

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»  
Навчально-науковий інститут нафти і газу  
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

## Пояснювальна записка до дипломної роботи магістра

на тему : “ Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства ”

Виконав: студент 6 курсу,  
групи 601 мНТ  
спеціальності  
144 Теплоенергетика  
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)  
Сердюк Артур Едуардович  
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доц. Гузик Д.В.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Зав.кафедрою Голік Ю.С.  
(прізвище та ініціали)

**Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"**

(повне найменування вищого навчального закладу)

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

Кафедра, циклова комісія кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**  
**теплогазопостачання, вентиляції та**  
**теплоенергетики**

\_\_\_\_\_ Голік Ю.С.

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021 року

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Сердюку Артуру Едуардовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи "Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства."

керівник роботи Гузик Дмитро Володимирович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу №688 ф-а від " 25 " серпня 2021 року

2. Строк подання студентом роботи 20 грудня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи: Генплан мікрорайону міста Гадяч Полтавської області; теплові навантаження (на опалення та вентиляцію) споживачів теплової енергії КПТГ Гадячтеплоенерго.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. Огляд літературних джерел. Визначення мети та задач по роботі. Визначення витрат теплоносія споживачами. Проведення гідравлічних розрахунків системи теплопостачання. Проведення заходів з термомодернізації. Визначення економічного ефекту від проведеної термомодернізації.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень): Загальні дані. Теплотехнічні характеристики огороджувальних конструкцій типової будівлі. Ситуаційний план мікрорайону міста. Карта-схема теплових мереж мікрорайону. Графічне відображення заходів з енергозбереження. Результати економічних розрахунків. Висновки по роботі.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 15.09.2021

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	<u>Вступ. Огляд літературних джерел. Визначення мети та задач по роботі</u>	15.09 – 25.09.2021	
2	Визначення теплових навантажень споживачами теплової енергії та витрат теплоносія. Конструювання системи тепlopостачання. Проведення гiдравлічного розрахунку теплових мереж за I-м варіантом тоб-то до проведення заходів з термомодернізації.	26.09 – .15.10. 2021	
3	Проведення гiдравлічного розрахунку теплових мереж за II-м варіантом - після проведення заходів з термомодернізації.	16.10 – 19.11. 2021	
4	Рекомендації щодо проведення заходів з енергозбереження. Визначення економічних показників заходів з енергозбереження.	20.11 – 22.12. 2021	
5	Висновки до роботи. Література. Здача роботи на перевірку.	20.12. 2021	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Сердюк А.Е.  
(прізвище та ініціали)

Гузик Д.В.  
(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

**ВСТУП. ЗАГАЛЬНІ ДАНІ**

**РОЗДІЛ 1. МЕТА ТА ЗАДАЧІ РОБОТИ**

**РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ**

**РОЗДІЛ 3. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУЮЧИХ  
КОНСТРУКЦІЙ**

**РОЗДІЛ 4. ТЕПЛОВІ НАВАНТАЖЕННЯ СПОЖИВАЧІВ**

**РОЗДІЛ 5. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ  
ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІКРОРАЙОНУ МІСТА. ПІДБІР  
МЕРЕЖЕВИХ НАСОСІВ**

**РОЗДІЛ 6. АНАЛІЗ ТЕПЛОВОГО СТАНУ СПОЖИВАЧІВ ТЕПЛОВОЇ  
ЕНЕРГІЇ (на прикладі типової багатоповерхівки)**

**РОЗДІЛ 7. ПОРІВНЯННЯ ФАКТИЧНИХ ВИТРАТ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ  
СПОЖИВАЧАМИ З РОЗРАХУНКОВИМИ ЗНАЧЕННЯМИ**

**РОЗДІЛ 8. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**РОЗДІЛ 9. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ПІСЛЯ  
ПРОВЕДЕННЯ ЗАХОДІВ. ПІДБІР МЕРЕЖЕВИХ НАСОСІВ**

**РОЗДІЛ 10. ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ**

**ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ**

**ЛІТЕРАТУРА**

**ДОДАТКИ**

**СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛІВ СИСТЕМ**

					<i>601МНТ 20339/21 -МР</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Сердюк А.Е.</i>			<i>Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Гузик Д.В.</i>					4	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Гузик Л.В.</i>				<i>НУ ПП м. Полтава, 2021</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Голік Ю.С.</i>						

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота складається з: 80 сторінок, 10 розділів, висновків по роботі, 55 найменувань літературних джерел, додатків.

Мета роботи полягає в оцінці економічного ефекту і науковому обґрунтуванні необхідності проведення термомодернізації будівель-споживачів теплової енергії з метою заощадження теплової та електричної енергії в роботі системи розподілу центрального тепlopостачання мікрорайону міста.

Виконані теоретичні дослідження оцінки економічного ефекту від впровадження заходів по утепленню зовнішніх стін абонентів мікрорайону міста, що були приєднані до системи центрального тепlopостачання від районої котельні міста.

СПОЖИВАЧІ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ. СИСТЕМА ЦЕНТРАЛЬНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ. УТЕПЛЕННЯ. ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЯ. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ. ЕКОНОМІЯ ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ. ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ.

## **ВСТУП. ЗАГАЛЬНІ ДАНІ**

Проект “Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства” виконано на підставі завдання на проектування виданого керівником кваліфікаційної магістерської роботи та даних ПТВ КПТГ Гадячтеплоенерго, що розташоване за адресою: вул. Полтавська, 19 “А” в м. Гадяч, Полтавської області.

Параметри внутрішнього повітря для абонентів, що приєднані до районої котельні КПТГ Гадячтеплоенерго прийняті до вимог відповідних ДБН. Розрахункові параметри зовнішнього середовища прийняті у відповідності до ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010 “Будівельна кліматологія”. Розрахункова температура зовнішнього повітря в холодний період року складає  $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В теплий період року  $+24,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , питома ентальпія зовнішнього повітря  $+53,6\text{ кДж/кг}$ , розрахункова швидкість повітря  $4,4\text{ м/с}$ .

Робочі креслення виконані відповідно до чинних норм, правил і стандартів.

В розділі з “Електропостачання” вести проектування, монтаж, налагодження, випробування і експлуатація електрообладнання систем теплопостачання, що проектуються, відповідно до вимог Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів, затверджених наказом Мінпаливенерго від 25.07.2006 N 258, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 25.10.2006 за N 1143/13017 (ПТЕ ЕС), Правил улаштування електроустановок, затверджених Міненерго СРСР 04.07.84 (ПУЕ), Правил пожежної безпеки в Україні, затверджених наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 19.10.2004 N 126, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 04.11.2004 за N 1410/10009 (НАПБ А.01.001-2004), та Правил охорони електричних мереж, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 04.03.97 N 209.

Монтаж обладнання системи тепlopостачання необхідно вести у відповідності до ДСТУ-Н В.2.5-73:2-13 “Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем” та технічних умов заводів-виробників. Робочі креслення виконані у відповідності до ДСТУ Б А.2.4-41-2009. Умовні позначення прийняті у відповідності до ДСТУ Б А.2.4-8:2009.

## РОЗДІЛ 1. МЕТА ТА ЗАДАЧІ РОБОТИ

Робота виконана згідно з завданням на виконання кваліфікаційної роботи магістра спеціальності 144 “Теплоенергетика”, виданим керівником роботи та даних ПТВ КПТГ Гадячтеплоенерго, що розташоване за адресою: вул. Полтавська, 19 “А” в м. Гадяч, Полтавської області.

Мета роботи полягає в оцінці економічного ефекту і науковому обґрунтуванні необхідності проведення термомодернізації будівель-споживачів теплової енергії з метою заощадження теплової та електричної енергії в роботі системи розподілу центрального тепlopостачання мікрорайону міста.

### Задачі дослідження:

– виконати теоретичні дослідження оцінки економічного ефекту від впровадження заходів по утепленню зовнішніх стін абонентів мікрорайону міста, що були приєднані до системи центрального тепlopостачання від районої котельні міста;

– виконати теоретичні дослідження з оцінки економічного ефекту від впровадження термомодернізації (утеплення) зовнішніх огорожувальних конструкцій споживачів теплової енергії окремого мікрорайону міста;

– на підставі розробленого проектного рішення застосування утеплення будівель абонентів КПТГ Гадячтеплоенерго зробити оцінку економічного ефекту енергозаощадження.

Об’єкт досліджень – система централізованого тепlopостачання житлового мікрорайону, що приєднані до окремої водогрійної котельні КПТГ Гадячтеплоенерго, що розташоване за адресою: вул. Полтавська, 19 “А” в м. Гадяч, Полтавської області.

Предмет досліджень – економічний ефект (зниження витрат теплової та електричної енергії в річному циклі експлуатації) від проведеної термомодернізації (утеплення) зовнішніх огорожувальних конструкцій споживачів теплової енергії окремого мікрорайону міста.



Методи досліджень. Теоретичні дослідження ефекту від проведеної термомодернізації споживачів теплової енергії, що приєднані до окремої водогрійної котельні КПТГ Гадячтеплоенерго, що розташоване за адресою: вул. Полтавська, 19 “А” в м. Гадяч, Полтавської області.

## РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Загальні дані

Даний розділ проекту “Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства” виконано на підставі завдання на проектування виданого керівником кваліфікаційної магістерської роботи та даних ПТВ КПТГ Гадячтеплоенерго, що розташоване за адресою: вул. Полтавська, 19 “А” в м. Гадяч, Полтавської області.

### 2.2 Головні кліматичні характеристики

Основні кліматичні характеристики району будівництва згідно з даними ДСТУ–Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» та ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи»

– кліматологічний район	I;
– температура повітря холодного періоду найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю 0,92	- 23°C;
– температура повітря холодного періоду найхолоднішої доби забезпеченістю 0,92	-27°C;
– характеристика значення вітрового тиску на висоті 10 м над поверхнею землі $W_0=450$ Па	45 кгс/м <sup>2</sup> ;
– характеристика значення снігового навантаження $S_0 =1600$ Па	160 кгс/м <sup>2</sup> .
– температура повітря теплого періоду найжаркіша п'ятиденка забезпеченістю 0,95	+ 29 °C;
– район по навантаженню від ожеледиці	3;
– район по вітровому тиску	2.
– тривалість опалювального періоду	180

### 2.3 Нормативні документи

Проект виконаний на підставі вимог нормативних документів :

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення вентиляція та кондиціювання» [1].

ДБН В 2.6-31-2006 «Теплова ізоляція будівель» [2].

ДБН В.2.5-39-2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі [3].

ДСТУ-Н Б В.2.5-62:2012 Настанова з проектування, монтажу систем опалення з застосуванням сталевих панельних радіаторів [4].

ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво» [5].

НПАОП 0.00-1.15-07 Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті [6].

ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва [7].

ДСТУ 3761.3-98 Зварювання та споріднені процеси. Частина 3. Зварювання металів: з'єднання та шви, технологія, матеріали та устаткування [8].

ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» [9].

ДБН В.2.2-9-2009 «Громадські будинки та споруди. Основні положення» [10].

ДБН В.1.2-2-2006 «Навантаження і впливи» [11].

СНиП 2.0.14-88 « Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» [12].

#### 2.4 Забезпечення надійності та безпеки.

В проекті виконані заходи, які забезпечують дотримання потрібних нормативів у відповідності з нормативними актами. Всі трубопроводи гарячої води повинні бути покриті теплоізоляційним матеріалом, а опалювальні прилади - огорожені. Температура на поверхні цих захисних засобів не повинна перевищувати 45°C.

При ремонті та обслуговуванні слід мати на увазі високі параметри (температура до 95 °C і тиск до 0,6 МПа) теплоносія. З метою попередження травмування обслуговуючий персонал допускається до роботи, після зняття тиску в даному трубопроводі. При цьому працюючі повинні користуватися захисними рукавицями та іншими засобами індивідуального захисту. Експлуатаційні та ремонтні роботи на обладнанні і на трубопроводах та

опалювальних приладах системи опалення абонентського приєднання проводяться силами атестованого персоналу спец.організації, яка має ліцензію та дозвіл Держгірпромтехнагляду на проведення даних робіт.

Заходи, які передбачаються даним проектом, не призводять до погіршення шкідливих викидів та негативному впливу на навколишнє середовища і регламентуються такими нормативними актами, як:

НПАОП 0.00-1.15-07 Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті [13].

НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів [14].

ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва [15].

Проект “Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства” розроблений у відповідності до завдання на проектування, виданого керівником кваліфікаційної випускної роботи магістра спеціальності 144 “Теплоенергетика”, а також вимог ДБН та діючих нормативних документів.

Даною кваліфікаційною роботою передбачається:

– виконати теоретичні дослідження оцінки економічного ефекту від впровадження заходів по утепленню зовнішніх стін абонентів мікрорайону міста, що були приєднані до системи центрального тепlopостачання від районової котельні міста;

– виконати теоретичні дослідження з оцінки економічного ефекту від впровадження термомодернізації (утеплення) зовнішніх огорожувальних конструкцій споживачів теплової енергії окремого мікрорайону міста;

– на підставі розробленого проектного рішення застосування утеплення будівель абонентів КПТГ Гадячтеплоенерго зробити оцінку економічного ефекту від проведених заходів з енергозаощадження.

## РОЗДІЛ 3. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ

### 3.1 Загальні дані

Відповідно до завдання на проектування до даної кваліфікаційної роботи на першому етапі необхідно виконати повірочний гідравлічний розрахунок існуючих теплових мереж мікрорайону міста Гадяч Полтавської області, що забезпечується теплом від окремої водогрійної котельні. При чому необхідно зазначити, що система теплопостачання мікрорайону чотирьохтрубна з урахуванням того, що гаряче водопостачання споживачів здійснюється централізована з підігріванням води на потреби у швидкісних водоводяних теплообмінниках встановлених безпосередньо в котельні. Зазвичай для визначення максимального теплового навантаження як на систему опалення так і на системи вентиляції споживачів перш за все необхідно враховувати мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків  $R_{q \min}$ ,  $(m^2 \cdot K)/Wt$ , враховуючи вимоги: ДБН В 2.6-31-2006 «Теплова ізоляція будівель» [2] з урахуванням таблиці 3.1.

**Таблиця 3.1** Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків  $R_{q \min}$ ,  $(m^2 \cdot K)/Wt$

№ з/п	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q \min}$ , $m^2 \cdot K/Wt$ для темпер-ної зони	
		I	II
1	2	3	4
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покритті	5,35	4,9
3	Покриття опалювальних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	4,95	4,5
4	Горищні перекриття неопалювальних горищ	4,95	4,5
5	Перкриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
6	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
7	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки	0,5	0,45

Для прикладу розглянемо п'ятиповерховий шестисекційний житловий будинок, що розташований за адресою вул. Героїв АТО, 19 в м. Гадяч Полтавської області (рис.3.1).



Рис.3.1. Північно-західний фасад будинку по вул. Героїв АТО, 19  
Зовнішні стіни:

Стіни будівлі самонесучі виконані з глиняної цегли, з внутрішнього боку – оштукатурені, з зовнішнього боку облицьовані керамічною плиткою. Загальна товщина стіни складає – 555 мм. Стан зовнішніх стін будівлі – задовільний.

Несуча частина існуючої стіни виконана на основі кладки з цегли керамічної товщиною 510 мм, на цементно-піщаному розчині, зовнішнє облицювання плиткою.

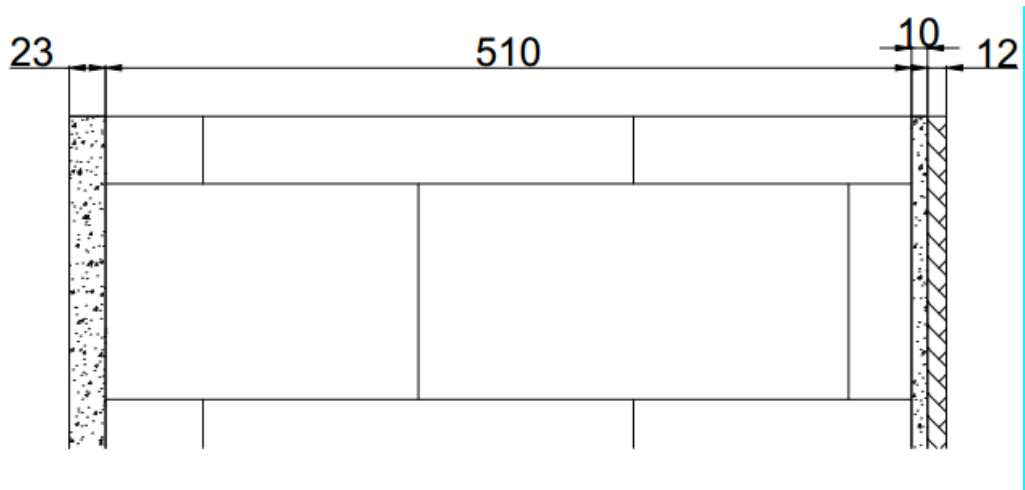


Рис. 3.2 Зовнішня стіна у розрізі

#### Віконні та балконні блоки:

Віконні конструкції в житлових квартирах виконані з подвійним склінням з дерев'яним спареним плетінням. 88% балконів засклені. Стан віконних конструкцій – задовільний.

#### Дах (бесчердачне покриття):

Над всією будівлею дах плоский, суміщений з перекриттям останнього поверху. Плита перекриття покрівлі залізобетонна товщиною 220 мм, з зовнішньої сторони теплоізолювана керамзитобетоном, гідроізоляція – рулонна, бітумна. Стан даху – задовільний.

#### Підвал:

Під всією площею будівлі влаштований неопалювальний підвал, в якому знаходиться тепловий ввід, розподільчі трубопроводи системи опалення, гарячого і холодного водопостачання. Плита перекриття підвалу залізобетонна поверх, покрита дощатим настилом. Фундамент будівлі з бетонних блоків, цоколь – кладка з глиняної цегли оштукатурена зовні. Приведений опір теплопередачі не відповідає мінімальним вимогам.

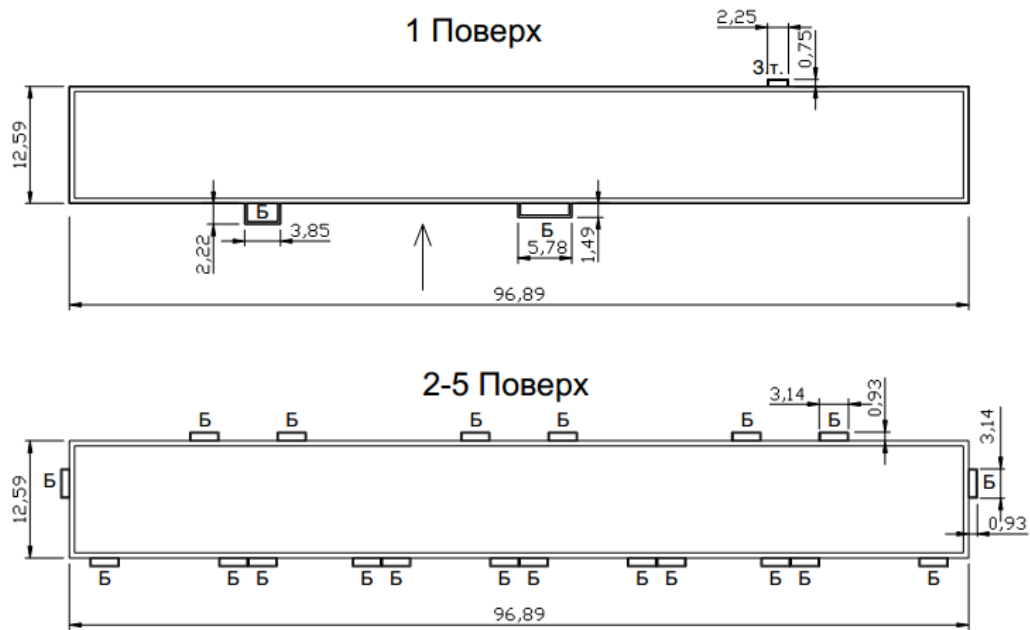


Рис. 3.3 Плани будинку

### Розрахунок зовнішньої стіни.

Фактичний опір теплопередачі визначається за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i p}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (3.1)$$

де  $\alpha_{в}$ ,  $\alpha_3$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup>·К), приймають згідно з Додатком Б ДСТУ Б.В.2.6-189:2013, і дорівнюють:  $\alpha_{в} = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $\alpha_3 = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $\delta_i$  – товщина іго шару зовнішніх стін, м;  $\lambda_{i p}$  – розрахункова теплопровідність матеріалу і-го шару зовнішніх стін в розрахункових умовах, Вт/(м·К).



**Таблиця 3.2** Теплофізичні показники зовнішньої стіни.

№ з/п	Назва матеріалу	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	Коефіцієнти.	
				$\text{Вт}/(\text{м} \text{ } ^\circ\text{C})$	$\text{Вт}/(\text{м} \text{ } ^\circ\text{C})$
1	2	3	4	5	6
1	Цементно-піщаний розчин.	1800	0,02	0,76	9,6
2	Цегла глиняна на цементно-піщаному розчині.	1800	0,51	0,7	9,2
3	Зовнішнє облицювання плиткою	1800	0,02	0,76	9,6

Фактичний опір теплопередачі зовнішньої стіни становить  $1,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$

Коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни

$K = 1/2,1 = 0,482 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ .

Висновок. Як бачимо з проведених розрахунків фактичний коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни не відповідає вимогам сьогодення для теплофізичних показників опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель, що опалюються.

Розрахунок надпідвального перекриття.

**Таблиця 3.3** Теплофізичні показники перекриття.

№ з/п	Назва матеріалу	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	Коефіцієнти.	
				$\text{Вт}/(\text{м} \text{ } ^\circ\text{C})$	$\text{Вт}/(\text{м} \text{ } ^\circ\text{C})$
1	2	3	4	5	6
1	Плита залізобетонна.	2500	0,22	1,92	17,98
2	Щебінь.	400	0,21	0,14	1,94
3	Цементно-піщана стяжка.	1800	0,01	0,76	9,6
4	Ліноліум	2000	0,02	0,96	11,63

Фактичний опір теплопередачі міжповерхового перекриття становить  $1,85 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ .

Коефіцієнт теплопередачі перекриття:  $K = 1/1,85 = 0,541 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ .

Висновок. Як бачимо з проведених розрахунків фактичний коефіцієнт теплопередачі надпідвального перекриття не відповідає вимогам сьогодення

для теплофізичних показників опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель, що опалюються.

Розрахунок орищного перекриття.

**Таблиця 3.4** Теплофізичні показники орищного перекриття.

№ з/п	Назва матеріалу	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\delta, \text{м}$	Коефіцієнти.	
				$\text{Вт}/(\text{м} \text{ } ^\circ\text{C})$	$\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1	Плита залізобетонна.	2500	0,22	1,92	17,98
2	Керамзит.	400	0,292	0,14	1,94
3	Цементно-пісчана зтяжка + рубероїд	50	0,05	0,044	0,37

Фактичний опір теплопередачі становить  $3,53 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$

Коефіцієнт теплопередачі :  $K = 1/3,53 = 0,283 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$

Висновок. Як бачимо з проведених розрахунків фактичний коефіцієнт теплопередачі орищного перекриття не відповідає вимогам сьогодення для теплофізичних показників опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель, що опалюються.

## РОЗДІЛ 4. ТЕПЛОВІ НАВАНТАЖЕННЯ СПОЖИВАЧІВ

### 4.1 Розрахунок втрат тепла через огороджуючі конструкції

Однією з головних складових теплового балансу є втрати тепла через огороджуючі конструкції. Вони розраховуються за формулою:

$$Q_{OK} = \frac{F}{R} (t_B - t_{35}) n (1 + \sum \beta), \quad (4.1)$$

де  $F$  – площа огороджуючі конструкції по “зовнішньому” обміру,  $i^2$ ;  $R$  – опір теплопередачі,  $m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;  $t_B$  – розрахункова температура внутрішнього повітря приміщення,  $^\circ\text{C}$ ;  $t_{35}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря (самої холодної п'ятиденки забезпеченістю 0,92);  $n$  - коефіцієнт положення огороджуючі конструкції відносно зовнішнього повітря;  $\beta$  – поправки на вітер і на кількість поверхів.

Для визначення площ огороджуючих конструкцій застосовуються правила «зовнішнього» обміру. Принцип їх застосування розглянемо за допомогою малюнків.

Розрахунок тепловтрат огороджувальними конструкціями типової будівлі ведем у формі таблиці 4.1.

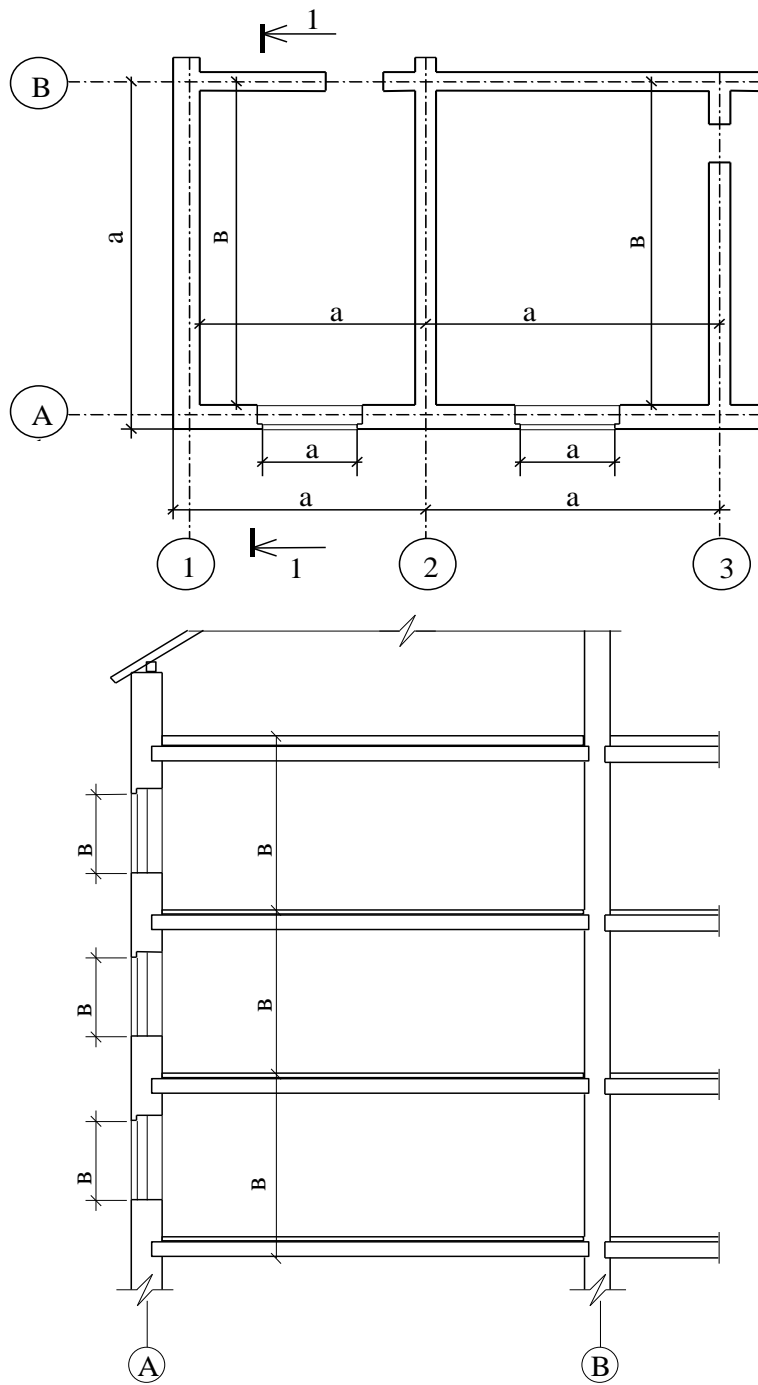


Рис. 4.1 Правила «зовнішнього» обміру огорожувачих конструкцій





В результаті підрахунків проведених за формою таблиці 3.5 загальне (сумарне) навантаження на систему водяного типової багатоповерхівки становить: **551** кВт.

#### 4.2 Визначення витрат теплоти

Для проектування теплових мереж крім трасування систем розподілу важливим моментом є визначення теплових навантажень як окремих споживачів так і навантажень на окремих відгалудженнях, ділянках та магістральних трубопроводах теплових мереж. Від правильно визначених витрат теплоти на: опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання та технологічні потреби – залежить якість проекту.

Тільки завдяки правильно зібраній інформації і проведеним розрахункам можливо коректно провести гідравлічний розрахунок системи і як слідство визначити витрати теплоносія на ділянках, підібрати діаметри трубопроводів, призначити діаметри трубопроводів та підібрати обладнання розподільчих мереж, включаючи і підбір сітьових та живильних насосів системи.

Слід зазначити що пропускна здатність теплових мереж проектується виходячі з максимальних розрахункових витрат теплоносія з урахуванням сезонного чинника, наприклад, при проектуванні системи централізованого гарячого водопостачання. Навантаження на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання та технологічні потреби залежать від цілого ряду чинників та факторів, а вибір кінцевої методики для визначення витрат теплоти залежить від вихідних даних якими оперує проектувальник.

#### 4.3 Визначення витрат теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання у випадку коли відома забудова мікрорайону чи кварталу

Для мікрорайонів чи кварталів з відомою забудовою тоб-то у випадку коли відомий перелік будівель і споруд, їх поверховість, призначення, розрахункові внутрішні температури – теплові навантаження можуть визначатись за типовими чи індивідуальними проектами, даними ПТВ відповідних теплогенеруючих та теплотранспортуючих організацій. В тому

випадку коли така інформація відсутня – витрати теплової енергії можуть визначатися згрупувано за допомогою так званих *теплотехнічних показників* будівель. Так, наприклад, для визначення *витрати теплоти на опалення* користуються таким показником як питома опалювальна характеристика. В цьому випадку витрати теплоти на опалення можна згрупувано визначати за формулою, Вт [30]:

$$Q_o = q_o \times V_3 \times (t_b - t_{3.o}) \times \eta \quad (4.2)$$

де  $V_3$  – зовнішній будівельний об’єм будови, м<sup>3</sup>;

$q_o$  – питома опалювальна характеристика будівлі, Вт/(м<sup>3</sup>×°C);

$t_b$  – усереднена розрахункова температура внутрішнього повітря опалюваної будівлі, °C;

$t_{3.o}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря (найбільш холодної п’ятиденки забезпеченістю 92%) – для міста Гадяч Полтавської області відповідно: - 23 °C;

$\eta$  – поправочний коефіцієнт на теплову характеристику, який залежить від розрахункової для опалення температури зовнішнього повітря для даної місцевості. Для промислових споруд його значення становить:  $\eta=1$ . Для житлових та громадських будівель він має наступні значення:

**Таблиця 4.2** Значення поправочного коефіцієнта  $\eta$  на теплову характеристику

$t_{3.o}, \text{°C}$	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
$\eta$	1,45	1,29	1,17	1,08	1	0,95	0,9

Для громадських та житлових приміщень нормативні вимоги до мікроклімату встановлені для обслуговуючої (робочої) зони. Цією зоною вважається простір на висоті до 2-х метрів над рівнем підлоги.

Нормативні параметри мікроклімату встановлені для 3-х періодів року: холодного з середньодобовою температурою нижче +8 °C, перехідного – з температурою +8 °C і теплого - з температурою вище +8 °C.



Для адміністративно-побутових приміщень ДБН регламентує встановлення наступних допустимих параметрів мікроклімату для приміщень в яких люди знаходяться більше 2-х. годин безперервно.

**Таблиця 4.3** Допустимі параметри мікроклімату адміністративно-побутових

Період року	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Рухомість повітря, м/с
Теплий	$\leq t_{з(А)} + 3$	$\leq 65$	$\leq 0,5$
Холодний і перехідний	18-22	$\leq 65$	$\leq 0,2$

Для деяких приміщень (актові зали кінотеатрів, гарячі цеха їдалень та інші) повітрообмін задається виходячи з кількості шкідливостей, що надходять в робочу зону приміщень.

**Таблиця 4.4** Розрахункова температура та норми повітрообміну для приміщень житлових та адміністративних будівель

Приміщення	Розрахункова температура повітря, °С	Повітрообмін за 1 годину	
		Приплив	Витяжка
Житлова кімната	20	1 кратний неорганізований (через вікна)	Через суміжні приміщення
Кухня	18	-	$\geq 90$ м <sup>3</sup> /год
Туалет індивідуальний	20	-	50 м <sup>3</sup> /год
Сходова клітка	16	-	-
Читальні зали бібліотек, проектні кабінети	18	3,5	2,8
Санвузол загального користування (в гуртожитку)	16	-	50 м <sup>3</sup> /год на 1 унітаз 25 м <sup>3</sup> /год на 1 пісуар
Басейн	25	За розрахунком - по кількості людей; - по вологовиділенням - по тепловиділенням	За розрахунком

Для визначення витрати теплоти на вентиляцію споживачами можна скористуватися формулою, Вт [30]:

$$Q_B = c_B \times G \times (t_B - t_{3.0}) \quad (4.3)$$

де  $c_B$  – теплоємність повітря, яка дорівнює 1 кДж/(кг×°С);

$G$  – продуктивність вентиляційної установки, що експлуатується в будівлі, кг/с;

$t_B$  – усереднена розрахункова температура внутрішнього повітря приміщення, що вентилюється, °С;

$t_{3.0}$  – розрахункова температура зовнішнього повітря (найбільш холодної п'ятиденки забезпеченістю 92%) – для міста Гадяч Полтавської області відповідно: - 23 °С.

Треба зазначити, що витрати тепла на вентиляцію житлових будинків зазвичай дорівнюють нулю.

Середньогодинні за опалювальний період витрати теплоти на гаряче водопостачання споживачами можна визначити за допомогою формули, Вт [30]:

$$Q_{г.в}^{сер} = m \times a_{сут} \times \rho \times c (t_{г.сер} - t_x) / (3600 \times T) + \Delta Q_{п} + \Delta Q_{ц} \quad (4.4)$$

де  $c_B$  – питома теплоємність води, яка дорівнює 4,2 кДж/(кг×°С);

$m$  – кількість споживачів гарячої води;

$a_{сут}$  – середньодобова за опалювальний період норма витрати гарячої води на одного споживача, л/добу (див. таблицю 3.9);

$\rho$  – щільність води,  $\rho = 1$  кг/л;

$t_{г.сер}$  – середня температура гарячої води, при якій встановлюються норми витрати води ( $t_{г.сер}=55$  °С);

$t_x$  – температура холодної води – при відсутності гідрогеологічних даних може прийматися на рівні + 5 °С;

$T$  – період споживання гарячої води, год;

$\Delta Q_{\text{п}}$ ,  $\Delta Q_{\text{ц}}$  – втрати теплоти відповідно подавальним і циркуляційним трубопроводами, Вт.

Для житлових будинків, гуртожитків, готелів, будинків відпочинку, шкіл-інтернатів, санаторіїв, баз відпочинку, лікарень, дошкільних дитячих закладів період споживання горячої води становить:  $T = 24$  год.

**Таблиця 4.5** Орієнтовні норми витрат горячої води при  $t_{\text{г.сер}}=55$  °С

Споживачі	Вимірювач	Норми витрат		
		середньодобова за відносний період $a_{\text{сут}}$ , л/доб	за добу найбільшого водоспоживання $a$ , л/доб	в годину найбільшого водоспоживання $a_{\text{год}}$ , л/доб
Житлові будинки квартирного типу, що обладнані: - вмивальниками, мийками та душами; - ваннами та душами	1 людина	85	100	7,9
	1 людина	105	120	10
Гуртожитки з загальними душовими	1 людина	60	60	6,3
Прачечні: - немеханізовані; - механізовані	1 кг	15	15	15
	сух.білизни	25	25	25
Навчальні заклади	1 учень та викладач на зміну	6	8	1,2
Дитячі ясла-садки	1 дитина	30	30	4,5
Підприємства громадського харчування: -приготування їжі -туалети загального користування	1 блюдо	2	2	2
	1 кран	-	-	80
Душові в допоміжних будівлях та приміщення підприємств в спортивних спорудах	1 духова сітка	-	-	270
Цехи з надлишками явного тепла більше ніж $23 \text{ Вт/м}^3$	1 робітник у зміну	24	24	8,4
Інші цехи	1 робітник у зміну	11	11	4,4

## РОЗДІЛ 5. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІКРОРАЙОНУ МІСТА. ПІДБІР МЕРЕЖЕВИХ НАСОСІВ

### 5.1 Вихідні дані.

Перш за все виконаємо гідравлічний розрахунок існуючих теплових мереж мікрорайону. Для цього скористаємось вихідними даними наданими виробничо-технічним відділом (надалі ВТВ) ПТВ КПТГ Гадячтеплоенерго:

- орієнтовний рік забудови: 1979;
- розрахункові параметри в тепловій мережі: 150/70 °С;
- режим регулювання за підвищеним графіком;
- підключення абонентів ТМереж: за залежною схемою з застосуванням елеваторних вузлів;
- втрати тиску в елеваторних вузлах усіх споживачів:  $\Delta P=0,15$  МПа;
- втрати тиску в межах районної водогрійної котельні:  $\Delta P=0,10$  МПа.

**Таблиця 5.1** Вихідні дані

№ будинку за генпланом	Найменування	Житлова площа, м <sup>2</sup>	Загальна площа, м <sup>2</sup>	Об'єм будівлі, м <sup>3</sup>
1	Житловий будинок на 252 квартири	7413,2	12630	37080
2	Житловий будинок на 116 квартири	3319,3	5626,4	16879
3	Житловий будинок на 108 квартири	3270,0	5053,62	15484
4	Житловий будинок на 108 квартири	3408,0	5561,4	16684
5	Житловий будинок на 108 квартири	3357,0	5493	16479
6	Житловий будинок на 108 квартири	3360,5	5480,0	16440
7	Дошкільний навчальний заклад	-	-	-
8	Котельня	-	-	-
	<b>Загалом:</b>	<b>24128</b>	<b>39844</b>	<b>119046</b>

Примітка: сірим кольором виділен житловий будинок для якого в подальшому буде проведено аналіз теплового стану окремого споживача районної котельні ПТВ КПТГ Гадячтеплоенерго.

5.2 Визначення витрат теплоти. Як вже відмічалось раніше для мікрорайонів з відомою забудовою тоб-то у випадку коли відомий перелік будівель і споруд, їх поверховість, призначення, розрахункові внутрішні температури – теплові навантаження можуть визначатись за типовими чи індивідуальними проектами. В тому випадку коли така інформація відсутня – витрати теплової енергії можуть визначатися згрупувано за допомогою так званих *теплотехнічних показників* будівель. Так, наприклад, для визначення *витрати теплоти на опалення* користуються таким показником як питома опалювальна характеристика. В цьому випадку витрати теплоти на опалення можна згрупувано визначати за вищенаведеною формулою (3.1).

Для визначення витрат теплоти на опалення скористаємось залежністю, кг/с:

$$G_o = Q_o / c \times (T_1 - T_2) \quad (5.1)$$

Для визначення витрат теплоти на вентиляцію скористаємось залежністю, кг/с:

$$G_b = Q_b / c \times (T_1 - T_2) \quad (5.2)$$

За даними ВТВідділу ПТВ КПТГ Гадячтеплоенерго на підґрунті типових проектів абонентів мікрорайону витрата теплоти на опалення становить:  $Q_o = 4369$  кВт, а на потреби вентиляції:  $Q_b = 30$  кВт (див. табл. 4.2). Таким чином загальні витрати теплоносія на опалення та вентиляцію будинків та споруд мікрорайона становитимуть:

$$G_p = G_o + G_b = 13,11, \text{ кг/с.}$$

Результати розрахунків по усім споживачам мікрорайону зводимо у таблицю 5.2.

**Таблиця 5.2** Витрати теплоти та теплоносія (води) на вентиляцію та опалення будівель і споруд мікрорайону м. Гадяч

№ будинку за генпланом	Витрата теплоти, кВт		Витрата теплоносія, кг/с	
	На опалення	На вентиляцію	На опалення	На вентиляцію
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	1113	-	3.32	-
2	711	-	2.1	-
3	547	-	1.63	-
4	592	-	1.77	-
5	620	-	1.85	-
6	571	-	1.68	-
7	217	30	0.63	0.13
<b>Загалом:</b>	<b>4369</b>	<b>30</b>	<b>12.98</b>	<b>0,13</b>

Примітка: за розрахунками тепловтрат за формулою (3.2), проведеними у розділі III для абонента № 3 сумарне навантаження на систему опалення становило 551 кВт.

5.3 Існуюча схема прокладки теплових мереж. Відповідно до існуючої схеми - внутріквартильні теплові мережі прокладені в підземних непроходних каналах (лотках), виконаних з залізобетонних уніфікованих конструкцій заводського виготовлення. На трасі теплових мереж вибираємо розрахункове направлення (з урахуванням найбільш протяжної і найбільш навантаженої магістралі). В даному випадку це буде *головна магістраль* від котельні до центрального теплового пункту і далі по ділянкам: 4-3-2-1-абонент №2 (житловий будинок на 116 квартири).

Для проведення гідравлічного розрахунку головної магістралі приймаємо значення орієнтовної питомої втрати тиску на один метр трубопроводів на рівні:  $R = 80 \text{ Па/м}$ . Орієнтуючись на вказане значення і беручи розрахункові витрати теплоносія на відповідних ділянках магістральних трубопроводів – призначаємо діаметри трубопроводів для

визначеного головного напрямлення руху теплоносія: Котельня-4-3-2-1-абонент №2.

Використовуючи існуючу схему теплових мереж (див. рисунок 5.1), враховуємо існуючі місцеві опори, місця встановлення рухомих та нерухомих опор, зміну напрямку руху теплоносія (коліна-повороти), запірну арматуру, компенсатори і застосовуючи метод *приведених довжин* – знаходимо втрати тиску як на окремих ділянках розрахункової магістралі так і в цьому контурі в цілому. Результати розрахунків зводимо в таблицю 5.3.

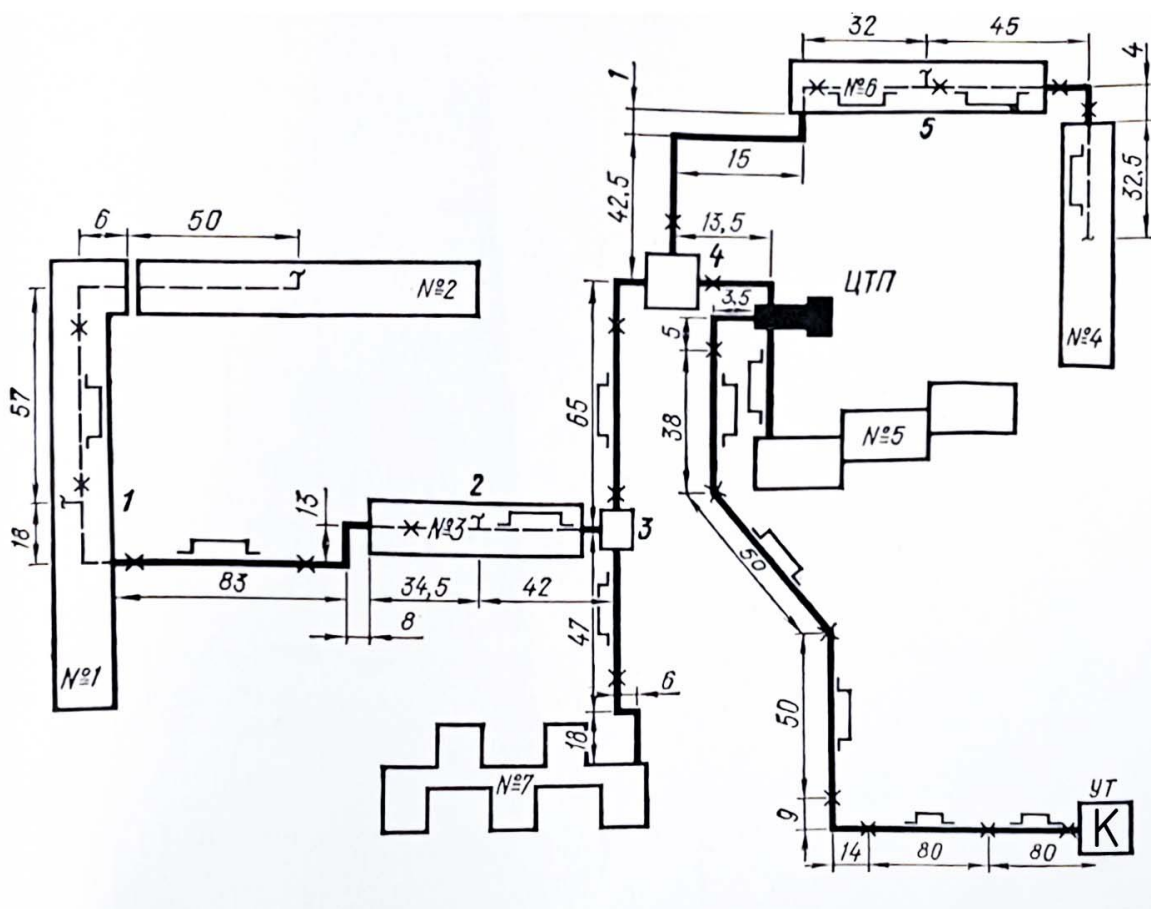


Рис. 5.1 План теплових мереж мікрорайону м. Гадяч

**Таблиця 5.3** Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж мікрорайону

Ді- лян- ка	Розра- хунко- ва вигра- та Gr, кг/с	Дов- жина ділянк и, L <sub>діл</sub> , м	Діа- метр труб опро- вода Dз, мм	Пи- томі втра- ти тиск у R, Па/м	Місцеві опори	Екві- вален- тна довж- ина l <sub>екв</sub> , м	L <sub>пр</sub> , м	ΔP, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Розрахункове направлення теплової мережі: Котельня-ЦТП-4-3-2-1-буд. №2 -1'-2'-3'-4'-ЦТП'-Котельня':</i>								
Кот- ЦТП	13,11	330	159× 4,5	99	1 засувка; П-подібні компенсатори -5 шт; 1 відвід під кутом 90°; 2 відводи під кутом 120°	84,3	413,8	40545
ЦТП - 4	13,11	26	159× 4,5	102	1 засувка; 1 відвід під кутом 90°; 1 тройник на прохід	8,8	34,9	3585
4-3	7,82	73	133× 4	49	1 П-подібний компенсатор; 1 відвід під кутом 90°; 1 тройник на прохід	14,8	87,2	4225
3-2	7,07	44	108× 4	130	1 П-подібний компенсатор; 1 тройник на відгалудження; 1 тройник на прохід	18,1	60,1	7875
2-1	5,43	157	108× 4	79	1 П-подібний компенсатор; 3 відвода під кутом 90°; 1 тройник на прохід	18,1	174,6	13615
1- №2	2,1	114	89× 3,5	35	1 засувка; 1 П-подібний компенсатор; 2 відводи під кутом 90°	10,5	123,5	4205
<b>Загалом:</b>								<b>148100</b>
<i>Відгалудження: 3- буд.№7-3' (ΔP=25688, Па):</i>								
3- №7	0,76	70	45× 2,5	193	1 вентиль; 1 П-подібний компенсатор; 2 відводи під кутом 90°	12,9	84	16250
<i>Відгалудження: 4-5- буд.№4-5'-4' (ΔP=29915, Па):</i>								
4-5	3,45	91	76× 3,5	225	1 засувка; 1 П-подібний компенсатор; 3 відвода під кутом 90°; 1 тройник на прохід	10,9	101,2	22895
5- №4	1,77	82	76× 3,5	60	1 засувка; 2 П-подібних компенсатори; 1 відвод під кутом 90°	15,7	97,2	5765
<i>Відгалудження: ЦТП- буд.№5- ЦТП' (ΔP=33495, Па):</i>								
ЦТП - 5	1,85	30	76× 3,5	66	1 засувка; 1 П-подібний компенсатор	7,9	36,9	2395



Як видно з таблиці результатів проведення гідравлічного розрахунку існуючої теплової мережі загальні витрати тільки на магістральних ділянках розрахункового напрямлення становлять:  $\Delta P_{\text{маг}} = 148100 \times 2 = 296200$ , Па. Тоді з урахуванням перепаду тиску на елеваторному вузлі вводу абонента №2 та втрат тиску в обладнанні самої котельні фактичні втрати тиску в тепловій мережі складатимуть:

$$\Delta P_{\text{тм}} = \Delta P_{\text{маг}} + \Delta P_{\text{ел}} + \Delta P_{\text{кот}} = 0,2962 + 0,15 + 0,10 = 0,5462, \text{ МПа.}$$

#### 5.4 Підбір мережевих насосів.

В результаті проведеного нами розрахунку розрахунку теплової мережі проекту “Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства” КПТГ Гадячтеплоенерго, що розташоване за адресою: вул. Полтавська, 19 “А” в м. Гадяч, Полтавської області. При цьому були визначені повні втрати в замкнутому контурі системи тепlopостачання мікрорайону від окремої котельні які склали:  $\Delta P_{\text{тм}} = 0,5462$  МПа при розрахунковій витраті теплоносія, що становить:  $G_{\text{розн}} = 13,11$  кг/с ( 47,2 т/год).

Виконавши розрахунок тієї ж мережі при інших витратах або якщо під час експерименту виміряти втрату тиску при різних витратах, одержимо ряд точок, а коли проведемо через них криву, то матимемо характеристику мережі. Якщо на графіку, побудованому в системі координат  $P - G$  в одному масштабі для характеристики насоса та мережі, накласти ці криві лінії характеристик, як результат отримаємо точку перетину, або так звану *робочу точку*. Ця точка показує фактичні значення витрат і втрат тиску, які на пряму пов'язані між собою. Таким чином, накладення характеристики мережі на характеристику нагнітачі дає проєктувальнику отримати графік, що виражає залежність втрати тиску в цій мережі від витрати через неї.

Для побудови характеристики мережі скористаємось рівнянням яке у загальному вигляді має наступний вид:

$$\Delta P = P_o + SG^2, \quad (5.3)$$

де  $G$  – витрата через мережу, т/год;

$P$  – втрата тиску, Па;

$P_o$  – гідростатична складова тиску, Па (для замкнутих систем  $P_o = 0$ );

$S$  – коефіцієнт, що залежить від виду мережі.

Тоді з урахуванням вищесказаного – для кільцевих теплової мережі мікрорайону м. Гадяч системи розподілу теплоенергетичного підприємства КПТГ Гадячтеплоенерго рівняння (4.3) приймає вигляд:

$$\Delta P = SG^2, \quad (5.4)$$

тобто характеристика мережі є квадратичною параболою, що виходить із початку координат.

#### Робоча точка. Застосування методу накладення характеристик

Вихідними міркуваннями для правильного підбору будь-якого нагнітаса є: відповідність його параметрів роботи розрахунковим значенням таких параметрів як: величини  $G$  і  $P$ . Крім того робоча точка повинна знаходитись в зоні максимального значення ККД нагнітача (не виходячи за межі  $\pm 10\%$  цього максимуму); враховувати шумові характеристики обладнання, а також виходячи з міркувань конструктивного й експлуатаційного характеру та ремонтоздатності.

Враховуючи умови роботи насоса: температура рідини, що переміщується, геометрична висота встановлення, діаметр приєднувальних патрубків, наявність одно чи двохфазного живлення електричної мережі – проектувальник вибирає серію і типорозмір насоса.

Як вже відмічалось раніше використовується характеристика насоса  $P-G$  і на тому ж графіку в тому ж масштабі будується характеристика характеристика мережі. Робоча точка, яка визначає продуктивність і тиск

(напір) насоса дає можливість не тільки отримати фактичну подачу при розрахункових втратах тиску, але й використовуючи криву залежності ККД від продуктивності – отримуємо і фактичне значення ККД для даної робочої точки. А за кривою характеристики потужності й за величиною витрат, проектувальник має змогу визначити потужність, яку споживає нагнітач в даній робочій точці.

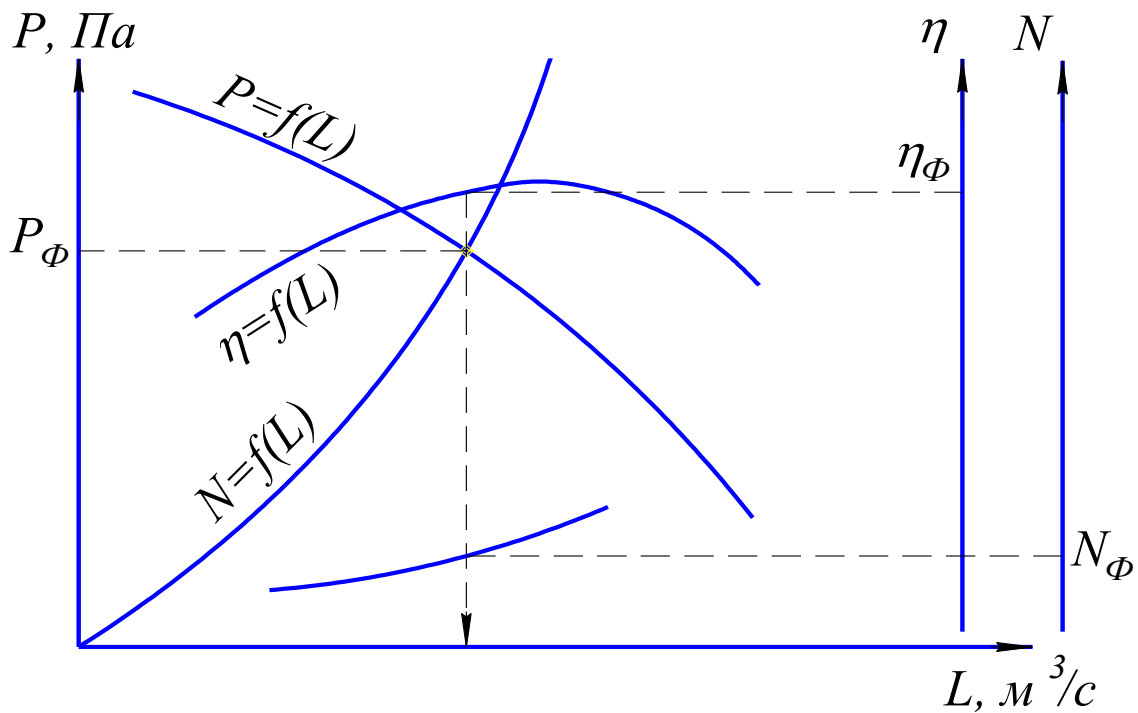


Рис. 5.2 Приклад отримання робочої точки

На прикінці минулого століття в системах централізованого теплопостачання використовували широкую лінійку мережевих насосів, наприклад, це були насоси ти СЭ та СД; НДн, НДс та НДв; насоси тапу Д; Км та К. Останні два відносились до горизонтальних консольних одноступеневих насосів з вісьовим підводом води з температурою не більше ніж  $85\text{ }^\circ\text{C}$ . Насоси типу К мали єдину платформу для розміщення самого насосу та електродвигуна, з'єднання яких здійснювалось за допомогою муфти.

Так як за даними ПТВ теплоенергетичного підприємства КПТГ Гадячтеплоенерго до недавнього часу в котельні були встановлені мережеві насоси типу К, виконаємо підбір насосів (одного робочого та резервного) з

урахуванням отриманих значень витрат теплоносія та перепаду тиску в системі теплопостачання мікрорайону. Для підбору скористаємося довідником В.І Манюка [31]. Для побудови характеристики нашої мережі мікрорайону м. Гадяч скористуємося початковими вихідними даними:

$$\Delta P_{\text{тм}} = 0,5462 \text{ МПа}; G_{\text{розр}} = 47,2, \text{ т/год.}$$

Визначаємо характеристику мережі, МПа/(т/год)<sup>2</sup>:

$$S_{\text{мер}} = \Delta P_{\text{тм}} / G_{\text{розр}}^2 \quad (5.5)$$

$$S_{\text{мер}} = \Delta P_{\text{тм}} / G_{\text{розр}}^2 = 0,5462 / (47,2)^2 = 0,000245, \text{ МПа}/(\text{т/год})^2.$$

Будуємо характеристику мережі за проміжними точками. Результати розрахунку зводимо у таблицю.

**Таблиця 5.4** Допоміжна таблиця для побудови характеристики мережі

G, т/год	35	40	45	47,2	50	55	60	65	70	75
P, МПа	0,300	0,392	0,496	0,5462	0,6125	0,741	0,882	1,035	1,200	1,378

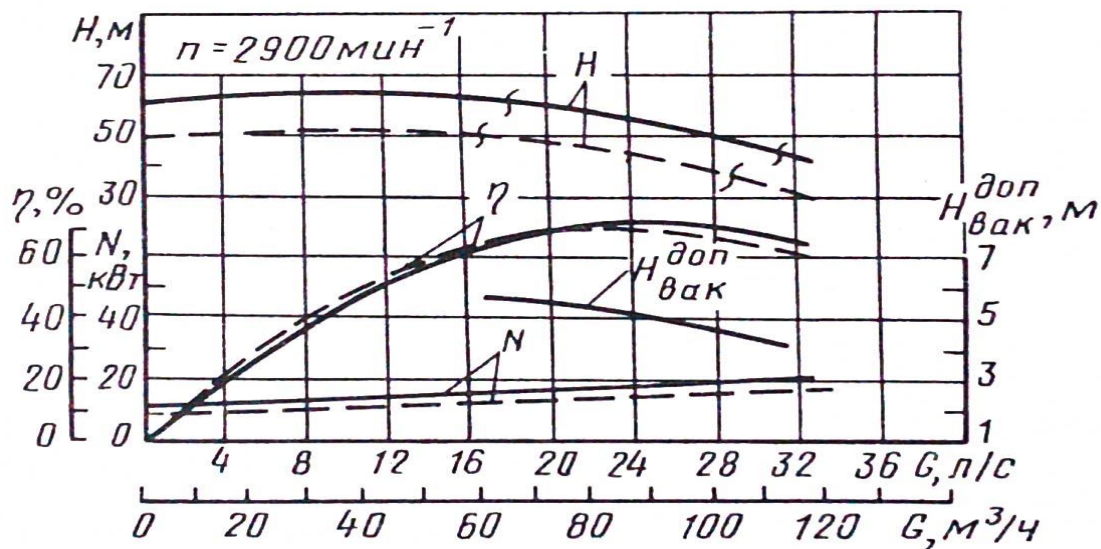


Рис.5.3 Визначення параметрів роботи мережевого насосу марки К 90/55

Як бачимо при побудові характеристики мережі тоб-то при її накладанні на характеристику насоса марки К 90/55 при розрахункових параметрах в мережі ( $\Delta P_{TM} = 0,5462$  МПа;  $G_{розр} = 63,3$ , т/год) – споживна потужність цього насосу становить 18 кВт, при цьому ККД дорівнює 55%.

Розглянемо як варіант заміну в приміщенні котельні морально й фізично застарілих насосів типу К на сучасні. Як варіант розглянемо встановлення двох мережових (один з яких резервний) насосів виробництва данської фірми Grundfos-Україна, скориставшись її електронним каталогом. Скориставшись в якості вихідних даних параметрами роботи нагнітача в тепловій мережі на рівні:  $\Delta P_{TM} = 0,5462$  МПа;  $G_{розр} = 47,2$ , т/год – робимо підбір насосу. Як один з семи рекомендованих програмою насосів – приймаємо до встановлення насос фірми Grundfos марки: TPE 65-930/2 SC-A-F-A-BQQE-RX1.

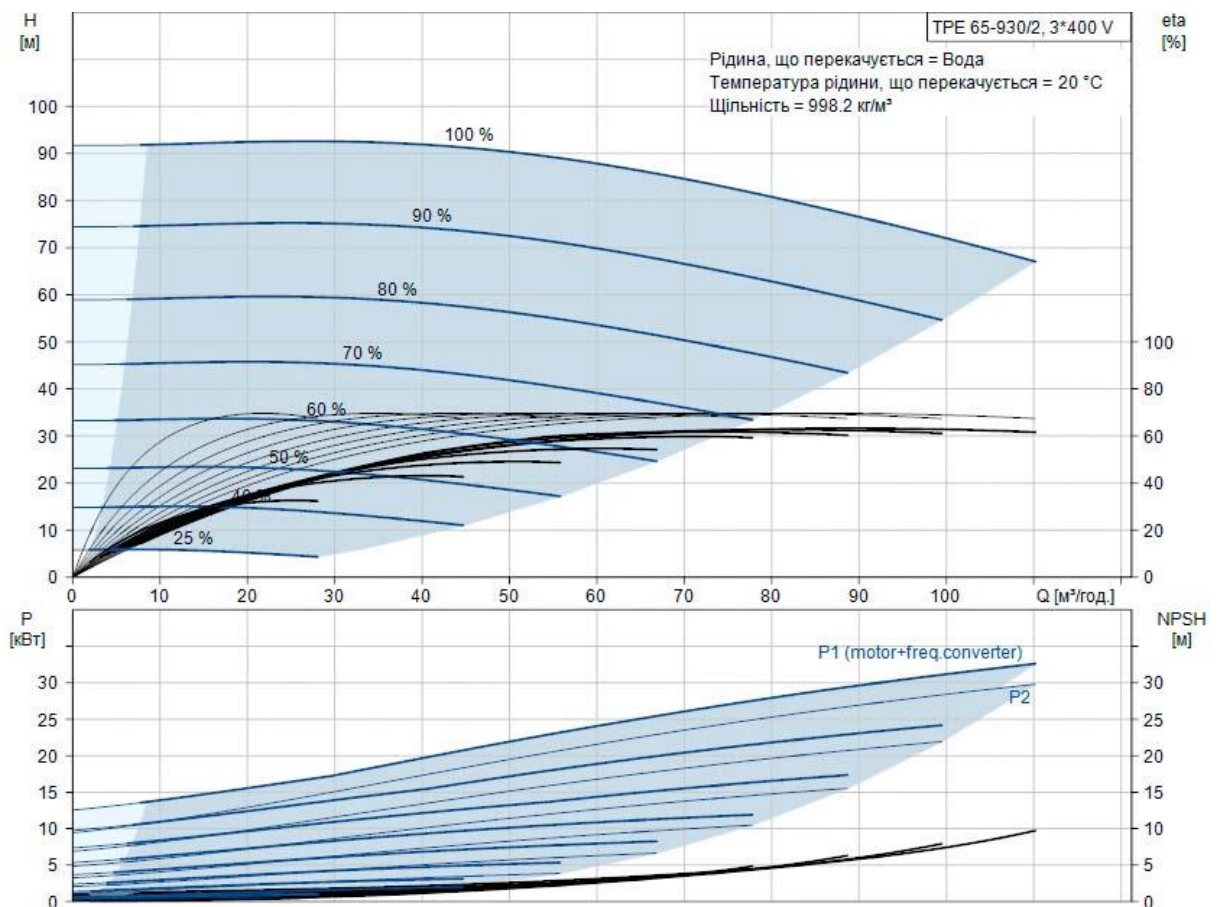


Рис. 5.4 Робочі характеристики мережового насосу марки TPE 65-930/2 SC-A-F-A-BQQE-RX1 (фірми Grundfos Данія)

Для робочої точки споживна потужність цього насосу становить 12 кВт, при цьому ККД дорівнює 60%.

## **РОЗДІЛ 6. АНАЛІЗ ТЕПЛООВОГО СТАНУ СПОЖИВАЧІВ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ (на прикладі типової багатоповерхівки)**

### **6.1 Загальна інформація**

В якості об'єкта дослідження візьмемо один – житловий будинок з вбудованими закладами роздрібною торгівлі по вул. Героїв АТО, 19 в м. Гадяч.

Будинок шестисекційний, має 5 поверхів. Загальна кількість квартир 108. Загальна висота будинку 15,08 м. Горище – відсутнє. Будинок облаштований підвалом. Розподільчі трубопроводи системи опалення прокладенні в підвалі. У будинку передбачено 6 сходових клітин.

### **6.2 Розрахункові параметри**

Згідно ДБН В.2.6-31 для житлових будинків розрахункова температура внутрішнього повітря  $t_{\text{пов}} = 20$  °С, розрахункова температура зовнішнього повітря для умов м. Гадяч –  $t_3 = -23$  °С.

Розрахункова температура у підвалі  $t_{\text{ц}} = 5$ °С.

Кількість градусодіб опалювального періоду для I температурної зони –  $D_d = 4272$  °С·діб.

Згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 тривалість опалювального періоду для м. Полтава складає  $z_{\text{оп}} = 178$  діб, середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період  $t_{\text{оп з}} = -0,8$  °С.

### **6.3 Функціональне призначення, тип і конструктивні рішення будинку**

Окремо розташований цегляний житловий будинок з вбудованими закладами роздрібною торгівлі переобладнаними з житлових приміщень. Зовнішні стіни будинку виконані з блоків заводського виготовлення (з цегли глиняної повнотілої) завтовшки 510 мм. Внутрішня поверхня стін оздоблена штукатуркою. Південно-східний, південно-західний та північно-східний фасади оздоблені плиткою декорованою (рисунок1).



Рис.6.1 – Південно-східний фасад житлового будинку  
по вул. Героїв АТО, 19



Рис. 6.2 – Північно-західний фасад житлового будинку  
по вул. Героїв АТО, 19

Горище відсутнє. Конструкція покриття останнього поверху – плити залізобетонні пустотні завтовшки 220 мм, 2 прошарки руберойду, засипка керамзиту завтовшки 200 мм, цементно-пісчана стяжка завтовшки 30 мм, 3 прошарки руберойду звичайного, 1 прошарок руберойду броньованого.

Перекриття 1 поверху плита пустотна завтовшки 220 мм, повітряний прошарок завтовшки 100 мм, дошка підлогового перекриття завтовшки 25 мм.

Техпідпілля з розводкою трубопроводів. Розподільчі трубопроводи системи опалення – не ізольовані.



Рис. 6.3 – Підвальне приміщення з прокладеними розподільчими трубопроводами житлового будинку по вул. Героїв Ато, 19

Світлопрозорі конструкції (вікна, балконні двері) виконані з ПВХ-профілів із заповненням двокамерними склопакетами. Світлопрозорі конструкції (вікна, балконні двері) виконані з дерев'яними спареними сплетіннями та подвійним склінням. Частина балконів має зовнішнє скління.

У будинку передбачене водяне опалення, гаряче водопостачання від газових водопідігрівачів, підключення до системи централізованого теплопостачання. Система опалення будівлі однотрубна з нижнім розведенням розподільчих трубопроводів. Загальнообмінна вентиляція – природна.

На сходових клітинах 3, 4, 6 під'їздів опалювальні прилади демонтовані.



#### 6.4 Геометричні показники.

Площі зовнішніх огорожувальних конструкцій, опалювана площа, площа житлових приміщень та кухонь, опалюваний об'єм, а також форма, тип та орієнтація будівлі, необхідні для розрахунку енергетичного паспорту визначені на основі натурних вимірювань. При визначенні основних об'ємно-планувальних показників площа огорожувальних конструкцій приміщень з автономним опаленням не враховувалась.

Основні об'ємно-планувальні показники:

- Площа квартир житлового будинку –  $F_{i_{жк}} = 5053,62, \text{ м}^2$  (визначена, як сума площ усіх приміщень квартир будинку за винятком лоджій, балконів та зовнішніх тамбурів);  $F_{ip} = 439,6 \text{ м}^2$  – розрахункова площа підприємств роздрібної торгівлі,  $73,62 \text{ м}^2$  – площа сходових клітин.
- Опалювана площа будівлі –  $F_h = 5530 \text{ м}^2$  (з них  $5053,62 \text{ м}^2$  – опалювана площа квартир,  $36,81 \text{ м}^2$  – опалювана площа сходових клітин,  $439,6 \text{ м}^2$  – опалювана площа підприємств роздрібної торгівлі). Відповідно до ДСТУ-Н Б А.2.2-2007 ця площа визначена, як площа поверхів, яка вимірюється у межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін, що включає площу, яку займають перегородки і внутрішні стіни. В опалювану площу будівлі включається площа опалюваних сходових кліток. В опалювальну площу не включено площу техпідпілля та неопалюваних сходових клітин 3, 4 та 6 під'їздів.
- Опалюваний об'єм будівлі –  $V_h$ , визначений як об'єм, обмежений внутрішніми поверхнями зовнішніх огорожувальних конструкцій. Загальний об'єм житлових квартир  $V_h = 15484 \text{ м}^3$ .
- Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій –  $F_{\Sigma} = 5604,42 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа зовнішніх непрозорих стінових огорожувальних конструкцій  $F_{н.сп}$ : для фасаду з облицюванням плиткою  $1224,34 \text{ м}^2$ ;

для фасаду з облицюванням з оббитою плиткою 5,49 м<sup>2</sup>; для фасаду без облицювання 748,06 м<sup>2</sup>.



Рис. 6.4 – Елемент фасаду з пошкодженням зовнішнім облицюванням.

- Загальна площа зовнішніх непрозорих стінових огорожувальних конструкцій в межах застеклених балконів  $F_{н.сп}' = 76,41 \text{ м}^2$  (фасад з облицюванням);  $F_{н.сп}' = 101,88 \text{ м}^2$  (фасад без облицювання).
- Загальна площа зовнішніх непрозорих стінових огорожувальних конструкцій сходових клітин, що не опалюються  $F_{н.сп}'' = 90,36 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій в межах неопалюваних сходових клітин  $F_{н.сп}''' = 503,77 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій опалюваної прибудови  $F_{н.сп}'''' = 25,168 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій в межах неопалюваної прибудови  $F_{н.сп}^* = 20,79 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій  $F_{сп}$ : ПВХ-профіль – 219,8 м<sup>2</sup>; дерев'яне сплетіння 212,94 м<sup>2</sup>.

- Загальна площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій сходових клітин, що опалюються  $F_{сп}^{\prime} = 32,2 \text{ м}^2$  (подвійне скління)  $F_{сп}^{\prime\prime} = 9,2 \text{ м}^2$  (одинарне скління – частково розбите).



Рис. 6.5 – Стан скління сходових клітин будинку по вул. Героїв АТО, 19

- Загальна площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій сходових клітин, що не опалюються  $F_{сп}^{\prime\prime\prime} = 25,3 \text{ м}^2$  (подвійне скління)  $F_{сп}^{\prime\prime\prime\prime} = 13,1 \text{ м}^2$  (одинарне скління – частково розбите).
- Загальна площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій балконів (ПВХ-профіль) із зовнішнім склінням  $F_{сп}^{\prime\prime\prime\prime\prime} = 55,86 \text{ м}^2$ .

- Загальна площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій балконів (дерев'яне сплетіння) із зовнішнім склінням  $F_{\text{сп}}^{////} = 49,98 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій балконів (ПВХ-профіль) із зовнішнім склінням  $F_{\text{сп}}^* = 35,28 \text{ м}^2$  (фасад із зовнішнім облицюванням плиткою).
- Загальна площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій балконів (дерев'яно-профіль) із зовнішнім склінням  $F_{\text{сп}}^{**} = 44,1 \text{ м}^2$  (фасад із зовнішнім облицюванням плиткою).
- Загальна площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій опалюваної добудови  $F_{\text{сп}}^{***} = 10,36 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій в межах неопалюваних прибудов  $F_{\text{сп}}^{****} = 5,88 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа вхідних до квартир дверей в межах неопалюваних сходових клітин  $F_{\text{дв}}^{\prime} = 100,17 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа вхідних дверей до сходових клітин  $F_{\text{дв}}^{\prime\prime} = 13,206 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа вхідних дверей до неопалюваних сходових клітин  $F_{\text{дв}}^{\prime\prime\prime} = 13,2 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа вхідних дверей у ПВХ-плетінні  $F_{\text{дв}}^{////} = 37,28 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа металевих вхідних дверей  $F_{\text{дв}}^{////} = 1,95 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа перекриття над техпідпіллям  $F_{\text{ц}}^{\prime} = 75,57 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа підлогового перекриття  $F_{\text{ц}} = 832,13 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа підлогового перекриття опалюваної добудови  $F_{\text{ц}}^{\prime\prime} = 8,16 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа дахового перекриття 5-го поверху  $F_{\text{г}} = 1095,2 \text{ м}^2$ .
- Загальна площа дахового перекриття опалюваної добудови  $F_{\text{г}}^{\prime} = 8,16 \text{ м}^2$ .

#### 6.5 Теплотехнічні показники огорожувальних конструкцій.

Приведений опір теплопередачі зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій визначено відповідно до ДБН В.2.6 – 31.

Для зовнішньої стіни з облицюванням:

$$R_{н.сп} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_{цег}}{\lambda_{цег}} + \frac{3 \cdot \delta_{цем.п.р.}}{\lambda_{цем.п.р.}} + \frac{\delta_{плит}}{\lambda_{плит}} + \frac{1}{\alpha_{зов}} =$$
$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{3 \cdot 0,01}{0,81} + \frac{0,005}{1,1} + \frac{1}{23} = 0,83$$

де  $\alpha_в$  – коефіцієнт тепловіддачі від внутрішнього повітря в приміщенні до внутрішньої поверхні зовнішньої стіни, визначений відповідно до ДБН В.2.6 – 31, Вт/(м<sup>2</sup> °С);

$\delta_{цег}$ ,  $\delta_{цем.п.р.}$ ,  $\delta_{плит}$  – відповідно товщини прошарків цегляної кладки, цементно-піщаного розчину, облицювальної плитки з яких складається конструкція зовнішньої стіни, м;

$\lambda_{цег}$ ,  $\lambda_{цем.п.р.}$ ,  $\lambda_{плит}$  – відповідно коефіцієнти теплопровідності кладки цегляної з глиняної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині, цементно-піщаного розчину, облицювальної плитки, визначені відповідно до ДБН В.2.6 – 31 для умов експлуатації Б;

$\alpha_{зов}$  – коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні зовнішньої стіни до зовнішнього повітря визначений відповідно до ДБН В.2.6 – 31, Вт/(м<sup>2</sup> °С);

Для зовнішньої стіни з пошкодженим облицюванням:

$$R_{н.сп} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_{цег}}{\lambda_{цег}} + \frac{3 \cdot \delta_{цем.п.р.}}{\lambda_{цем.п.р.}} + \frac{1}{\alpha_{зов}} =$$
$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{3 \cdot 0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 0,825$$

Для зовнішньої стіни без облицювання:

$$R_{н.сп} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_{цег}}{\lambda_{цег}} + \frac{2 \cdot \delta_{цем.п.р.}}{\lambda_{цем.п.р.}} + \frac{1}{\alpha_{зов}} =$$
$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{2 \cdot 0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 0,812$$

Приведений опір теплопередачі зовнішніх непрозорих стінових огорожувальних конструкцій в межах застеклених балконів  $R_{н.сп}' = 0,96$   $m^2C/Вт$  (фасад з облицюванням);  $R_{н.сп}' = 0,94$   $m^2C/Вт$  (фасад без облицювання).

Приведений опір теплопередачі зовнішніх непрозорих стінових огорожувальних конструкцій сходових клітин, що не опалюються  $R_{н.сп}'' = 0,812$   $m^2C/Вт$ .

Приведений опір теплопередачі зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій в межах неопалюваних сходових клітин  $R_{н.сп}''' = 3,03$   $m^2C/Вт$  (під'їзд №3),  $R_{н.сп}''' = 2,79$   $m^2C/Вт$  (під'їзд №4),  $R_{н.сп}''' = 2,71$   $m^2C/Вт$  (під'їзд №6).

Приведений опір теплопередачі зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій опалюваної прибудови  $R_{н.сп}'''' = 0,477$   $m^2C/Вт$ .

Приведений опір теплопередачі зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій в межах неопалюваної прибудови  $R_{н.сп}^* = 1,107$   $m^2C/Вт$  (утеплена ззовні прибудова) та  $R_{н.сп}^* = 0,92$   $m^2C/Вт$ .

Приведений опір теплопередачі зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій  $R_{сп}$ : ПВХ-профіль – 0,47  $m^2C/Вт$ ; дерев'яне сплетіння – 0,4  $m^2C/Вт$ .

Приведений опір теплопередачі зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій сходових клітин, що опалюються  $R_{сп}' = 0,44$   $m^2C/Вт$  (подвійне скління);  $R_{сп}'' = 0,31$   $m^2C/Вт$  (одинарне скління – частково розбите).

Приведений опір теплопередачі зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій сходових клітин, що не опалюються  $R_{сп}''' = 0,44$   $m^2C/Вт$  (подвійне скління);  $R_{сп}'' = 0,31$   $m^2C/Вт$  (одинарне скління – частково розбите)

Приведений опір теплопередачі зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій балконів із зовнішнім склінням  $R_{сп}'''' = 0,54$   $m^2C/Вт$  (ПВХ-профіль, фасад без облицювання).

Приведений опір теплопередачі зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій балконів (дерев'яне сплетіння) із зовнішнім склінням  $R_{сп}^{////} = 0,46 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$  (фасад без облицювання).

Приведений опір теплопередачі зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій балконів (ПВХ-профіль) із зовнішнім склінням  $R_{сп}^* = 0,54 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$  (фасад із зовнішнім облицюванням плиткою).

Приведений опір теплопередачі зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій балконів (дерев'яно-профіль) із зовнішнім склінням  $R_{сп}^{**} = 0,46 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$  (фасад із зовнішнім облицюванням плиткою).

Приведений опір теплопередачі зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій опалюваної добудови  $R_{сп}^{***} = 0,31 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій в межах неопалюваних прибудов  $R_{сп}^{****} = 0,64 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$  та  $0,532 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі вхідних до квартир дверей в межах неопалюваних сходових клітин  $R_{н.сп}^{///} = 2,745 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$  (під'їзд №3),  $R_{н.сп}^{///} = 2,52 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$  (під'їзд №4),  $R_{н.сп}^{///} = 2,45 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$  (під'їзд №6).

Приведений опір теплопередачі вхідних дверей до сходових клітин  $R_{дв}^{//} = 0,5 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі вхідних дверей до неопалюваних сходових клітин  $R_{дв}^{///} = 0,5 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі вхідних дверей підприємств роздрібною торгівлі у ПВХ-плетінні  $R_{дв}^{////} = 0,65 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі металевих вхідних дверей  $R_{дв}^{////} = 0,5 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі перекриття над техпідпіллям  $R_{ц}^/ = 0,38 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі підлогового перекриття  $R_{ц} = 1,1 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі підлогового перекриття опалюваної добудови  $R_{ц}'' = 0,628 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі дахового перекриття 5-го поверху  $R_{г} = 1,87 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ .

Приведений опір теплопередачі перекриття опалюваної добудови  $R_{г}' = 2,5 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$ .

#### 6.6 Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення 1 м<sup>2</sup> будинку за опалювальний період $q_{буд}$ .

Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення 1 м<sup>2</sup> будинку за опалювальний період  $q_{буд}$ , кВт·год/м<sup>2</sup>

$$q_{буд} = \frac{Q_{рік}}{F_h} = \frac{1203038,93}{5530,029} = 217,5$$

#### 6.7 Визначення класу енергетичної ефективності будинку.

Клас енергетичної ефективності будинку визначаємо згідно з додатком Ф ДБН В.2.6-31 на підставі аналізу виразу

$$\frac{q_{буд} - E_{\max}}{E_{\max}} \cdot 100\%$$

де  $E_{\max}$  – максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період, кВт·год/м<sup>2</sup>, що встановлюється згідно з ДБН В.2.6-31 залежно від призначення будинку, його поверховості та температурної зони експлуатації будинку. Для даного будинку розташованого в I зоні  $E_{\max}$  становить 55 кВт·год/м<sup>2</sup>.

Тоді з розрахунку питомих витрат теплової енергії на 1 м<sup>2</sup>

$$\frac{217,5 - 55}{55} \cdot 100\% = 295\%$$



Згідно з ДБН В.2.6-31 даний будинок відноситься до класу енергетичної ефективності «F».

#### 6.8 Вказівки щодо підвищення енергетичної ефективності будинку.

Для підвищення енергоефективності будинку та забезпечення існуючих нормативних вимог під час реконструкції та термомодернізації необхідно виконати наступні заходи:

- відновити опалення сходових клітин 3, 4, 6 під'їздів. В існуючій ситуації роль зовнішніх огороджувальних теплозахисних конструкцій в даних під'їздах виконують внутрішні стіни всередині сходових клітин, які мають менший термічний опір та більшу площу поверхні теплообміну. Через відсутність опалення зазначених сходових клітин стан їх зовнішніх непрозорих огороджувальних конструкцій – незадовільний, режим експлуатації в умовах підвищеної вологості та як наслідок теплопровідності.



Рис. 6.6 Стан огороджувальних конструкцій неопалюваних під'їздів будинку.

- утеплення зовнішніх непрозорих огороджувальних конструкцій та доведення їх приведенного опору теплопередачі до нормованого значення.

Утеплення фасадів здійснити плитами мінераловатними товщиною не менше 100 мм з влаштуванням вентилярованих фасадів;

- зменшення тепловтрат за рахунок інфільтрації та вентиляції в балансі загальних тепловтрат через огорожувальну оболонку будівлі за рахунок зменшення розрахункової кратності повітрообміну в житлових приміщеннях до  $0,3 \text{ год}^{-1}$ . Для досягнення рекомендованого значення необхідне: встановлення ефективних гумових ущільнювачів у місцях прилягання поворотних сутулок до глухих у віконних конструкціях, та конструкціях дверей; встановлення автоматичних доводчиків на під'їзних дверях (двері в 3, 4, 6 під'їздах відчинені майже цілодобово і автоматично не зачиняються); відновлення цілісності скління віконних конструкцій сходових клітин; виконання герметизації отворів входу телекомунікаційних мереж в будівлю.



Рис. 6.7 – Введення телекомунікаційних мереж до 4 під'їзду житлового будинку по вул. Героїв АТО, 19.

- влаштування індивідуального теплового вводу з авторегулюванням по температурі (при обстеженні виявлено перегрівання приміщень –

температура внутрішнього повітря в приміщеннях підприємств роздрібної торгівлі становила 21,5 – 22 °С при температурі зовнішнього повітря -0,8 °С);

- забезпечити утеплення розподільчих трубопроводів системи опалення в технічному підпіллі.

## РОЗДІЛ 7. ПОРІВНЯННЯ ФАКТИЧНИХ ВИТРАТ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ СПОЖИВАЧАМИ З РОЗРАХУНКОВИМИ ЗНАЧЕННЯМИ

Інвестиційна привабливість комунальних підприємств теплового господарства залежить від значної кількості факторів: ефективності менеджменту, рівня технічного оснащення, логістики та інш. Вагому роль при цьому відіграє теплотехнічна ефективність як будівлі так і системи теплопостачання в цілому. В першому наближенні її можна оцінити по спрощеній формулі, %:

$$\eta = \frac{Q_{кор}}{\sum_{i=m}^n Q_i} \cdot 100 \quad (7.1)$$

де  $Q_{кор}$  – корисна теплова енергія одержана споживачем на лінії балансового розмежування, МВт;

$\sum_{i=m}^n Q_i$  – сумарна кількість енергії (енергія природного палива, електрична енергія і та інш.) вироблена системою теплопостачання на етапі генерації  $Q_{кор}$ , МВт.

Коректне визначення ефективності системи теплопостачання за наведеною формулою (7.1) потребує чіткого визначення зазначених вище обсягів енергії безпосередньо у споживача і на стадії виробітку (в котельні, в центральному тепловому пункті), за допомогою відповідних облікових пристроїв (лічильників теплової, електричної енергії, групи обліку споживання природного палива і та інш.).

Досвід експлуатації та обстеження систем теплопостачання України, свідчить про відносно високий рівень забезпечення джерел теплової енергії комерційними та технологічними вузлами обліку енергоносіїв. В той же час,

до останніх років, рівень забезпечення споживачів комерційними приладами обліку теплової енергії можна було характеризувати, як «незадовільний».

Відсутність зазначених облікових пристроїв у споживачів призводить до проведення розрахунків між споживачем і теплопостачальною організацією за усередненими по тепловому господарству питомими показниками відпущеної теплової енергії на 1 м<sup>2</sup> опалювальної площі. Загальновизнано, що такий механізм розрахунків не є коректним оскільки не відображає в повній мірі: стану зовнішніх огорожувальних конструкцій житлових помешкань будівлі так і місць загального користування, висоти поверхів, конструктивних особливостей систем опалення і вентиляції конкретного споживача, стану теплової ізоляції теплових мереж та багато інших факторів. Як наслідок спостерігається дисбаланс між надходженнями коштів від споживачів за спожиту теплову енергію та витратами коштів теплопостачальною організацією на закупку енергоносіїв для виробітку теплової енергії, що в деяких випадках стає причиною збиткового фінансового стану підприємства.

Крім того відсутність комерційного обліку теплової енергії є причиною відсутності заохочення до впровадження енергозберігаючих заходів та заощадливого ставлення споживачів до споживання теплової енергії.

Встановлення комерційних вузлів обліку теплової енергії у споживачів дає можливість реальної оцінки, в межах допустимої метрологічної похибки, рівня споживання теплової енергії з урахуванням фактичного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій та інженерних систем опалення і вентиляції споживача. Як наслідок, для одних споживачів характерним є зменшення питомих витрат коштів на опалення 1 м<sup>2</sup> житлової площі, а для інших збільшення.

В даному розділі приведено результати порівняльного аналізу споживання теплової енергії та розрахунків за неї по 6-ти житловим будинкам і 1-у дитячому дошкільному закладу, які за рядом спільних ознак можна віднести до єдиної категорії споживачів. Спільними характерними ознаками даних споживачів є:

- рік забудови (до 1971 р);
- матеріал зовнішніх непрозорих огорожувальних конструкцій (кладка з цегли глиняної звичайної);
- кількість поверхів (до 5 поверхів включно);
- місце розташування (м. Гадяч).

#### 7.1 Характеристика об'єкту дослідження:

- район будівництва – м. Гадяч;
- розрахункова температура зовнішнього повітря  $t_{н5}^{0,92}$  (відповідно до ДСТУ Н Б В.1.1-27: 2010 «Будівельна кліматологія»):  $-23^{\circ}\text{C}$ ;
- нормативна тривалість опалювального періоду (відповідно до ДСТУ НБВ.1.1-27: 2010 «Будівельна кліматологія»): – 178 діб;
- нормативна середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період  $t_{ср.о}$  (відповідно до ДСТУ НБВ.1.1-27: 2010 «Будівельна кліматологія»):  $-0,8^{\circ}\text{C}$ ;
- тип будівлі – житловий будинок;
- рік забудови – 1965 р;
- кількість поверхів – 3 з підвалом та светьолкою на горищі;
- матеріал зовнішніх не світлопрозорих огорожувальних конструкцій – цегляна кладка з цегли звичайної завтовшки 510 мм;
- внутрішні перегородки – гіпсоблочні;
- міжповерхові перекриття – залізобетонні панелі перекриття;
- дах – двохскатна з азбоцементних хвилястих листів;
- світлопрозорі огорожувальні конструкції – подвійні в роздільних дерев'яних сплетіннях та у окремих квартирах металопластикові багатокамерні склопакети;
- висота поверху (згідно оціночного акту будівлі): – 2,7 м;
- об'єм надземної частини будівлі (згідно оціночного акту будівлі): – 15484 м<sup>3</sup>;

- загальна розрахункова опалювальна площа будівлі (за даними теплопостачальної організації): – 5053,62 м<sup>2</sup>.

## 7.2 Порівняльний аналіз розрахункового та фактичного споживання теплової енергії житловим будинком № 19 по вул. Героїв АТО в м. Гадяч

Порівняльний аналіз виконано на підставі даних комерційного вузла обліку теплової енергії встановленого в підвалі житлового будинку № 19 по вул. Героїв Ато в м. Гадяч за 30 днів (з 26.10.2021 – 24.11.2021). Середня за період спостережень температура зовнішнього повітря становила 1,52 °С.

Відповідно до “Норм та вказівок по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні” ( надалі: КТМ 204 України 244-94) при неможливості визначення годинних витрат теплоти на опалення житлових будинків за фактичними даними, річну потребу в теплоті  $Q_o^{pik}$  (Гкал) визначають за формулою:

$$Q = q \cdot V \cdot (t_g - t_{cp.o}) \cdot Z_o \cdot 24 \cdot 10^{-6} \cdot \varepsilon \quad (7.2)$$

де  $V$  – зовнішній будівельний об’єм будови, м<sup>3</sup>;

$q$  – питома опалювальна характеристика будівлі при  $t_{н5}^{0,92}$ . Визначається відповідно до КТМ 204 України 244-94 . Для будівлі заданого об’єму та року забудови  $q = 0,392$  ккал/(м<sup>3</sup> год °С);

$t_b$  – усереднена розрахункова температура внутрішнього повітря опалюваної будівлі. Згідно рекомендацій КТМ 204 України 244-94 для житлових будинків приймається на рівні 18 °С;

$t_{cp.o}$  – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °С;

$Z_o$  – тривалість опалювального періоду, дів;

$\varepsilon$  – коефіцієнт перерахунку питомої витрати теплової енергії від -30 °С на -23 °С (кліматичні умови міста Гадяч Полтавської області).

В випадку якщо період спостережень відрізняється від тривалості опалювального періоду дана величина може бути обрахована по формулі (8.2),  
Гкал:

$$Q = q \cdot V \cdot (t_g - t_{cp}) \cdot Z_i \cdot 24 \cdot 10^{-6} \cdot \varepsilon$$

де  $V$  – зовнішній будівельний об'єм будови, м<sup>3</sup>;

$q$  – питома опалювальна характеристика будівлі при  $t_{H5}^{0,92}$ . Визначається відповідно до КТМ 204 України 244-94 . Для будівлі заданого об'єму та року забудови  $q = 0,392$  ккал/(м<sup>3</sup> год °);

$t_b$  – усереднена розрахункова температура внутрішнього повітря опалюваної будівлі. Згідно рекомендацій КТМ 204 України 244-94 для житлових будинків приймається 18 °С;

$t_{cp}$  – середня температура зовнішнього повітря за період спостережень,  $t_{cp} = 1,52$  °С;

$Z_i$  – тривалість періоду спостережень. Оскільки при порівняльному аналізі розглядається період спостережень 30 діб, то  $Z_i$  приймаємо 30 діб.

Тоді для періоду спостережень (за листопад місяць 2021 року) розрахункове теплове навантаження становитиме, Гкал:

$$Q = 0,392 \cdot 15484 \cdot (18 - 1,5) \cdot 30 \cdot 24 \cdot 10^{-6} \cdot 1,116 = 71,01$$

При вартості теплової енергії 1350,66 грн/Гкал (за розрахунками КПТГ Гадячтеплоенерго) вартість опалення житлового будинку (в розрахунковому режимі) становитиме, грн:

$$\Pi = Q \cdot 1350,66 = 71,01 \cdot 1530,38 = 108692 \quad (7.3)$$

Звідси вартість опалення 1 м<sup>2</sup> житлової площі в розрахунковому режимі в листопаді місяці становитиме, грн/м<sup>2</sup>:



$$\Pi_F = \Pi/F_{\text{оп}} = 108692/5053,62=21,5 \quad (7.4)$$

Відповідно до даних вузла комерційного обліку житловий будинок №19 по вул. Героїв Ато в м. Гадяч за 30 днів (з 26.10.2021 – 24.11.2021) при середній температурі зовнішнього повітря за зазначений період 1,52 °С спожив 8,72 Гкал.

В той же час затверджений по місту Гадяч Полтавської області одноставковий тариф на послугу з централізованого опалення для населення житлових будинків без будинкових та квартирних засобів обліку теплової енергії вартість становить 30,26 грн/м<sup>2</sup> (відповідає затвердженням: температурі зовнішнього повітря – 0 °С; тривалості опалювального сезону – 178 доби), що відповідає середній за опалювальний період питомій витраті теплової енергії на опалення 1 м<sup>2</sup> житлового будинку на рівні  $q=0,135$  Гкал/(м<sup>2</sup> опал. сезон). В такому випадку в разі відсутності комерційного вузла обліку теплової енергії в житловому будинку №19 по вул. Героїв Ато вартість послуг з теплопостачання за період з 26.10.2021– 24.11.2021, (тобто 30 днів) відповідно до методики затвердженої постановою Кабінету Міністрів України №1037 від 30.10.2015 – становила б, грн:

$$\Pi = T_o \cdot S \cdot K_i \cdot (n_{\phi}/n_i) = 30,26 \times 5053,62 \times 0,912 \times (30/30) = 139465 \quad (7.5)$$

де  $K_i$  – коефіцієнт, що враховує відхилення фактичної температури зовнішнього повітря та тривалості опалювального сезону від врахованого під час розрахунку діючого тарифу в і-му місяці:

$$K_i = \frac{q_{\text{факти}}}{q_{\text{ни}}} = \frac{0,0206}{0,0226} = 0,912 \quad (7.6)$$

### 7.3 Висновки.

Як видно з проведених розрахунків з точки зору як окремого споживача теплової енергії (мешканця багатоповерхівки) так і в цілому окремого

житлового будинку (наприклад, ОСББ) доречно встановлення внутрибудинкового вузла обліку теплової енергії.

Це дає змогу знаходити причину можливої перетрати теплоти на житловий будинок і як слідство системно її нейтралізувати.

Сама перевитрата теплоносія на житловий будинок понад розрахункове значення може бути пов'язана: - з негерметичністю світлопрозорих огорожувальних конструкцій в межах сходових клітин; - тривалим відкриванням віконних фрамуг в окремих житлових приміщеннях навіть при низьких температурах зовнішнього повітря і в кінці кінців призводити до перегрівання внутрішнього повітря житлових приміщень до температури  $22 \times 24$  °С, що перевищує нормативне значення 18 °С;

## РОЗДІЛ 8. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

В Україні житловий сектор вважається другим за величиною споживачем енергії. Значна частина житлового фонду створювалась за типовими проектами, практично без урахування енергозберігаючих технологій. У зв'язку із суттєвим підвищенням вартості енергоресурсів впровадження сучасних енергозберігаючих технологій при будівництві нового житлового фонду, а також модернізації існуючого, являється важливою складовою забезпечення енергетичної безпеки держави. Відповідність теплових втрат встановленим нормам для будівель, що проектуються або вводяться в експлуатацію (у тому числі, після капітального ремонту), підтверджується *Енергетичним паспортом будинку*, що є структурним елементом розділу «Енергоефективність» проектної документації. Розрахункові або фактичні питомі тепловитрати на опалення будинку повинні бути менші відносно їх максимально допустимих значень.

Як показали теплотехнічні розрахунки огорожуючих конструкцій типового п'ятиповерхового багатоквартирного житлового будинку мікрорайону м. Гадяч, проведені у розділі III для майже усіх конструкцій спостерігається невідповідність фактичного значення приведенного опору теплопередачі їх відповідним нормативним значенням. Тому як вихід із даного негативного становища можна застосувати заходи з термомодернізації огорожуючих конструкцій.

Для виконання даної вимоги необхідно здійснити утеплення стіни:

- стін фасаду будівлі – пінополістиролом товщиною 150 мм.;
- цоколь вище рівня землі – пінополістиролом.

### 8.1 Зовнішні стіни.

Утеплення фасадів необхідно проводити коли зовнішня температура повітря, основи і утеплювача становить, як мінімум +5°C і не більше +25°C.

Утеплення зовнішніх стін здійснюється за технологією скріпленої теплоізоляції із застосуванням сучасних теплоізоляційних та оздоблювальних матеріалів.

Перед початком робіт необхідно провести ремонтні роботи по усуненню тріщин фасаду, покрити ґрунтовкою, захисним покриттям.

За формулою ( 3.1 ) проведемо розрахунок опору теплопередачі стіни після застосування утеплювача:

$$R_{\text{стін}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,043}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{1}{23}$$

$$R_{\text{стін}} = 3,834 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Опір теплопередачі збільшився у 2,13 рази.

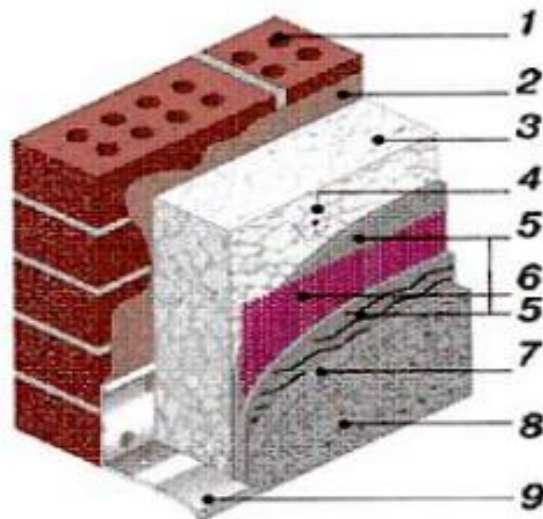


Рис. 8.2 Схема утеплення стін на основі метода скріпленої теплоізоляції: 1 – будівельна основа; 2 – суміш для приклеювання плит; 3 – утеплювач; 4 – крипіжний дюбель; 5 – клеєва суміш; 6 – скловолокняна армуюча пливка; 7– ґрунтовка; 8 – декоративний шар; 9 – цокольний профіль

## 2. Віконні блоки.

У будинку вікна з дерев'яною рамою спареного плетіння типу 4-50-4.

Середній розмір вікна у кімнатах складає: 2,05×1,35, м.

Тоді площа вікна:  $F = 2,77, \text{ м}^2$

Частка площі обрамлення, співвідношення площі проєкції обрамлення та загальної площі проєкції заскленого елемента = 0,83

$$R_{\text{рами}} = \frac{0,05}{23} + 0,17 + \frac{1}{23} + \frac{1}{8}$$

$$R_{\text{рами}} = 0,56$$

$$R_{\text{склопакету}} = \frac{0,004}{0,76} + \frac{0,004}{0,76} + 0,17 + \frac{1}{23} + \frac{1}{8}$$

$$R_{\text{склопакету}} = 0,35$$

U, коефіцієнт теплопередачі рамки вікна або непрозорої частини дверного блока, Вт/(м<sup>2</sup> × К) = 1/0,56 = 1,8

U, коефіцієнт теплопередачі склопакета, Вт/(м<sup>2</sup>×К) = 1/0,35 = 2,9

U, приведений коефіцієнт теплопередачі елемента оболонки будівлі, Вт/(м<sup>2</sup>×К) = ((0,83\*1,8)+(2,9\*(2,77-0,83)))/2,77 = 2,55

R<sub>спр</sub>, приведений опір теплопередачі елемента оболонки будівлі, (м<sup>2</sup> × К)/Вт = 1/2.55 = 0,39.

Віконні конструкції в житлових квартирах виконані з подвійним склінням з дерев'яним спареним плетінням.

Пропонується заміна старих дерев'яних вікон та балконних блоків на сучасні металопластикові. Рекомендується використовувати профіль вікна 5-ти камерний, а склопакети – двокамерні типу 4і-10-4-10-4і, з низькоемісійним покриттям. Економічний ефект забезпечується за рахунок зниження тепловтрат будівлі через віконні блоки.



Рис. 8.2 Формула склопакету

U, коефіцієнт теплопередачі рамки вікна або непрозорої частини дверного блока, Вт/(м<sup>2</sup> × К) = 1/0,8 = 1,25

$U$ , коефіцієнт теплопередачі склопакета,  $Вт/(м^2 \times К) = 1/0,93 = 1,08$

$U$ , приведений коефіцієнт теплопередачі елемента оболонки будівлі,  $Вт/(м^2 \times К) = ((0,83 \times 1,25) + (1,08 \times (2,77 - 0,83))) / 2,77 = 1,13$

$R_{спр}$ , приведений опір теплопередачі елемента оболонки будівлі,  $м^2 \times К/Вт = 1/1,13 = 0,89$ .

Підвищення опору теплопередачі у 2,8 рази.

### 8.3 Покрівля будівлі суміщена.

Розрахунок даху виконується по тій самій формулі 1.

$$R_{с.п.} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,32} + \frac{0,2}{0,19} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{1}{23}$$
$$R_{с.п.} = 3,53$$

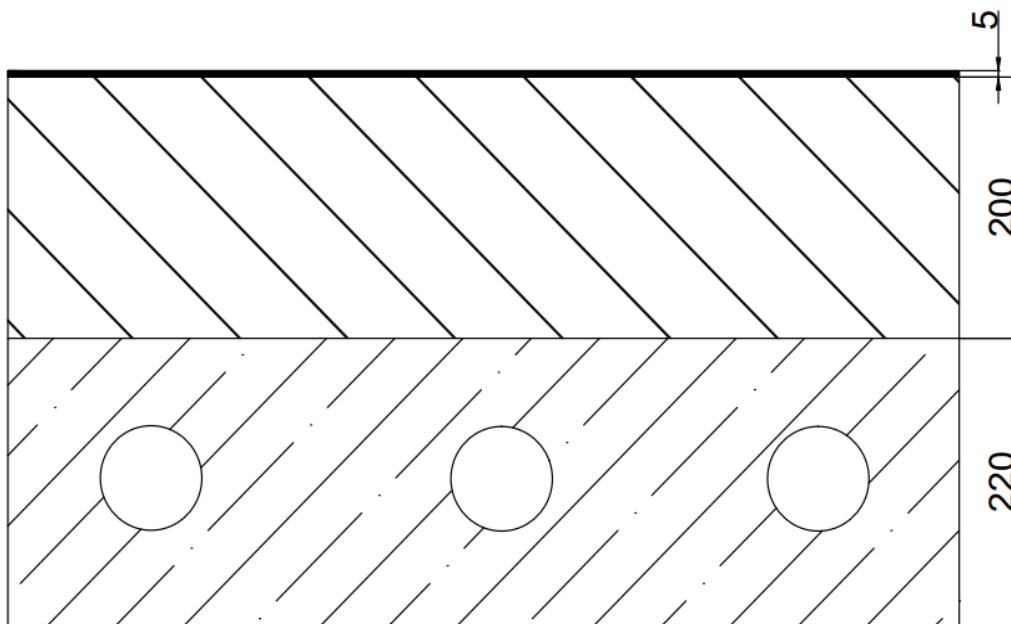


Рис. 8.3 – Перекриття у розрізі

Для покращення теплозахисних властивостей зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі, рекомендується виконати утеплення суміщеного перекриття жорсткими мінераловатними плитами з коефіцієнтом теплопровідності не менше  $0,045 \text{ Вт}/(м \cdot К)$ . Товщина шару утеплювача суміщеної покрівлі повинна бути не менше 200 мм. Економічний ефект забезпечується за рахунок зниження тепловтрат будівлі через покрівлю.



Рис. 8.4 Схема утеплення суміщеного перекриття

$$R_{\text{с.п.}} = \frac{1}{23} + \frac{0,22}{1,32} + \frac{0,2}{0,19} + \frac{0,2}{0,045} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{1}{23}$$

$$R_{\text{с.п.}} = 5,863$$

Опір теплопередачі збільшився у 4,2 рази.

#### 8.4 Перекриття підвалу.

$$R_{\text{під.}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,32} + \frac{0,03}{0,18} + \frac{1}{23}$$

$$R_{\text{під.}} = 0,531$$

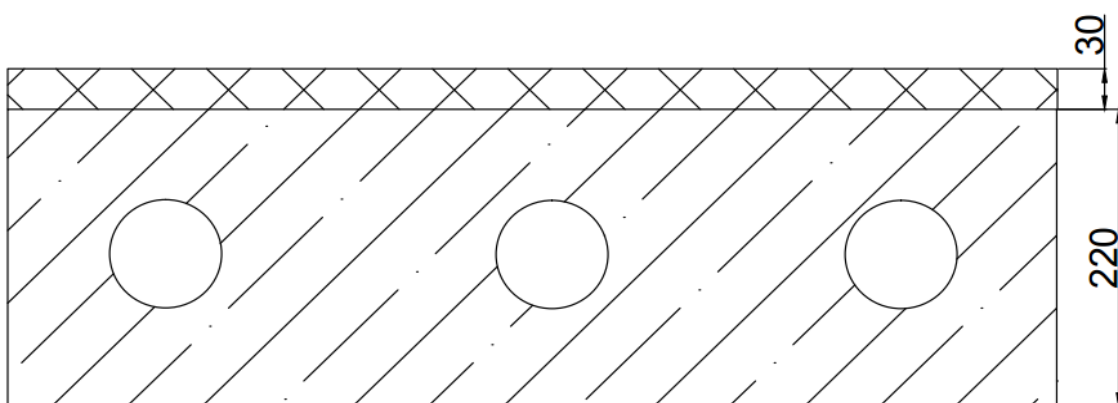


Рис. 8.5 Розріз перекриття.

Під всією будівлею влаштований неопалювальний підвал. Для покращення теплозахисних властивостей огорожувальних конструкцій будівлі, рекомендується виконати утеплення плити перекриття підвалу

мінеральною ватою з коефіцієнтом теплопровідності не менше 0,045 Вт/(м·К). Товщина шару утеплювача плити перекриття підвалу повинна бути не менше 150 мм. Економічний ефект забезпечується за рахунок зниження тепловтрат будівлі через плиту перекриття підвалу.

$$R_{\text{під.}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,32} + \frac{0,03}{0,18} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{1}{23}$$

$$R_{\text{під.}} = 3,88$$

Підвищення опору теплопередачі у 7,3 рази.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 8.1.

**Таблиця 8.1** Підвищення приведенного опору теплопередачі огорожуючих конструкцій в результаті проведення термомодернізації

R, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт – до заходів	R, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт – після заходів	<b>K<sub>підв</sub></b>
$R_{\text{стін}} = 1,8$	$R_{\text{стін}} = 3,834$	<b>2,1</b>
$R_{\text{вікон}} = 0,32$	$R_{\text{вікон}} = 0,89$	<b>2,8</b>
$R_{\text{с.п.}} = 3,53$	$R_{\text{с.п.}} = 5,863$	<b>1,7</b>
$R_{\text{під.}} = 0,531$	$R_{\text{під.}} = 3,88$	<b>7,3</b>

Висновки за розділом: як показали розрахунки найбільший ефект по зниженню тепловтрат житловим будинком дають комплексні заходи, а саме: 1 - утеплення зовнішніх стін та цоколя, 2 - заміна вікон на енергоефективні конструкції, 3,4 - утеплення підвального перекриття та сумісної покрівлі зі збільшенням значення термічного опору теплопередачі цих конструкцій в середньому в 3,5 рази.



## **РОЗДІЛ 9. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ПІСЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ. ПІДБІР МЕРЕЖЕВИХ НАСОСІВ**

Необхідності зменшення енерговитрат в умов сьогодення України змушує враховувати теплотехнічні показники не тільки нових об'єктів, що вводяться в експлуатацію, а й тих бідівель та споруд, що реконструюються.

Як відомо проведення заходів з термомодернізації, які перш за все можуть бути пов'язані з утепленням зовні стін, заміна світлопрозорих отворів (вікон) з застарілих дерев'яних конструкцій на сучасні пластикові (наприклад, двохкамерні склопакети з енергоефективними стеклами), приведення до нормативних значень термічного опору (перш за все за рахунок застосування нового чи збільшення прошарку існуючого утеплювача) для горищних та надпідвальних перекриттів, збільшення термічного опору для групи зовнішніх вхідних дверей.

Крім того термомодернізація повинна проводитись у комплексі з утепленням, автоматизацією та налагодженням роботи та експлуатації як внутрібудинкових так і зовнішніх систем розподілу теплової енергії.

Досвід організацій які займаються виконанням таких робіт свідчить про те що в Україні подібний комплекс робіт пов'язаних з проведенням вказаних заходів може призводити до суттєвого на рівні від 30 до 50 % економії тільки теплової енергії.

В даній частині кваліфікаційної роботи спробуємо дати економічну оцінку енергоефективності від вищенаведених заходів не тільки з точки зору економії теплової енергії, але й з точки зору економії електричної енергії яка досягається в результаті: термомодернізації, зменшення тепловтрат споживачами і як наслідок – зменшення обігу теплоносія, що циркулює в системі тепlopостачання як окремої будівлі так і всього мікрорайону.

Для цього скористаємось даними таблиці 4.2 (див. розділ III), перерахувавши фактичні тепловтрати окремих споживачів за умов проведеної

термомодернізації і загального зменшення тепловтрат і як наслідок – зменшення теплового навантаження на систему опалення в середньому на 40%.

**Таблиця 9.1** Витрати теплоти та теплоносія (води) на вентиляцію та опалення будівель і споруд мікрорайону м. Гадяч після заходів з термомодернізації.

№ будинку за генпланом	Витрата теплоти, кВт		Витрата теплоносія, кг/с	
	На опалення	На вентиляцію	На опалення	На вентиляцію
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	<b>667,8</b> (1113)	-	<b>1,992</b> (3.32)	-
2	<b>426,6</b> (711)	-	<b>1,260</b> (2.1)	-
3	<b>328,2</b> (547)	-	<b>0,978</b> (1.63)	-
4	<b>355,2</b> (592)	-	<b>1,062</b> (1.77)	-
5	<b>372,0</b> (620)	-	<b>1,110</b> (1.85)	-
6	<b>342,6</b> (571)	-	<b>1,008</b> (1.68)	-
7	<b>130,2</b> (217)	<b>30</b> (30)	<b>0,378</b> (0.63)	<b>0,13</b> (0.13)
<b>Загалом:</b>	<b>2621,4</b> (4369)	<b>30</b> (30)	<b>7,788</b> (12.98)	<b>0,13</b> (0,13)

Примітка: значення у дужках відповідають витратам теплоти та теплоносія за умов експлуатації системи до проведення заходів з термомодернізації.

Перевагою так званого метода характеристик для гідравлічного розрахунку теплових мереж є дуже зручним не тільки з точки зору оцінки параметрів роботи нагнітачів призміні тих чи інших факторів, але й з точки зору визначення, наприклад, перепаду тиску в системі призміні витрат теплоносія, так як в цьому випадку в наслідок не змінної топографії системи розподілу теплоносія саме характеристика мережі теж зостається постійною:

$$S_{\text{мер}} = \text{const} \quad (9.1)$$

Для визначення фактичних втрат тиску в мережі за умов зменшення витрат теплоносія в системі розподілу (тепловій мережі) скористаємось значенням отриманої під час проведення гідравлічного розрахунку теплових мереж мікрорайону ( див. розділ IV) сталої величини характеристики цієї мережі на

рівні:  $S_{\text{мер}} = \Delta P_{\text{ТМ}} / G_{\text{розр}}^2 = 0,000245, \text{ МПа}/(\text{т}/\text{год})^2$ . Тоді нове значення втрат тиску в мережі при зменшенні витрати теплоносія в наслідок зменшення теплового навантаження становитиме:

$$\Delta P_{\text{ТМ}} = S_{\text{мер}} \times G_{\text{розр}}^2 = 0,000245 \times (28,5)^2 = 0,20, \text{ МПа}$$

Скориставшись в якості вихідних даних параметрами роботи нагнітача в тепловій мережі на рівні:  $\Delta P_{\text{ТМ}} = 0,2 \text{ МПа}$ ;  $G_{\text{розр}} = 28,5, \text{ т}/\text{год}$  – визначаємо параметри роботи насоса який нами було прийнято як альтернативний варіант у розділі IV. Для насосу фірми Grundfos марки: TPE 65-930/2 SC-A-F-A-BQQE-RX1 для робочої точки споживна потужність цього насосу становитиме 6 кВт, при цьому ККД дорівнює 45%.

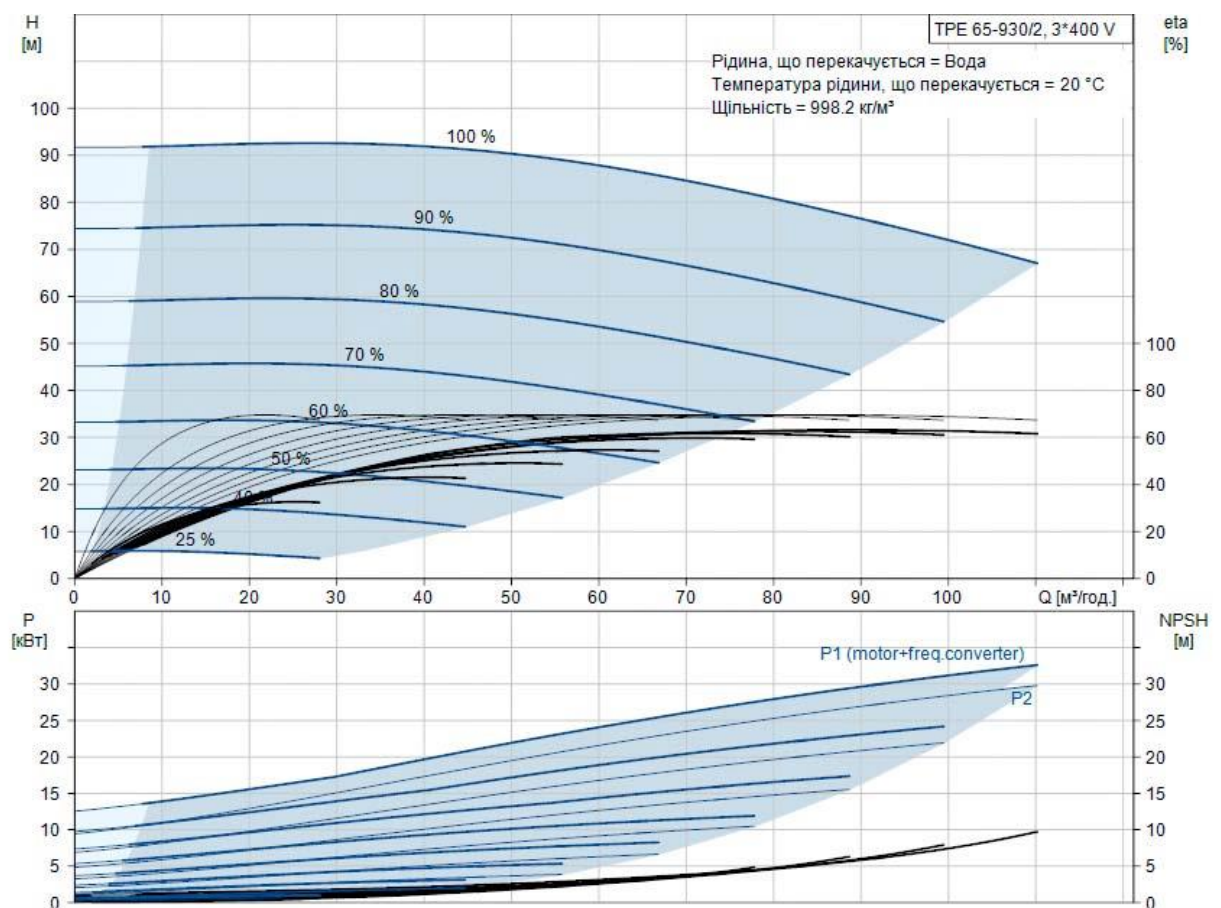


Рис. 9.1 Робочі характеристики мережового насосу марки TPE 65-930/2 SC-A-F-A-BQQE-RX1 (фірми Grundfos Данія) після термомодернізації

## РОЗДІЛ 10. ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

### 10.1 Загальні дані

В Україні житловий сектор вважається другим за величиною споживачем енергії. Значна частина житлового фонду створювалась за типовими проектами, практично без урахування енергозберігаючих технологій. У зв'язку із суттєвим підвищенням вартості енергоресурсів впровадження сучасних енергозберігаючих технологій при будівництві нового житлового фонду, а також модернізації існуючого, являється важливою складовою забезпечення енергетичної безпеки держави. В даний час в Україні діють ДБН В 2.6-31:2016, що встановлюють максимальні теплові витрати житлових і громадських будівель в залежності від їх призначення, поверхні зовнішніх огорожень і температурної зони експлуатації. Відповідність теплових втрат встановленим нормам для будівель, що проектуються або вводяться в експлуатацію (у тому числі, після капітального ремонту), підтверджується в Енергетичному паспорті будинку (див. розділ VI), що є структурним елементом розділу «Енергоефективність» проектної документації. Розрахункові або фактичні питомі тепловитрати на опалення будинку повинні бути менші відносно їх максимально допустимих значень.

Даний розділ проекту “Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства” виконано на підставі завдання на проектування, генплану мікрорайону та даних ПТВ КПТГ Гадячтеплоенерго міста Гадяч Полтавської області, виконаний у відповідності з вимогами Закону України «Про енергозбереження», постановами і нормативними актами органів державної влади, що направлені на ефективне використання електричної, теплової та інших видів енергії при проектуванні та експлуатації об'єктів цивільного призначення.

Мета розділу – оцінка проектних рішень з термомодернізації споживачів системи централізованого тепlopостачання від районої котельні КПТГ

Гадячтеплоенерго, що розташоване за адресою: вул. Полтавська, 19 “А” в м. Гадяч, Полтавської області, за показниками енергоефективності, що визначені у наступних нормативних документах:

- ДБН А.2.2-3-2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво [17].
- ДБН В.2.2-9-2009 Будинки і споруди. Громадські будинки і споруди. Основні положення [18].
- ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [19].
- ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель [20].
- ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія [21].
- ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Розділ “Енергоефективність” у складі проектної документації об’єктів [22].
- ДСТУ-Н Б А.2.2-27:2010 Настанова з розрахунку інсоляції об’єктів цивільного призначення [23].
- ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування [24].
- ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT) [25].
- ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні [26].
- ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 «Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій» [27].
- ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосвоєння огорожувальних конструкцій» [28].
- ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 «Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій» [29].

10.2 Оцінка економії коштів за рахунок зменшення витрат теплової енергії в результаті проведення заходів з термомодернізації.

На протязі опалювального періоду загальні витрати теплової енергії на потреби опалення та вентиляції усіх споживачів теплової енергії можуть бути вираховані за наступною формулою, ГДж:

$$Q_{\text{оп.пер}}^{\Sigma} = Q_{\text{оп.пер}}^{\text{оп}} + Q_{\text{оп.пер}}^{\text{в}}, \quad (10.1)$$

де:

$Q_{\text{оп.пер}}^{\text{оп}}$  – витрати теплоти на опалення споживачів мікрорайону, ГДж;

$Q_{\text{оп.пер}}^{\text{в}}$  – витрати теплоти на вентиляцію споживачів мікрорайону, ГДж.

Так як витрати теплоти на вентиляцію дитячого дошкільного закладу на протязі опалювального періоду будуть однаковими для обох варіантів, що розглядаються в цій кваліфікаційній роботі, тоб-то ні яким чином не залежитимуть від проведеної термомодернізації – в подальших розрахунках з економії теплової енергії не враховуються.

Витрати теплоти на опалення на протязі всього опалювального сезону можуть бути пораховані за формулою, ГДж:

$$Q_{\text{оп.пер}}^{\text{оп}} = Q_{\text{сер}}^{\text{оп}} \times 3600 \times n_{\text{оп}}, \quad (10.2)$$

де:

$Q_{\text{сер}}^{\text{оп}}$  – середньогодинні витрата теплоти на опалення за опалювальний період, ГВт;

$n_{\text{оп}}$  – кількість діб опалювального періоду, (187 діб – для умов м. Гадяч).

Середньогодинні витрата теплоти на опалення за опалювальний період можна порахувати за формулою, ГВт:

$$Q_{\text{сер}}^{\text{оп}} = Q^{\text{оп}} \times (t_{\text{в}} - t_{\text{з.оп.пер}}^{\text{сер}}) / (t_{\text{в}} - t_{\text{з.оп.пер}}), \quad (10.3)$$

де:

$Q^{\text{оп}}$  – розрахункові годинні витрати теплоти на опалення усіма споживачами мікрорайону ( див. таблицю 9.1):  $Q^{\text{оп}} = 0,004369$ , ГВт;

$t_{\text{в}}$  – розрахункова температура внутрішнього повітря у приміщеннях на протязі опалювального сезону,  $t_{\text{в}} = 18$  °С;

$t_{\text{з.оп.пер}}^{\text{сер}}$  – середня температура зовнішнього повітря на протязі опалювального сезону,  $t_{\text{з.оп.пер}}^{\text{сер}} = - 1,9$  °С;

$t_{з.оп.пер}$  – розрахункова зовнішня температура зовнішнього повітря на протязі опалювального сезону,  $t^{сеп}_{з.оп.пер} = -23$  °С.

$Q^{оп}$  – розрахункові годинні витрати теплоти на опалення усіма споживачами мікрорайону ( див. таблицю 9.1):  $Q^{оп} = 0,004369$ , ГВт;

$t_{в}$  – розрахункова температура внутрішнього повітря у приміщеннях на протязі опалювального сезону,  $t_{в} = 18$  °С;

$t^{сеп}_{з.оп.пер}$  – середня температура зовнішнього повітря на протязі опалювального сезону,  $t^{сеп}_{з.оп.пер} = -1,9$  °С;

$t_{з.оп.пер}$  – розрахункова зовнішня температура зовнішнього повітря на протязі опалювального сезону,  $t^{сеп}_{з.оп.пер} = -23$  °С.

В результаті розрахунків за формулами (10.3) та (10.2) відповідно отримуємо:

$$Q^{оп}_{сеп} = 0,004369 \times (18 - (-1,9)) / (18 - (-23)) = 0,0021, \text{ ГВт};$$

$$Q^{оп}_{оп.пер} = 0,0021 \times 3600 \times 178 = 1345,7, \text{ ГДж}.$$

В перерахунку загальні за опалювальний період витрати теплоти водяною системою теплопостачання мікрорайону м. Гадяч становитимуть:

$$Q^{оп}_{оп.пер} = 1345,7 \text{ ГДж} / 4,187 = 321,395 \text{ Гкал}.$$

За даними КПТГ Гадячтеплоенерго тариф вартості теплової енергії для закладів освіти станом на 20.11.2021 року становить разом з ПДВ=20% - 1530,38 грн/Гкал. Для варіанту експлуатації системи теплопостачання без впровадження заходів з енергозбереження річні (за опалювальний період) витрати коштів на оплату опалення (в разі наявності будинкових лічильників теплової енергії) становитиме, грн:

$$\Sigma \mathcal{E} = \Sigma Q^{вент} \times \text{тариф} = 321,395 \text{ Гкал} \times 1530,38 \text{ грн/Гкал} = 491853 \text{ грн}.$$

З урахуванням заявленої вище економії теплової енергії (в разі проведених заходів з енергозбереження для споживачів мікрорайону) на рівні минимум 40% фактичні витрати коштів на опалення становитимуть в наступному опалювальному сезоні (за умов збереження тарифів на опалення на рівні 2021/22 опалювального періоду), грн:

$$\Sigma \mathcal{E}_{\text{екон}} = E \times \Sigma \mathcal{E} = 0,6 \times 491853 = 295112.$$

При цьому економія становитиме, грн:

$$\Sigma \mathcal{E}_{\text{екон}} = E \times \Sigma \mathcal{E} = 0,4 \times 491853 = 196741.$$

### 10.3 Оцінка економії коштів за рахунок зменшення витрат електричної енергії в результаті проведення заходів з термомодернізації.

Визначимо тривалість роботи насосів в опалювальний період. Для міста Гадяч тривалість опалювального сезону становить 187 діб. Робота мережевих насосів за усіма трьома варіантами буде здійснюватися на протязі 24 годин на добу. Тоді загальна кількість годин роботи насосів на протязі опалювального періоду складе:

$$Z = n \times 10 = 178 \times 24 = 4272 \text{ годин,} \quad (10.4)$$

Відповідно постанови уряду України з 1.10.2021 року в країні встановлені наступні тарифи на споживання електричної енергії:

- 1,44 гривень за 1 кВт спожитої електричної енергії для побутових споживачів у обсязі, що не перевищує 250 кВт;
- 1,68 гривень за 1 кВт спожитої електричної енергії для побутових споживачів у обсязі, що перевищує 250 кВт;
- 4,68 гривень за 1 кВт спожитої електричної енергії для комерційних та промислових споживачів.

З урахуванням третього пункту маємо наступні сумарні значення витрат електричної енергії в роботі мережевих насосів котельні мікрорайону м. Гадяч:

1-й варіант: використання мережевих насосів вітчизняного виробництва марки **К 90/55**.

Оплата за спожиту електричну енергію в результаті роботи мережевого насосу на протязі 4488 годин:

$$\mathcal{E} = Z \times N \times 3,68 = 4272 \times 18 \times 4,68 = \mathbf{359, 873} \text{ тис. грн}$$



2-й варіант: насоси датської фірми Grundfos марки: **TPE 65-930/2 SC-A-F-A-BQQE-RX1** (в режимі роботи до проведення заходів з термомодернізації).

Оплата за спожиту електричну енергію в результаті роботи мережового насосу на протязі 4488 годин:

$$\text{€} = Z \times N \times 3,68 = 4272 \times 12 \times 4,68 = \mathbf{239, 915} \text{ тис. грн}$$

3-й варіант: насоси датської фірми Grundfos марки: **TPE 65-930/2 SC-A-F-A-BQQE-RX1** (в режимі роботи після проведення термомодернізації).

Оплата за спожиту електричну енергію в результаті роботи мережового насосу на протязі 4488 годин:

$$\text{€} = Z \times N \times 3,68 = 4272 \times 6 \times 4,68 = \mathbf{119, 958} \text{ тис. грн}$$

Висновки по розділу:

1. Проведення заходів з термомодернізації огорожуючих конструкцій опалюваних будівель дає змогу в результаті економити до 40 % теплової енергії і відповідно витрат коштів на її сплату.
2. Аналіз зміни гідравлічного режиму теплових мереж в наслідок проведених заходів також свідчить про зменшення витрат теплоносія в циркуляційному контурі системи теплопостачання споживачів і як слідство дає можливість економити до 50 % електричної енергії.

## **ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ**

1. В кваліфікаційній роботі вирішується актуальне питання економії енергоресурсів в роботі систем централізованого теплопостачання житлових та комунальних споживачів.
2. Проведення термомодернізації огорожувальних конструкцій будівель в наслідок чого відбувається поліпшення гідравлічного режиму розподільчих мереж системи теплозабезпечення дає можливість економити як паливно-енергетичні ресурси так і електроенергію.
3. Передбачене випускною магістерською роботою науково-технічне рішення з заощадження енергоресурсів – є комплексним вирішенням проблеми створення якісного мікроклімату приміщення з поєднанням впровадження енергоефективних рішень в роботі систем розподілу енергоносіїв.
4. Виконана оцінка економічного ефекту і науково обґрунтування необхідність проведення заходів з термомодернізації будівель-споживачів теплової енергії з метою заощадження теплової та електричної енергії.
5. Проведені розрахунки показали, що найбільший ефект по зниженню тепловтрат житловим будинком дають комплексні заходи, а саме: 1 - утеплення зовнішніх стін та цоколя, 2 - заміна вікон на енергоефективні конструкції, 3,4 - утеплення підвального перекриття та сумісної покрівлі зі збільшенням значення термічного опору теплопередачі цих конструкцій в середньому в 3,5 рази.
6. Як видно з проведених розрахунків з точки зору як окремого споживача теплової енергії (мешканця багатоповерхівки) так і в цілому окремого житлового будинку (наприклад, ОСББ) доречно встановлення внутрибудинкового вузла обліку теплової енергії.
7. Проведення заходів з термомодернізації огорожуючих конструкцій опалюваних будівель дає змогу в результаті економити до 40 % теплової енергії і відповідно витрат коштів на її сплату.
8. Аналіз зміни гідравлічного режиму теплових мереж в наслідок проведених заходів також свідчить про зменшення витрат теплоносія в

циркуляційному контурі системи теплопостачання споживачів і як слідство дає можливість економити до 50 % електричної енергії.

## ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення вентиляція та кондиціонування».
2. ДБН В 2.6-31-2006 «Теплова ізоляція будівель».
3. ДБН В.2.5-39-2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі.
4. ДСТУ-Н Б В.2.5-62:2012 Настанова з проектування, монтажу систем опалення з застосуванням сталевих панельних радіаторів.
5. ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво».
6. НПАОП 0.00-1.15-07 Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті.
7. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
8. ДСТУ 3761.3-98 Зварювання та споріднені процеси. Частина 3. Зварювання металів: з'єднання та шви, технологія, матеріали та устаткування.
9. ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».
10. ДБН В.2.2-9-2009 «Громадські будинки та споруди. Основні положення».
11. ДБН В.1.2-2-2006 «Навантаження і впливи».
12. СНиП 2.0.14-88 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».  
ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення вентиляція та кондиціонування» [1].
13. НПАОП 0.00-1.15-07 Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті.
14. НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
15. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
16. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія». Видання офіційне/ Державний комітет України у справах містобудування і архітектури. — К.: 2011.
17. ДБН А.2.2-3-2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво.
18. ДБН В.2.2-9-2009 Будинки і споруди. Громадські будинки і споруди. Основні положення.

19. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
20. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель.
21. СТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія.
22. ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Розділ “Енергоефективність” у складі проектної документації об’єктів.
23. ДСТУ-Н Б А.2.2-27:2010 Настанова з розрахунку інсоляції об’єктів цивільного призначення .
24. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування .
25. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT) .
26. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні .
27. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 «Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій» .
28. ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосвоєння огорожувальних конструкцій» .
29. ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 «Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій» .
30. Расчет и проектирование тепловых сетей / А.Ф. Строй, В.Л. Скальский. – Киев: Будівельник, 1981. -144 с.
31. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: Справочник / В.И. Манюк, Я.И. Каплинский, Э.Б. Хиж и др. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 432 с.: ил.
32. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 36,087 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.

33. Гузик Д.В., Федяй Б.М. Навчальний посібник «Сучасні вентиляційні системи» для студентів спеціальностей «Теплогазопостачання і вентиляція», «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання Полтава: ПолтНТУ, 2016, 183 с.
34. Мілейковський В. О., Котелков Л.М. М 60 Вентиляція індивідуального житлового будинку – Дніпро: Середняк Т. К., 2018, — 156 с. ISBN 978-617-7599-61-5
35. Навчальний посібник / О. Т. Возняк, О. О. Савченко, Х. В. Миронюк, С. П. Шаповал, Н. А. Сподинюк, Б. І. Гулай. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 276 с.
36. Санітарно-технічне обладнання будівель: Навчальний посібник / Гуденко В.І., Гуденко В.М., – К., 2010. – 303 с.
37. Генеральний директорат з питань енергетики: [http://ec.europa.eu/dgs/energy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/energy/index_en.htm).
38. 4. ДБН В.2.5-39-2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі.
39. 5. ДСТУ-Н Б В.2.5-62:2012 Настанова з проектування, монтажу систем опалення з застосуванням сталевих панельних радіаторів. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013.
40. 6. ДБН А.2.2-3-2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво». – К.: Мінрегіонбуд України, 2015, - 127 с.
41. 7. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Мінбуд України, 2003.
42. 8. ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». – К.: Мінбуд України, 2003.
43. 9. ДБН В.2.2-9-2009 «Громадські будинки та споруди. Основні положення». – К.: Мінрегіонбуд України, 2010.
44. 10. ДБН В.1.2-2-2006 «Навантаження і впливи». – К.: Мінбуд України, 2007.

45. Довгалюк В.Б. Аеродинаміка вентиляції [Текст] : навч. посіб. для студентів спец. 7.06010107 "Теплогазопостачання і вентиляція" / Довгалюк В. Б. - Вид. 2-ге, випр. і допов. - Київ : Укреліотех, 2015. - 365 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 357-359. - 300 прим.
46. Алексахін О.О. Теплогазопостачання і вентиляція. Вибрані задачі [Текст] : навч. посіб. / О. О. Алексахін, О. В. Панчук ; Укр. держ. ун-т залізн. трансп. - Харків : УкрДУЗТ, 2017. - 230 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 216-218. - 50 прим.
47. Возняк О. Т. Теплогазопостачання та вентиляція [Текст] : навч. посіб. / [Возняк О. Т. та ін.] ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2013. - 275 с. : рис. - Бібліогр. в кінці розд.
48. Внутренние санитарно-технические устройства: В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1 / В.Н.Богословский и др.; Под ред. Н.Н.Павлова и Ю.И.Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 319 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
49. Внутренние санитарно-технические устройства: В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2 / Б.В.Баркалов и др.; Под ред. Н.Н.Павлова и Ю.И.Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
50. Внутренние санитарно-технические устройства: В 2-х ч. / Под ред. И.Г.Старовойтова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ч.П. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.:Стройиздат, 1977. – 502 с.
51. Отопление и вентиляция. Ч.2. Вентиляция / Под ред. В.Н. Богословского. – М.: Стройиздат, 1976. – 250 с.
- Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Кн. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. Р.В. Щекина. – К.: Будівельник, 1976. – 352 с.
52. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий. Проектирование: Справочник / Г.В.Русланов, М.Я.Розкин, Э.Л.Ямпольский . – К.:Будівельник, 1983. – 272 с.

53. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: Учебное пособие для вузов/ В.П.Титов и др. – М.: Стройиздат, 1985. – 208 с.



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

*Ілюстративні матеріали  
до дипломної роботи магістра*

*на тему : “ Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства ”*

*Виконав: студент 6 курсу, групи 601 мНТ спеціальності 144 Теплоенергетика  
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)*

*Сердюк Артур Едуардович*

*(прізвище та ініціали)*

*Керівник*

*к.т.н., доц. Гузик Д.В.*

*(прізвище та ініціали)*

*Зав.кафедрою*

*к.т.н проф.Голік Ю.С.*

*(прізвище та ініціали)*

*Полтава – 2021 рік*

## Загальні дані

Робота виконана згідно з завданням на виконання кваліфікаційної роботи магістра спеціальності 144 "Теплоенергетика", виданим керівником роботи та даних ПТВ КПТГ Гадячтеплоенерго, що розташоване за адресою: вул. Полтавська, 19 "А" в м. Гадяч, Полтавської області.

Мета роботи полягає в оцінці економічного ефекту і науковому обґрунтуванні необхідності проведення термомодернізації будівель-споживачів теплової енергії з метою заощадження теплової та електричної енергії в роботі системи розподілу центрального тепlopостачання мікрорайону міста.

### Задачі дослідження:

- виконати теоретичні дослідження оцінки економічного ефекту від впровадження заходів по утепленню зовнішніх стін абонентів мікрорайону міста, що були приєднані до системи центрального тепlopостачання від районної котельні міста;

- на підставі розробленого проектного рішення застосування утеплення будівель абонентів КПТГ Гадячтеплоенерго зробити оцінку економічного ефекту енергозаощадження.

Об'єкт досліджень - система централізованого тепlopостачання споживачів мікрорайону, що приєднані до окремої водогрійної котельні КПТГ Гадячтеплоенерго.

Предмет досліджень - економічний ефект (зниження витрат теплової та електричної енергії в річному циклі експлуатації) від проведеної термомодернізації (утеплення) зовнішніх огорожувальних конструкції споживачів теплової енергії окремого мікрорайону міста.

Методи досліджень. Порівняння витрат теплової та електричної енергії після проведення заходів з енергозбереження на прикладі розподільчих мереж комунального теплоенергетичного підприємства.

					601 мНТ 20339/21-МР			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконав	Сердюк А.Е.				Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства	Літера	Арк.	Аркушів
Перевір.	Гузик Д.В.						2	9
Н. контр.	Гузик Д.В.					НУПП, м.Полтава 2021		
Затверд.	Голік Ю.С.							

Генеральний план мікрорайону

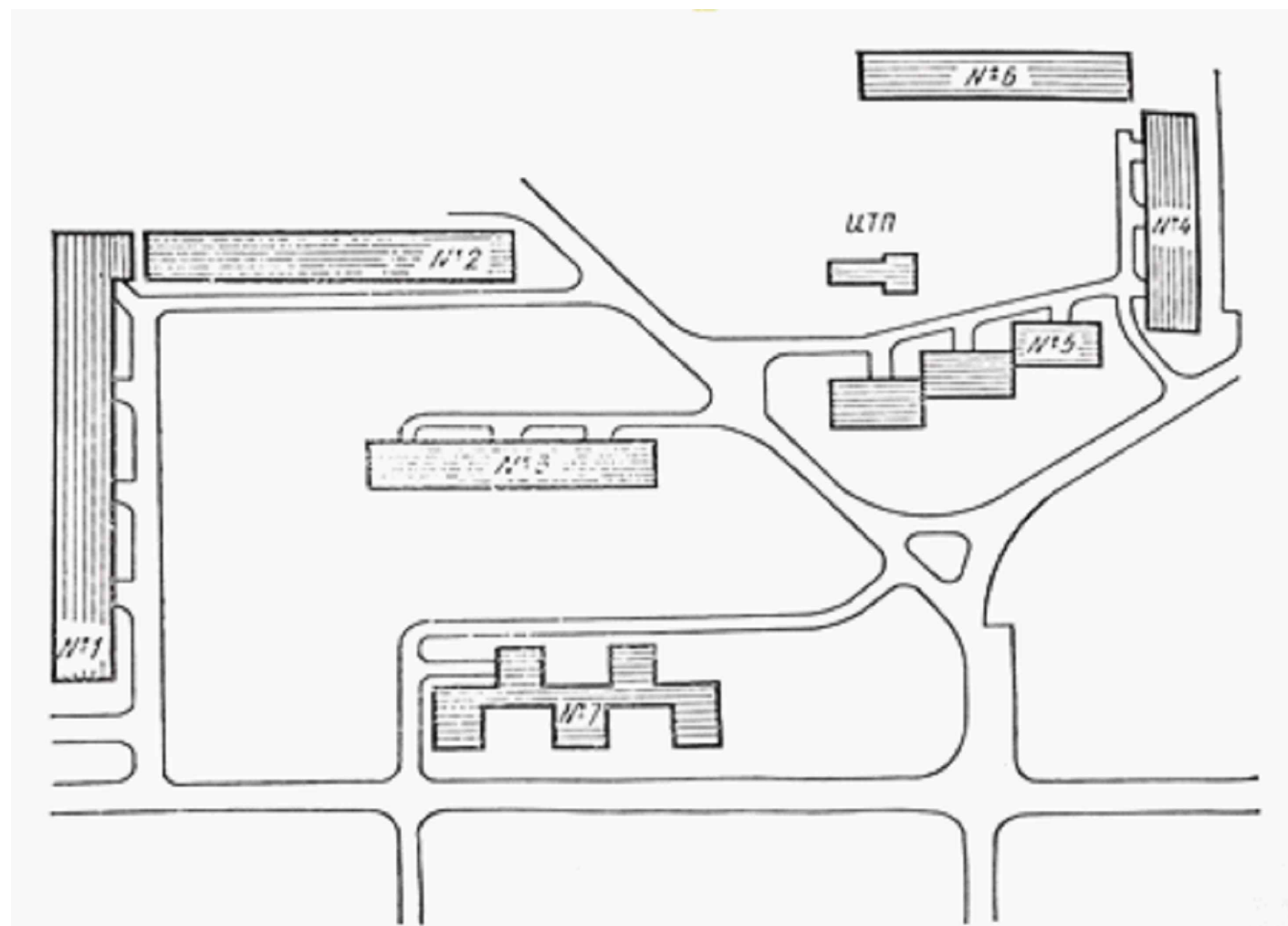
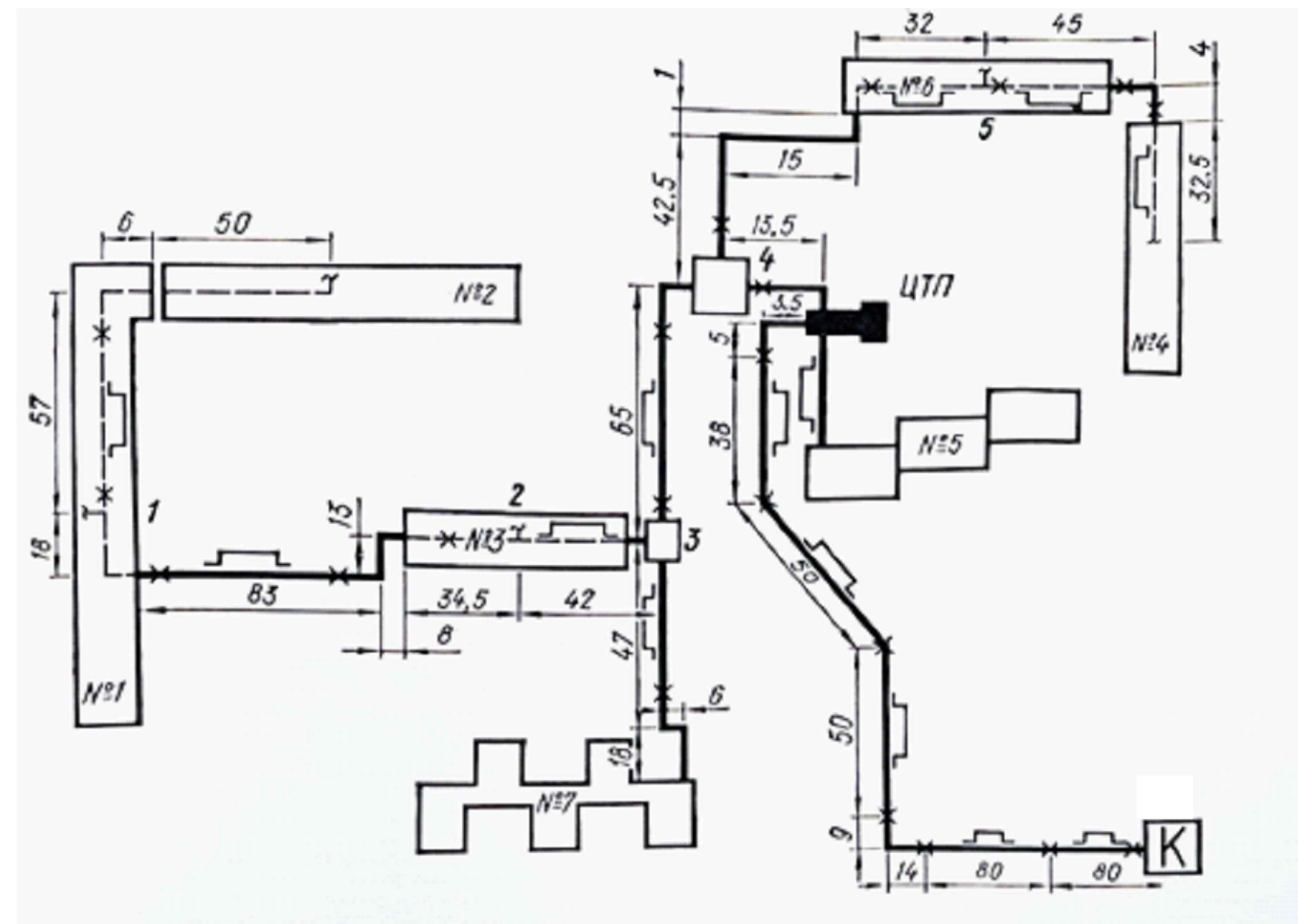


Схема теплових мереж



				601 мНТ 20339/21-МР		
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Виконав	Сердюк А.Е.			Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства	Літера	Арк.
Перевір.	Гузик Д.В.				З	9
Н. контр.	Гузик Д.В.				НУПП, м.Полтава 2021	
Затверд.	Голік Ю.С.					

## Теплові навантаження споживачів

### Витрати теплоти та теплоносія на вентиляцію та опалення (до термомодернізації споживачів)

№ будинку за генпланом	Витрата теплоти, кВт		Витрата теплоносія, кг/с	
	На опалення	На вентиляцію	На опалення	На вентиляцію
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	1113	-	3.32	-
2	711	-	2.1	-
3	547	-	1.63	-
4	592	-	1.77	-
5	620	-	1.85	-
6	571	-	1.68	-
7	217	30	0.63	0.13
<b>Загалом:</b>	<b>4369</b>	<b>30</b>	<b>12.98</b>	<b>0,13</b>

### Витрати теплоти та теплоносія на вентиляцію та опалення (після проведення заходів з термомодернізації споживачів)

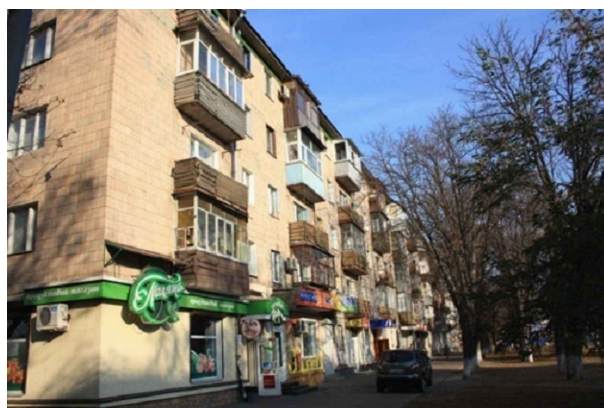
№ будинку за генпланом	Витрата теплоти, кВт		Витрата теплоносія, кг/с	
	На опалення	На вентиляцію	На опалення	На вентиляцію
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	667,8 (1113)	-	1,992 (3.32)	-
2	426,6 (711)	-	1,260 (2.1)	-
3	328,2 (547)	-	0,978 (1.63)	-
4	355,2 (592)	-	1,062 (1.77)	-
5	372,0 (620)	-	1,110 (1.85)	-
6	342,6 (571)	-	1,008 (1.68)	-
7	130,2 (217)	30 (30)	0,378 (0.63)	0,13 (0.13)
<b>Загалом:</b>	<b>2621,4 (4369)</b>	<b>30 (30)</b>	<b>7,788 (12.98)</b>	<b>0,13 (0,13)</b>

### Витрати теплоти та теплоносія на вентиляцію та опалення (до термомодернізації споживачів)

№ будинку за генпланом	Витрата теплоти, кВт		Витрата теплоносія, кг/с	
	На опалення	На вентиляцію	На опалення	На вентиляцію
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	1113	-	3.32	-
2	711	-	2.1	-
3	547	-	1.63	-
4	592	-	1.77	-
5	620	-	1.85	-
6	571	-	1.68	-
7	217	30	0.63	0.13
<b>Загалом:</b>	<b>4369</b>	<b>30</b>	<b>12.98</b>	<b>0,13</b>

				<b>601 мНТ 20339/21-МР</b>		
<i>Зм. Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства		
Виконав	Сердюк А.Е.					
Перевір.	Гузик Д.В.					
Н. контр.	Гузик Д.В.					
Затверд.	Голік Ю.С.			Літера Арк. Аркушів		
				4 9		
				НУПП, м.Полтава 2021		

## Аналіз теплового стану споживачів теплової енергії



Південно-східний фасад житлового будинку  
по вул. Героїв АТО, 19



Північно-західний фасад



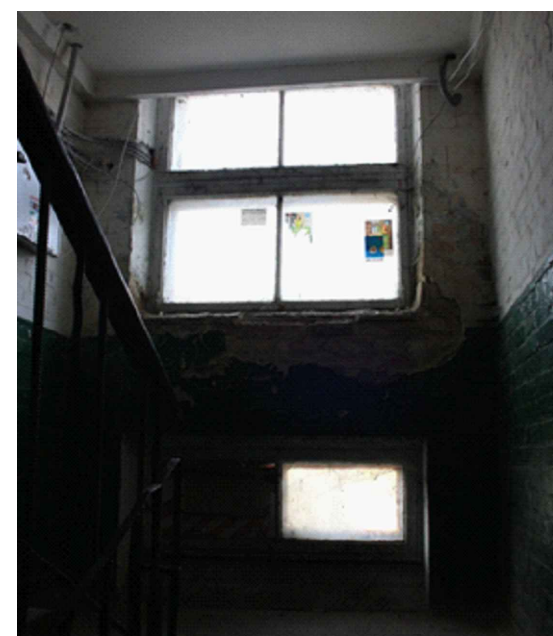
Підвальне приміщення з прокладеними розподільчими  
трубопроводами



Стан скління сходових клітин будинку



Елемент фасаду з пошкодженим  
зовнішнім облицюванням



Стан огорожувальних конструкцій  
неопалюваних під'їздів будинку



Введення телекомунікаційних мереж  
під'їзду

				<b>601 мНТ 20339/21-МР</b>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Сердюк А.Е.			Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства	Літера	Арк.	Аркушів
Перевір.		Гузик Д.В.					5	9
Н. контр.		Гузик Д.В.			НУПП, м.Полтава 2021			
Затверд.		Голік Ю.С.						

## Заходи з енергозбереження

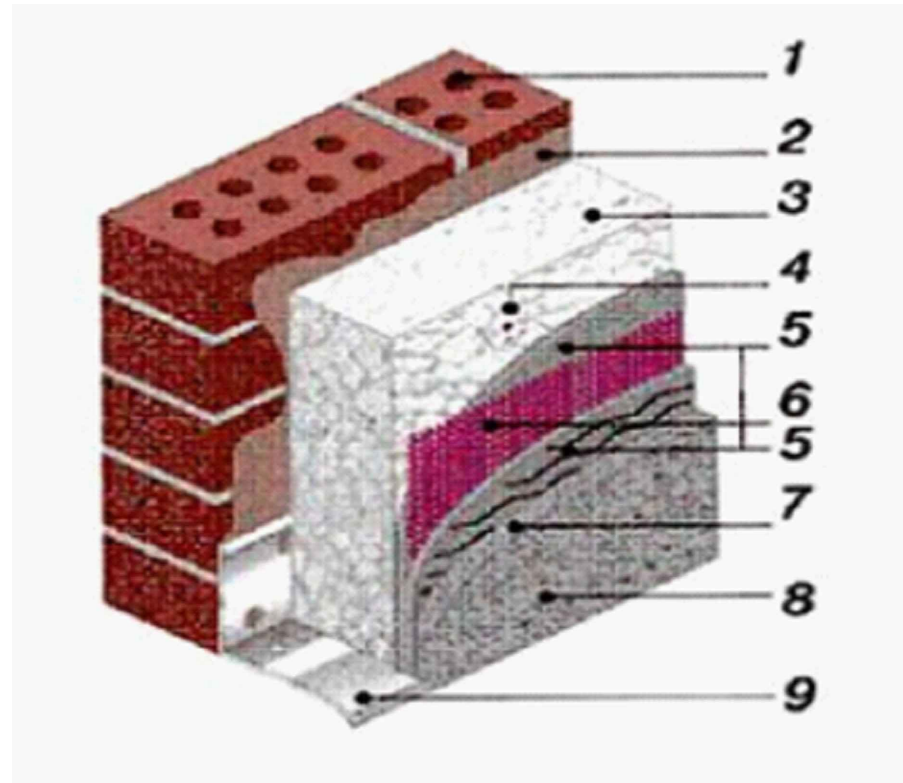
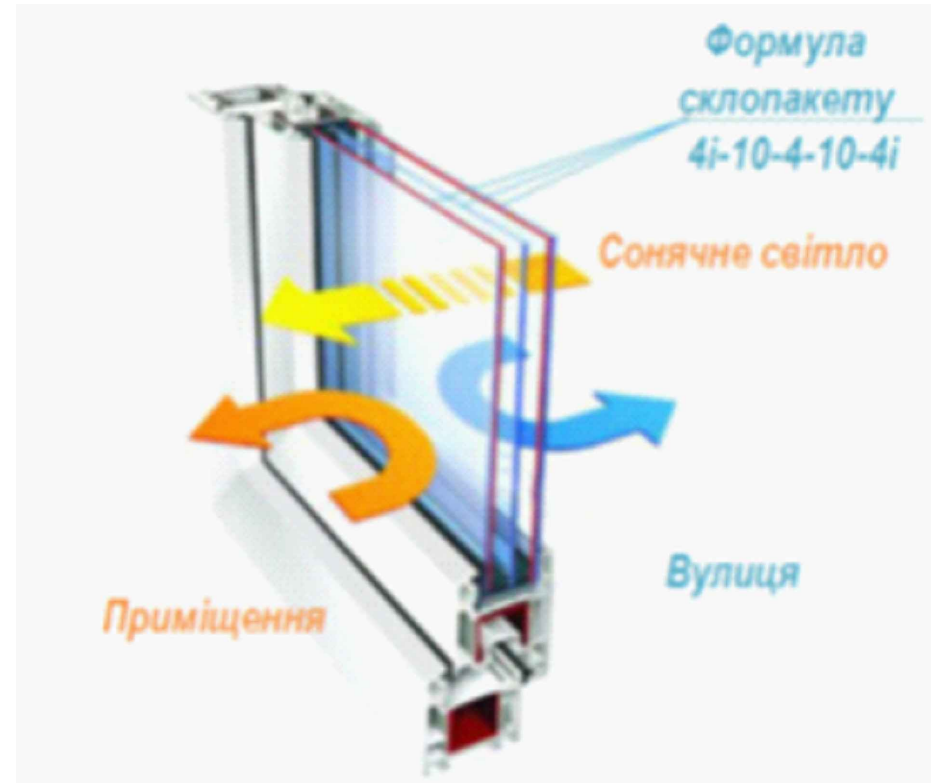


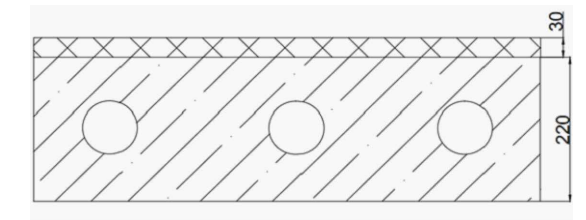
Схема утеплення стін на основі метода скріпленої теплоізоляції: 1 – будівельна основа; 2 – суміш для приклеювання плит; 3 – утеплювач; 4 – кріпінний дюбель; 5 – клеєва суміш; 6 – скловолокняна армуюча плівка; 7 – ґрунтовка; 8 – декоративний шар; 9 – цокольний профіль  
(збільшення опору теплопередачі у 2,13 рази)



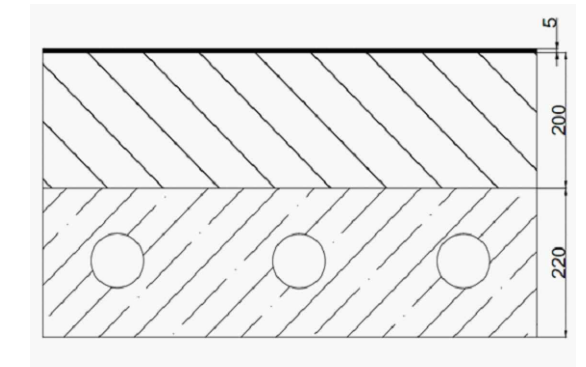
Формула склопакету  
(збільшення опору теплопередачі у 2,8 рази)



Схема утеплення суміщеного перекриття  
(збільшення опору теплопередачі у 4,2 рази)



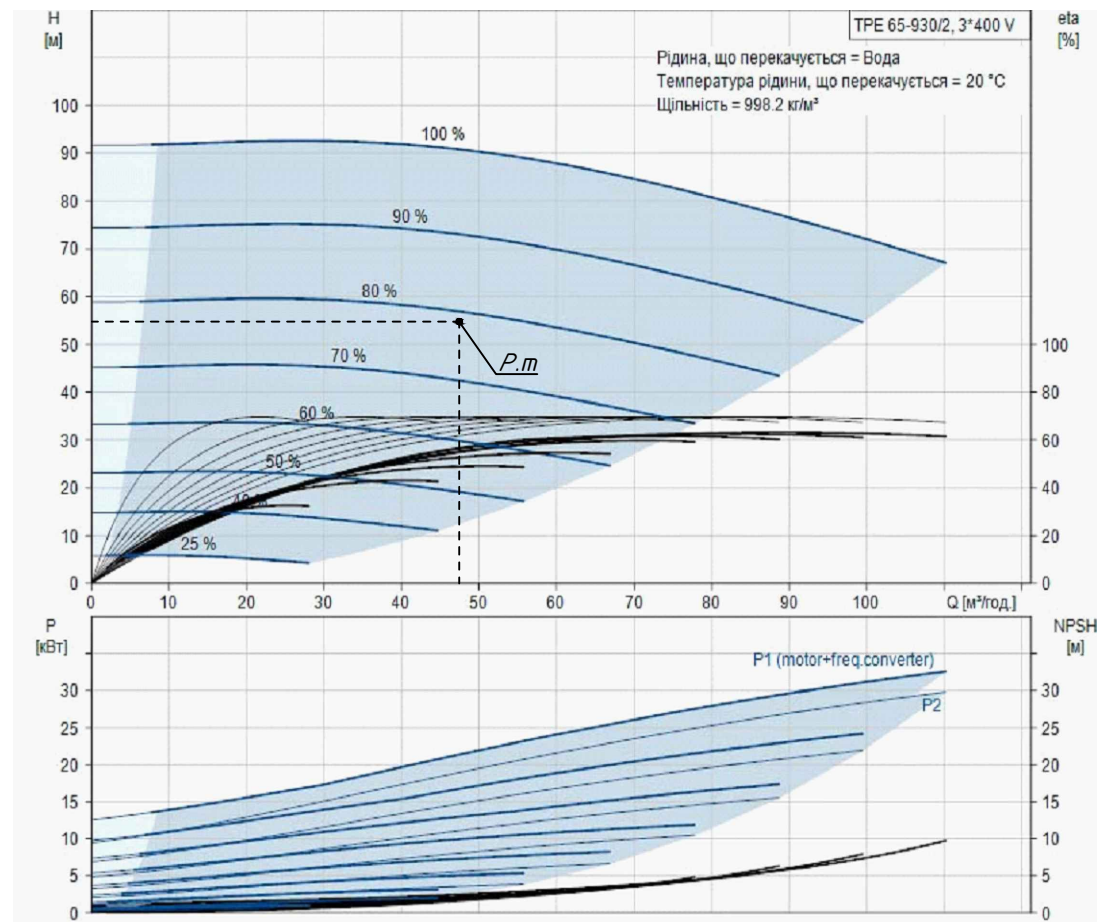
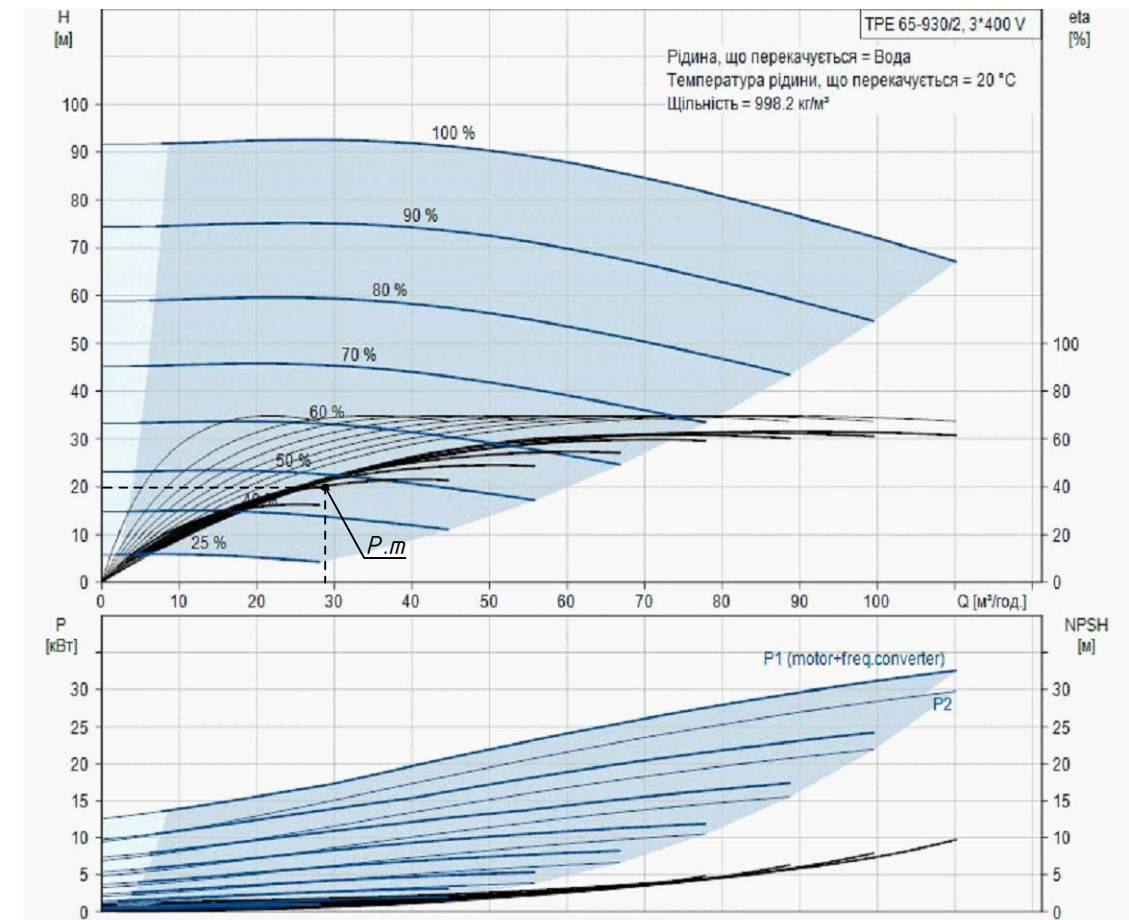
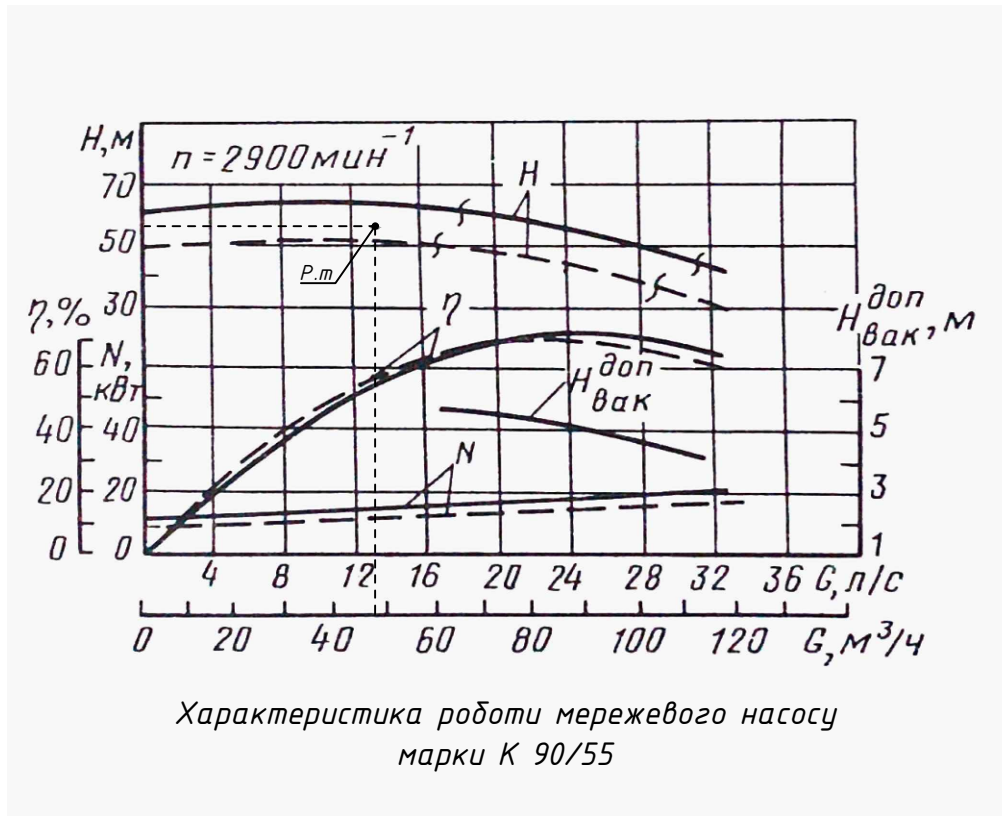
Перекриття (після реконструкції) у розрізі



Розріз надпідвального перекриття  
(Після утеплення підвищення опору теплопередачі у 7,3 рази)

				<b>601 мНТ 20339/21-МР</b>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства			
Виконав		Сердюк А.Е.					Літера	Арк.
Перевір.		Гузик Д.В.					6	9
Н. контр.		Гузик Д.В.					НУПП, м.Полтава 2021	
Затверд.		Голік Ю.С.						

## Робочі характеристики мережних насосів



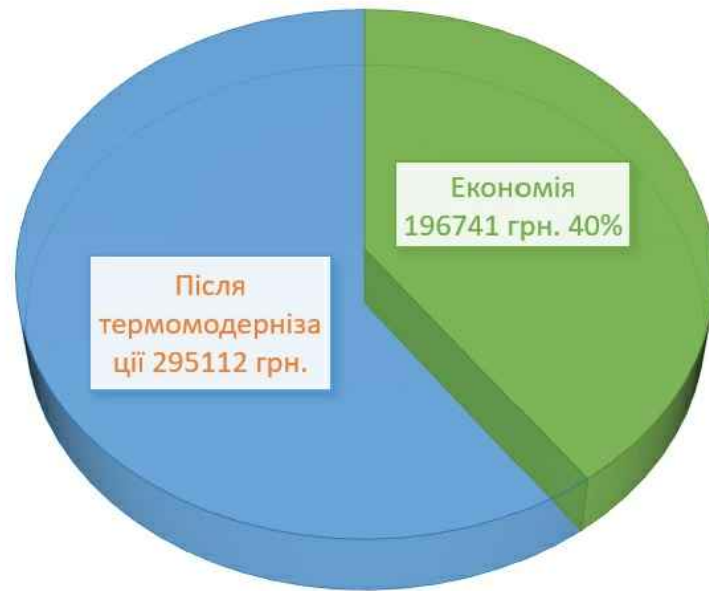
<b>601 мНТ 20339/21-МР</b>			
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Виконав	Сердюк А.Е.		
Перевір.	Гузик Д.В.		
Н. контр.	Гузик Д.В.		
Затверд.	Голік Ю.С.		
Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства			Літера Арк. Аркушів
			НУПП, м.Полтава 2021

## Економічні показники

Економія коштів на електроенергії при заміні мережного насоса на ТРЕ 65-930/2

Економія коштів на електроенергії при заміні мережного насоса на ТРЕ 65-930/2 та проведення термомодернізації

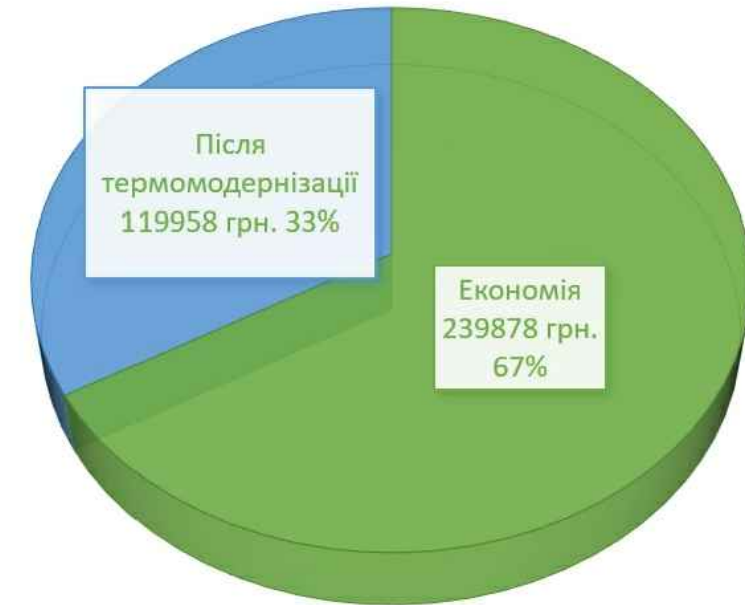
Економія коштів на оплату теплової енергії після термомодернізації



До термомодернізації 491853 грн. 100%



При експлуатації мережного насоса К90/55 359837 грн. 100%

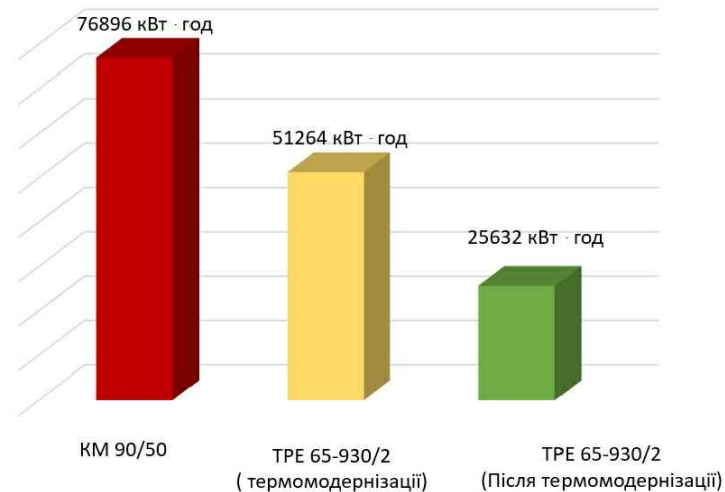


При експлуатації мережного насоса К90/55 359837 грн. 100%

Витрати теплової енергії за варіантами



Споживання електричної енергії мережними насосами



				601 мНТ 20339/21-МР			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літера	Арк.	Аркушів
Виконав		Сердюк А.Е.				8	9
Перевір.		Гузик Д.В.					
Н. контр.		Гузик Д.В.					
Затверд.		Голік Ю.С.					
					Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства		
					НУПП, м.Полтава 2021		



## Висновки по роботі

1. В кваліфікаційній роботі вирішується актуальне питання економії енергоресурсів в роботі систем централізованого теплопостачання житлових та комунальних споживачів.
2. Проведення термомодернізації огорожувальних конструкцій будівель в наслідок чого відбувається поліпшення гідравлічного режиму розподільчих мереж системи теплозабезпечення дає можливість економити як паливно-енергетичні ресурси так і електроенергію.
3. Передбачене випускною магістерською роботою науково-технічне рішення з заощадження енергоресурсів – є комплексним вирішенням проблеми створення якісного мікроклімату приміщення з поєднанням впровадження енергоефективних рішень в роботі систем розподілу енергоносіїв.
4. Виконана оцінка економічного ефекту і науково обґрунтування необхідності проведення заходів з термомодернізації будівель-споживачів теплової енергії з метою заощадження теплової та електричної енергії.
5. Проведені розрахунки показали, що найбільший ефект по зниженню тепловтрат житловим будинком дають комплексні заходи, а саме: 1 – утеплення зовнішніх стін та цоколя, 2 – заміна вікон на енергоефективні конструкції, 3,4 – утеплення підвального перекриття та сумісної покрівлі зі збільшенням значення термічного опору теплопередачі цих конструкцій в середньому в 3,5 рази.
6. Як видно з проведених розрахунків з точки зору як окремого споживача теплової енергії (мешканця багатопверхівки) так і в цілому окремого житлового будинку (наприклад, ОСББ) доречно встановлення внутрибудинкового вузла обліку теплової енергії.
7. Проведення заходів з термомодернізації огорожуючих конструкцій опалюваних будівель дає змогу в результаті економити до 40 % теплової енергії і відповідно витрат коштів на її сплату.
8. Аналіз зміни гідравлічного режиму теплових мереж в наслідок проведених заходів також свідчить про зменшення витрат теплоносія в циркуляційному контурі системи теплопостачання споживачів і як слідство дає можливість економити до 50 % електричної енергії.

					601 мНТ 20339/21-МР				
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Визначення енергоефективності від проведеної термомодернізації для системи розподілу теплоенергетичного підприємства			Літера	Арк.	Аркушів
Виконав	Сердюк А.Е.							9	9
Перевір.	Гузик Д.В.								
Н. контр.	Гузик Д.В.								
Затверд.	Голік Ю.С.				НУПП, м.Полтава 2021				