_{н.з}^{mp}$ Вт	$\beta_4$	$Q_{н.з}^{спрак}$ Вт	Типорозмір приладу
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I. Кутова кімната.	I	1063	5036	216,5	74,22	70	72,11	52,11	176,2	904	0,3	0,07	1	1	1,00	904	1,02	923	Elegance -4
	II	943			77,96	74,22	76,09	56,09	191	771					1,08	714		728	Elegance -3
	Ст1	943			81,71	77,96	79,84	59,84	204,2	759					1,14	666		679	Elegance -3
	Ст8	943			85,46	81,71	83,58	63,58	224,8	741					1,22	607		619	Elegance -2
	Ст9 Ст18	1144			90	85,46	87,73	67,73	240,4	928					1,29	719		733	Elegance -3
II. Кухня	I	625	2846	122,4	74,39	70	72,20	57,20	196,8	448	0,3	0,07	1	1	0,97	462	1,02	471	Elegance -1
	II	505			77,94	74,39	76,17	61,17	215,7	311					1,03	302		308	Elegance -1
	Ст2	505			81,49	77,94	79,72	64,72	228,9	299					1,10	272		277	Elegance -1
	Ст3	505			85,04	81,49	83,27	68,27	246,2	283					1,16	244		249	Elegance -1
	Ст6 Ст7	706			90	85,04	87,52	72,52	296,3	439					1,24	354		361	Elegance -1
III. Рядова кімната	I	752	3495	150,3	74,30	70	72,15	54,15	182,8	587	0,3	0,07	1	1	0,98	599	1,02	611	Elegance -2
	II	638			77,96	74,30	76,13	58,13	200,9	457					1,05	435		444	Elegance -1
	III	638			81,61	77,96	79,78	61,78	215,7	444					1,12	396		404	Elegance -1
	Ст4	638			85,26	81,61	83,43	65,43	233	428					1,18	363		370	Elegance -1
	Ст5	829			90	85,26	87,63	69,63	253,6	601					1,26	477		486	Elegance -1
IV. Кухня	I	464	2206	94,9	74,21	70	72,11	57,11	196,8	287	0,3	0,07	1	1	0,95	302	1,02	308	Elegance -1
	II	415			77,97	74,21	76,09	61,09	215,7	221					1,02	217		221	Elegance -1
	III	415			81,74	77,97	79,85	64,85	228,9	209					1,08	194		197	Elegance -1
	Ст10	415			85,50	81,74	83,62	68,62	246,2	193					1,15	168		172	Elegance -1
	Ст17	497			90	85,50	87,75	72,75	296,3	230					1,22	189		193	Elegance -1

Продовження таблиці 8

V. Рядова кімната Ст11 Ст16	I	396	1856	79.8	74,27	70	72.13	54.13	182.8	231	0.3	0.07	1	1	0,94	246	1.02	251	Elegance -1
	II	343			77,96	74,27	76.11	58.11	200.9	162					1,00	162		165	Elegance -1
	III	343			81,66	77,96	79.81	61.81	215.7	149					1,07	139		142	Elegance -1
	IV	343			85,36	81,66	83.51	65.51	233	133					1,13	118		120	Elegance -1
	V	431			90	85,36	87.68	69.68	253.6	203					1,21	168		171	Elegance -1
VI. Рядова кімната Ст12 Ст15	I	450	2104	90.5	74,28	70	72.14	54.14	182.8	285	0.3	0.07	1	1	0,94	304	1.02	310	Elegance -1
	II	387			77,96	74,28	76.12	58.12	200.9	206					1,01	204		208	Elegance -1
	III	387			81,64	77,96	79.80	61.80	215.7	193					1,08	179		182	Elegance -1
	IV	387			85,32	81,64	83.48	65.48	233	177					1,14	156		159	Elegance -1
	V	493			90	85,32	87.66	69.66	253.6	265					1,22	217		221	Elegance -1
VII. Рядова кімната Ст13 Ст14	I	585	2735	117.6	74,28	70	72.14	54.14	182.8	420	0.3	0.07	1	1	0,96	438	1.02	447	Elegance -1
	II	503			77,96	74,28	76.12	58.12	200.9	322					1,03	313		319	Elegance -1
	III	503			81,63	77,96	79.79	61.79	215.7	309					1,10	281		286	Elegance -1
	IV	503			85,31	81,63	83.47	65.47	233	293					1,16	253		258	Elegance -1
	V	641			90	85,31	87.66	69.66	253.6	413					1,24	333		340	Elegance -1

## 2.6 Розрахунок опалювальних приладів

Тепловий розрахунок опалювальних приладів зводиться до визначення їх типорозмірів з урахуванням теплових надходжень від відкрито проведених у приміщенні трубопроводів. Початкове значення для розрахунку залежить від типу опалювального приладу (згідно завдання - секційні радіатори Elegance), розрахункові втрати тепла приміщенням згідно з тепловим балансом, початкові і кінцеві температури теплоносія, а також температура у приміщенні [9].

Визначаємо навантаження стояка (скільки тепла повинно бути відібрано від води в усі прилади стояка):

$$Q_{cm} = Q_t + nQ_{II} + Q_V.$$

Визначаємо розрахункову витрату води в типових стояках:

$$G_{cm} = \frac{Q_{cm}}{c(t_2 - t_x)}.$$

Розподіл температур по стояку та приладах (температура входу в прилад і виходу з нього):

$$t_{ex.IV} = t_{вих.V} - \Delta t_V = t_2 - \frac{Q_V}{cG_{cm}},$$

$$t_{вих} = t_{ex} - \Delta t.$$

Визначаємо температуру приладу за залежністю:

$$t_{np} = \frac{t_{ex} + t_{вих}}{2}.$$

Температурний напір можна визначити, як:

$$\Delta t_T = t_{np} - t_{\text{новітряв приміщенні}}.$$

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
							43
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Теплові надходження від трубопроводу (тепловіддача теплопроводами):

$$Q_{mp} = q_1 \cdot l_1 + q_2 \cdot l_2$$

$q_1, q_2$  - відповідно тепловіддача 1м труби вертикальної та горизонтальної при певному напорі;

$l_1$  - довжина труби від підлоги до стелі, 2,5м;

$l_2$  - довжина горизонтальної труби, 0,8м.

Теплові надходження від опалювальних приладів:

$$Q_{np} = Q_n - 0,9Q_{mp},$$

$Q_{np}$  - теплові надходження від опалювальних приладів.

$Q_n$  - теплові втрати в приміщенні.

А також, визначаємо експериментальні коефіцієнти за допомогою літератури [3]:

b – поправка на атмосферний тиск,

c, n, p – сталі величини для опалювальних приладів. Значення  $\varphi_k$  можна визначити по формулі:

$$\varphi_k = \frac{Q_{np}}{Q_{н.у}} = \left( \frac{\Delta t_T}{70} \right)^{n+1} \cdot \left( \frac{G_{np}}{360} \right)^p \cdot b \cdot c \cdot \psi.$$

Потрібний (требуемый) тепловий потік:  $Q_{н.у}^{mp} = \frac{Q_{np}}{\varphi_k}$ , а справочна величина

теплого потоку  $Q^{справа} = Q^{mp} \cdot \beta_4$ , де  $\beta_4$  - поправка на встановлення приладу.

І наприкінці визначаємо типорозмір приладу.

Тепловий розрахунок опалювальних приладів виконую в табличній формі (таблиця 8).

							201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			44

## 2.7 Підбір обладнання теплового пункту

Теплові вузли використовуються для передачі теплоносія і теплової енергії з теплової мережі в систему опалення. Крім того, тепловий вузол виконує декілька функцій: очищення теплоносія, облік теплоносія і кількості теплоти, зниження температури теплоносія до відповідної для роботи системи опалення, визначає параметри теплоносія, розподіл теплоносія між різними системами опалення, підігріває воду на потреби системи гарячого водопостачання, регулює витрати теплоти та інші [7, 8].

Залежно від виконуваної функції вибирається пристрій опалювального приладу.

Оскільки перепад тиску в тепловій мережі більший за необхідний для роботи системи опалення передбачаємо встановлення діафрагми на подаючому трубопроводі:

$$d_o = 3,54 \cdot \left( \frac{G_{cm}^2}{\Delta P_o} \right)^{0,25} = 3,54 \left( \frac{2763,8^2}{14016,5 - 12159} \right)^{0,25} = 28,3 \text{ мм}$$

Підберемо циркуляційний насос.

Витрата води на перемишці

$$G_{пер} = 1,15 \cdot u \cdot G_{тм} = 1,15 \cdot 0,95 \cdot 2763,8 = 3019,5 \text{ кг/год}$$

Перепад тиску

$$\Delta P = \Delta P_{тм} - \Delta P_{тпн} = 30 - 20 = 10 \text{ кПа}$$

Приймаємо до встановлення циркуляційний насос Wilo-TOP-S 25/13 EM (рис.7).

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		47





## 2.8 Визначення річних витрат тепла та природного газу на систему опалення

Річні витрати тепла на опалення визначаються за формулою:

$$Q_o^{p\dot{u}} = Q_{oc} \cdot n_{on} \cdot 24, \text{ кВт}$$

де  $n_{on}$  – тривалість опалювального періоду, діб;

$Q_{oc}$  – витрата тепла на опалення при середній температурі опалювального періоду, визначається як

$$Q_{oc} = Q_o \cdot \frac{t_g - t_c}{t_g - t_p}, \text{ кВт},$$

де  $t_g$  – внутрішня температура повітря, °С;

$t_c$  – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °С;

$t_p$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С.

$$Q_{oc} = Q_o \cdot \frac{t_g - t_c}{t_g - t_p} = 64,3 \cdot \frac{18 - (-1,1)}{18 - (-21)} = 31,5 \text{ кВт}$$

$$Q_o^{p\dot{u}} = 31,5 \cdot 189 \cdot 24 = 125023,5 \text{ кВт}$$

Річні витрати газу на опалення визначаються за формулою:

$$B_p^o = 3600 \cdot \frac{Q_o^{p\dot{u}}}{Q_n^p \cdot \eta_k}, \text{ нм}^3$$

$Q_n^p$  – нижча теплота згорання газу, =  $31,8 \cdot 10^3$  кДж/м<sup>3</sup>;

$\eta_k$  - середньорічний ккд опалювального агрегату, приймаємо 50%.

$$B_p^o = 3600 \cdot \frac{125023,5}{31,8 \cdot 10^3 \cdot 50} = 283,1 \text{ нм}^3$$

								Арк.
								50
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	201-нНТ.10466049.ПЗ		

## 2.9 Загальні положення по енергозбереженню

Сьогодні проблема енергозбереження стала однією з найважливіших загальнолюдських проблем. У сучасному суспільстві великого значення набули раціональне та економічне використання природних ресурсів, скорочення шкідливих викидів в атмосферу, ефективне використання електричної та теплової енергії.

Системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря в громадських і промислових будівлях є основними споживачами теплоенергії. Тому вдосконалення цих систем має першочергове значення для підвищення енергоефективності будівель і зниження витрат енергії на забезпечення комфортних умов.

. Питання енергозбереження в Україні є складовою частиною державної політики. Енергозбереження полягає у зменшенні споживання енергії шляхом використання меншої кількості енергетичних послуг. Це досягається за рахунок впровадження нових технологій, які потребують менше енергії.

Попри те, що енергозбереження зменшує споживання енергетичних послуг, його результатом може бути покращення якості довкілля, зміцнення національної безпеки та підвищення особистої фінансової стабільності. Енергозбереження займає провідне місце в ієрархії сталої енергетики.

Найбільш енергоємними галузями народного господарства є:

- металургійна, машинобудівна, хімічна і нафтохімічна промисловості, де потенціал енергозбереження, за оцінками експертів, становить 62-64%;
- житлово-комунальна сфера з потенціалом 35-38%;
- сектор послуг, який має потенціал енергозбереження близько 5%;
- сільське господарство з потенціалом 3-5%.

Крім того, існує значний потенціал для енергозбереження в транспортному секторі та харчовій промисловості.

Основні напрямки і способи енергозбереження за видами енергії є: економію електроенергії, економія тепла (заходи щодо зниження тепловтрат і підвищення ефективності систем теплопостачання),

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		51

економію води, економію газу, споживчу продукцію,.

$$Q_{річ} = (0,086 \cdot Q \cdot S \cdot b) / (t_B - t_H)$$

де  $S$  – кількість градусодіб опалювального періоду.

$b$  – Коефіцієнт 0,9, який слід враховувати, застосовується у випадку, коли 75% опалювальних приладів оснащені автоматичними терморегуляторами.

$$Q_{річ} = (0,086 \cdot 64,3 \cdot 2904 \cdot 0,9) / (18 - (-21)) = 370,6 \text{ ГДж}$$

Визначаємо питомі теплові витрати до  $1\text{ м}^2$  загальної або корисної площі, по формулі:

$$g_{річ} = Q_{річ} / F$$

$$q = 370,6 / 1398,6 = 0,26 \text{ ГДж/м}^2\text{год}$$
$$0,26 < 0,36$$

Умови тепло енергозбереження виконано.

Заходи теплоенергозбереження системи опалення, передбачені в дипломному проекті:

1. Необхідно встановити прилад для обліку споживання гарячої води ;
2. Опалювальні прилади повинні бути обладнані автоматичними терморегуляторами;
3. Передбачити ізоляцію подаючого та зворотнього трубопроводів від котла та до нього.

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
							52
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		



## 2.11 Заходи по енергозбереженню

Величину розрахункового річного теплоспоживання системою опалення будинку визначаємо за формолою :

$$Q_{річ} = (0,086 \cdot Q \cdot S \cdot b) / (t_B - t_H)$$

де  $S$  – кількість градусодіб опалювального періоду.

$b$  – Коефіцієнт 0,9, який слід враховувати, застосовується у випадку, коли 75% опалювальних приладів оснащені автоматичними терморегуляторами.

$$Q_{річ} = (0,086 \cdot 64,3 \cdot 2904 \cdot 0,9) / (18 - (-21)) = 370,6 \text{ ГДж}$$

Визначаємо питомі теплові витрати до  $1\text{ м}^2$  загальної або корисної площі, по формулі:

$$g_{річ} = Q_{річ} / F$$

$$q = 370,6 / 1398,6 = 0,26 \text{ ГДж/м}^2\text{год}$$

$$0,26 < 0,36$$

Умови тепло енергозбереження виконано.

Визначаємо питому теплову потужність системи опалення , по формулі:

$$q = Q_{сист} / V_{буд}$$

$$q = 64286 / 1398,6 = 45,9 \text{ Вт/м}^2$$

$$45,9 < 64$$

Умови тепло енергозбереження виконано.

Заходи теплоенергозбереження системи опалення, передбачені в дипломному проєкті:

1. Необхідно встановити прилад для обліку споживання гарячої води ;
2. Опалювальні прилади повинні бути обладнані автоматичними терморегуляторами;
3. Передбачити ізоляцію подаючого та зворотнього трубопроводів від котла та до нього.

								201-нНТ.104.6604.9.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				54

## 2.12 Енергозбереження в Україні

На сьогодні метою діяльності з енергозбереження є економічна доцільність, реалізацією цієї мети є енергозбереження, а результатом - економічна ефективність.

Тобто основним пріоритетом енергоефективності сьогодні є економічний фактор, хоча, заради справедливості, слід зазначити, що основним пріоритетом має бути створення сприятливого середовища для життєдіяльності людини. Саме створення сприятливого та безпечного середовища проживання нині стало основним пріоритетом нормативних документів ЄС, що стосуються будівництва. Тому, на наш погляд, метою діяльності, пов'язаної з енергозбереженням, має стати створення комфортного середовища, реалізація цієї мети - енергоефективність, а результат реалізації - комфортні умови життєдіяльності.

Крім того, в Україні діє ДБН В.2.6-31-2006 "Теплова ізоляція будівель", який встановлює вимоги до теплотехнічних показників огороджувальних конструкцій (теплоізоляційної оболонки) будівель і споруд. Ці вимоги регулюються з метою забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів на обігрів, забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень та збереження довговічності огороджувальних конструкцій під час експлуатації будівель і споруд.

Також у цьому документі визначено основні вимоги до енергетичного паспорта споруд. Необхідно конкретизувати загальні нормативно-правові вимоги забезпечення енергоефективності, і, насамперед, у будівництві.

Енергоефективність у будівництві - діяльність, спрямована на розроблення, виробництво, використання та експлуатацію будівельних виробів, конструкцій, технологій, що дадуть змогу економно витратити енергетичні ресурси.

Крім того, сьогодні в Євросоюзі діє Директива 2002/91/EU про енергетичні характеристики будівель, положення якої суттєво доповнено

							201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			55



- Регулювання температури. Встановлення термостатів, які автоматично регулюють температуру в приміщеннях.

## **2. Використання альтернативних джерел енергії**

### **2.1. Сонячна енергія**

Україна має великий потенціал для розвитку сонячної енергетики, особливо в південних регіонах. Встановлення сонячних панелей на дахах будівель, а також будівництво великих сонячних електростанцій дозволить зменшити залежність від традиційних енергоресурсів.

### **2.2. Вітрова енергія**

Вітрова енергетика є ще одним перспективним напрямком для України, особливо в прибережних та гірських районах. Розвиток вітрових електростанцій сприятиме збільшенню частки відновлюваних джерел енергії в загальному енергобалансі країни.

### **2.3. Біомаса та біогаз**

Україна має значні ресурси біомаси, які можуть бути використані для виробництва енергії. Вирощування енергетичних культур, використання відходів сільського господарства та тваринництва для виробництва біогазу є ефективними способами зменшення використання викопного палива.

## **3. Використання енергоефективних технологій у промисловості**

### **3.1. Оптимізація виробничих процесів**

- Енергоаудит. Проведення аудиту для виявлення основних джерел втрат енергії та розробки заходів для їх усунення.
- Використання енергоефективного обладнання. Заміна застарілого обладнання на сучасне, що споживає менше енергії.

### **3.2. Впровадження систем управління енергією**

- Автоматизація виробничих процесів. Впровадження систем автоматичного управління, які оптимізують споживання енергії.

								201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
									57
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				



## Стан енергетичної ефективності в Україні

Україна є однією з найбільш енергоємних країн Європи. Споживання енергії на одиницю ВВП у країні значно перевищує середній показник по ЄС. Це обумовлено старими технологіями, застарілою інфраструктурою та низькою ефективністю використання енергії в різних секторах економіки.

### Основні проблеми енергозбереження

- 1. Застаріла інфраструктура:** Багато будівель, особливо в житловому секторі, побудовані за старими стандартами і потребують модернізації.
- 2. Недостатня обізнаність населення:** Багато людей не розуміють важливість енергозбереження та не мають інформації про ефективні методи економії енергії.
- 3. Фінансові бар'єри:** Багато проектів з енергозбереження потребують значних інвестицій, які не завжди доступні для громадян і підприємств.

### Енергетична стратегія України до 2035 року

Ця стратегія включає цілі щодо підвищення енергоефективності, розвитку відновлюваних джерел енергії та зниження залежності від імпортованих енергоресурсів. Одним з ключових завдань є зниження енергетичної інтенсивності ВВП.

### Зелений тариф

Україна запровадила "зелений тариф" для стимулювання виробництва енергії з відновлюваних джерел. Це дозволяє виробникам продавати електроенергію, вироблену з ВДЕ, за підвищеною ціною, що стимулює інвестиції у сонячну, вітрову енергію та біоенергетику.

									Арк.
									59
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	201-пНТ.10466049.ПЗ			

## Міжнародна підтримка

### *Європейський Союз*

ЄС активно підтримує проекти з підвищення енергоефективності в Україні через різні програми, такі як "Програма підтримки енергоефективності в Україні" (EE4U), яка надає фінансову та технічну допомогу.

### *Міжнародні фінансові організації*

Світовий банк, Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР) та інші міжнародні фінансові інституції активно інвестують в проекти з енергоефективності в Україні. Це включає як великі інфраструктурні проекти, так і підтримку малих та середніх підприємств.

## Інновації та технології

Українські компанії та стартапи активно розробляють та впроваджують інноваційні технології в сфері енергоефективності. Це включає розробку нових матеріалів для утеплення, енергоефективних систем опалення та охолодження, а також програмного забезпечення для управління енергоспоживанням.

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
							60
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

## 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 3.1 Визначення вартості основного і допоміжного обладнання

Для розрахунку вартості системи опалення для 5-ти поверхового житлового будинку розташованого в місті Баштанка складаю кошторис витрат. Кошторис витрат – це вартість проекту, який визначає загальний обсяг і структуру витрат на його проведення.

Необхідно розрахувати вартість матеріалів, обладнання, витрати на оплату праці, та інші витрати. Розрахунок ведемо в табличній формі (табл. 3.1)

Розрахунок вартості матеріалів зводжу в таблицю 9

Таблиця 9 – Розрахунок потреби та вартості матеріалів

Назва матеріалу	Одиниці виміру	Кількість п.м.	Вартість грн за 1 од. виміру	Сума, грн
1	2	3	4	5
Труби:				
D <sub>H</sub> 40	п.м	30,6	283,54	8676,324
D <sub>H</sub> 32	п.м	20	201,64	4032,8
D <sub>H</sub> 25	п.м	27,6	145,54	4016,904
D <sub>H</sub> 20	п.м	484,8	112	54297,6
Допоміжне обладнання:				
Радіатор Elegance-1	шт	68	170	11560
Радіатор Elegance-2	шт.	6	422	2532
Радіатор Elegance-3	шт.	12	592	7104
Радіатор Elegance-4	шт.	4	844	3376
Вентилі	шт.	50	500	25000
Кран шаровий HERZ	шт.	4	4500	18000

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		61



### 3.2 Розрахунок витрат на оплату праці

Заробітна плата нараховується відповідно норм заробітної плати 30% [6], встановлених Державними будівельними розцінками вартості виконання монтажних робіт:

$$106094 * 0,3 = 31828,2 \text{ грн}$$

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
							63
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		



## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Характеристика умов праці

Україна визнає право на безпечні та нешкідливі умови праці як одне з конституційних прав людини і громадянина. Це право забезпечується шляхом впровадження правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, що утворюють систему охорони праці.

Умови праці охоплюють сукупність факторів виробничого середовища, які впливають на функціональний стан організму працюючих, їх здоров'я та працездатність під час праці. Ці умови залежать від застосовуваного обладнання, технології, предметів і продуктів праці, системи захисту працівників, обслуговування робочих місць та зовнішніх чинників, таких як стан виробничих приміщень, що створюють певний мікроклімат. Таким чином, умови праці можуть бути специфічними як для кожного окремого підприємства, установи, організації, виробництва, цеху і ділянки, так і для кожного робочого місця окремо.

Умови праці є складним об'єктивним суспільним явищем, що формується в процесі праці під впливом взаємопов'язаних чинників соціально-економічного, техніко-організаційного та природно-природного характеру. Ці умови впливають на здоров'я, працездатність людини, його ставлення до праці, ефективність праці, рівень життя та всебічний розвиток людини як головної продуктивної сили суспільства.

Умови праці на виробництві різняться в залежності від фактично встановлених рівнів та факторів виробничого середовища у порівнянні з санітарними нормами, правилами та гігієнічними стандартами, а також з урахуванням можливого негативного впливу цих умов на здоров'я працюючих.

Згідно з гігієнічною класифікацією праці, умови праці поділяються на чотири класи:

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
							65
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Клас I - оптимальні умови, в яких зберігається не лише здоров'я працюючих, але й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності. Оптимальні нормативи виробничих факторів встановлені для мікроклімату та факторів трудового процесу. Для інших факторів оптимальні умови визначаються як такі, де несприятливі впливи виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих за безпечні для населення.

Клас II - допустимі умови, в яких рівні факторів виробничого та трудового процесу не перевищують установлені гігієнічні нормативи. Можливі зміни функціонального стану організму відновлюються протягом регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни та не мають негативного впливу на стан здоров'я працюючих та їхніх нащадків найближчим і віддаленим часом.

Клас III - шкідливі умови, що характеризуються рівнями шкідливих виробничих факторів, що перевищують гігієнічні нормативи та можуть мати негативний вплив на організм працюючого та/або його майбутніх нащадків. Шкідливі умови класифікуються на чотири ступені в залежності від показників перевищення гігієнічних нормативів та ступеня вираженості можливих змін в організмі працюючих.

Умови праці на першому ступені характеризуються високим рівнем шкідливих факторів у виробничому середовищі та трудовому процесі. Ці фактори, як правило, викликають функціональні зміни, що перевищують фізіологічні коливання. Останні відновлюються при тривалішій, ніж початок наступної зміни перерві, контакту зі шкідливими факторами. Такі умови праці збільшують ризик погіршення здоров'я.

Умови праці на другому ступені характеризуються високим рівнем шкідливих факторів у виробничому середовищі та трудовому процесі. Ці фактори можуть викликати стійкі функціональні порушення та переважно спричиняють зростання професійно зумовленої захворюваності. Вони також можуть призводити до виникнення окремих ознак або легких форм патології, зазвичай без втрати професійної працездатності.

						201-нНТ.104.6604.9.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		66

Умови праці на третьому ступені характеризуються високим рівнем шкідливих факторів у виробничому середовищі та трудовому процесі. Ці фактори призводять до розвитку професійних захворювань, які зазвичай мають легкий або середній ступінь важкості та можуть призвести до втрати працездатності в період трудової діяльності.

На четвертому ступені умови праці відрізняються високим рівнем шкідливих факторів у виробничому середовищі та трудовому процесі. Ці фактори можуть призвести до значного збільшення випадків хронічної патології.

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
							67
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

## 4.2 Заходи промислової санітарії

Виробнича санітарія - це комплекс заходів і засобів, організованих на основі принципів організаційної, гігієнічної, санітарно-технічної та інших практичних підходів. Її метою є запобігання виробничій небезпеці, що виникає внаслідок шкідливих факторів.

Заходи виробничої санітарії включають:

- Створення комфортного мікроклімату через впровадження відповідних систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.
- Теплоізоляція конструкцій будівель та технологічного обладнання для збереження тепла.
- Заміну шкідливих речовин і матеріалів на безпечні.
- Забезпечення оптимальної концентрації аероіонів.
- Герметизацію шкідливих процесів.
- Зниження рівнів шуму, інфразвуку, ультразвуку, вібрації, електромагнітних та електростатичних полів, іонізуючого випромінювання.
- Використання раціонального освітлення.
- Забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку.
- Організацію санітарного та побутового обслуговування.

Метеорологічні умови у виробничому середовищі визначаються такими параметрами, як температура повітря, його вологість, швидкість руху, а також рівень випромінювання від нагрітих поверхонь обладнання та виробів. Ці умови нормуються відповідно до стандартів, зокрема, ГОСТ 12.1.005-76 "сбт. Повітря робочої зони. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги". Для зниження надмірного виділення тепла у певних приміщеннях застосовується система аерації.

Одним із ключових заходів для забезпечення нормальних метеорологічних умов є вентиляція виробничих приміщень..

Вентиляція - це система взаємопов'язаних пристроїв і процесів, які призначені для організації повітрообміну, що дозволяє забезпечити сприятливі умови повітряного середовища в робочій зоні відповідно до

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		68

вимог стандартів, таких як ГОСТ 12.1.005-76 та СН245-71.

Ефективне освітлення виробничих приміщень та території заводу має важливе гігієнічне значення. Для усунення затемнень додатково встановлюються або перестенні світильники. Під час ремонту та обслуговування обладнання використовується персональне освітлення. Освітленість робочих приміщень залежить від стану і коліру оточуючих об'єктів, тому кольорова обробка виконується згідно з вимогами виробничих будівель.

В цеху необхідно забезпечити освітленість, яка відповідає рекомендованим нормам в люксах. Для цього передбачається використання робочого освітлення.

При проектуванні, будівництві та експлуатації будівель і приміщень для підприємств вогнетривкої промисловості необхідно дотримуватися вимог промислової санітарії. Основні норми зазначені в "Санітарних нормах проектування промислових підприємств". Важливими аспектами є контроль шкідливих виробничих факторів, таких як вібрація і шум.

Вплив шуму на організм людини в умовах виробництва здебільшого відбувається в контексті інших негативних факторів виробничого середовища. Вібрація також має негативний вплив на здоров'я працівників. Для зменшення шкідливого впливу підвищеного рівня шуму і вібрації застосовуються різноманітні методи.

Ці методи включають в себе технічні засоби, такі як зменшення шуму в джерелі його виникнення тощо, а також будівельно-акустичні заходи, наприклад, звукоізоляція та звукопоглинання, використання глушників шуму та вібропоглинувачів. Для зниження механічного шуму також рекомендується використовувати пружні прокладки між окремими елементами машин.

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		69

### 4.3 Заходи з техніки безпеки

Техніка безпеки представляє собою комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на запобігання впливу небезпечних виробничих факторів на працівників. У небезпечних зонах постійно або періодично існують фактори, які можуть становити загрозу для життя та здоров'я людини.

У відповідності до розділу III "Організація охорони праці" Закону України "Про охорону праці" на підприємствах обов'язково має бути утворена та діє служба охорони праці. Ця служба відповідає за розробку різноманітних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці для всіх працівників у майбутньому. Крім того, вона контролює рівень безпеки обладнання на виробництві та його стан, а також впевнюється, що всі робітники, що прийняті на роботу, проходять навчання з безпечних методів праці. Необхідно приділяти велику увагу покращенню умов праці на робочих місцях, що включає наступні аспекти:

- Забезпечення ефективної вентиляції у виробничих приміщеннях, належної освітленості, видалення пилу з робочих місць, вчасне виведення виробничих відходів, а також контроль та регулювання температури у цехах та на робочих місцях;

- Уникнення аварій та поломок обладнання під час роботи, таких як розриви шліфувальних коліс, розірвання дискових пилок, вибухи в ємностях, розпилення кислот, викиди розплавлених металів, солей та полум'я з нагрівальних пристроїв, ураження електричним струмом, раптове включення електроустаткування та інші;

- Проведення навчання та ознайомлення працівників з правилами поведінки на території підприємства, а також з усіма правилами техніки безпеки, і постійна перевірка їхніх знань;

- Забезпечення працівників інструкціями з охорони праці, які діють на даному підприємстві, а також розміщення інформаційних куточків з плакатами на видному місці у цехах, де ілюструються небезпечні місця та безпечні методи виконання робіт.

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		70





уцільненням, використовуючи негорючі матеріали.

При прокладанні теплових мереж над землею на території підприємства слід використовувати тільки негорючі матеріали для теплоізоляції.

Теплоізоляційні матеріали повинні бути виготовлені з матеріалів, які запобігають виділенню вибухопожежонебезпечних речовин і відповідають вимогам будівельних норм.

Експлуатація теплових мереж з пошкодженою і просоченою горючими рідинами теплоізоляцією є недопустимою.

Працівники, які призначені відповідальними за технічний стан опалювальних установок на підприємствах, повинні забезпечувати постійний контроль за правильністю їх утримання та експлуатації, а також вчасним та якісним проведенням ремонтних робіт.

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		73

#### 4.4 Заходи протипожежної безпеки

Пожежна безпека визначається як відсутність неприпустимого ризику виникнення та розвитку пожеж та здатність уникнути можливої шкоди для живих істот, матеріальних цінностей і довкілля.

Основними завданнями відокремлених підрозділів Компанії у забезпеченні їх протипожежного захисту є:

1. Проведення організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на попередження пожеж.
2. Забезпечення безпеки людей у випадку пожежі.
3. Зниження можливих матеріальних збитків у разі виникнення пожежі.
4. Зменшення негативних екологічних наслідків у випадку пожежі.
5. Створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж.

Всі промислові ділянки, що межують з газовою котельнею, мають бути підтримані в належному порядку і чистоті, а нагромаджені відходи виробничої діяльності мають бути вчасно видалені. У середині котельні повинно бути достатнє освітлення. Заборонено зберігати будь-які горючі матеріали або речовини у приміщеннях газових котелень. При замерзанні трубопроводів допускається використання для їх розморожування пари або гарячої води. Використання відкритого вогню суворо заборонено.

Для випадку витoku газу слід передбачити автоматичну сигналізацію щодо підвищеної концентрації газу в приміщенні.

Проходи до будівлі, де розташована газова котельня, особливо в холодний період року, повинні бути очищені від льоду і снігу для забезпечення безперешкодного доступу для пожежних машин у разі пожежі. Приміщення котельні слід надійно захистити від проникнення третіх осіб, замкнувши двері на замок. Ключ від цього замка повинен зберігатися у відповідальній особи або служби охорони.

#### Розробка плану ліквідації аварійних ситуацій.

План гасіння пожежі на газову котельню є важливим документом для

						201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		74







## ВИСНОВОК

Був проведений теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій для визначення нормативного опору теплопередачі огорожуючих конструкцій, товщини теплової ізоляції для масивних огорож, підбратно конструкцію заповнення вікон та дверей.

Зроблено розрахунок теплової потужності системи опалення та розраховані витрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, що надходить в приміщення внаслідок негерметичності огорожуючих конструкцій будівлі.

Було виконано конструювання системи опалення.

У дипломному проекті виконано гідравлічний розрахунок головного кільця циркуляції і "ув'язка" одного ближнього стояка. При цьому, крім діаметрів магістральних ділянок і дальнього стояка розраховується і діаметр ближнього стояка.

Було зроблено розрахунок опалювальних приладів.

Підібране обладнання теплового пункту.

Визначено річні втрати тепла та природного газу на систему опалення.

Визначено річні витрати природного газу на потреби житлової будівлі в місті Баштанка. Також було передбачено ряд заходів з енергозбереження, охорони праці та навколишнього середовища.

В економічній частині визначено вартість основного і допоміжного обладнання, розрахований кошторис витрат на систему опалення.

В розділі Охорона праці проаналізована характеристика умов праці та наведено заходи промислової санітарії, протипожежної безпеки і техніки безпеки.

Наведено заходи щодо охорони навколишнього середовища.

								201-пНТ.10466049.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				78



