

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

Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра теплової та альтернативної енергетики

«До захисту допущено»

Завідувачка кафедри

_____ Ольга ЧЕРНОУСЕНКО
(підпис) (ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

“ ” _____ 2023 р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

на тему: «Проектування системи тепlopостачання індивідуального будинку в місті Переяслав»

Виконала: студентка IV курсу, групи ТС - 01

Драниця Лілія Миколаївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник доцент, к.т.н. Артур РАЧИНСЬКИЙ
(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Консультант з охорони праці доцент, к.т.н. Сергій КАШТАНОВ
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, ПРІЗВИЩЕ) _____ (підпис)

Рецензент професор, д.т.н. Наталія Миколаївна АУШЕВА
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, ім'я, ПРІЗВИЩЕ) _____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____ (підпис)

Керівник _____ (підпис)

Київ – 2024 року

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

Інститут Навчально-науковий інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра Теплової та альтернативної енергетики

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри

Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

“ ___ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Драниці Лілії Миколаївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту «Проектування системи тепlopостачання індивідуального будинку в місті Переяслав»

керівник проєкту Рачинський Артур Юрійович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом по університету від « ___ » _____ 2024 р. № ___

2. Термін подання студентом проєкту 16.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту 1) Населений пункт - Переяслав

2) Кількість будинків - 1.

3) Кількість поверхів - 2.

4) Кількість мешканців - 3.

5) Теплова мережа - 95°C на 70°C.

6) Розміри будинку - 12.5 м на 12 м.

7) Висота поверху - 4 м.

8) Висота вікон - 2 м.

9) Ширина вікон – 1.5 м, 2.6 м, у двошарових склопакетах у дерев'яних рамах; конструкція стін – цегляна кладка на легкому розчині із звичайної цегли, товщиною 655 мм; тип перекриття – залізобетонний збірний настил товщиною 160 мм; утеплювач – пінобетон товщиною 150 мм.

4. Зміст пояснювальної записки: 1) Визначити теплові навантаження на опалення.

2) Розрахувати теплові навантаження на гаряче водопостачання та вентиляцію.

3) Підібрати основне і допоміжне устаткування.

4) Розробити заходи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо)

1) Тепломеханічна схема котельної зали – 1 арк.

2) Система опалення і гарячого водопостачання – 1 арк.

3) Котел VITOCROSSAL 300 -1 арк.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Сергій КАШТАНОВ, доцент		
Нормоконтроль	Ольга ВЛАСЕНКО, асистент		
Технічний контроль	Олександр СІРИЙ, доцент		

7. Дата видачі завдання 15.04.24 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Визначення теплових навантажень на		
	- опалення;	20.04.2024 р.	
	- гаряче водопостачання;	01.05.2024 р.	
	- вентиляцію;	03.05.2024 р.	
2	Розрахунки та вибір обладнання:		
	- котел;	06.05.2024 р.	
	- бойлер;	09.05.2024 р.	
	- пластинчастий підігрівач	11.05.2024 р.	
3	Визначення діаметрів стояків	19.05.2024 р.	
4	Графічний матеріал	20.05-27.05.2024 р.	
5	Охорона праці	01.06.2024 р.	
6	Оформлення пояснювальної записки	10.06.2024 р.	

Студент

_____ (підпис)

Лілія ДРАНИЦЯ
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту

_____ (підпис)

Артур РАЧИНСЬКИЙ
(ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту

на тему: «Проектування системи тепlopостачання
індивідуального будинку в місті Переяслав»

Київ – 2024

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: «Проектування системи тепlopостачання індивідуального будинку в місті Переяслав». Пояснювальна записка на 62 с., 13 рис., 14 табл., 8 бібліографічних найменувань; 3 кресленики ф. А1.

Завданням проєкту є розробка теплової схеми котельні і систем опалення згідно з необхідними тепловими навантаженнями, а також вибір основного устаткування котельні спираючись на попередні розрахунки.

Метою цього проєкту є підбір пластинчастого теплообмінника, бойлера і газового котла у індивідуальному будинку в м. Переяслав.

Для досягнення поставленої мети в проєкті використовувались методики теплових розрахунків.

У проєкті були отримані результати розрахунків надходження тепла по всіх опалюваних приміщеннях будівлі.

На основі результатів розрахунків було обрано відповідне обладнання для системи опалення, а саме котел марки Viessmann серії VITOCROSSAL 300 водогрійний, водонагрівач Drazice OKHE ONE (Чехія), сталеві радіатори INSTAL PROJEKT TUBUS, пластинчастий теплообмінник IMS B3-020-30 $\frac{3}{4}$ (40-60 кВт).

Ключові слова: тепlopостачання, система опалення, тепла схема, устаткування котельні.

SUMMARY

Diploma project of the first (bachelor) level of higher education on the topic: "Design of the heat supply system of an individual house in the city of Pereyaslav". Explanatory note on 62 pages, 13 figures, 14 tables, 8 bibliographic names; 3 draftsmen f. A1.

The task of the project is the development of the thermal scheme of the boiler room and heating systems according to the required heat loads, as well as the selection of the main equipment of the boiler room based on preliminary calculations.

The purpose of this project is to select a plate heat exchanger, boiler and gas boiler in an individual house in Pereyaslav.

To achieve the goal, the project used methods of thermal calculations.

In the project, the results of heat input calculations for all heated units were obtained premises of the building.

Based on the results of the calculations, the appropriate equipment for the heating system was selected, namely the Viessmann boiler of the VITOCROSSAL 300 water heating series, the Drazice OKHE ONE water heater (Czech Republic), the INSTAL PROJEKT TUBUS radiators, the plate heat exchanger IMS B3-020-30 $\frac{3}{4}$ (40-60 kW).

Keywords: heat supply, heating system, thermal circuit, boiler room equipment.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	9
ВСТУП.....	12
1. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ НА ОПАЛЕННЯ.....	13
1.1. Загальний розрахунок теплового навантаження на 1-й поверх.....	13
1.2. Приміщення 1.....	16
1.3. Приміщення 2.....	17
1.4. Приміщення 3.....	19
1.5. Приміщення 4.....	20
1.6. Загальний розрахунок теплового навантаження на 2-й поверх.....	22
1.7. Приміщення 1.....	25
1.8. Приміщення 2.....	27
1.9. Приміщення 3.....	29
1.10. Приміщення 4.....	31
1.11. Загальний розрахунок теплових навантажень на цокольний поверх.....	33
1.12. Сумарні теплові втрати.....	34
1.13. Середні витрати теплоти на опалення.....	34
1.14. Річна витрата теплоти на опалення.....	34
2. Визначення теплових витрат на вентиляцію.....	35
2.1. Розрахунок системи вентиляції котельного залу.....	35
2.2. Середні теплові втрати на вентиляцію.....	35
2.3. Річні теплові втрати на вентиляцію.....	35
3. Витрата теплоти на гаряче водопостачання за точними показниками.....	36
3.1. Секундна витрата води.....	36
3.2. Розрахункова витрата гарячої води за годину найбільшого водоспоживання.....	36
3.3. Максимальна витрата теплоти на гаряче водопостачання.....	38
3.4. Середня витрата теплоти на гаряче водопостачання за опалювальний період.....	38
3.5. Середня витрата теплоти на ГВП споживачів у літній період.....	39
3.6. Річна витрата теплоти на ГВП.....	39
4. Система тепlopостачання.....	40
4.2. Розрахунок теплової схеми котельної для максимального зимового режиму роботи котельної.....	40

5. Вибір основного і допоміжного устаткування котельні.....	41
5.1. Підбір котла.....	41
5.2. Підбір теплообмінника.....	44
5.3. Підбір пластинчастого теплообмінника.....	45
6. Визначення зовнішніх діаметрів підведень і стояків.....	46
6.1. Визначення діаметрів підведень до нагрівальних приладів	46
6.2. Визначення діаметрів стояків.....	47
7.1. Розрахунок 1-го поверху.....	48
7.2. Приміщення 1.....	48
7.3. Приміщення 2.....	49
7.4. Приміщення 3.....	50
7.5. Приміщення 4.....	50
7.6. Розрахунок 2-го поверху.....	51
7.7. Приміщення 1.....	51
7.8. Приміщення 2.....	52
7.9. Приміщення 3.....	52
7.10. Приміщення 4.....	53
7.11. Цокольний поверх.....	54
7.12. Результати підбору нагрівальних приладів.....	55
8. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	56
8.1 Технічні рішення та організаційні заходи щодо безпечної експлуатації спроектованого технологічного обладнання.....	56
8.1.1 Електробезпека.....	57
8.2. Технічні рішення та організаційні заходи з гігієни праці та виробничої санітарії.....	58
8.2.1. Мікроклімат та склад повітря робочої зони.....	58
8.2.2. Виробниче освітлення.....	59
8.3. Пожежна безпека та профілактика.....	59
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	62

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення:

Q – тепловий потік;

t – температура;

ρ – густина;

F – площа;

K – коефіцієнт теплопередачі;

P – водоспоживання;

H – висота;

C – ширина;

G – витрата води;

δ – товщина;

N – кількість водорозбірних приладів;

a – ширина будівлі;

b – довжина будівлі;

Δt – різниця температур;

n – поправочний коефіцієнт;

U – загальна кількість споживачів

g – витрата води на годину;

β – коефіцієнт, який враховує зниження середніх витрат на гаряче водопостачання;

k – коефіцієнт зниження витрат теплоти на опалення;

d – діаметр;

ω – швидкість;

q – щільність теплового потоку.

Індекси:

о – опалення;

хз – холодна водопровідна вода у зимовий період;

гв – гаряча вода;

п – поверх;

					ТС 01 59 03 ПЗ	Лист
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вн – внутрішнє повітря;
вік – вікно;
р.о – розрахункова на опалення;
ст – стіни;
осн – основні;
дод – додаткові;
заг – загальні;
п1 – приміщення перше;
п2 – приміщення друге;
п3 – приміщення третє;
п4 – приміщення четверте
ср – середні;
річ – річні;
буд – будівлі;
1 пов – перший поверх;
2 пов – другий пверх;
підв – підвал;
ср.о – середні за опалювальний період;
р.в – розрахункова на вентиляцію;
в – вентиляція;
с – секундна;
в.г – вода гаряча;
мер – мережна;
сист – системи;
зв – зворотня;
к – котел;
заван – завантаження;
ном – номінальна;
ст 1 – стояк перший ;
ст 2 – стояк другий;
тр – трубопровід;
екв – еквівалентний;
відн – відносна;
год – годинна;
вик – використання.

					ТС 01 59 03 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		1

Скорочення:

ГВП – гаряче водопостачання;

ТО – теплообмінник.

					ТС 01 59 03 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

ВСТУП

Котельня на газу — будівля, в якій розміщені газові котельні установки для виробництва тепла і гарячої води для індивідуального будинку.

Котельня може використовувати природний газ. Сам газ котельні спалюється в котлі, тепло переходить в систему гарячого водопостачання.

Котельною установкою називають сукупність котла та допоміжного обладнання.

Житловий індивідуальний будинок опалюється завдяки котельній, яка знаходиться в цокольному приміщенні (підвалі) з теплоносієм (гаряча вода).

У проєкті розрахована двотрубна система теплопостачання, водонагрівач і теплообмінник, прораховані необхідні теплові навантаження.

Загалом газові опалювальні котельні є доступними для людей, їх можна купити в різних будь-яких магазинах, вони мають багато переваг, зокрема, високий ККД роботи, а саму установку легко установити. Незважаючи на те, що для роботи газового котла вимагають димоходу, до матеріалу котла та його конструкції не прописані підвищені вимоги.

При великій площі житлових приміщень (більше 5 кв. м.) і недостатній теплоізоляції будинку, особливо в північних регіонах, опалення скрапленим газом стає економічно не вигідним і досить складним технічно — через постійну заміну балонів. У такій ситуації простіше встановити котел на рідкому паливі. До мінусів газових котлів можна також віднести вибухонебезпечність палива. Тому потрібно перед початком кожного опалювального сезону контролювати за спеціальним сервісним обладнанням.

					ТС 01 59 03 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

1 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ НА ОПАЛЕННЯ

Втрати теплоти здійснюються через стіни, вікна, двері, підлогу та останній поверх.

1.1 Загальний розрахунок теплового навантаження на 1-й поверх

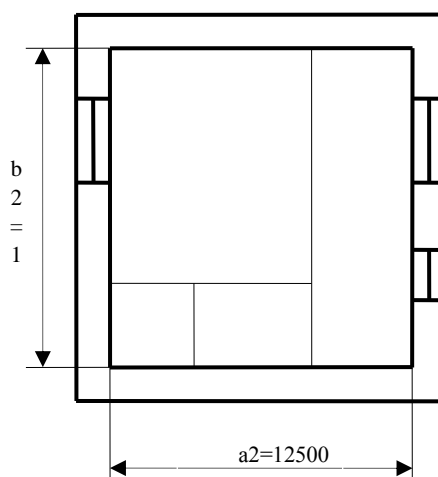


Рисунок 1.1 - Конструктивні розміри 1-го поверху

Початкові дані до розрахунку:

- 1) населений пункт – м. Переяслав;
- 2) розрахункова температура внутрішнього повітря $t_{вн}=+20\text{C}$;
- 3) висота поверху: $H_{п}=4\text{м}$;
- 4) висота вікон: $H_{вік}=2\text{м}$;
- 5) ширина меншого вікна: $C_{вік1}=1,5\text{м}$;
- 6) ширина більшого вікна: $C_{вік2}=2,6\text{м}$;
- 7) конструкція стін – кладка на легкому розчині із цегли: товщиною $\delta_1 = 655\text{мм}$,
- 8) коефіцієнт теплопередачі: $K_{СТ}=0.98 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$;
- 9) тип перекриття – залізобетонний настил;
- 10) утеплювач – пінобетон з товщиною перекриття $\delta_2=160\text{мм}$
- 11) товщина утеплювача становить $\delta=150\text{мм}$;
- 12) коефіцієнт теплопередачі перекриття $K_{перекриття}=0.76 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$;
- 13) заповнення світлового отвору – двошарові скло-пакети в дерев'яних рамах: коефіцієнт теплопередачі згідно з $K_{світл.отвору}=2.94 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ [1].

Розрахунок теплових втрат проводимо по методиці надану в літературі [1].

Поверхні зовнішніх стін визначаються за зовнішніми розмірами, поверхні вікон – за розмірами у світлі, поверхні перекриття (підлоги) – за внутрішніми розмірами.

По кліматологічним даним для міста Переяслав за опалювальний період:

$t_{p.o.} = -20^{\circ}\text{C}$ – це середня температура зовнішнього повітря найбільш холодної п'ятиденки за 50 років.

Зовнішні розміри огорожі:

$$a_1 = a_2 + 2 \cdot \delta_1 = 12500 + 2 \cdot 655 = 13810\text{мм} = 13,810\text{м},$$

$$b_1 = b_2 + 2 \cdot \delta_1 = 12000 + 2 \cdot 655 = 13310\text{мм} = 13,310\text{м}.$$

Висота стіни першого поверху:

$$H_{\text{ст}} = H_{\text{п}} + 2 \cdot \delta_2 + 2 \cdot \delta = 4 + 2 \cdot 0,16 + 2 \cdot 0,15 = 4,62\text{м}.$$

Площа поверхні вікон:

$$F_{\text{вік1}} = H_{\text{вік}} \cdot C_{\text{вік1}} = 2 \cdot 1,5 = 3\text{м}^2,$$

$$F_{\text{вік2}} = H_{\text{вік}} \cdot C_{\text{ові2}} = 2 \cdot 2,6 = 5,2\text{м}^2.$$

Площі окремих ділянок поверхні огородження:

$$F_{11} = a_1 \cdot H_{\text{ст}} = 13,810 \cdot 4,62 = 63,80\text{м}^2,$$

$$F_{12} = b_1 \cdot H_{\text{ст}} - F_{\text{вік1}} - F_{\text{вік2}} = 13,310 \cdot 4,62 - 5,2 - 3 = 53,29\text{м}^2,$$

$$F_{21} = a_1 \cdot H_{\text{ст}} = 13,810 \cdot 4,62 = 63,80\text{м}^2,$$

$$F_{22} = b_1 \cdot H_{\text{ст}} - F_{\text{вік2}} = 13,310 \cdot 4,62 - 5,2 = 56,29\text{м}^2,$$

де F_{11} – площа стіни, яка йде на північ;

F_{12} – площа стіни, яка йде на схід;

F_{21} – площа стіни, яка йде на південь;

F_{22} – площа стіни, яка йде на захід.

Площа перекриття:

$$F_{\text{пер}} = a_2 \cdot b_2 = 12,5 \cdot 12,0 = 150,0\text{м}^2.$$

					ТС 01 59 03 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		1

Таблиця 1.1 - Розрахунок теплових втрат 1 поверху

Зовнішня конструкція	Орієнтація за сторонами світу	Розміри конструкції, м	Поверхня конструкцій, F_i , м	Розрахунок - ва різниця температур, Δt_i , °C	Коефіцієнт теплопередачі, K_i , Вт/(м ² *К)	Основні теплові втрати, $Q_{осн}$, Вт	Додаткові втрати до основних, %				Повні теплові втрати, $Q_{п}$, Вт								
							ст	ор	он	а		с	в	і	т	у	Ін	фі	ку

Зовнішня стіна	північ	$a_1 \times H_{ст}$	63.80	40	0,98	2500	10	-	5	15	2875
Зовнішня стіна	схід	$b_1 \times H_{ст} - F_{вік1} - F_{вік2}$	53.29	40	0,98	2088.96	10	-	5	15	2401.96
Вікно	схід	$H_{вік} \times C_{вік1}$	3	40	2,94	352.8	10	15	5	30	457.8
Вікно	схід	$H_{вік} \times C_{вік2}$	5,2	40	2,94	611.52	10	15	5	30	794.52
Зовнішня стіна	південь	$a_1 \times H_{ст}$	63.80	40	0,98	2500.96	5	-	5	10	2750.96
Зовнішня стіна	захід	$b_1 \times H_{ст} - F_{вік2}$	56.29	40	0,98	2206.56	5	-	5	10	2426
Вікно	захід	$H_{вік} \times C_{вік2}$	5,2	40	2,94	611.52	5	15	5	25	763.52
Перекриття	-	$a_2 \times b_2$	150	40	0,76	4560	-	-	-	-	4560
Сума											17028.76

Отже, по 1 поверху $Q_{n1} = 17028.76$ Вт

1.2 Приміщення 1

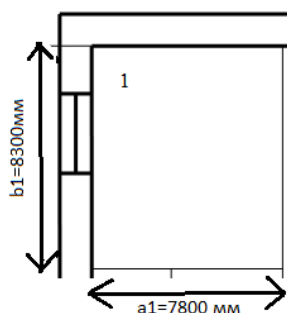


Рисунок 1.2 - Конструктивні розміри приміщення 1

Зовнішні розміри огородження:

$$a_1 = a_2 + \delta_1 = 7800 + 655 = 8455 \text{ мм} = 8,455 \text{ м};$$

$$b_1 = b_2 + \delta_1 = 8300 + 655 = 8955 \text{ мм} = 8,955 \text{ м}.$$

Висота стіни:

$$H_{\text{ст}} = 4,62 \text{ м}.$$

Розрахункова різниця температур:

$$\Delta t = 40^\circ \text{C}.$$

Площа поверхні вікон:

$$F_{\text{вік}} = H_{\text{вік}} \cdot C_{\text{вік}} = 5,2 \text{ м}^2.$$

Площі окремих ділянок поверхні огородження:

$$F_{11} = a_1 \cdot H_{\text{ст}} = 8,455 \cdot 4,62 = 39,0621 \text{ м}^2;$$

$$F_{22} = b_1 \cdot H_{\text{ст}} - F_{\text{вік}} = 8,955 \cdot 4,62 - 5,2 = 36,172 \text{ м}^2.$$

Площа перекриття:

$$F_{\text{пер}} = a_2 \cdot b_2 = 7,800 \cdot 8,300 = 64,74 \text{ м}^2.$$

					ТС 01 59 03 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		1

Таблиця 1.2 - Таблиця теплових втрат 1 приміщення 1 поверху

Зовнішня конструкція	Орієнтація за сторонами світу	Розміри конструкції, м	Поверхня конструкцій, F_i , м	Розрахункова різниця температур, Δt_i , °C	Коефіцієнт теплопередачі, K_i , Вт/(м ² *К))	Основні теплові втрати, $Q_{осн}$, Вт	Додаткові втрати до основних, %				Повні теплові втрати, Q_p , Вт
							стороня світу	Інфльтрація	кутове приміщення	всього	
Зовнішня стіна	північ	$a_1 \times H_{ст}$	39.0621	40	0,98	1531,23	10	-	5	15	1760
Зовнішня стіна	захід	$b_1 \times H_{ст} - F_{вік}$	36.172	40	0,98	1417,94	5	-	5	10	1561
Вікно	захід	$H_{вік} \times C_{вік}$	5,2	40	2,94	611,52	5	15	5	25	764.4
Перекрыття	-	$a_2 \times b_2$	64.74	40	0,76	1968,096	-	-	-	-	1968.096
Сума											6053.196

Отже, по 1 приміщенню 1 поверху $Q_{n1} = 6053.196$ Вт.

1.3 Приміщення 2

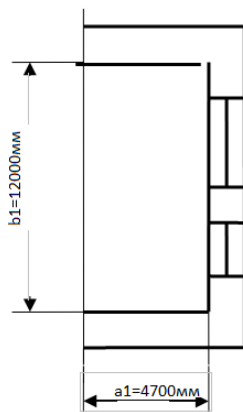


Рисунок 1.3 - Конструктивні розміри приміщення 2

Зовнішні розміри огороження:

$$a_1 = a_2 + \delta_1 = 4700 + 655 = 5355\text{мм} = 5,355\text{м};$$

$$b_1 = b_2 + \delta_1 = 12000 + 2 \cdot 655 = 13310\text{мм} = 13,310\text{м}.$$

Висота стіни:

$$H_{ст} = 4,62\text{м.}$$

Розрахункова різниця температур:

$$\Delta t = 40^{\circ}\text{C.}$$

Площа поверхні вікон:

$$F_{вік1} = H_{вік} \cdot C_{вік1} = 3\text{м}^2;$$

$$F_{вік2} = H_{вік} \cdot C_{вік2} = 5,2\text{м}^2.$$

Площі окремих ділянок поверхні огородження:

$$F_{11} = a_1 \cdot H_{ст} = 5,355 \cdot 4,62 = 24,7401\text{м}^2;$$

$$F_{12} = b_1 \cdot H_{ст} - F_{вік1} - F_{вік2} = 13,310 \cdot 4,62 - 5,2 - 3 = 53,29\text{м}^2;$$

$$F_{21} = a_1 \cdot H_{ст} = 24,74\text{м}^2.$$

Площа перекриття:

$$F_{пер} = a_2 \cdot b_2 = 5,355 \cdot 12,310 = 65,92\text{м}^2.$$

Таблиця 1.3 - Таблиця теплових втрат 2 приміщення 1 поверху

Зовнішня конструкція	Орієнтація за сторонами світу	Розмір і конструкції, м	Поверхня конструкцій, F_i , м	Розрахунок різниця температур, Δt_i , °C	Коефіцієнт теплопередачі, K_i , Вт/(м ² *К)	Основні теплові втрати, $Q_{осн}$, Вт	Додаткові втрати до основних, %				Повні теплові втрати, Q_p , Вт														
							ст	ор	он	а		с	в	і	т	у	Ін	фі	ль	тра	ці	я	ку	то	ве
Зовнішня стіна	північ	$a_1 \times H_{ст}$	24.74	40	0,98	969.808	10	-	5	15	1115.2792														
Зовнішня стіна	схід	$b_1 \times H_{ст}$ - $F_{вік1}$ $F_{вік2}$	53.29	40	0,98	2088.968	10	-	5	15	2402.3132														
Вікно	схід	$H_{вік} \times C_{вік1}$	3	40	2,94	352.8	10	15	5	30	458.64														
Вікно	схід	$H_{вік} \times C_{вік2}$	5,2	40	2,94	611.52	10	15	5	30	794.956														
Зовнішня стіна	південь	$a_1 \times H_{ст}$	24.74	40	0,98	906.304	5	-	5	10	969.808														
Перекриття	-	$a_2 \times b_2$	65.92	40	0,76	2003.968	-	-	-	-	2003.968														

Сума

7744.87

Отже, по 2 приміщенню $Q_{n2} = 7744.87\text{Вт}$.

1.4. Приміщення 3

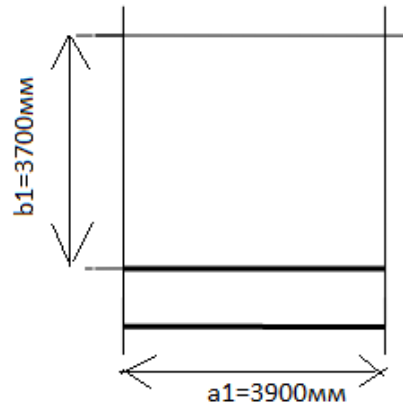


Рисунок 1.4 - Конструктивні розміри приміщення 3

Зовнішні розміри огороження

$$a_1 = 3900 + 655\text{мм} = 4555,0\text{м};$$

$$b_1 = b_2 + \delta_1 = 3700 + 655 = 4355\text{мм} = 4,355\text{м}.$$

Висота стіни:

$$H_{\text{ст}} = 4,62\text{м}.$$

Розрахункова різниця температур:

$$\Delta t = 40^\circ\text{C}.$$

Площа поверхні ділянки огороження:

$$F_{21} = a_1 \cdot H_{\text{ст}} = 4.555 \cdot 4,62 = 21,0441\text{м}^2.$$

$$F_{22} = b_1 \cdot H_{\text{ст}} = 4,355 \cdot 4,62 = 20,120\text{м}^2$$

Площа перекриття:

$$F_{\text{пер}} = a_2 \cdot b_2 = 3,9 \cdot 3,700 = 14,43\text{м}^2.$$

Таблиця 1.4 – Результати теплового навантаження приміщення 3, 1 поверх.

Зовнішня конструкція	Орієнтація за сторонами світу	Розміри конструкції, м	Поверхня конструкцій, F_i , м	Розрахункова різниця температур, Δt_i , °C	Коефіцієнт теплопередачі, K_i , Вт/(м ² *К)	Основні теплові втрати, $Q_{осн}$, Вт	Додаткові втрати до основних, %				Повні теплові втрати, $Q_{п}$, Вт
							стора світу	Інфільтрація	кутове призначення	всього	
Зовнішня стіна	південь	$a_1 \times H_{ст}$	20.79	40	0,98	814.968	5	-	-	5	855.71
Перекриття	-	$a_2 \times b_2$	14.43	40	0,76	438.672	-	-	-	-	438.672
Сума											1294.382

Отже, по 3 приміщенню теплові втрати $Q_{п3} = 1294.382$ Вт.

1.5. Приміщення 4

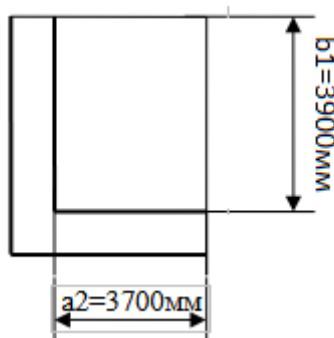


Рисунок 1.5 - Конструктивні розміри приміщення 4, 1-й поверх

Зовнішні розміри огороження:

$$a_1 = a_2 + \delta_1 = 3900 + 655 = 4555 \text{ мм} = 4,555 \text{ м};$$

$$b_1 = b_2 + \delta_1 = 3700 + 655 = 4355 \text{ мм} = 4,355 \text{ м}.$$

Висота стіни:

$$H_{ст} = 4,62 \text{ м}.$$

Розрахункова різниця температур:

$$\Delta t = 40^\circ \text{C}.$$

Площі поверхні окремих ділянок огороження:

$$F_{21} = a_1 \cdot H_{ст} = 4,555 \cdot 4,62 = 21,0441\text{м}^2;$$

$$F_{22} = b_1 \cdot H_{ст} = 4,355 \cdot 4,62 = 20,120\text{м}^2.$$

Площа перекриття:

$$F_{пер} = a_2 \cdot b_2 = 3.9 \cdot 3.7 = 14.43\text{м}^2.$$

Таблиця 1.5 - Результати теплового навантаження приміщення 4, 1 поверх.

Зовнішня конструкція	Орієнтація за сторонами світу	Розміри конструкції, м	Поверхня конструкцій, F_i , м	Розрахункова різниця температур, Δt_i , °C	Коефіцієнт теплопередачі, K_i , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$	Основні теплові втрати, $Q_{осн}$, Вт	Додаткові втрати до основних, %				Повні теплові втрати, Q_n , Вт
							сторона світу	інфльтрація	утове приміщення	всього	
Зовнішня стіна	південь	$a_1 \times H_{ст}$	21.0441	40	0,98	824.92	5	-	5	10	866.166
Зовнішня стіна	захід	$b_1 \times H_{ст}$	20.120	40	0,98	788.704	5	-	5	10	828.139
Перекриття	-	$a_2 \times b_2$	14.43	40	0,76	438.672	-	-	-	-	438.672
Сума											2132.966

Отже, $Q_{n4} = 2132.966\text{Вт}$.

Підраховуємо загальні теплові втрати:

$$Q_n = Q_{n1} + Q_{n2} + Q_{n3} + Q_{n4} = 6053.196 + 7744.87 + 1294.382 + 2132.966 = 17.225\text{Вт}.$$

Отже, похибка розрахунків:

$$\delta_1 = \frac{Q_{n,заг} - Q_n}{Q_{n,заг}} \cdot 100\% = \frac{17028.76 - 17225.414}{17028.76} \cdot 100\% = 1,15\% - \text{дане значення є}$$

допустимим, бо максимальна похибка — це 5%.

1.6. Загальний розрахунок теплового навантаження на 2-й поверх

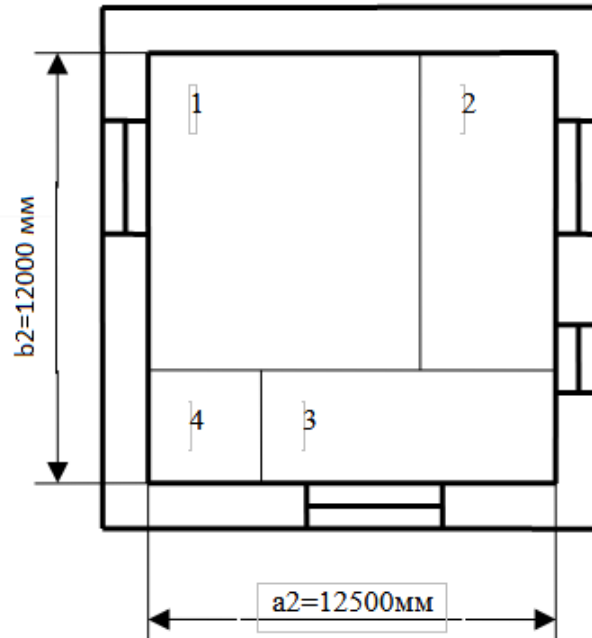


Рисунок 1.6 - Конструктивні розміри 2-го поверху

Вихідні дані такі, як в п.1.1, а саме:

1. $t_{вн} = +20^{\circ}\text{C}$;
2. $H_{вік} = 2\text{м}$;
3. $H_{п} = 4\text{м}$;
4. $C_{вік1} = 1,5\text{м}$;
5. $C_{вік2} = 2,6\text{м}$;
6. $\delta_1 = 655\text{мм}$, $K_{ст} = 0,98 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;
7. $\delta_2 = 160\text{мм}$, $\delta = 150\text{мм}$, $K_{пер} = 0,76 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;
8. $K_{вік} = 2,94 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$; $t_{р.о.} = -20^{\circ}\text{C}$.

Розрахункова різниця температур:

$$a_1 = a_2 + 2 \cdot \delta_1 = 12500 + 2 \cdot 655 = 13810\text{мм} = 13,810\text{м},$$

$$b_1 = b_2 + 2 \cdot \delta_1 = 12000 + 2 \cdot 655 = 13310\text{мм} = 13,310\text{м}.$$

Висота верхнього поверху:

$$H_{ст} = H_{п} + \delta_2 + \delta = 4 + 0,16 + 0,15 = 4,31\text{м}.$$

Площа поверхні вікон:

$$F_{\text{вік1}} = H_{\text{вік}} \cdot C_{\text{вік1}} = 2 \cdot 1,5 = 3\text{м}^2;$$

$$F_{\text{вік2}} = H_{\text{вік}} \cdot C_{\text{ок2}} = 2 \cdot 2,6 = 5,2\text{м}^2.$$

Площі поверхні окремих ділянок огороження:

$$F_{11} = a_1 \cdot H_{\text{ст}} = 13,810 \cdot 4,31 = 59,52\text{м}^2;$$

$$F_{12} = b_1 \cdot H_{\text{ст}} - F_{\text{вік1}} - F_{\text{вік2}} = 13,31 \cdot 4,31 - 5,2 - 3 = 49,166\text{м}^2;$$

$$F_{21} = a_1 \cdot H_{\text{ст}} - F_{\text{вік2}} = 13,810 \cdot 4,31 - 5,2 = 54,32\text{м}^2;$$

$$F_{22} = b_1 \cdot H_{\text{ст}} - F_{\text{вік2}} = 13,31 \cdot 4,31 - 5,2 = 52,166\text{м}^2;$$

де F_{11} – площа стіни, яка йде на північ;

F_{12} – площа стіни, яка йде на схід;

F_{21} – площа стіни, яка йде на південь;

F_{22} – площа стіни, яка йде на захід.

Площа перекриття:

$$F_{\text{пер}} = a_2 \cdot b_2 = 13,810 \cdot 13,310 = 183,8111\text{м}^2.$$

Таблиця 1.6 - Результат загального розрахунку теплових навантажень на 2 поверх.

Зовнішня конструкція	Орієнтація за сторонами світу	Розміри конструкції, м	Повірна конструкція, F, м	Розрахункова різниця температур, $\Delta t_i, ^\circ\text{C}$	Коефіцієнт теплопередачі, $K_i, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$	Основні теплові втрати, $Q_{\text{осн}}, \text{Вт}$	Додаткові втрати до основних, %				Повні теплові втрати, $Q_{\text{п}}, \text{Вт}$
							сторона світу	Інфільтрація	кутове припущення	всього	
Зовнішня стіна	північ	$a_1 \times H_{\text{ст}}$	59.52	40	0,98	2333.184	10	-	5	15	2683.1616
Зовнішня стіна	схід	$b_1 \times H_{\text{ст}} - F_{\text{вік1}} - F_{\text{вік2}}$	49.166	40	0,98	1927.307	10	-	5	15	2216.4030
Вікно	схід	$H_{\text{вік}} \times C_{\text{вік1}}$	3	40	2,94	352.8	10	15	5	30	458.64
Вікно	схід	$H_{\text{вік}} \times C_{\text{вік2}}$	5,2	40	2,94	611.52	10	15	5	30	794.976
Зовнішня стіна	південь	$a_1 \times H_{\text{ст}} - F_{\text{вік2}}$	54.32	40	0,98	2129.344	5	-	5	10	2342.2784
Вікно	південь	$H_{\text{вік}} \times C_{\text{вік2}}$	5,2	40	2,94	611.52	5	15	5	25	764.4
Зовнішня стіна	захід	$b_1 \times H_{\text{ст}} - F_{\text{вік2}}$	52.166	40	0,98	2044.907	5	-	5	10	2249.3
Вікно	захід	$H_{\text{вік}} \times C_{\text{вік2}}$	5,2	40	2,94	611.5	5	15	5	25	764.4
Перекрыття	-	$a_2 \times b_2$	183.8111	40	0,76	5587.8544	-	-	-	-	5587.8544
Сума											17861.467

Отже, $Q_{\text{п}}^{\text{заг}} = 17861.467 \text{Вт}$.

1.7 Приміщення 1

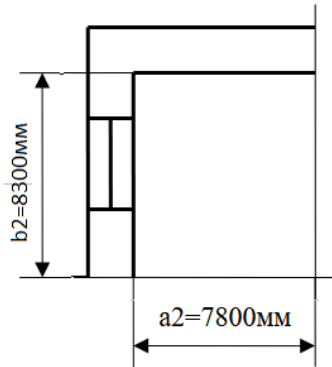


Рисунок 1.7 - Конструктивні розміри приміщення 1, 2-й поверх

Зовнішні розміри огороження:

$$a_1 = a_2 + \delta_1 = 7800 + 655 = 8455 \text{ мм} = 8,455 \text{ м}$$

$$b_1 = b_2 + \delta_1 = 8300 + 655 = 8955 \text{ мм} = 8,955 \text{ м}.$$

Висота стіни:

$$H_{\text{ст}} = 4,31 \text{ м}.$$

Розрахункова різниця температур:

$$\Delta t = 40^\circ \text{C}.$$

Площа поверхні вікна:

$$F_{\text{вік}} = H_{\text{вік}} \cdot C_{\text{вік}} = 5,2 \text{ м}^2.$$

Площі окремих ділянок поверхні огороження:

$$F_{11} = a_1 \cdot H_{\text{ст}} = 8,455 \cdot 4,62 = 39,0621 \text{ м}^2;$$

$$F_{22} = b_1 \cdot H_{\text{ст}} - F_{\text{вік}} = 8,955 \cdot 4,62 - 5,2 = 36,172 \text{ м}^2.$$

Площа перекриття:

$$F_{\text{пер}} = a_2 \cdot b_2 = 7,800 \cdot 8,300 = 64,74 \text{ м}^2.$$

Таблиця 1.7 - Розрахунок теплових втрат 1 приміщення 2 поверху

Зовнішня конструкція	Орієнтація за сторонами світу	Розміри конструкції, м	Поверхня конструкцій, F_i , м	Розрахунок ва різниця температур, Δt_i , °C	Коефіцієнт теплопередачі, K_i , Вт/(м ² *К))	Основні теплові втрати, $Q_{осн}$, Вт	Додаткові втрати до основних, %				Повні теплові втрати, Q_n , Вт
							стона світу	Інфільтрація	кутове приміщення	всього	
Зовнішня стіна	північ	$a_1 \times H_{ст}$	39.0621	40	0,98	1531.23	10	-	5	15	1760
Зовнішня стіна	захід	$b_1 \times H_{ст} - F_{вік}$	36.172	40	0,98	1417.94	5	-	5	10	1561
Вікно	захід	$H_{вік} \times C_{вік}$	5,2	40	2,94	611.52	5	15	5	25	764.4
Перекриття	-	$a_2 \times b_2$	64.74	40	0,76	1968.096	-	-	-	-	1968.096
Сума											6053.196

Отже, по приміщенню 1 теплові втрати дорівнюють $Q_{n1} = 6053.196$ Вт

1.8 Приміщення 2

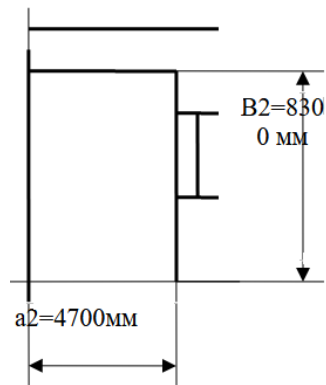


Рисунок 1.8 - Конструктивні розміри приміщення 2, 2-й поверх

Зовнішні розміри огороження:

$$a_1 = a_2 + \delta_1 = 4700 + 655 = 5355 \text{ мм} = 5,355 \text{ м};$$

$$b_1 = b_2 + \delta_1 = 8300 + 655 = 8955 \text{ мм} = 8,955 \text{ м}.$$

Висота стіни:

$$H_{\text{ст}} = 4,31 \text{ м}.$$

Розрахункова різниця температур:

$$\Delta t = 40^\circ \text{C}.$$

Площа поверхні вікон:

$$F_{\text{вік}} = 5,2 \text{ м}^2.$$

Площа окремих ділянок поверхності огороження:

$$F_{11} = a_1 \cdot H_{\text{ст}} = 5,355 \cdot 4,31 = 23,080 \text{ м}^2;$$

$$F_{12} = b_1 \cdot H_{\text{ст}} - F_{\text{вік}} = 8,955 \cdot 4,31 - 5,2 = 33,39 \text{ м}^2.$$

Площа перекриття:

$$F_{\text{пер}} = a_2 \cdot b_2 = 4,7 \cdot 8,30 = 39,01 \text{ м}^2$$

Таблиця 1.8 - Таблиця розрахунків теплових втрат приміщення 2

Зовнішня конструкція	Орієнтація за сторонами світу	Розміри конструкції, м	Поверхня конструкцій, F_i , м	Розрахункова різниця температур, Δt_i , °C	Коефіцієнт теплопередачі, K_i , $Вт/(м^2 \cdot K)$	Основні теплові втрати, $Q_{осн}$, $Вт$	Додаткові втрати до основних, %				Повні теплові втрати, Q_n , $Вт$
							стору на світу	Інфляція	кутове приміщення	всього	
Зовнішня стіна	північ	$a_1 \times H_{ст}$	23.080	40	0,98	904.736	10	-	5	15	1040.4464
Зовнішня стіна	схід	$b_1 \times H_{ст} - F_{вік}$	33.39	40	0,98	1308.888	10	-	5	15	1505.22
Вікно	схід	$H_{вік} \times C_{вік}$	5,2	40	2,94	611.52	10	15	5	30	794.956
Перекрыття	-	$a_2 \times b_2$	39.01	40	0,76	1185.904	-	-	-	-	1185.904
Сума											4526.544

Отже, по приміщенню 2 теплові втрати $Q_{n2} = 4525.544 \text{ Вт}$.

1.9 Приміщення 3

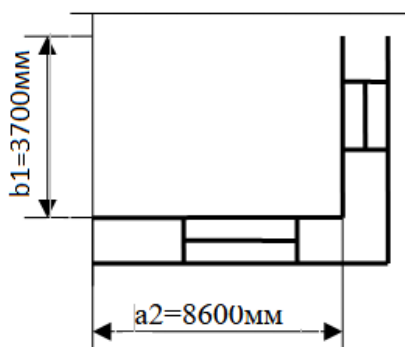


Рисунок 1.9 - Конструктивні розміри приміщення 3, 2-й поверх

Зовнішні розміри огороження:

$$a_1 = a_2 + \delta_1 = 8600 + 655 = 9255 \text{ мм} = 9,255 \text{ м};$$

$$b_1 = b_2 + \delta_1 = 3700 + 655 = 4355 \text{ мм} = 4,355 \text{ м}.$$

Висота стіни:

$$H_{\text{ст}} = 4,31 \text{ м}.$$

Розрахункова різниця температур:

$$\Delta t = 40^\circ \text{C}.$$

Площа поверхні вікон:

$$F_{\text{вік1}} = 3 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{вік2}} = 5,2 \text{ м}^2.$$

Площі ділянок поверхні огороження:

$$F_{12} = b_1 \cdot H_{\text{ст}} - F_{\text{вік1}} = 4,355 \cdot 4,31 - 3 = 15,77 \text{ м}^2$$

$$F_{21} = a_1 \cdot H_{\text{ст}} - F_{\text{вік2}} = 9,255 \cdot 4,31 - 5,2 = 34,68 \text{ м}^2.$$

Площа перекриття:

$$F_{\text{пер}} = a_2 \cdot b_2 = 9,255 \cdot 4,355 = 40,305 \text{ м}^2.$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 1.8 - Розрахунок теплових втрат приміщення 3 поверх 2

Зовнішня конструкція	Орієнтація за сторонами світу	Розміри конструкції, м	Поверхня конструкцій, F_i , м	Розрахунок різниці температур, Δt_i , °C	Коефіцієнт теплопередачі, K_i , $Вт/(м^2 \cdot K)$	Основні теплові втрати, $Q_{осн}$, $Вт$	Додаткові втрати до основних, %				Повні теплові втрати, Q_n , $Вт$
							сторона світу	Інфільтрація	кутове приміщення	всього	
Зовнішня стіна	схід	$b_1 \times H_{ст.} - F_{вік1}$	15.77	40	0,98	618.184	10	-	5	15	710.91
Вікно	схід	$H_{вік} \times C_{вік1}$	3	40	2,94	352.8	10	15	5	30	458.64
Зовнішня стіна	південь	$a_1 \times H_{ст.} - F_{вік2}$	34.68	40	0,98	1359.456	5	-	5	10	1495.4016
Вікно	південь	$H_{вік} \times C_{вік2}$	5,2	40	2,94	611.52	5	15	5	25	764.4
Перекрыття	-	$a_2 \times b_2$	40.305	40	0,76	1225.272	-	-	-	-	1225.272
Сума											4654.638

Отже, по приміщенню 3 $Q_{n3} = 4654.638 \text{Вт}$.

1.10. Приміщення 4

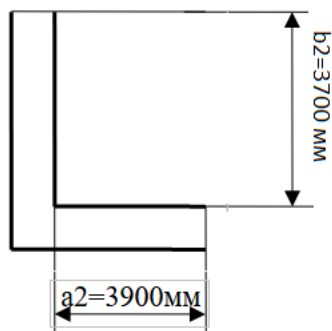


Рисунок 1.10 - Конструктивні розміри приміщення 4, 2-й поверх

Зовнішні огородження:

$$a_1 = a_2 + \delta_1 = 3900 + 655 = 4555\text{мм} = 4,555\text{м}; \quad b_1 = b_2 + \delta_1 = 3700 + 655 = 4355\text{мм} = 4,355\text{м}.$$

Висота стіни:

$$H_{\text{ст}} = 4,31\text{м}.$$

Розрахункова різниця температур:

$$\Delta t = 40^\circ\text{C}.$$

Площі ділянок поверхні огородження:

$$F_{21} = a_1 \cdot H_{\text{ст}} = 4,555 \cdot 4,31 = 19,63\text{м}^2;$$

$$F_{22} = b_1 \cdot H_{\text{ст}} = 4,355 \cdot 4,31 = 18,770\text{м}^2.$$

Площа перекриття:

$$F_{\text{пер}} = a_2 \cdot b_2 = 3,9 \cdot 3,7 = 14,43\text{м}^2.$$

Таблиця 1.9 - Результати теплового навантаження приміщення 4, 2 поверх.

Зовнішня конструкція	Орієнтація за сторонами світу	Розміри конструкції, м	Поверхня конструкцій, F_i , м	Розрахункова різниця температур, Δt_i , °C	Коефіцієнт теплопередачі, K_i , $Вт/(м^2 \cdot К)$	Основні теплові втрати, $Q_{осн}$, $Вт$	Додаткові втрати до основних, %				Повні теплові втрати, Q_n , $Вт$
							сторона світу	Інфільтрація	кутове прищєння	всього	
Зовнішня стіна	південь	$a_1 \times H_{cm}$	19.63	40	0,98	769.49	5	-	5	10	846.43
Зовнішня стіна	захід	$b_1 \times H_{cm}$	18.77	40	0,98	735.78	5	-	5	10	809.35
Перекрыття	-	$a_2 \times b_2$	14.43	40	0,76	438	-	-	-	-	438
Сума											2094.45

По приміщенню 4 теплові втрати $Q_{n4} = 2094.45 \text{ Вт}$

Загальні теплові втрати:

$$Q_n = Q_{n1} + Q_{n2} + Q_{n3} + Q_{n4} = 17327.828 \text{ Вт}$$

Отже, похибка розрахунків:

$$\delta_1 = \left| \frac{Q_{n.общ} - Q_n}{Q_{n.общ}} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{17861.467 - 17327.828}{17861.467} \right| \cdot 100\% = 2,98\%, \text{ бо максимальна похибка}$$

теплових втрат - це 5%.

1.11 Загальний розрахунок теплових навантажень на цокольний поверх

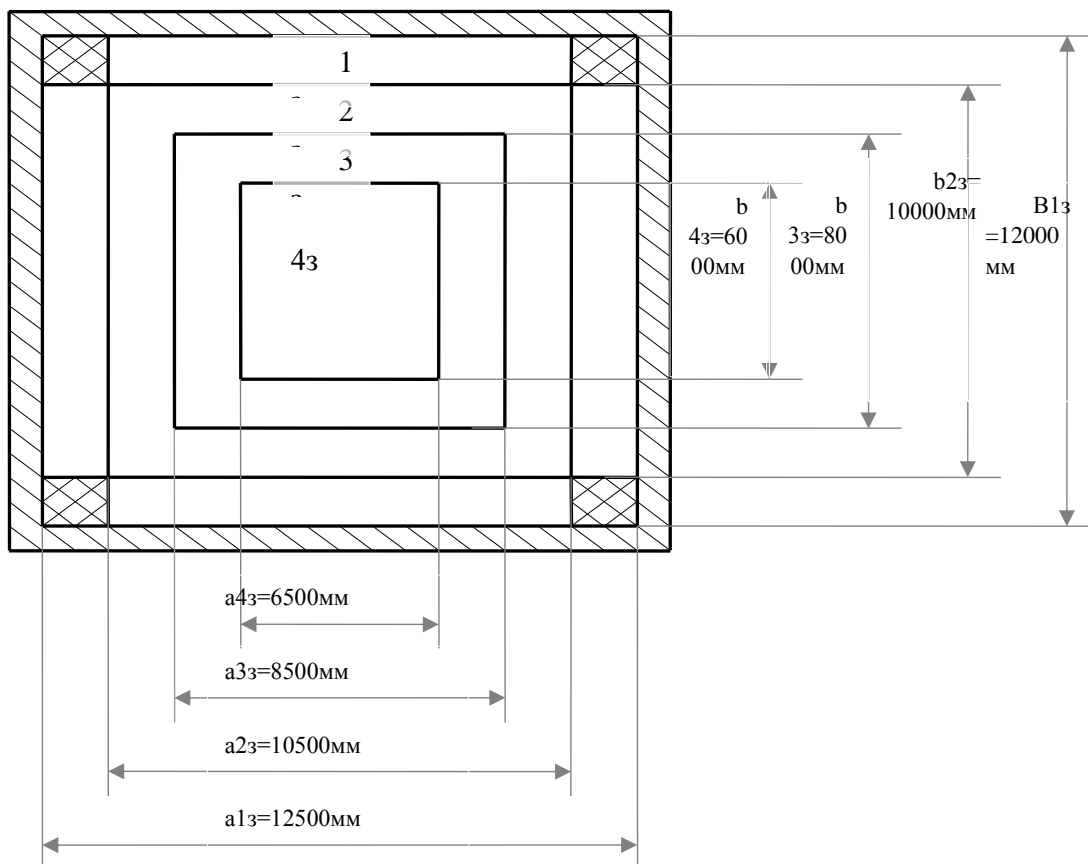


Рисунок 1.11 - Розміри цокольного поверху

Цокольний поверх — приміщення, де розміщена котельня, пластинчастий теплообмінник і бойлер (водонагрівач).

Ми розділили цокольний поверх на 4 зони.

Площа підлоги поділяється на 4 зони, їхня ширина збільшується на 2 метри[1].

Опір теплопередачі зон прийемо відповідно:

$$R_1=4,2(\text{м}^2\cdot\text{К})/\text{Вт};$$

$$R_2=6,5(\text{м}^2\cdot\text{К})/\text{Вт};$$

$$R_3=11(\text{м}^2\cdot\text{К})/\text{Вт};$$

$$R_4=15(\text{м}^2\cdot\text{К})/\text{Вт}.$$

Теплові втрати через підлогу розраховуємо по формулі:

$$Q_{\text{підв}} = \sum_{i=1}^4 \frac{F_i}{R_i} \Delta t, \quad (1.4)$$

де $\Delta t = 30^\circ\text{C}$ – розрахункова різниця температур.

Тоді:

$$F_4=a_{4з} \cdot b_{4з}=6.5 \cdot 6.0= 39 \text{ м}^2;$$

$$F_3=a_{3з} \cdot b_{3з}-F_4=8.5 \cdot 8.0-39=29 \text{ м}^2;$$

					ТС 01 59 03 ПЗ	Лист
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_2 = a_{23} \cdot b_{23} - F_3 - F_4 = 10.5 \cdot 10.0 - 29 - 39 = 37 \text{ м}^2;$$

$$F_1 = a_{13} \cdot b_{13} - F_2 - F_3 - F_4 = 12.5 \cdot 12.0 - 37 - 29 - 39 = 45 \text{ м}^2,$$

де F_4, F_3, F_2, F_1 – площі поверхонь підлоги відповідно 4-ої, 3-ї, 2-ї і 1-ї зон.

Отже,

$$Q_{\text{підв}} = \left(4 \cdot \frac{F_{2 \times 2}}{R_1} \cdot 2 + \frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2} + \frac{F_3}{R_3} + \frac{F_4}{R_4} \right) \Delta t =$$

$$\left(4 \cdot \frac{4}{4.2} \cdot 2 + \frac{45.0}{4.2} + \frac{37.0}{6.5} + \frac{29.0}{11} + \frac{39.0}{15.0} \right) \cdot 30 = 877.86 \text{ Вт} .$$

Отже,

$$Q_{\text{підв}} = 877.86 \text{ Вт}.$$

1.12 Сумарні теплові втрати

Підрахуємо теплові втрати для всієї будівлі:

$$Q_{\text{буд}} = Q_{1\text{пов}} + Q_{2\text{пов}} + Q_{\text{підв}} = 17028.76 + 17861.461 + 877.86 = 35768,081 \text{ Вт}$$

$$\approx 36 \text{ кВт}$$

Отже, розрахункова витрата тепла: $Q = 35.768 \text{ кВт}$.

1.13 Середні витрати теплоти на опалення

Середня витрата теплоти на опалювання розраховується по формулі:

$$Q_{\text{ср}} = Q \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}}, \quad (1.5)$$

де $t_{\text{ср.о}} = 3^\circ\text{C}$ – середня температура за опалювальний період для м. Переяслав, згідно із [8],

Отже:

$$Q_{\text{ср}} = 35,768 \cdot \frac{20 - 3}{20 + 20} = 15.20 \text{ кВт}.$$

1.14 Річна витрата теплоти на опалення

Річна витрата теплоти на опалювання:

$$Q_{\text{річ}} = Q_{\text{ср}} \cdot n_0 \cdot 24 \cdot 3600, \quad (1.6)$$

де n_0 – продовжуваність опалювального періоду;

$n_0 = 191$ днів, згідно з [2].

$$\text{Отже: } Q_{\text{річ}} = 15.20 \cdot 10^3 \cdot 191 \cdot 24 \cdot 3600 = 250,836 \text{ ГДж/год}.$$

2 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ НА ВЕНТИЛЯЦІЮ

2.1 Розрахунок системи вентиляції котельного залу

Об'єм котельні: $V = 3 \cdot 3 \cdot 4 = 36 \text{ м}^3$.

Кількість повітря, яке треба на триразовий обмін:

$$V_1 = 36 \cdot 3 = 108 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Кількість тепла на нагрів повітря:

$$Q = V_1 \cdot \rho \cdot C \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{сп}}) / 3600 \quad (2.1)$$

Кількість тепла на триразовий повітрообмін:

$$Q_3^{\text{в}} = 108 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 1.29 \cdot (20 - 3) / 3600 = 657.9 \text{ Вт};$$

2.2 Середні теплові втрати на вентиляцію

Середні теплові втрати на вентиляцію:

$$Q_{\text{в}}^{\text{сп}} = Q_{\text{в}} \frac{t_{\text{в.н}} - t_{\text{н}}^{\text{сп.о}}}{t_{\text{в.н}} - t_{\text{р.о}}} \quad (2.2)$$

Оскільки застосовується вентиляція без обмежень, то:

$$Q_{\text{в,сп}}^{\text{б.о}} = 657.9 \cdot \frac{20 + 3.0}{20 + 20} = 378.29 \text{ Вт.}$$

де $t_{\text{н}}^{\text{сп.о}}$ – середня температура навколишнього повітря за опалювальний період, для Переяслава $t_{\text{н}}^{\text{сп.о}} = +3.0\text{C}$.

2.3. Річні теплові втрати на вентиляцію

Річні теплові втрати на вентиляцію розраховуються по формулі:

$$Q_{\text{в}}^{\text{річ}} = Q_{\text{в}}^{\text{сп}} \cdot n_0 \cdot z_{\text{в}} \cdot 3600. \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{о}}^{\text{річ}} = 378.29 \cdot 191 \cdot 24 \cdot 3600 = 6.242 \text{ ГДж/год.}$$

де n_0 - тривалість опалювального періоду за кількістю днів зі стійкою середньою добовою температурою зовнішнього повітря 8°C и нижче , $n_0 = 191$ доба по таблиці 1.5 згідно з [4].

$z_{\text{в}}$ - тривалість вентиляції за добу;

для вентиляції без обмеження $z_{\text{в}} = 24$ год.

3 ВИТРАТА ТЕПЛОТИ НА ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ ЗА ТОЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Витрата теплоти на гаряче водопостачання має добовий характер і не залежить від пори року.

У моїй системі гарячого водопостачання є такі водорозбірні прилади: 1 ванна, 1 раковина, 2 душа, 2 умивальники, 1 посудомийна машина, 1 пральна машина, 2 сушарки рушників, 2 унітази.

Відповідно до СНіПу для місцевого водопостачання рекомендується температура гарячої води в системі гарячого водопостачання $t=55^{\circ}\text{C}$.

Система гарячого водопостачання для моєї житлової будівлі – циркуляційна з примусовою циркуляцією.

3.1 Секундна витрата води

Секундна витрата води розраховується для всіх водорозбірних приладів:

$$G_c = 5 \cdot g \cdot \alpha \quad (3.1)$$

де $g = 0,2 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ – витрата гарячої води однією водорозбірною приладів для житлових будівель. Це значення ми берем по ванні, бо це прилад, в якого найбільша витрата води на годину $g_x=200$ кг/год згідно з [1];

$\alpha = f(N, P)$ – безрозмірна величина, визначається по таблиці згідно від кількості водорозбірних точок і ймовірності їх працездатності під час найбільшого водоспоживання P .

Ймовірність працездатності водорозбірних пристроїв під час найбільшого водоспоживання:

$$P = g_{г.г.} U / (3600 \cdot g \cdot N), \quad (3.2)$$

де $g_{г.г.} = 10,9 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ – норма витрати гарячої води одним споживачем для житлових будівель з підвищеними вимогами за годину найбільшого водоспоживання згідно з [1];

U – загальна кількість споживачів гарячої води (за умовою 3 особи);

N – загальна кількість водорозбірних приладів.

$$P = \frac{10,9 \cdot 3}{3600 \cdot 0,2 \cdot 12} = 0,0037.$$

Для визначення α за таблицею необхідно знайти NP:

$$NP=12 \cdot 0,0037=0,044.$$

За таблицею я знаходжу $\alpha = f(NP = 0,044) = 0,263$.

$$G_c = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,263 = 0,263 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

3.2 Розрахункова витрата гарячої води за годину найбільшого водоспоживання

Ця витрата, необхідна для вибору водонагрівача, визначається по формулі:

$$G_{\text{ГОД}}=18 \cdot 10^3 \cdot g \cdot E \cdot \alpha \quad (3.3)$$

де $E=0,28$, де E - коефіцієнт використання водорозбірних пристроїв, значення якого приймається по пристрою з найбільшою витратою води на годину $g_x=200$ кг/год– ванна згідно з [1]; $\alpha=f(N;P)$ - безрозмірна величина, визначається по графіку згідно з [1] залежно від кількості N водорозбірних приладів і вірогідність їх використання під час найбільшого водоспоживання $P_{\text{ГОД}}$.

Вірогідність використання водорозбірних приладів під час найбільшого водоспоживання:

$$P_{\text{ГОД}}=D/E$$

$$P_{\text{ГОД}} = \frac{0,0044}{0,28} = 0,0157.$$

Для визначення $\alpha_{\text{ГОД}}$ по графіку необхідно визначити добуток:

$$NP_{\text{ГОД}}=12 \cdot 0,0157=0,1884$$

По таблиці визначаю $\alpha_{\text{ГОД}} = f(NP_{\text{ГОД}} = 0,1884) = 0,435$.

$$G_{\text{ГОД}} = 18 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,28 \cdot 0,435 = 438,48 \frac{\text{кг}}{\text{ГОД}}.$$

					ТС 01 59 03 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

3.3 Максимальна витрата теплоти на гаряче водопостачання

Максимальна (розрахункова) витрата теплоти на гаряче водопостачання визначається по формулі:

$$Q_{\text{ГВП}} = 1.163 * G_{\text{Год}} * (t_{\text{гар.вод}} - t_{\text{хол.вод}}) * Q_{\text{под}} + Q_{\text{цир}} \quad (3.5)$$

де Q_n и $Q_{\text{ци}}$ – втрати теплоти подаючими трубопроводами і циркуляційними трубопроводами для ГВП;

$t_{\text{г.в}}$ – температура гарячої води, що дорівнює 55°C ;

$t_{\text{х.з}}$ – температура початкової води під час зимового періоду, що дорівнює 5°C .

Втрати теплоти подаючими трубами і циркуляційними трубопроводами для житлових будівель:

$$Q_n + Q_{\text{ци}} = 0,05Q_o \approx (0,05 - 0,08)Q_{\text{зв.мах}} \quad (3.6)$$

В результаті отримуємо максимальну витрату теплоти на ГВП:

$$Q_{\text{ГВП.мах}} = 1,163 \cdot 438,48 \cdot (55 - 5) = 25497,612 \text{Вт} = 25,497 \text{кВт}.$$

3.4 Середня витрата теплоти на гаряче водопостачання за опалювальний період

Середня витрата теплоти на ГВП за опалювальний період знаходимо за укрупненими показниками по такій формулі:

$$Q_{\text{ср}}^{\text{ГВП}} = \frac{Q_{\text{ГВП.мах}}}{(2 \div 2,4)} \quad (3.7)$$

$$Q_{\text{ср}}^{\text{ГВП}} = \frac{25497}{2,0} = 12748 \text{Вт} = 12,748 \text{кВт}.$$

3.5 Середня витрата теплоти на ГВП споживачів у літній період

Середня витрата теплоти на ГВП споживачів у літній період знаходиться по формулі:

$$Q_{\text{ср,л}}^{\text{ГВП}} = Q_{\text{ср}}^{\text{ГВП}} \cdot \frac{t_{\text{Г.В}} - t_{\text{х.л}}}{t_{\text{Г.В}} - t_{\text{х.В}}} \cdot \beta, \quad (3.8)$$

де $t_{\text{х.л}}$ – температура холодної води в літній період, $t_{\text{х.л}} = 15^{\circ}\text{C}$;

β – коефіцієнт, який враховує зниження середньої витрати води на ГВП у літній період відносно отопалювального, $\beta=0,8$ згідно з [2].

Отже:

$$Q_{\text{ср,л}}^{\text{ГВП}} = 12748 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 8158.72 \text{Вт} = 8.158 \text{кВт}.$$

3.6 Річна витрата теплоти на ГВП

Річна витрата теплоти на ГВП визначається по формулі:

$$Q_{\text{год}}^{\text{ГВС}} = [Q_{\text{ср}}^{\text{ГВС}} n_o + Q_{\text{ср,л}}^{\text{ГВС}} (350 - n_o)] \cdot 24 \cdot 3600 \quad (3.9)$$

де $n_o = 191$ день.

Отже:

$$Q_{\text{год}}^{\text{ГВС}} = [12748 \cdot 191 + 8158.72 \cdot (350 - 191)] \cdot 24 \cdot 3600 = 322.453 \text{ГДж/год}.$$

Результати по річній витраті теплоти ГВП, опаленні та вентиляції показані в таблиці.

Таблиця 3.6 - Результати розрахунків навантажень на опалення, вентиляцію і ГВП

	Розрахунковий	Середній	Середній літній	Річний
Опалення	35.768 кВт	15.20кВт	-	250.8 ГДж/рік
Вентиляція	0.657 кВт	0.378 кВт	-	6.242 ГДж/рік
ГВП	25.497кВт	12.748 кВт	8.158 кВт	322.45 ГДж/рік
Сумарний	61.922кВт	28.326 кВт	8.158 кВт	579.492 ГДж/рік

4 СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

4.1 Опис системи теплопостачання.

Житловий індивідуальний будинок опалюється завдяки котельній, яка знаходиться в цокольному приміщенні (підвалі) з теплоносієм — гаряча вода з температурою 95°C.

Систему теплопостачання вибираю двотрубну закриту (замкнену), в ній використана вода використовується як теплоносій і в мережі не відбирається.

4.2 Розрахунок теплової схеми котельної для максимального зимового режиму роботи котельної

Розрахунок робимо за методикою, вказаною в літературі [1].

Коефіцієнт зниження витрати теплоти на опалення для максимального зимового режиму

$$k_{o,g} = 1$$

Розрахунковий відпуск теплоти на опалення $Q_o = 35768 \text{ Вт}$.

Розрахунковий відпуск теплоти на вентиляцію $Q_b = 657.0 \text{ Вт}$.

Розрахунковий відпуск теплоти на гаряче водопостачання $Q_{\text{ГВП}} = 25497 \text{ Вт}$.

Температура мережевої води на виході з котельні $t_1 = 95^\circ \text{C}$.

Температура зворотної мережевої води після опалювання $t_2 = 70^\circ \text{C}$.

Сумарний відпуск теплоти на опалення і вентиляцію:

$$Q_{o,g} = (Q_o + Q_b) \cdot k_{o,g}, \quad (4.1)$$

$$Q_{o,g} = (35768 + 657.0) \cdot 1 = 36425.0 \text{ Вт}$$

Витрата води:

$$G_{o,g} = \frac{Q_{o,g}}{C_w \cdot (t_1 - t_2)}, \quad (4.2)$$

де $C_w = 4198 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ – питома теплоємність води при середній температурі мережевої води.

$$G_{o,g} = \frac{36425.0}{4198 \cdot (95 - 70)} = 0,348 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Витрата води на ГВП:

$$G_{\text{ГВП}} = \frac{Q_{\text{ГВП}}}{C_w \cdot (t_{\text{Г.В}} - t_{\text{Х.З}})}, \quad (4.3)$$

де $C_w = 4174 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ – питома теплоємність води при середній температурі мережевої води.

$$G_{\text{ГВП}} = \frac{12748}{4174 \cdot (55 - 5)} = 0,061 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

					ТС 01 59 03 ПЗ	Лист
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова витрата мережевої води на виході з котельні:

$$G_{\text{мер}} = G_{\text{о,в}} + G_{\text{ГВП}}, \quad (4.4)$$

$$G_{\text{мер}} = 0.348 + 0.061 = 0.409 \text{ кг/с}$$

Витрата води для підживлення на заповнення витоків у тепловій мережі:

$$G_{\text{вит}} = \frac{0,75}{100 \cdot 3600} (Q_{\text{о,в}} + Q_{\text{ГВП}}) g_{\text{сист}}, \quad (4.5)$$

де $g_{\text{сист}} = 0,043 \frac{\text{кг}}{\text{Вт}}$ – об'єм води в системі теплопостачання щодо сумарного відпуску теплоти на опалення і гаряче водопостачання.

Витрата зворотної мережевої води на вході в котельню:

$$G_{\text{мер.зв}} = G_{\text{сет}} - G_{\text{вит}},$$

$$G_{\text{мер.зв}} = 0,409 - 0,0055 = 0,4035 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Витрата води через котел:

$$G_k = \frac{Q_k}{C_6 (t_1 - t_2)}, \quad (4.7)$$

$$G_k = \frac{64852.7}{4198 \cdot (95 - 70)} = 0,618 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \text{ де } Q_k = 64852.7 \text{ Вт.}$$

5 ВИБІР ОСНОВНОГО І ДОПОМІЖНОГО УСТАТКУВАННЯ КОТЕЛЬНОЇ

5.1 Підбір котла

Кількість водогрійних котлів і коефіцієнт їх завантаження у відсотках визначимо по формулах:

$$N = \frac{Q_k}{Q_{\text{к.ном}}}, \quad (5.1)$$

$$K_{\text{заван}} = (Q_k / N \cdot Q_{\text{к.ном}}) \cdot 100, \quad (5.2)$$

де $Q_{\text{к.ном}}$ – номінальне теплове навантаження одного водогрійного котла, кВт.

$Q_k = 80000.0 \text{ Вт}$ – необхідна потужність котла.

Для вибору розглянемо ряд котлів марки Viessmann серії VITOCROSSAL 300, тип CM3. Це газовий конденсатний водогрійний котел для природного газу E і LL з потужністю 87 – 142 кВт.

					ТС 01 59 03 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

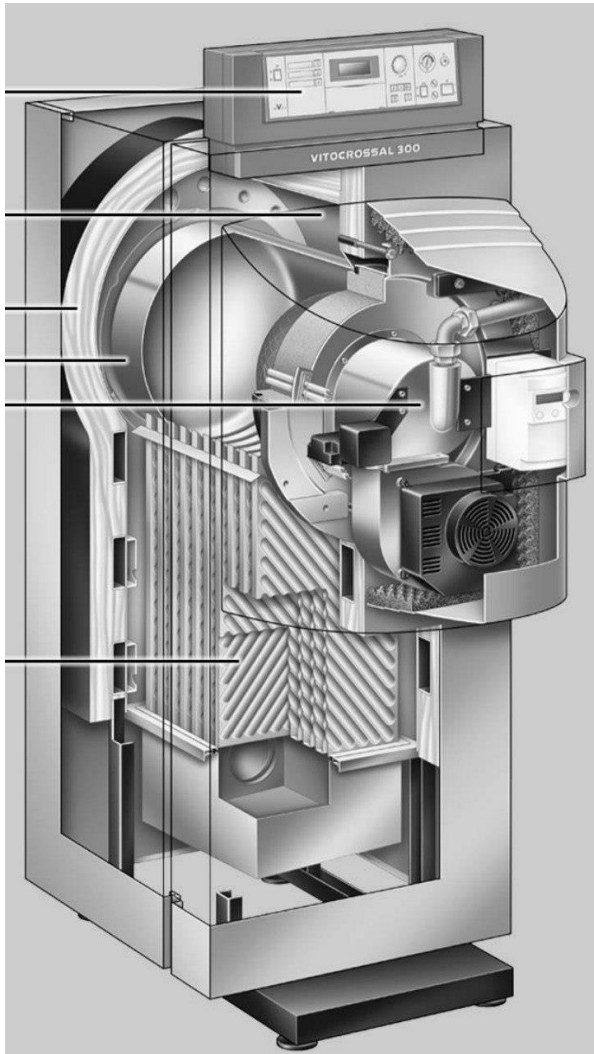


Рисунок 5.1 - Газовий конденсатний котел VITOCROSSAL 300

Таблиця 5.1 - Каталог номінальних теплових потужностей газового котла Viessmann серії VITOCROSSAL 300

Номінальне теплове навантаження, кВт	27	45	75
--------------------------------------	----	----	----

Основні характеристики даного котла: допустима робоча температура — 100°C; об'єм котлової води — 110 л; габаритні розміри з пальником — 1025 мм; висота з контролером — 2055 мм.

Отже:

$$N = \frac{80000}{27000} = 3;$$

$$K_{\text{зав}} = \frac{80000}{3 \cdot 27000} \cdot 100 = 98\%;$$

$$N = \frac{80000}{45000} = 2;$$

$$K_{\text{зав}} = \frac{80000.0}{2 \cdot 45000} \cdot 100 = 88\%;$$

$$N = \frac{80000}{75000} = 1;$$

$$K_{\text{зав}} = \frac{80000.0}{1 \cdot 75000} \cdot 100 = 100.0\%.$$

Для свого індивідуального будинку я беру котел з номінальною тепловою потужністю 75 кВт, щоб можна було не замінювати котел і включати на більшому навантаженні, тобто збільшити теплове навантаження без встановлення нового котла.

Особливості котла VITOCROSSAL 300:

1. Контролер Vitotronic – інтелектуальний, зручний у монтажі, експлуатації та сервісному обслуговуванні.
2. Широкі проходи між жаровими трубами забезпечують ефективну природну циркуляцію.
3. Високоєфективна теплоізоляція.
4. Водохолоджувальна камера згорання з нержавіючої сталі.
5. ІЧ-пальник MatriX для мінімізації викидів шкідливих речовин.
6. Поверхні конденсації Inox-Crossal із високоякісної нержавіючої сталі 5829.

					ТС 01 59 03 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

5.2 Підбір теплообмінника

Для вибору розглянемо бойлери Drazice OKNE ONE (Чехія) :

Таблиця 5.2 - Каталог бойлерів Drazice OKNE

Тип бойлера	Об'єм , л	Витрата, л/год	Температурний графік
ОКС 160	148	990	95/70
ОКС 200	200	1080	95/70
ОКС 250	242	990	95/70

Витрата води на ГВП:

$$G_{\text{ГВП}} = 0,061 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 220 \frac{\text{л}}{\text{ч}}$$

Розрахункова відпустка теплоти на гаряче водопостачання:

$$Q_{\text{ГВП}} = 25.497 \text{ кВт}$$

Отже, приймаємо теплообмінник Drazice ONE об'ємом 242 л, з продуктивністю 990 л/ч.

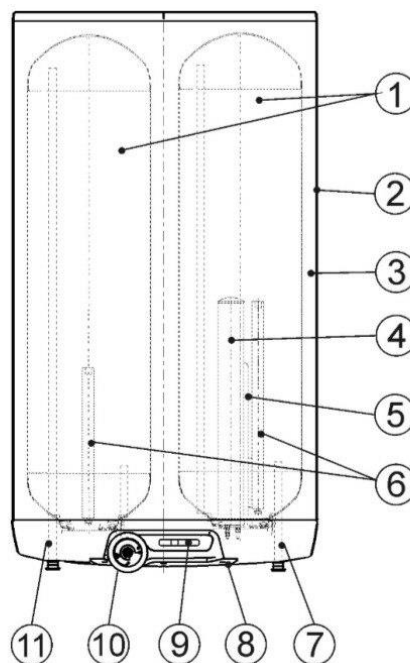


Рисунок 5.2 - Вигляд водонагрівача

1 - сталевий емальований резервуар; 2 - корпус водонагрівача; 3 поліуретанова ізоляція; 4 - гільза нагрівального елемента; 5 - керамічний нагрівальний елемент 2000 Вт, OKNE ONE 30 - 1100 Вт; 6 - гільза датчика термостата; 7 — електропроводки; 8 - індикатор температури; 9 - робочий термостат із зовнішнім керуванням та захисний запобіжник; 11 - спускна труба

5.3. Підбір пластинчастого теплообмінника

По навантаженню на опалення 35.768 кВт обираю пластинчастий теплообмінник IMS V3-020-30 $\frac{3}{4}$ (40-60 кВт). Відповідні характеристики наведені в таблиці.

Т

абл иц я 5.3 - Ха рак тер ист ик и пла	Навантаження, кВт	Діаметр з'єднан ня, Ду	Тип з'єднан ня	Продук тивніст ь від гарячої води, л/хв	Робоча темпера тура	Тип теплообмі нника	Маса порожньо го	Кіль- кість панеле й, Шт.
	40-60	3/4	різьба	33	До 130С	Паяний, поверхне вий, рекупера тивний	3 кг	30

стинчастого
теплообмінника

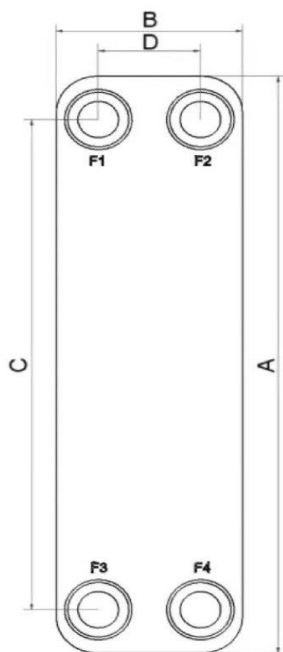


Рисунок 5.3 - Схема і загальний вигляд пластинчастого теплообмінника

6 ВИЗНАЧЕННЯ ЗОВНІШНІХ ДІАМЕТРІВ ПІДВЕДЕНЬ І СТОЯКІВ

6.1 Визначення діаметрів підведень до нагрівальних приладів

Параметри теплоносія оберемо з табл. 21 згідно з [3]:

$$\Delta t = t_r - t_o = 95 - 70 = 25^\circ\text{C}$$

По табл. 24 згідно з [2] для гарячої води з насосною циркуляцією середня швидкість теплоносія 0,3м/с.

Теплове навантаження першого стояка:

$$Q_{cm1} = \frac{Q_o}{n_{np}} \cdot n_{cm1}, \quad (6.1)$$

де n_{cm1} – кількість нагрівальних приладів, що доводяться на перший стояк системи опалення;

n_{np} – кількість приладів системи опалення.

$$Q_{ст1} = \frac{35768}{13} \cdot 8 = 22011\text{Вт}$$

Масова витрата води через стояк:

$$m_{cm} = \frac{Q_{cm}}{C_v(t_1 - t_2)}, \quad (6.2)$$

c_v – теплоємність води, прийmemo $c_v=4198\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, згідно з [3].

Тоді для стояка 1:

$$m_{ст1} = \frac{22011}{4198(95-70)} = 0,209 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Відповідно, теплове навантаження другого стояка:

$$Q_{cm2} = Q_o - Q_{cm1}, \quad (6.3)$$

$$Q_{ст2} = 35768 - 22011 = 13757\text{Вт}.$$

Для стояка 2:

$$m_{ст2} = \frac{13757}{4198(95 - 70)} = 0,131 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

					ТС 01-59.03 ПЗ	Лист
					Внутрішній діаметр трубопроводів першого стояка визначено з урахування нерозривності:	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

$$m_o = \rho \cdot \omega_B \cdot f, \quad (6.4)$$

звідки

$$d_2 = 1,13 \sqrt{\frac{T_o}{\rho \cdot \omega_B}}, \quad (6.5)$$

де густина води $\rho=1000\text{кг/м}^3$.

Тому

$$d_{2,ст1} = 1,13 \sqrt{\frac{0,209}{1000 \cdot 0,3}} = 0,029\text{м},$$

тоді діаметр підведень згідно ДСТУ $d_{2ст1}=32\text{мм}$.

Швидкість води:

$$\omega_B = \frac{m_o}{\rho \cdot f} = \frac{4 \cdot 0,209}{1000 \cdot 3,14 \cdot 0,032^2} = 0,26 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Внутрішній діаметр трубопроводів другого стояка:

$$d_{2,ст2} = 1,13 \sqrt{\frac{0,131}{1000 \cdot 0,3}} = 0,023\text{м},$$

Отже,

$$\omega_B = \frac{m_o}{\rho \cdot f} = \frac{4 \cdot 0,131}{1000 \cdot 3,14 \cdot 0,025^2} = 0,27 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

6.2 Визначення діаметрів стояків

Визначення діаметрів стояків розрахуємо за формулою (6.4).

Діаметр першого стояка:

$$d_{1,ст1} = 1,13 \sqrt{\frac{2T_o}{\rho \cdot \omega_B}} = 1,13 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,209}{1000 \cdot 0,26}} = 0,0453\text{м} \Rightarrow d_{1ст}=50\text{мм}.$$

Діаметр другого стояка:

$$d_{1,ст2} = 1,13 \sqrt{\frac{2T_o}{\rho \cdot \omega_B}} = 1,13 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,131}{1000 \cdot 0,3}} = 0,033\text{м} \Rightarrow d_{1ст2}=32\text{мм}.$$

Визначаю зовнішні діаметри:

- підведень: $d_{н2}=41\text{ мм}$;
- стояків: $d_{н1}=59\text{мм}$.

Далі в наступних пунктах буде розрахунок діаметрів окремо по приміщеннях.

7.1 Розрахунок 1-го поверху

7.2 Приміщення 1

Для підтримки в опалюваному приміщенні потрібної температури треба, щоб кількість

тепла, яку віддають нагрівальні прилади, дорівнювала тепловтравам приміщення.

					Лист
					4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Початкові дані до розрахунку:

$$Q_{\text{п}}=6053\text{Вт}; \quad t_{\text{г}} = 95^{\circ}\text{C}; \quad t_{\text{o}} = 70^{\circ}\text{C}; \quad d_{\text{н}2}=41\text{мм}; \quad d_{\text{н}1}=59\text{мм}; \quad h=4\text{м}, \quad l=0,6\text{м}.$$

Методика розрахунку приведена згідно з [1].

Поверхня відкрито прокладених трубопроводів розраховується за формулою: $F_{\text{тр}} =$

$$\pi(d_{1\text{н}} \cdot h + 2d_{2\text{н}} \cdot l) \quad (7.1)$$

Тоді:

$$F_{\text{тр}} = 3,14 * (0,059 \cdot 4 + 2 \cdot 0,041 \cdot 0,6) = 0,89\text{екм}.$$

Розрахункову поверхню нагріву визначимо за формулою:

$$F_{\text{р}} = \left(\frac{Q_{\text{п}}}{q_{\text{екв}}}\right) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3, \quad (7.2)$$

$$F_{\text{р}} = \frac{6053}{551.12} \cdot 1,05 \cdot 1,03 \cdot 1,05 = 12.47\text{екм},$$

де $q_{\text{екв}}$ – щільність теплового потоку нагрівального приладу.

$$q_{\text{екв}} = q_{0\text{екв}} \cdot G_{\text{відн}}, \quad (7.3)$$

$$q_{\text{екв}} = 535.07 \cdot 1.03 = 551.122 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}},$$

де $q_{0\text{екв}}$ – щільність теплового потоку нагрівального приладу при $G_{\text{відн}}=1$.

$$q_{0\text{екв}} = 3,3 \cdot \Delta t_{\text{т},1,25} \cdot \Delta t_{\text{пр}}^{-0,087}, \quad (7.4)$$

$$q_{0\text{екв}} = 3,3 \cdot 62,5^{1,25} \cdot 25^{-0,025} = 535,07 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}} \text{ при } \Delta t_{\text{т}} = \frac{t_{\text{г}}+t_{\text{o}}}{2} - t_{\text{вн}}; \quad (7.5)$$

$$\Delta t_{\text{т}} = \frac{95 + 70}{2} - 20 = 62,5^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{пр}} = t_{\text{г}} - t_{\text{o}} = 95 - 70 = 25^{\circ}\text{C}.$$

де $G_{\text{відн}}$ – відносна витрата води через нагрівальний прилад:

$$G_{\text{відн}} = \frac{m_{\text{пр}} \cdot q_{0\text{екв}}}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot Q_{\text{п}}}, \quad (7.6)$$

$$G_{\text{відн}} = \frac{0,057 \cdot 535.07}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot 6053} = 1.03 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \text{ де}$$

$$m_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{п}}}{c_{\text{р}}(t_{\text{г}}-t_{\text{o}})} = \frac{6053}{4187(95-70)} = 0,057 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad (7.7)$$

$m_{\text{пр}}$ – дійсна масова витрата води через нагрівальний прилад.

Поверхня нагріву безпосередньо самого нагрівального приладу:

$$F_{\text{е}} = F_{\text{р}} - F_{\text{тр}}, \quad (7.8)$$

$$F_{\text{е}} = 12.47 - 0,89 = 11.58\text{екм}.$$

Кількість секцій нагрівального приладу:

ТС 01 59 03 ПЗ

Лист

4

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

$$N = \frac{F_e}{f_e}, \quad (7.9)$$

де f_e – поверхня однієї секції нагрівального приладу, екм.

$$N = \frac{11.58}{0,44} = 26 \text{ секцій}$$

7.3 Приміщення 2

Початкові дані до розрахунку: $Q_n=7744.80\text{Вт}$; $t_r = 95^\circ\text{C}$; $t_o = 70^\circ\text{C}$; $d_{н2}=41\text{мм}$; $d_{н1}=59\text{мм}$; $h=4\text{м}$, $l=0,6\text{м}$.

Поверхня відкрито прокладених трубопроводів:

$$F_{\text{Тр}} = 3,14 * (0,059 * 4 + 2 * 0,041 * 0,6) = 0,89\text{екм.}$$

Розрахункова поверхня нагріву:

$$F_p = \left(\frac{Q_n}{q_{\text{екв}}} \right) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 = \frac{7744.80}{551.12} \cdot 1,05 \cdot 1,03 \cdot 1,05 = 15.95\text{екм.}$$

$$q_{\text{екв}} = q_{0\text{екв}} \cdot G_{\text{відн}} = 535.07 \cdot 1.03 = 551.12 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}},$$

$$q_{0\text{екв}} = 3,3 \cdot \Delta t_{\text{Т},1,25} \cdot \Delta t_{\text{пр}}^{-0,025}, \quad (7.4)$$

$$q_{0\text{екв}} = 3,3 \cdot 62,5^{1,25} \cdot 25^{-0,025} = 535.07 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}}$$

$$\Delta t_{\text{Т}} = 62,5^\circ\text{C}; \quad \Delta t_{\text{пр}} = 25^\circ\text{C}.$$

$$G_{\text{відн}} = \frac{m_{\text{пр}} \cdot q_{0\text{екв}}}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot Q_n} = \frac{0,073 \cdot 535.07}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot 7744.80} = 1.03 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$m_{\text{пр}} = \frac{Q_n}{c_p(t_r - t_o)} = \frac{7744.80}{4187(95-70)} = 0,073 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

Поверхня нагріву безпосередньо самого нагрівального приладу:

$$F_e = F_p - F_{\text{Тр}} = 15.95 - 0,89 = 15.06\text{екм.}$$

Кількість секцій нагрівального приладу:

$$N = \frac{F_e}{f_e} = \frac{15.06}{0,44} = 34.2 \approx 34 \text{ секції.}$$

7.4 Приміщення 3

Початкові дані до розрахунку:

$Q_n=1294.382 \text{ Вт}$; $t_r = 95^\circ\text{C}$; $t_o = 70^\circ\text{C}$; $d_{н2}=41\text{мм}$; $d_{н1}=59\text{мм}$; $h=4\text{м}$, $l=0,6\text{м}$.

Поверхня відкрито прокладених трубопроводів:

$$F_{\text{Тр}} = 3,14 * (0,059 * 4 + 2 * 0,041 * 0,6) = 0,89\text{екм}$$

Розрахункова поверхня нагріву:

ТС 01 59 03 ПЗ

Лист

4

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

$$F_p = \left(\frac{Q_n}{q_{\text{екв}}} \right) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 = \frac{1294.382}{556.42} \cdot 1,05 \cdot 1,03 \cdot 1,05 = 2,64 \text{екм},$$

$$q_{\text{екв}} = q_{0\text{екв}} \cdot G_{\text{відн}} = 535.07 \cdot 1.04 = 556.42 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}},$$

$$q_{0\text{екв}} = 535.07 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}}, \Delta t_T = 62,5^\circ\text{C}; \Delta t_{\text{пр}} = 25^\circ\text{C},$$

$$G_{\text{відн}} = \frac{m_{\text{пр}} \cdot q_{0\text{екв}}}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot Q_n} = \frac{0,0123 \cdot 535.02}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot 1294.382} = 1.04 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$m_{\text{пр}} = \frac{Q_n}{c_p(t_T - t_0)} = \frac{1294.382}{4187(95-70)} = 0,0123 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Поверхня нагріву безпосередньо самого нагрівального приладу:

$$F_e = F_p - F_{\text{тр}} = 2,64 - 0,89 = 1,75 \text{екм}.$$

Кількість секцій нагрівального приладу:

$$N = \frac{F_e}{f_e} = \frac{1.75}{0.44} = 3.9 \approx 4 \text{секцій}.$$

7.5 Приміщення 4

Початкові дані до розрахунку:

$$Q_n = 2132.969 \text{Вт}; \quad t_T = 95^\circ\text{C}; \quad t_0 = 70^\circ\text{C}; \quad d_{\text{н}2} = 41 \text{мм}; \quad d_{\text{н}1} = 59 \text{мм}; \quad h = 4 \text{м}, \\ l = 0,6 \text{м}.$$

Поверхня відкрито прокладених трубопроводів:

$$F_{\text{тр}} = 3,14 * (0,059 \cdot 4 + 2 \cdot 0,041 \cdot 0,6) = 0,89 \text{екм}$$

Розрахункова поверхня нагріву:

$$F_p = \left(\frac{Q_n}{q_{\text{екв}}} \right) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 = \frac{2132.12}{829.35} \cdot 1,05 \cdot 1,03 \cdot 1,05 = 2.91 \text{екм},$$

$$q_{\text{екв}} = q_{0\text{екв}} \cdot G_{\text{відн}} = 535.02 \cdot 1.55 = 829.35 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}},$$

$$q_{0\text{екв}} = 535.07 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}}, \Delta t_T = 62,5^\circ\text{C}; \Delta t_{\text{пр}} = 25^\circ\text{C},$$

$$G_{\text{відн}} = \frac{m_{\text{пр}} \cdot q_{0\text{екв}}}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot Q_n} = \frac{0,03 \cdot 535.02}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot 2132.969} = 1.55 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$m_{\text{пр}} = \frac{Q_n}{c_p(t_T - t_0)} = \frac{2132.969}{4187(95-70)} = 0,03 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Поверхня нагріву безпосередньо самого нагрівального приладу:

$$F_e = F_p - F_{\text{тр}} = 2.91 - 0,89 = 2.02 \text{екм}.$$

Кількість секцій нагрівального приладу:

$$N = \frac{F_e}{f_e} = \frac{2.02}{0.44} = 4.5 \approx 4 \text{секцій}.$$

7.6 Розрахунок 2-го поверху

Розрахунок по 2 поверху проводимо по тій самій методиці, що і для 1 поверху.				Лист
ТС 01 59 03 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата
				5

7.7 Приміщення 1

Початкові дані до розрахунку:

$$Q_n = 6053.196 \text{ Вт}; \quad t_r = 95^\circ\text{C}; \quad t_o = 70^\circ\text{C}; \quad d_{n2} = 41 \text{ мм}; \quad d_{n1} = 59 \text{ мм}; \quad h = 4 \text{ м}, \quad l = 0,6 \text{ м}.$$

Поверхня відкрито прокладених трубопроводів:

$$F_{\text{тр}} = 3,14 * (0,059 * 4 + 2 * 0,041 * 0,6) = 0,89 \text{ екм}.$$

Розрахункова поверхня нагріву:

$$F_p = \left(\frac{Q_n}{q_{\text{екв}}} \right) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 = \frac{6053.196}{551.12} \cdot 1,05 \cdot 1,03 \cdot 1,05 = 12.47 \text{ екм},$$

$$q_{\text{екв}} = q_{0\text{екв}} \cdot G_{\text{відн}} = 535.07 \cdot 1,03 = 551.12 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}},$$

$$q_{0\text{екв}} = 3,3 \cdot 62,5^{1,25} \cdot 25^{-0,025} = 535.07 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}},$$

$$\Delta t_r = 62,5^\circ\text{C}; \quad \Delta t_{\text{пр}} = 25^\circ\text{C},$$

$$G_{\text{відн}} = \frac{m_{\text{пр}} \cdot q_{0\text{екв}}}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot Q_n} = \frac{0,057 \cdot 535.07}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot 6053.196} = 1,03 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$m_{\text{пр}} = \frac{Q_n}{c_p(t_r - t_o)} = \frac{6053.196}{4187(95 - 70)} = 0,057 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Поверхня нагріву безпосередньо самого нагрівального приладу:

$$F_e = F_p - F_{\text{тр}} = 12.47 - 0,89 = 11.58 \text{ екм}.$$

Кількість секцій нагрівального приладу:

$$N = \frac{F_e}{f_e} = \frac{11.58}{0,44} = 26.3 \approx 26 \text{ секцій}.$$

7.8 Приміщення 2

Початкові дані до розрахунку:

$$Q_n = 4525.544 \text{ Вт}; \quad t_r = 95^\circ\text{C}; \quad t_o = 70^\circ\text{C}; \quad d_{n2} = 41 \text{ мм}; \quad d_{n1} = 69 \text{ мм}; \quad h = 4 \text{ м}, \\ l = 0,6 \text{ м}.$$

Поверхня відкрито прокладених трубопроводів:

$$F_{\text{тр}} = 3,14 * (0,059 * 4 + 2 * 0,041 * 0,6) = 0,89 \text{ екм}.$$

Розрахункова поверхня нагріву:

$$F_p = \left(\frac{Q_n}{q_{\text{екв}}} \right) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 = \frac{4525.544}{563.84} \cdot 1,05 \cdot 1,03 \cdot 1,05 = 9.11 \text{ екм},$$

$$q_{\text{екв}} = q_{0\text{екв}} \cdot G_{\text{відн}} = 535.02 \cdot 1,05 = 563.84 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}}$$

					ТС 01 59 03 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

$$q_{0\text{екв}} = 3,3 \cdot 62,5^{1,25} \cdot 25^{-0,025} = 535,07 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}},$$

$$\Delta t_{\text{Т}} = 62,5^{\circ}\text{C}; \Delta t_{\text{пр}} = 25^{\circ}\text{C},$$

$$G_{\text{відн}} = \frac{m_{\text{пр}} \cdot q_{0\text{екв}}}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot Q_{\text{п}}} = \frac{0,043 \cdot 535,07}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot 4525,544} = 1,04 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$m_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{п}}}{c_p(t_{\text{r}} - t_0)} = \frac{4525,544}{4187(95-70)} = 0,043 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Поверхня нагріву безпосередньо самого нагрівального приладу:

$$F_e = F_p - F_{\text{тр}} = 9,11 - 0,89 = 8,22 \text{екм}.$$

Кількість секцій нагрівального приладу:

$$N = \frac{F_e}{f_e} = \frac{8,22}{0,44} = 18,69 \approx 19 \text{секцій}$$

7.9 Приміщення 3

Початкові дані до розрахунку:

$$Q_{\text{п}} = 4654,638 \text{Вт}; \quad t_{\text{r}} = 95^{\circ}\text{C}; \quad t_0 = 70^{\circ}\text{C}; \quad d_{\text{н2}} = 41 \text{мм}; \quad d_{\text{н1}} = 59 \text{мм}; \quad h = 4 \text{м}, \\ l = 0,6 \text{м}.$$

Поверхня відкрито прокладених трубопроводів:

$$F_{\text{тр}} = 3,14 * (0,059 \cdot 4 + 2 \cdot 0,041 \cdot 0,6) = 0,89 \text{екм}.$$

Розрахункова поверхня нагріву:

$$F_p = \left(\frac{Q_{\text{п}}}{q_{\text{екв}}} \right) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 = \frac{4654,638}{567,17} \cdot 1,05 \cdot 1,03 \cdot 1,05 = 9,31 \text{екм},$$

$$q_{\text{екв}} = q_{0\text{екв}} \cdot G_{\text{відн}} = 535,07 \cdot 1,06 = 567,17 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}},$$

$$q_{0\text{екв}} = 3,3 \cdot 62,5^{1,25} \cdot 25^{-0,025} = 535,07 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}}$$

$$\Delta t_{\text{Т}} = 62,5^{\circ}\text{C}; \Delta t_{\text{пр}} = 25^{\circ}\text{C},$$

$$G_{\text{відн}} = \frac{m_{\text{пр}} \cdot q_{0\text{екв}}}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot Q_{\text{п}}} = \frac{0,045 \cdot 535,07}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot 4654,638} = 1,06 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$m_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{п}}}{c_p(t_{\text{r}} - t_0)} = \frac{4694,47}{4187(95-70)} = 0,045 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Поверхня нагріву самого нагрівального приладу:

$$F_e = F_p - F_{\text{тр}} = 9,31 - 0,89 = 8,42 \text{екм}.$$

Кількість секцій нагрівального приладу:

					ТС 01 59 03 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
					5	

$$N = \frac{F_e}{f_e} = \frac{8.42}{0.44} = 19.1 \approx 19 \text{ секцій.}$$

7.10 Приміщення 4

Початкові дані до розрахунку:

$$Q_n = 2094.45 \text{ Вт}; \quad t_r = 95^\circ\text{C}; \quad t_o = 70^\circ\text{C}; \quad d_{n2} = 41 \text{ мм}; \quad d_{n1} = 59 \text{ мм}; \quad h = 4 \text{ м}, \\ l = 0.6 \text{ м.}$$

Поверхня відкрито прокладених трубопроводів:

$$F_{\text{тр}} = 3.14 * (0.059 * 4 + 2 * 0.041 * 0.6) = 0.89 \text{ екм.}$$

Розрахункова поверхня нагріву:

$$F_p = \left(\frac{Q_n}{q_{\text{екв}}} \right) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 = \frac{2094.45}{563.42} \cdot 1.05 \cdot 1.03 \cdot 1.05 = 4.22 \text{ екм}^{-1},$$

$$q_{\text{екв}} = q_{0\text{екв}} \cdot G_{\text{відн}} = 535.07 \cdot 1.053 = 563.42 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}},$$

$$q_{0\text{екв}} = 535.02 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}}, \Delta t_r = 62.5^\circ\text{C}; \Delta t_{\text{пр}} = 25^\circ\text{C},$$

$$G_{\text{відн}} = \frac{m_{\text{пр}} \cdot q_{0\text{екв}}}{4.85 \cdot 10^{-3} \cdot Q_n} = \frac{0.02 \cdot 535.07}{4.85 \cdot 10^{-3} \cdot 2094.45} = 1.053 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$m_{\text{пр}} = \frac{Q_n}{c_p(t_r - t_o)} = \frac{2094.45}{4187(95 - 70)} = 0.02 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Поверхня нагріву самого нагрівального приладу:

$$F_e = F_p - F_{\text{тр}} = 4.22 - 0.89 = 3.33 \text{ екм.}$$

Кількість секцій нагрівального приладу:

$$N = \frac{F_e}{f_e} = \frac{3.33}{0.44} = 7.56 \approx 8 \text{ секцій.}$$

7.11. Цокольний поверх

Початкові дані до розрахунку:

$$Q_n = 877.86 \text{ Вт};$$

$$t_r = 95^\circ\text{C};$$

$$t_o = 70^\circ\text{C};$$

$$d_{n2} = 41 \text{ мм};$$

$$d_{n1} = 59 \text{ мм};$$

$$h = 4 \text{ м}, l = 0.6 \text{ м.}$$

Поверхня відкрито прокладених трубопроводів: **ТС 01 59 03 ПЗ**

						Лист
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{\text{тр}} = 3,14 * (0,059 \cdot 4 + 2 \cdot 0,041 \cdot 0,6) = 0,89 \text{екм.}$$

Розрахункова поверхня нагріву:

$$F_p = \left(\frac{Q_{\text{п}}}{q_{\text{екв}}} \right) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 = \frac{877,86}{556,47} \cdot 1,05 \cdot 1,03 \cdot 1,05 = 1,79 \text{екм,}$$

$$q_{\text{екв}} = q_{0\text{екв}} \cdot G_{\text{відн}} = 535,07 \cdot 1,04 = 556,47 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}},$$

$$q_{0\text{екв}} = 535,07 \frac{\text{Вт}}{\text{екм}}, \quad \Delta t_{\text{т}} = 62,5^\circ\text{C}; \quad \Delta t_{\text{пр}} = 25^\circ\text{C}.$$

$$G_{\text{відн}} = \frac{m_{\text{пр}} \cdot q_{0\text{екв}}}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot Q_{\text{п}}} = \frac{0,0083 \cdot 535,07}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot 877,86} = 1,04 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$m_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{п}}}{c_p(t_{\text{г}} - t_0)} = \frac{877,86}{4187(95 - 70)} = 0,0083 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

Поверхня нагріву самого нагрівального приладу:

$$F_e = F_p - F_{\text{тр}} = 1,79 - 0,89 = 0,9 \text{екм.}$$

Кількість секцій нагрівального приладу:

$$N = \frac{F_e}{f_e} = \frac{0,9}{0,44} = 2,0 \approx 2 \text{секції.}$$

7.12. Результати підбору нагрівальних приладів

1 поверх

1 приміщення ставимо 1 радіатори INSTAL ПРОЕКТ TUBUS на 24 секцій

2 приміщення - 2 радіаторів INSTAL ПРОЕКТ TUBUS на 7 секцій

3 приміщення - 1 радіатор Instal Projekt TUBUS на 4 секцій

4 приміщення - 1 радіатор Instal Projekt TUBUS на 4 секцій

2 поверх

1 приміщення 3 радіатор INSTAL ПРОЕКТ TUBUS на 8 секцій

2 приміщення 2 радіатор INSTAL ПРОЕКТ TUBUS на 9 секцій

3 приміщення 2 радіатор INSTAL ПРОЕКТ TUBUS на 9секцій

4 приміщення 1 радіатор INSTAL ПРОЕКТ TUBUS на 8 секцій

Цокольний поверх

1 приміщення 1 радіатор INSTAL ПРОЕКТ TUBUS на 4 секцій

					ТС 01 59 03 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

8. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Система кондиціонування та тепlopостачання побудована для забезпечення тепла та охолодження повітря в певні пори року.

Експлуатація технологічного устаткування на на об'єктах теплоенергетики супроводжується значною кількістю шкідливих та небезпечних виробничих факторів, які можуть негативно впливати на здоров'я та працездатність обслуговуючого персоналу, що вимагає постійного підвищення ефективності роботи існуючої в організації системи управління охороною праці (СУОП).

Обслуговуючий персонал ТЕЦ, який працює в умовах підвищеної небезпеки, повинен чітко дотримуватись діючих у сфері охорони праці заходів та засобів, спрямованих на збереження життя та здоров'я людини та створення комфортних та безпечних умов праці на виробництві.

В даному розділі проекту представлені пропозиції щодо технічних рішень					Лист
організаційних заходів, спрямованих на виконання вимог з охорони праці під час					5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

експлуатації спроектованого устаткування. Також визначені основні заходи, пов'язані з гігієною праці, виробничою санітарією та пожежною безпекою і профілактикою.

8.1 Технічні рішення та організаційні заходи щодо безпечної експлуатації спроектованого технологічного обладнання.

Монтаж та подальша експлуатація основного та допоміжного обладнання виконується з урахуванням діючих вимог НПАОП 0.00-1.81-18 Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском, ДБН В.2.5 – 67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування», ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні», НПАОП 0.00-1.08-94 «Правила будови та безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів» та ін.

Рекомендується використовувати сертифіковане обладнання, яке відповідає вимогам безпеки та ефективності. При виборі котла слід звертати увагу на їхню енергоефективність, стійкість до корозії та відповідність технічним стандартам.

Необхідно дотримуватися правильного проектування та монтажу системи тепlopостачання.

Це включає встановлення котла та бойлера згідно з вимогами, урахування оптимального енергоефективного використання для отримання максимальної продуктивної системи, а також забезпечення надійного функціонування.

8.1.1 Електробезпека

Електробезпека – це система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечує захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Основні нормативні документи, що регламентують вимоги з електробезпеки, це ПУЕ-2017, НПАОП 40.1-1.21-98, НПАОП 40.1-1.01-97, НПАОП-40.1-1.32-01, ДСТУ 7237:2011 та Технічний регламент з безпеки низьковольтного електричного обладнання (постанова Каб. Міністрів України №1149 від 23.10.2009 р.), а також ДСТУ Б В.2.5-82:2016. «Інженерне обладнання будинків і споруд. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд».

Згідно ДСТУ 7237:2011 для забезпечення захисту від випадкового дотику людини до струмовідних частин приладів застосовують такі види захисту:

- робоче ізолювання струмовідних частин;
- додаткове або подвійне ізолювання струмовідних частин;
- захисні оболонки;

захисні огорожі (тимчасові або стаціонарні);

- безпечне розташування струмовідних частин; **ТС 01 59 03 ПЗ**

									Лист
									56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

- ізолювання робочого місця;
- мала напруга; захисне вимкнення;
- попереджувальна сигналізація (звукова, світлова тощо);
- блокування;
- встановлення знаків безпеки;
- електрозахисні засоби; засоби індивідуального захисту.

Для запобігання ураженню електричним струмом під час дотику до металевих неструмовідних частин, які можуть бути під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, застосовують окремо або в поєднанні такі види захисту:

- захисне заземлення;
- автоматичне вимкнення живлення;
- зрівнювання потенціалів;
- застосування обладнання відповідного класу за електрозахистом;
- захисний електричний поділ кіл;
- ізолювальні (непровідні) приміщення, зони, майданчики;
- системи наднизької напруги (безпечної, захисної).

У виробничому приміщенні з котловим обладнанням:

- Використовується мала (знижена) напруга (аварійне освітлення 220 В, система місцевого освітлення 42 В, переносне освітлення 12В).
- Штепсельні розетки (і відповідні вилки) 12, 42 В не підходять до розеток (вилки) 220 В.
- Світильники розташовуються на висоті не менш 2,5 м над робочими місцями.
 - Для забезпечення безпечної роботи і збереження технологічного обладнання передбачені блокування допоміжного обладнання (блокування не дозволяє розкрити комутаційну апаратуру без відключення джерела живлення).
 - Ізолювання струмоведучих частин з використанням поліхлорвінілової й іншої ізоляції, опір якої не нижче 1 кОм/В.
- Здійснюється постійний контроль і профілактика ізоляції.
 - Забезпечення орієнтації за рахунок застосування знаків та міток. Усі струмоведучі частини огорожені і вивішені плакати (“Стій! Напруга!”, “Не включати-працюють люди”).

Використовуються електрозахисні засоби: діелектричні рукавички, підставки, інструмент з ізолюючими ручками, захисні окуляри, та знаки безпеки відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.01-97 та НПАОП 40.1-1.07-01.

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

8.2.1. Мікроклімат та склад повітря робочої зони

					ТС 01 59 03 ПЗ	Лист
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимоги до мікроклімату робочих зон у виробничих приміщеннях регламентуються ДСН 3.3.6.042-99, та мають параметри наведені в таблиці.

Таблиця – Оптимальні та допустимі параметри мікроклімату.

Період	Оптимальні			Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	22...24	40-60	≤0,1	21...25	До 75	0,1...0,2
Холодний	23...25	40-60	≤0,1	22...28	До 75	≤0,1

8.2.2. Виробниче освітлення

Згідно вимог ДБН В.2.5-28-2018 передбачено застосування систем загального та місцевого освітлення. Робоча напруга системи загального освітлення 220В. Як джерело освітлення застосовуються газорозрядні лампи типу ДРЛ і лампи розжарювання. Лампи розжарювання використовуються на сходах, а у приміщеннях встановлюються газорозрядні лампи. Для систем місцевого та переносного освітлення застосовуються напруги живлення відповідно 42 В та 12В.

Рівень освітлення на робочих місцях складає 300 лк, що відповідає розряду та підрозряду зорової роботи при обслуговуванні та ремонті технологічного устаткування.

8.3. Пожежна безпека та профілактика

У робочих приміщеннях виконані всі вимоги НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні» та НАПБ В.01.34-2005 – «Правила ПБ в компаніях та в організаціях енергетичної галузі України»

Згідно вимог ПУЕ-2017 в БЩУ передбачені наступні заходи з пожежної безпеки та профілактики при експлуатації ЕУ:

- кабелі електропроводки вибираються за струмовим навантаженням і з негорючою ізоляцією;
- застосовані резервні кабельні мережі;
- обов'язкове дотримання норм і правил при обслуговуванні ЕУ;
- для захисту від коротких замикань, а також перевантажень електромережі внаслідок включення споживачів з потужністю вище допустимої, передбачені захисні автомати максимального струмового захисту.

Із засобів пожежогасіння згідно вимог ДСТУ 3675-98 та ISO 3941-2007 необхідно застосовувати вогнегасники типу ВУ-5, якими дозволяється гасіння електрообладнання під напругою (клас пожежі «Е»).

Заходи з пожежної безпеки при монтажі та експлуатації спроектованого технологічного устаткування:

1. Забезпечити належний монтаж і розміщення котлів бойлерів та батарей.
2. Запобігати доступу сторонніх осіб до обладнання.
3. Обов'язково встановити пристрої автоматичного відключення системи котлів бойлерів та радіаторів в разі аварійних ситуацій.
4. Проводити постійну очистку від бруду котел і водонагрівач.

Система протипожежного захисту повинна включати технічні рішення, спрямовані на швидке реагування та ліквідацію пожежі у разі її виникнення. Основні елементи цієї системи згідно вимог ДБН В.2.5-56-2014 – це автоматичні системи пожежної сигналізації та пожежогасіння, протипожежні двері та перегородки, пожежні гідранти та системи водопостачання, пожежні щити та інвентар, а також навчання і тренування персоналу.

Автоматичні системи пожежної сигналізації (СПС) швидко виявляють пожежу. СПС повинна включати датчики диму, тепла та полум'я, відповідно до ДСТУ EN 54-7:2017, ДСТУ EN 54-5:2017 та ДСТУ EN 54-10:2017 відповідно. Система має бути підключена до центрального пульта управління, який забезпечує миттєве оповіщення персоналу, мешканців будинку та аварійних служб.

					ТС 01 59 03 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5

ВИСНОВКИ

Даний дипломний проект - це система тепlopостачання індивідуального житлового будинку.

В результаті роботи я зробила такі розрахунки:

1. Зробила підбір теплообмінника, газового котла і бойлера.
2. Провела розрахунок обсягу теплових витрат на вентиляцію для приміщень.
3. Розрахувала кількість середніх витрат теплоти на гаряче водopостачання за опалювальний період.
4. Розрахувала кількість річних та літніх витрат на ГВП.
5. Розрахувала річні теплові втрати на вентиляцію.
6. У результаті підбору вибрала котел марки Viessmann серії VITOCROSSAL 300, типу СМЗ. Це газовий конденсатний водогрійний котел для природного газу Е і LL. Котел має потужність 87 – 142 кВт. Котел має високу експлуатаційну надійність та тривалий термін служби. Завдяки гладкій поверхні з нержавіючої сталі котел має ефект самоочищення.
7. Також я вибрала бойлер Drazice OKHE ONE (Чехія). Резервуар виготовлений із сталевого листа. Внутрішня поверхня резервуара емальована. У нижнє дно резервуара запресовано фланець. Між кришкою фланцем і фланцем прироблене кільце ущільнювача. До водонагрівача прикріплюється запобіжний клапан, який розташований у верхній частині тари водонагрівача.
8. Я вибрала пластинчастий теплообмінник IMS B3-020-30 $\frac{3}{4}$ (потужністю 40-60 кВт) з

нержавіючої сталі, що може використовуватись як парохолоддувач, переохолоддувач і конденсатор.

ТС 01 59 03 ПЗ

					Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	6

9. Я вибрала радіатори марки INSTAL PROJEKT TUBUS - трубчастий радіатор польського виробництва, який може витримувати максимальну температуру внутрішнього середовища до 95 градусів і загальна теплова потужність трубчастого радіатора становить 302-2736 Вт.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Боженко М.Ф., Сало В.П. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: Навч.посіб. – К.: Видавництво «Політехніка», 2004.–192 с.
2. Щекин Р.В., Березовский В.А., Потапов В.А. Расчет систем центрального отопления. Видавниче об'єднання «Вища школа», 1975, с.216.
3. Алабовський О.М., Боженко М.Ф., Хоренженко Ю.В. Проектування котелень промислових підприємств: Курсове проектування з елементами САПР: Навч. Посібник/.- К.: Вища шк., 1992.-207 с.
4. Конспект лекцій М.Ф.Боженка з дисципліни «Джерела теплопостачання та споживачі теплоти», 2010.-256 с.
5. Каталог радіаторів фірми Instal Projekt TUBUS. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://radiki.com.ua/trubchatye-radiatory/instal-projekt-tubus.html>
6. Каталог водонагрівачів Drazice OKHE ONE. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://obigriv.com.ua/documents/Bojler-jelektricheskij-Drazice-OKHE-ONE.pdf>
7. Каталог котлів Viessmann серії VITOCROSSAL 300 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.viessmann.az/ru/produkty/gazovoe-otoplenie/vitocrossal-300-cm3.html>
8. Пояснювальна записка - ДПТ. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://phm.gov.ua/wp-content/uploads/2019.pdf>

					ТС 01 59 03 ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

