

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

---

(факультет)

**ТЕПЛОТЕХНІКИ**

---

(назва випускової кафедри )

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО ВИПУСКОВОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА  
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

Модернізація однокотлових систем опалення для роботи  
в умовах знижених температурних графіків

**Цал-Цалко Богдан Олександрович**

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача повністю)

Київ 2025 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем та екології

теплотехніки

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав.кафедри

Кириченко М. А.

“ ” \_\_\_\_\_ 2025 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО ВИПУСКОВОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА  
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

Модернізація однотрубних систем опалення для роботи  
в умовах знижених температурних графіків

Виконав: Цал-Цалко Богдан Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Будівництво та цивільна інженерія

(спеціальність)

Теплогазопостачання та вентиляція

(освітня програма)

Групи ТВс- 22

Керівник Гламаздін П. М., доцент

(прізвище та ініціали, вчене звання)

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Ідентичність підтверджую

Засвідчую, що у цій атестаційній випускній роботі бакалавра  
немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології  
Випускова кафедра: теплотехніки  
Освітній рівень: «бакалавр за ОПІ»  
Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
Освітня програма: «Теплогазопостачання і вентиляція»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Кириченко М. А.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 року

**З А В Д А Н Н Я  
ДО ВИКОНАННЯ ВИПУСКОВОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Цал-Цалко Богдан Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи модернізація однотрубних систем опалення для роботи в умовах знижених температурних графіків.  
затверджена наказом ректора КНУБА № \_\_\_\_\_ від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 року.
2. Керівник роботи Гламаздін Павло Михайлович, доцент.  
(прізвище, ім'я, по батькові, вчене звання)
3. Строк подання студентом роботи до захисту 25.06.2025.
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
  - Р.1. Вступ;
  - Р.2. Теплотехнічний розрахунок;
  - Р.3. Розрахунок тепловтрат та теплової потужності, побудова температурного графіка;
  - Р.4. Обґрунтування вибору елементів системи водяного опалення;
  - Р.5. Підбір опалювальних пристроїв та гідравлічний розрахунок системи опалення;
  - Р.6. Висновки;
5. Графічний матеріал за розділами:
  - Р.1. Троянда вітрів, система опалення радіаторами план типового поверху, розріз зовнішньої стіни, розріз перекриття на ґрунті, розріз горищного перекриття;
  - Р.2. Система опалення радіаторами план підвального поверху, план горищного поверху;
  - Р.3. Аксонометрична схема існуючої системи опалення Секції 1 та Секції 2;
  - Р.4. Аксонометрична схема оновленої системи опалення Секції 1 та Секції 2;
  - Р.5. Вузол підключення сталюого панельного опалювального приладу, знижений температурний графік, опалювально-побутовий графік витрати теплоносія, принципова схема існуючого ІТП, графік витрат теплоти, принципова схема оновленого ІТП;
  - Р.6. Таблиця 1. Результати розрахунку тепловтрат будівлі перед термосанацією;
  - Р.7. Таблиця 2. Результати розрахунку тепловтрат будівлі після термосанації;

Р.8. Підбір опалювальних пристроїв в приміщенні №206, гідравлічний розрахунок системи опалення перед термосанацією з температурним режимом 80/60°C, гідравлічний розрахунок системи опалення після термосанації з температурним режимом 80/60°C, гідравлічний розрахунок системи опалення після термосанації з температурним режимом 70/50°C, гідравлічний розрахунок системи опалення після термосанації з температурним режимом 60/40°C;

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Збір інформації до виконання бакалаврського проєкту	<b>15.04 – 20.04</b>
Розділ 2. Виконання розрахункової частини	<b>21.04 – 12.05</b>
Розділ 3. Виконання додаткових розділів пояснювальної записки	<b>13.05 – 18.05</b>
Розділ 4. Виконання креслень по розділах бакалаврського проєкту	<b>19.05 – 09.06</b>
Розділ 5. Виконання висновків	<b>10.06 – 15.06</b>
Остаточне оформлення роботи	<b>16.06 – 21.06</b>
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	<b>22.06 – 25.06</b>

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**Зав.кафедри** \_\_\_\_\_  
 ( підпис ) (прізвище та ініціали)

**Керівник** \_\_\_\_\_  
 ( підпис ) (прізвище та ініціали)

**Здобувач** \_\_\_\_\_  
 ( підпис ) (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

1. ВСТУП.....	5 СТ.
2. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК.....	10 СТ.
3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ ТА ТЕПЛОВОЇ ПОТУЖНОСТІ, ПОБУДОВА ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАФІКА.....	23 СТ.
4. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ.....	29 СТ.
5. ПІДБІР ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ТА ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ.....	36 СТ.
6. ВИСНОВКИ.....	56 СТ.
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	60 СТ.

# 1. ВСТУП

						2025 ПЗ.ДП			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Модернізація однотрубних систем опалення для роботи в умовах знижених температурних графіків			
Керівник	Гламаздін П.М.					Пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Виконав	Цал-Цалко Б.О.								
Зав.кафедри	Кириченко М. А.						ДП		
							КНУБА ТВс-22		

Мета бакалаврської атестаційної роботи – дослідження з модернізації однотрубної системи опалення для роботи в умовах знижених температурних графіків в системі централізованого теплопостачання. При сучасних тенденціях популярність набирають низькотемпературні джерела тепла, у зв'язку з чим, існуючі системи опалення не можуть підтримати комфортну температуру в приміщеннях.

Теплопостачання — це комплекс заходів і технічних засобів, що забезпечує подачу теплової енергії до різних споживачів для задоволення їхніх побутових та виробничих потреб. Залежно від обсягу теплового навантаження розрізняють централізовану, локальну та помірно децентралізовану системи теплопостачання. Централізована система відзначається високою потужністю, що дає змогу обслуговувати великі території з великою кількістю споживачів. Натомість локальна система орієнтована на обмежене коло будівель.

До складу централізованої системи подачі тепла входять: теплогенеруюче обладнання, трубопровідна мережа та прилади для споживання тепла. Як джерела тепла найчастіше використовуються теплоелектроцентралі (ТЕЦ) або опалювальні котельні різних потужностей. У локальних системах застосовують водогрійні котли, теплові насоси чи печі. Основним теплоносієм у обох типах систем виступає вода. Параметри теплоносія — зокрема температура та тиск — добираються відповідно до потреб споживачів і економічної доцільності. В умовах низьких температур теплоносія можливо використовувати існуючу систему теплопостачання, але треба враховувати, що збільшуючи витрату теплоносія для забезпечення потреб в кількості теплоти, збільшується і швидкість, котра не повинна перевищувати нормативну, а також через збільшення швидкостей збільшується гідравлічний опір системи.

Система опалення — це внутрішня частина будівлі або споруди, призначена для розподілу тепла, яке надходить від джерела (власного або зовнішнього), з метою підтримання комфортного температурного режиму у приміщеннях. Вона включає елементи, які забезпечують передавання тепла безпосередньо до повітря всередині кімнат — зокрема, радіатори, труби, насоси, регулювальну арматуру тощо. Система опалення функціонує вже після надходження теплової енергії в

будівлю, на відміну від тепlopостачання, яке охоплює весь процес її виробництва, транспортування та подачі. Системи опалення поділяються на однотрубні та двотрубні. В роботі розглядається однотрубна система.

Однотрубна система опалення була створена в період активного житлового будівництва в СРСР, коли перед інженерами постало завдання знайти максимально економічний і простий у монтажі спосіб забезпечення теплом житлових будівель. Саме таке рішення й було втілене в однотрубному варіанті — мінімальні витрати матеріалів і легкість встановлення.

У цій системі теплоносій (найчастіше — вода), нагрітий у джерелі теплоти, послідовно проходить через опалювальні прилади — радіатори або конвектори. Тобто він передає тепло кожному з них по черзі: від першого — до останнього. У результаті цього в кінці ланцюга температура теплоносія є значно нижчою, ніж на початку.

Переваги однотрубної системи:

- Основною перевагою є нижча вартість у порівнянні з двотрубною системою.
- Застосовується менше труб, з'єднувальних елементів і поворотів.
- Простота монтажу, що зменшує трудовитрати.

Недоліки однотрубної системи:

- Зміна подачі теплоносія в одному радіаторі змінює її і в усіх наступних. Наприклад, якщо регулювати витрату води в кухні, температура знизиться і в ванній кімнаті.
- Немає можливості окремо налаштувати температурний режим кожного радіатора.
- У такій системі вищі втрати тиску, тому потрібен потужніший циркуляційний насос для забезпечення руху теплоносія.
- В багатоквартирних будинках останні прилади системи отримують вже значно охоложену воду. Тому для компенсації втрат встановлюють радіатори з більшою кількістю секцій у кінці ланцюга.

Однотрубна система потребує поетапного розрахунку з урахуванням поступового зниження температури теплоносія після кожного радіатора, що

ускладнює гідравлічну схему та балансування.

Зв'язок між роботою внутрішньої системи опалення та зниженими температурними графіками зовнішніх мереж теплопостачання полягає у взаємному впливі параметрів теплоносія. Коли зовнішня мережа подає теплоносій із температурою, нижчою від проектної (через режими роботи джерела теплоти або економію палива), це безпосередньо зменшує температуру у внутрішньому контурі. Відповідно, зменшується теплова потужність приладів опалення та температура повітря в приміщеннях. Щоб компенсувати ці зниження, внутрішня система повинна бути здатною до регулювання — через використання балансувальних і регулюючих клапанів, а також шляхом правильного гідравлічного налагодження. Таким чином, ефективна робота внутрішньої системи опалення теоретично може забезпечити комфорт у будівлі навіть за знижених параметрів теплоносія зовнішньої мережі.

У сучасних умовах експлуатації систем теплопостачання все частіше виникає необхідність переходу на знижені температурні графіки теплоносія в зовнішніх мережах. Це пов'язано з економією палива, зменшенням навантаження на джерела теплоти та екологічними міркуваннями. Однак постає питання: як таке зниження температури впливає на площу опалювальних пристроїв у внутрішніх системах опалення? Крім того, актуальним є виявлення можливостей зменшення цього впливу, зокрема за рахунок утеплення будівлі та власне системи опалення. У цьому контексті дослідження має на меті визначити, наскільки утеплення огорожувальних конструкцій та труб і збільшення площі опалювальних пристроїв дозволяє компенсувати зниження температурного графіка та забезпечити комфортний мікроклімат у приміщеннях.

## 2. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

						2025 ПЗ.ДП			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Модернізація однотрубних систем опалення для роботи в умовах знижених температурних графіків			
Керівник	Гламаздін П.М.								
Виконав	Цал-Цалко Б.О.					Пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зав.кафедри	Кириченко М. А.						ДП		
							КНУБА ТВс-22		

# 1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБКИ ПРОЕКТУ

## 1.1. Данні для системи опалення

Місто проектування	Черкаси
Розрахункова температура на опалення	-21 °С
Середня температура опалювального періоду	-0,3°С
Тривалість опалювального періоду	178 днів
Кількість поверхів	5
Орієнтація будівлі	Зх
Температура води в падаючому/зворотному трубопроводі	80/60°С 70/50°С
$\tau'_{1,0}/\tau'_{2,0}$	60/40°С
Опалювальні пристрої	Kermi Profil-K, MC-140

## 1.2. Склад огороджувючих кострукцій

Найменування огороджувальних кострукцій	Опис кострукцій
Зовнішня стіна	Розчин цементно-піщаний $\lambda = 1,2 \text{ Вт/м}^\circ \text{ С} - \delta = 0,01 \text{ м}$ ; Цегла повнотіла $\lambda = 0,6 \text{ Вт/м}^\circ \text{ С} - \delta = 0,48 \text{ м}$ ; Розчин цементно-піщаний $\lambda = 1,2 \text{ Вт/м}^\circ \text{ С} - \delta = 0,01 \text{ м}$
Горищне перекриття	Бетон на гравії або щебені з природного каменю $\lambda = 1,86 \text{ Вт/м}^\circ \text{ С} - \delta = 0,14 \text{ м}$ ; Розчин цементно-піщаний $\lambda = 1,2 \text{ Вт/м}^\circ \text{ С} - \delta = 0,02 \text{ м}$
Перекриття над підвалом	Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові - $\delta = 0,005 \text{ м}$ ; Розчин цементно-піщаний $\lambda = 1,2 \text{ Вт/м}^\circ \text{ С} - \delta = 0,05 \text{ м}$ ; Пароізоляція $0,03 \text{ м}^2 \text{ }^\circ \text{ С/Вт}$ ; Бетон на гравії або щебені з природного каменю $\lambda = 1,86 \text{ Вт/м}^\circ \text{ С} - \delta = 0,22 \text{ м}$
Вікна та балконні двері	Вікна з двокамерними склопакетами 4і-10-4М1-10-4і
Зовнішні двері	Одинарні металеві двері без утеплювача; Тамбур; Одинарні соснові двері 0,04м
Внутрішні стіни	Кладка з порожнистої глиняної цегли $\lambda = 0,52 \text{ Вт/м}^\circ \text{ С} - \delta = 0,12 \text{ м}$

### 1.3. КЛІМАТИЧНІ ДАНІ

Кліматичні дані для м. Черкаси в прийнятті згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [1]:

$t_o$  - розрахункова температура на опалення  $-21^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{оп}$  - середня температура опалювального періоду  $-0,3^{\circ}\text{C}$ ;

$n$  - тривалість опалювального періоду -178 діб.

Побудова рози вітрів для м. Черкаси згідно:

Таблиця 1.1. Вихідні данні для побудови троянди вітрів.

	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
Повторюваність вітру, %	13,0	6,3	9,5	10,6	16,0	10,0	16,8	17,8
Швидкість вітру $V$ , м/с	4,2	3,6	4,0	4,3	4,5	4,2	4,3	4,2

### 2.1. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕПЛОВОЇ ІЗОЛЯЦІЇ ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

У випадках, коли різниця температур повітря в суміжних приміщеннях досягає  $3^{\circ}\text{C}$  і більше, для зовнішніх огорожувальних конструкцій та внутрішніх перегородок між квартирами необхідно дотримуватись обов'язкових умов:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q \text{ min}},$$

$$\Delta t_{пр} \leq \Delta t_{сг},$$

$$t_{в \text{ min}} > t_{\text{min}},$$

де  $R_{\Sigma пр}$  – приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій дорівнює опору теплопередачі),  $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$ ;

$R_{q \text{ min}}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі конструкції,  $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Вт}$  (значення для житлових та громадських будинків залежно від кліматичної зони);

$\Delta t_{пр}$  – температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\Delta t_{cr}$  – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, °С;

$t_{b \min}$  – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, °С;

$t_{\min}$  – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, °С.

У холодний період року вологісний режим приміщень визначається на основі відносної вологості та температури внутрішнього повітря відповідно до табл. 1 ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель [2]. Якщо температура повітря всередині приміщення коливається від 12 до 24 °С, а відносна вологість становить 55 %, то умови експлуатації приміщень вважаються нормальними. Вибір огорожувальних конструкцій здійснюють, враховуючи умови їх експлуатації, які встановлюються залежно від вологісного режиму приміщень та рівня вологості в зоні.

Для проектуємого будинку умови експлуатації будівельних конструкцій – Б.

За вимогами ДБН В.2.6-31-2021 «Теплова ізоляція будівель» опір теплопередачі огорожуючих конструкцій  $R_{\text{заг}}$  повинен бути не менше нормативного  $R_{\text{qmin}}$ .

Відповідно до джерела [2], необхідно визначати опір теплопередачі внутрішніх конструкцій (таких як стіни, перегородки, перекриття), якщо різниця розрахункових температур повітря в суміжних приміщеннях перевищує 4 °С. Це стосується приміщень, у яких встановлена певна нормативна температура.

Для визначення нормативних вимог використовуються формули:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}}$$
$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

де:  $\alpha_{\text{в}}$  та  $\alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнти тепловіддачі відповідно до внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, що приймаються за типом конструкції, Вт/м<sup>2</sup>·°С;

$R_i$  – термічний опір і-го шару,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;

$n$  – число шарів огорожувальної конструкції;

$\delta_i$  – товщина і-го шару огорожувальної конструкції, м;

$\lambda_i$  – значення розрахункового коефіцієнта теплопровідності матеріалу і-го шару,  $\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$ .

Табл.2.1. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових і громадських будівель  $R_{q.min}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q.min}$ , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , для кліматичної зони	
	I	II
Зовнішні стіни	4,0	3,5
Покриття опалювальних горищ (технічні поверхи), покриття мансардного типу та горищні перекриття неопалюваних горищ	6,0	5,5
Перекриття над проїздами та неопалюваними підвалами	5,0	4,0
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,9	0,7
Зовнішні двері	0,7	0,6

Належне утеплення будівлі дозволяє вирішити такі важливі завдання:

- зменшити споживання енергоресурсів і, відповідно, витрати на опалення на 30–40 %;
- забезпечити комфортну температуру в приміщеннях у будь-яку пору року;
- запобігти надмірній вологості та виникненню грибків чи цвілі;
- підвищити рівень шумоізоляції та продовжити термін служби самої будівлі.

На прикладі можна зрозуміти як належне утеплення будинку скорочує тепловтрати. Варто розглянути кожен конструкцію окремо:

## 2.2. Зовнішні стіни

Комфорт у приміщеннях визначається не лише ефективною роботою системи опалення та тепловіддачею радіаторів, а й станом стін. Мікроцилини, пошкодження будівельних матеріалів або відсутність теплоізоляційного шару

(або його зношення) стають основними факторами втрати тепла через ці частини конструкції.

Наприклад, візьмемо стіну площею 10 м<sup>2</sup> з повнотілої цегли товщиною 480 мм, теплопровідність 0,52 Вт/м·°С, та пінопласту ПСБ-С35 різної товщини 100 мм, 120 мм, 150 мм, теплопровідність 0,037 Вт/м·°С.

$$R_{ц} = \frac{0,48}{0,52} = 0,92 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Табл.2.2. Порівняльна таблиця переваг підбору товщини ізоляції стіни.

Товщина ізоляції	Термічний опір ізоляції	Термічний опір стіни	Тепловтрати	Питомі тепловтрати
$\delta$ , мм	$R_i$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт	$R_0$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт	$Q$ , Вт	$q$ , Вт/м <sup>2</sup>
100	2,7	3,78	122	12,2
120	3,24	4,32	107	10,7
150	4,05	5,14	90	9,0

Як показано у таблиці, збільшення товщини шару теплоізоляції лише на 20 мм дозволяє скоротити тепловтрати через стіни до 15 %, що в свою чергу знижує витрати на опалення та вартість теплової енергії під час опалювального сезону.

### 2.3. Горищні перекриття

Втрата тепла через неутеплену покрівлю є значною, оскільки тепле повітря в приміщеннях завдяки конвекційним процесам піднімається догори. Незважаючи на порівняно невелику площу перекриттів, такі тепловтрати є суттєвими. Якщо горище холодне та не опалюється, необхідно утеплювати горищне перекриття. Водночас, коли горище переобладнано під мансарду, теплоізоляція потрібна вже не для перекриття, а для скатної покрівлі.

Так само горищне перекриття площею 10 м<sup>2</sup> виконане з бетону на гравії або щебені з природного каменю товщиною 140 мм, теплопровідність 1,86 Вт/м·°С та пінопласту ПСБ-С35 різної товщини 200 мм, 250 мм, 300 мм, теплопровідність 0,037 Вт/м·°С.

$$R_{п} = \frac{0,14}{1,86} = 0,075 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Табл.2.3. Порівняльна таблиця переваг підбору товщини ізоляції горіщного перекриття.

Товщина ізоляції	Термічний опір ізоляції	Термічний опір перекриття	Тепловтрати	Питомі тепловтрати
$\delta$ , мм	$R_i$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт	$R$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт	$Q$ , Вт	$q$ , Вт/м <sup>2</sup>
200	5,4	5,64	66	6,6
250	6,76	6,99	53	5,3
300	8,11	8,34	44	4,4

Таким чином, можна дійти висновку, що збільшення шару теплоізоляції покрівлі на 50 мм дозволяє знизити тепловтрати до 20-25 %.

#### 2.4. Перекриття на ґрунті або над холодним підвалом

Утеплення перекриття на ґрунті є важливим для зменшення тепловтрат, оскільки холодний ґрунт безпосередньо впливає на температуру підлоги. Це дозволяє створити більш комфортні умови у приміщеннях першого поверху, а також знижує потребу в додатковому опаленні, що економить енергію та кошти. Крім того, ефективна теплоізоляція допомагає уникнути накопичення вологи та зменшує ризик утворення цвілі чи грибків, що позитивно впливає на довговічність конструкції та здоров'я мешканців.

Аналогічно, перекриття площею 10 м<sup>2</sup>, виконане з бетону на гравії або щебені з природного каменю товщиною 220 мм, теплопровідність 1,86 Вт/м·°C, та пінопласту ПСБ-С35 різної товщини 100 мм, 150 мм, 200 мм, теплопровідність 0,037 Вт/м·°C.

$$R_{\text{п}} = \frac{0,22}{1,86} = 0,12 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Табл.2.4. Порівняльна таблиця переваг підбору товщини ізоляції перекриття.

Товщина ізоляції	Термічний опір ізоляції	Термічний опір перекриття	Тепловтрати	Питомі тепловтрати
$\delta$ , мм	$R_i$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт	$R_0$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт	$Q$ , Вт	$q$ , Вт/м <sup>2</sup>
100	2,7	2,98	124	12,4
150	4,05	4,33	85	8,5
200	5,4	5,68	65	6,5

Можна зазначити, що збільшивши шар теплоізоляції всього на 50 мм, вдається зменшити тепловтрати через перекриття над ґрунтом до 30-45 %.

Можна зробити загальні висновки, що утеплення будівлі є надзвичайно ефективним заходом. Воно значно скорочує втрати тепла, зменшує витрати на опалення, підвищує комфорт у приміщеннях і забезпечує більш тривалий термін служби будівлі.

Враховуючи зазначене вище, варто провести термомодернізацію існуючої будівлі для приведення огорожувальних конструкції до сучасних мінімально допустимих значень опору теплопередачі: для утеплення будівлі в роботі буде використаний екструдований пінополістирол густиною 30 кг/м<sup>3</sup> та теплопровідністю 0,029 Вт/м·°С, для горищного перекриття - екструдований пінополістирол густиною 15 кг/м<sup>3</sup> та теплопровідністю 0,038 Вт/м·°С.

Для визначення нормативних вимог використовуються формули:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3};$$

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}.$$

## 2.5. Зовнішні стіни

Табл.2.5. Теплофізичні характеристики шарів конструкції.

Опис конструкції	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$ , Вт/м·°С	$\delta$ , м	R, м <sup>2</sup> ·°С/Вт
Розчин цементно-піщаний	1800	1,2	0,01	0,008
Цегла повнотіла	1600	0,6	0,48	0,8
Розчин цементно-піщаний	1800	1,2	0,01	0,008
Сума:				0,816

Визначаємо термічний опір шару утеплювача:

$$R_i = R_{qmin} - \left( \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} \right) = 4 - \left( \frac{1}{8,7} + 0,816 + \frac{1}{23} \right) = 3,026 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Враховуючи, що  $R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$  виражаємо  $\delta_i$ :

$$\delta_i = R_i \cdot \lambda_i = 3,026 \cdot 0,029 = 0,088 \text{ м}$$

Приймаємо, що  $\delta_i = 0,1 \text{ м}$ .

$$\text{Визначаємо } R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,1}{0,029} = 3,45$$

Визначаємо фактичний опір теплопередачі огорожувальної конструкції:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,008 + 3,45 + 0,8 + 0,008 + \frac{1}{23} = 4,4 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

Перевіряємо виконання умов:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q \min};$$

$$4,4 \geq 4 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт};$$

$$\Delta t_{пр} \leq \Delta t_{сг};$$

$$\Delta t_{пр} = \frac{t_B - t_3}{R_{\Sigma} \cdot \alpha_B} = \frac{20 + 21}{4,4 \cdot 8,7} = 1,1 \text{ °C};$$

Визначаємо  $\Delta t_{сг}$  з [2] для стіни  $\Delta t_{сг} = 4 \text{ °C}$ ;

$$1,1 \leq 4 \text{ °C};$$

$$t_{B \min} > t_{\min};$$

$$t_{B \min} = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_{\Sigma}} \cdot R_B = 20 - \frac{20 + 21}{4,4} \cdot 0,115 = 18,9 \text{ °C};$$

Визначаємо  $t_{\min}$  для непрозорої конструкції, вона дорівнює  $t_p$  точки роси.

При  $t_B = 20 \text{ °C}$  та  $\phi_B = 55\%$  температура точки роси  $t_p = 10,7 \text{ °C}$ .

$$18,9 > 10,7 \text{ °C}.$$

Всі умови виконуються.

## 2.6. Горищне перекриття

Табл.2.6. Теплофізичні характеристики шарів конструкції.

Опис конструкції	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$ , Вт/м·°C	$\delta$ , м	R, м <sup>2</sup> ·°C/Вт
Бетон на гравії або щебені з природного каменю	2400	1,86	0,14	0,075
Розчин цементно-піщаний	1800	1,2	0,02	0,016
Сума:				0,091

Визначаємо термічний опір шару утеплювача:

$$R_i = R_{q \min} - \left( \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} \right) = 6 - \left( \frac{1}{8,7} + 0,091 + \frac{1}{6} \right) = 5,627 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Враховуючи, що  $R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$  виражаємо  $\delta_i$ :

$$\delta_i = R_i \cdot \lambda_i = 5,627 \cdot 0,038 = 0,214 \text{ м}$$

Приймаємо, що  $\delta_i = 0,22 \text{ м}$ .

$$\text{Визначаємо } R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,22}{0,038} = 5,8$$

Визначаємо фактичний опір теплопередачі огорожувальної конструкції:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,016 + 5,8 + 0,075 + \frac{1}{6} = 6,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Перевіряємо виконання умов:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q \min};$$

$$6,2 \geq 6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт};$$

$$\Delta t_{пр} \leq \Delta t_{сг};$$

$$\Delta t_{пр} = \frac{t_{в} - t_{з}}{R_{\Sigma} \cdot \alpha_{в}} = \frac{20 + 21}{6,2 \cdot 8,7} = 0,76 \text{ °C};$$

Визначаємо  $\Delta t_{сг}$  з [2] для перекриття неопалювальних горищ  $\Delta t_{сг} = 3 \text{ °C}$ .

$$0,76 \leq 3 \text{ °C}.$$

Всі умови виконуються.

## 2.7. Перекриття над холодним підвалом

Табл.2.7. Теплофізичні характеристики шарів конструкції.

Опис конструкції	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$ , Вт/м·°C	$\delta$ , м	$R$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт
Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові	1800	0,38	0,005	0,013
Розчин цементно-піщаний	1800	1,2	0,05	0,042
Бетон на гравії або щебені з природного каменю	2400	1,86	0,22	0,118
Сума:				0,173

Визначаємо термічний опір шару утеплювача:

$$R_i = R_{q \min} - \left( \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{з}} \right) = 5 - \left( \frac{1}{8,7} + 0,173 + \frac{1}{6} \right) = 4,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Враховуючи, що  $R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}$  виражаємо  $\delta_i$ :

$$\delta_i = R_i \cdot \lambda_i = 4,55 \cdot 0,029 = 0,132 \text{ м}$$

Приймаємо, що  $\delta_i = 0,14 \text{ м}$ .

$$\text{Визначаємо } R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,14}{0,029} = 4,828$$

Визначаємо фактичний опір теплопередачі огорожувальної конструкції:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + 0,013 + 0,042 + 4,827 + 0,118 + \frac{1}{6} = 5,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Перевіряємо виконання умов:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{q \min};$$

$$5,3 \geq 5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт};$$

$$\Delta t_{\text{пр}} \leq \Delta t_{\text{сг}};$$

$$\Delta t_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{R_{\Sigma} \cdot \alpha_{\text{в}}} = \frac{20 + 21}{5,3 \cdot 8,7} = 0,89 \text{ } ^\circ\text{C};$$

Визначаємо  $\Delta t_{\text{сг}}$  з [2] для перекриття над неопалювальним підвалом

$$\Delta t_{\text{сг}} = 2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$0,89 \leq 2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Всі умови виконуються.

Для порівняння розглянемо, як виглядають конструктивні елементи до проведення теплоізоляційних робіт.

Таблиця 2.8. Конструкції існуючих огорожень перед термосанацією.

Шифр	Тип огороження	Опис	Вологісний режим	Найменування матеріалу	b, мм	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$ , Вт/(м·К)	R, (м <sup>2</sup> ·К)/Вт
СЗ	Стіна зовнішня	Стіна зовнішня	Нормальный	Розчин цементно-піщаний	10	1600	1,2	0,008
				Цегляна кладка з повнотілої цегли на цем.-піщ. розчині	480	1600	0,6	0,8
				Розчин цементно-піщаний	10	1600	1,2	0,008
<b>Ro=0,56 м<sup>2</sup>·ч·Па/кг, K=1,031 Вт/(м<sup>2</sup>·К), Ro=0,97 (м<sup>2</sup>·К)/Вт</b>								
ВК	Вікно	Вікно зовнішнє (норм)	Сухой					
<b>Ro=0,76 м<sup>2</sup>·ч·Па/кг, K=1,075 Вт/(м<sup>2</sup>·К), Ro=0,93 (м<sup>2</sup>·К)/Вт</b>								
ДВ	Двері	Двері зовнішні	Сухой					
<b>K=0,781 Вт/(м<sup>2</sup>·К), Ro=1,28 (м<sup>2</sup>·К)/Вт</b>								
ПОК	Покриття	Горищне перекриття	Нормальный	Розчин цементно-піщаний	20	1600	1,2	0,017
				Бетон на гравії або щебені з природнього каменю	140	2400	1,86	0,075
<b>K=4 Вт/(м<sup>2</sup>·К), Ro=0,25 (м<sup>2</sup>·К)/Вт</b>								
П_ЗОН_1	Підлога на ґрунті	Перекриття над підвалом	Нормальный	1-я температурная зона ґрунта				2,1
				Бетон на гравії або щебені з природнього каменю	220	2400	1,86	0,118
				Розчин цементно-піщаний	50	1600	1,2	0,042
				Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові	5	1800	0,38	0,013
<b>K=0,441 Вт/(м<sup>2</sup>·К), Ro=2,27 (м<sup>2</sup>·К)/Вт</b>								
П_ЗОН_2	Підлога на ґрунті	Перекриття над підвалом	Нормальный	2-я температурная зона ґрунта				4,3
				Бетон на гравії або щебені з природнього каменю	220	2400	1,86	0,118
				Розчин цементно-піщаний	50	1600	1,2	0,042
				Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові	5	1800	0,38	0,013
<b>K=0,224 Вт/(м<sup>2</sup>·К), Ro=4,47 (м<sup>2</sup>·К)/Вт</b>								
П_ЗОН_3	Підлога на ґрунті	Перекриття над підвалом	Нормальный	3-я температурная зона ґрунта				8,6
				Бетон на гравії або щебені з природнього каменю	220	2400	1,86	0,118
				Розчин цементно-піщаний	50	1600	1,2	0,042
				Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові	5	1800	0,38	0,013
<b>K=0,114 Вт/(м<sup>2</sup>·К), Ro=8,77 (м<sup>2</sup>·К)/Вт</b>								

П_ЗОН_4	Підлога на ґрунті	Перекрыття над підвалом	Нормальный	4-я температурная зона ґрунта				14,2
				Бетон на гравії або щебені з природнього каменю	220	2400	1,86	0,118
				Розчин цементно-піщаний	50	1600	1,2	0,042
				Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові	5	1800	0,38	0,013
<b>K=0,07 Вт/(м²·К), Ro=14,37 (м²·К)/Вт</b>								

Примітка:

Ри - опір повітропроникності, м²·ч·Па/кг

b - товщина шару матеріалу, мм

p - щільність матеріалу, кг/м³

λ - коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К)

R - термічний опір матеріалу, (м²·К)/Вт

K - коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/(м²·К)

Ro - опір теплопередачі огороження, (м²·К)/Вт

Після проведених розрахунків маємо такий вигляд огорожувальних конструкцій та їх характеристики (розрізи огорожувальних конструкцій див. Лист 1):

Таблиця 2.9. Конструкції огорожень після термосанації.

Шифр	Тип огороження	Опис	Вологісний режим	Найменування матеріалу	b, мм	p, кг/м	λ, Вт/(м·К)	R, (м²·К)/Вт
СЗ	Стіна зовнішня	Стіна зовнішня	Нормальный	Розчин цементно-піщаний	10	1600	1,2	0,008
				Плити з екструдованого пінополістиролу	100	30	0,029	3,448
				Цегляна кладка з повнотілої цегли на цем.-піщ. розчині	480	1600	0,6	0,8
				Розчин цементно-піщаний	10	1600	1,2	0,008
<b>Ри=0,56 м²·ч·Па/кг, K=0,226 Вт/(м²·К), Ro=4,42 (м²·К)/Вт</b>								
ВК	Вікно	Вікно зовнішнє (норм)	Сухой					
<b>Ри=0,76 м²·ч·Па/кг, K=1,075 Вт/(м²·К), Ro=0,93 (м²·К)/Вт</b>								
ДВ	Двері	Двері зовнішні	Сухой					
<b>K=0,781 Вт/(м²·К), Ro=1,28 (м²·К)/Вт</b>								
ПОК	Покриття	Горищне перекрыття	Нормальный	Розчин цементно-піщаний	20	1600	1,2	0,017
				Плити з екструдованого пінополістиролу	220	15	0,038	5,789
				Бетон на гравії або щебені з природнього каменю	140	2400	1,86	0,075
<b>K=0,166 Вт/(м²·К), Ro=6,04 (м²·К)/Вт</b>								
П_ЗОН_1	Підлога на ґрунті	Перекрыття над підвалом	Нормальный	1-я температурная зона ґрунта				2,1
				Бетон на гравії або щебені з природнього каменю	220	2400	1,86	0,118
				Плити з екструдованого пінополістиролу	140	30	0,029	4,828
				Розчин цементно-піщаний	50	1600	1,2	0,042
				Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові	5	1800	0,38	0,013
<b>K=0,141 Вт/(м²·К), Ro=7,1 (м²·К)/Вт</b>								

П_ЗОН_2	Підлога на ґрунті	Переkritтя над підвалом	Нормальный	2-я температурная зона ґрунта				4,3
				Бетон на гравії або щебені з природнього каменю	220	2400	1,86	0,118
				Плити з екструдованого пінополістиролу	140	30	0,029	4,828
				Розчин цементно-піщаний	50	1600	1,2	0,042
				Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові	5	1800	0,38	0,013
<b>K=0,108 Вт/(м²·К), Ro=9,3 (м²·К)/Вт</b>								
П_ЗОН_3	Підлога на ґрунті	Переkritтя над підвалом	Нормальный	3-я температурная зона ґрунта				8,6
				Бетон на гравії або щебені з природнього каменю	220	2400	1,86	0,118
				Плити з екструдованого пінополістиролу	140	30	0,029	4,828
				Розчин цементно-піщаний	50	1600	1,2	0,042
				Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові	5	1800	0,38	0,013
<b>K=0,074 Вт/(м²·К), Ro=13,6 (м²·К)/Вт</b>								
П_ЗОН_4	Підлога на ґрунті	Переkritтя над підвалом	Нормальный	4-я температурная зона ґрунта				14,2
				Бетон на гравії або щебені з природнього каменю	220	2400	1,86	0,118
				Плити з екструдованого пінополістиролу	140	30	0,029	4,828
				Розчин цементно-піщаний	50	1600	1,2	0,042
				Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові	5	1800	0,38	0,013
<b>K=0,052 Вт/(м²·К), Ro=19,2 (м²·К)/Вт</b>								

Примітка:

Ри - опір повітропроникності, м²·ч·Па/кг

b - товщина шару матеріалу, мм

p - щільність матеріалу, кг/м³

λ - коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К)

R - термічний опір матеріалу, (м²·К)/Вт

K - коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/(м²·К)

Ro - опір теплопередачі огороження, (м²·К)/Вт

**В результаті розрахунку ми привели опір теплопередачі конструкцій до нормативних.**

### 3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ ТА ТЕПЛОВОЇ ПОТУЖНОСТІ, ПОБУДОВА ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАФІКА

						2025 ПЗ.ДП			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Модернізація однотрубних систем опалення для роботи в умовах знижених температурних графіків			
Керівник	Гламаздін П.М.								
Виконав	Цал-Цалко Б.О.					Пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зав.кафедри	Кириченко М. А.						ДП		
							КНУБА ТВс-22		

### 3.1. ВИХІДНІ ДАННІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВТРАТ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ПО ПРОГРАМІ SOFTHVAC

Програма для обчислення тепловтрат SoftHVAC Heat Balance дає можливість визначити, скільки тепла втрачається через основні конструкційні елементи будинку: стіни, покрівлю, підлогу, а також вікна, двері та інфільтрацію повітря. Саме ці ділянки є ключовими джерелами теплових втрат у будівлі.

Спершу необхідно звернутися до інформації, наведеної у [1] та додати її у вихідні данні програми. Далі слід ввести матеріали для кожної конструкції, які використовуються у розрахунках тепловтрат будівлі.

Після необхідно визначити і ввести комфортну температуру всередині приміщення, яка забезпечує умови для проживання під час найхолодніших зимових днів. Зазвичай вона становить 20–22°C. Різниця між цією температурою та температурою зовнішнього повітря визначає обсяг тепловтрат будівлі. Також потрібно вказати загальну площу приміщення і висоту стелі. Після цього для кожного конструкційного елемента (зовнішні стіни, вікна, двері, горіщне перекриття, перекриття над підвалом) вносяться розміри та площі. Наприкінці, визначити об'єми повітря на вентиляцію та ввести ці данні для обчислення коефіцієнту інфільтрації (а деяких приміщеннях відсутній). На основі цих даних програма обчислює тепловтрати для кожного приміщення.

Результати розрахунків вносяться в таблиці:

Результати розрахунку тепловтрат будівлі перед термосанацією в таблиці див. Лист 5.

Результати розрахунку тепловтрат будівлі після термосанації в таблиці див. Лист 5.

Після проведеного утеплення будівлі **результати розрахунку** показали, що загальні тепловтрати зменшилися майже вдвічі. Це стало можливим завдяки комплексній теплоізоляції огорожувальних конструкцій — зовнішніх стін, горіщного перекриття, підвалів. Зменшення тепловтрат безпосередньо вплинуло на потребу в тепловій потужності системи опалення, яка тепер становить орієнтовно 50–60 % від початкової.

У практичному вимірі це означає, що теплова потужність джерела тепла у

складі ІТП, може бути значно зменшена. Це дозволяє обрати менш потужне та енергоощадне обладнання, зокрема циркуляційні насоси, регулятори, теплообмінники та автоматику. Також зменшується навантаження на теплову мережу, покращується гідравлічна стійкість системи.

Найвагомішим наслідком є суттєве зменшення фактичного споживання теплової енергії, що напряму відображається на рахунках за опалення. В умовах комерційного обліку та погодозалежного регулювання, економія може сягати 40–50 % від попередніх витрат, особливо у багатоквартирних житлових будинках із індивідуальним тепловим пунктом. Крім того, зниження теплового навантаження дає змогу без шкоди для комфорту впроваджувати низькотемпературний режим роботи системи, що додатково зменшує теплові втрати в трубопроводах і підвищує ефективність автоматичного регулювання.

Отже, утеплення будівлі не лише скорочує витрати мешканців на опалення, а й дозволяє оптимізувати систему опалення загалом: зменшити потужність обладнання, перейти на знижений температурний графік, використовувати менш потужні насоси і досягати стабільного комфорту з мінімальним споживанням енергії. Це підтверджує ефективність інвестицій у енергоефективність і створює передумови для подальшого зниження експлуатаційних витрат у довгостроковій перспективі.

### **3.2. РОЗРАХУНКОВЕ РІЧНЕ СПОЖИВАННЯ СИСТЕМОЮ ОПАЛЕННЯ**

Річне розрахункове теплоспоживання будинку системою опалення  $W$  (ГДж/рік) визначається за такою формулою:

$$W = \frac{3,6 \cdot Q_{c.o.} \cdot 24 \cdot Z_{c.o.} \cdot (t_{вн} - t_{c.o.}) \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot b \cdot c}{t_{вн} - t_{зовн}} = \frac{3,6 \cdot Q_{c.o.} \cdot 24 \cdot S_{j.c.} \cdot 10^{-6} \cdot a \cdot b \cdot c}{t_{вн} - t_{зовн}}$$

$$W = 217295 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

де  $Q_{c.o.}$  - розрахункова теплова потужність;

$S_{c.o.}$  - кількість градусо-днів опалювального сезону;

$t_{вн}$  - розрахункова температура внутрішнього приміщення;

$t_{зовн}$  - середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки;

$b=0,9$  коефіцієнт, який враховується коли більше 75% опалювальних приладів обладнані автоматичними регуляторами.

### 3.3. ПИТОМЕ РІЧНЕ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМОЮ ОПАЛЕННЯ

Питоме річне теплоспоживання будинку системою опалення  $w$  (ГДж/рік·м<sup>2</sup>) обчислюється за наступною формулою:

$$w = \frac{W}{A_{з.п.}} = 55,72 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} \cdot \text{м}^2$$

$$E_{max} = 185,7 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2 \text{ за рік}$$

Отже, отримане значення питомого річного теплоспоживання системою опалення  $w$  не перевищує встановленого нормативного контрольного рівня  $w_k$ , що свідчить про дотримання вимог і відповідність заданим умовам.

### 3.4. ВИТРАТА ВОДИ В СИСТЕМІ ОПАЛЕННЯ

Кількість води, необхідної для роботи системи опалення, визначається за такою формулою:

$$G_{c.o.} = \frac{0,86 \cdot Q_{c.o.}}{t_n - t_3} = 7011 \text{ кг} / \text{год}$$

### 3.5. РОЗРАХУНОК РЕГУЛЮВАННЯ ВІДПУСТКИ ТЕПЛОТИ

Метою розрахунку регулювання теплових потоків є визначення температури та витрати мережної води в подаючому й зворотному трубопроводах теплової мережі. Ці параметри обчислюються для типових значень температури зовнішнього повітря.

Температурні графіки для системи якісного регулювання подаються у вигляді наступних рівнянь:

- в подаючому трубопроводі теплової мережі

$$\begin{aligned} \tau_{1,0}(t_n) &= t_i + (\tau'_{пр} - t_i) \cdot \overline{Q_o}^{0,8} + (\tau'_{1,0} - \tau'_{пр}) \cdot \overline{Q_o} = \\ &= 20 + (50 - 20) \cdot 0,488^{0,8} + (80 - 50) \cdot 0,488 = 51,59 \end{aligned}$$

- після системи опалення (в зворотному трубопроводі теплової мережі)

$$\begin{aligned} \tau_{2,0}(t_n) &= t_i + (\tau'_{пр} - t_i) \cdot \overline{Q_o}^{0,8} + (\tau'_{2,0} - \tau'_{пр}) \cdot \overline{Q_o} = \\ &= 20 + (50 - 20) \cdot 0,488^{0,8} + (60 - 50) \cdot 0,488 = 41,83 \end{aligned}$$

де  $\tau_{1,0}(t_n)$  — температура мережної води в подаючому трубопроводі перед елеваторним вузлом або змішуючим насосом, яка змінюється залежно від температури зовнішнього повітря  $t_n$ , °С;

$\tau_{2,0}(t_n)$  — температура мережної води у зворотному трубопроводі після

системи опалення, що також визначається відповідно до температури зовнішнього повітря  $t_n$ , °С;

$\tau'_{1,0}$  — температура мережної води у подаючому трубопроводі перед елеватором або змішуючим насосом при розрахунковому значенні зовнішньої температури  $t'_o$ , °С;

$\tau'_{2,0}$  — температура води у зворотному трубопроводі після системи опалення при розрахунковій температурі зовнішнього повітря  $t'_o$ , °С;

$\tau'_{пр}$  — розрахункова середня температура нагрівального приладу за умов заданої температури зовнішнього повітря  $t'_o$ , °С.

$$\tau'_{пр} = 0.5 \cdot (\tau'_{1,0} + \tau'_{2,0}) - t_i = 0,5 \cdot (80 + 60) - 20 = 50 ;$$

$\bar{Q}_o$  - відносний тепловий потік,

$$\begin{aligned} \bar{Q}_o &= \frac{t_i - t_n}{t_i - t'_o} = \frac{20 - 0}{20 - (-21)} = 0,488 \\ &= \frac{20 - 8}{20 - (-21)} = 0,293 \end{aligned}$$

де  $t_i$  – температура внутрішнього повітря приміщення, приймається +20°С;

$t'_o$  - розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення, °С;

$t_n$  – будь-яка температура зовнішнього повітря, °С.

Параметри мережної води, що відповідають розрахунковій температурі зовнішнього повітря  $t'_o$ , позначаються з використанням індексу  $'$ . Наприклад:  $\tau'_{1,0}$ ,  $\tau'_{2,0}$  тощо.

Розрахунок виконується для заданих характерних значень температури зовнішнього повітря  $t_n$ . Отримані результати заносяться до таблиці 4.1. На основі цих даних будується графік залежності температури для системи опалення від температури зовнішнього повітря  $t_n$ .

Таблиця 3.1. Результати розрахунку графіка регулювання теплових потоків на опалення.

Позначення	Одиниця вимірювання	Температура і витрата мережної води при		
		$t'_o = -21^{\circ}\text{C}$	$t_{оп} = 0^{\circ}\text{C}$	$t_{НК} = +8^{\circ}\text{C}$
$\tau_{1,0}$	$^{\circ}\text{C}$	80	51,59	40
$\tau_{2,0}$	$^{\circ}\text{C}$	60	41,83	34

Аналогічні розрахунки виконано для температурних режимів  $70/50^{\circ}\text{C}$  та  $60/40^{\circ}\text{C}$ .

Після виконаних розрахунків отримано всі необхідні дані для аналізу роботи системи на заданому температурному графіку та його побудови.

## 4. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ

						2025 ПЗ.ДП			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Модернізація однотрубних систем опалення для роботи в умовах знижених температурних графіків			
Керівник	Гламаздін П.М.								
Виконав	Цал-Цалко Б.О.					Пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зав.кафедри	Кириченко М. А.						ДП		
							КНУБА ТВс-22		

## **4.1. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ**

### **1. Трубопроводи.**

Заміна старих сталевих труб на труби Rehau Rautitan (PE-Xa) є технічно обґрунтованим рішенням, яке суттєво покращує характеристики системи опалення, підвищує її ефективність, довговічність та експлуатаційну надійність.

Сталеві труби, що традиційно використовувалися у системах теплопостачання, мають низку суттєвих недоліків: вони схильні до корозії, накопичення накипу на внутрішніх стінках, зменшення внутрішнього діаметра та підвищеного гідравлічного опору. З часом це призводить до зниження ефективності теплообміну, збільшення втрат тиску в системі, погіршення регулювання подачі тепла та зростання експлуатаційних витрат. Крім того, сталеві трубопроводи мають обмежений строк служби (у середньому 15–25 років), потребують складного зварного монтажу та створюють додаткову вогонебезпеку при встановленні.

На відміну від цього, поліетиленові труби Rehau Rautitan виготовляються з зшитого поліетилену (PE-Xa), який має надзвичайно низький коефіцієнт шорсткості, що забезпечує мінімальний гідравлічний опір навіть через десятки років експлуатації. Ці труби не піддаються корозії, не заростають відкладеннями, мають термін служби понад 50 років та витримують багаторазові гідроудари завдяки своїй еластичності. Низька теплопровідність матеріалу дозволяє знизити теплові втрати трубопроводів, а технологія з'єднань без зварювання (прес-фітинги або ковзне гільзове з'єднання) спрощує та прискорює монтаж без застосування відкритого вогню.

Крім того, труби Rehau сертифіковані для використання як у системах опалення, так і у гарячому водопостачанні, відповідають міжнародним стандартам (DIN, ISO) та широко застосовуються у сучасному житловому будівництві й модернізації ІТП. Їх використання дозволяє значно покращити гідравлічний баланс системи, забезпечити стабільну роботу автоматики та знизити експлуатаційні витрати протягом усього життєвого циклу.

Таким чином, перехід на труби Rehau Rautitan є доцільним та виправданим

з технічної, економічної та експлуатаційної точок зору.

## **2. Опалювальні пристрої**

Заміна старих чавунних секційних радіаторів типу МС-140 на сучасні сталеві панельні радіатори, зокрема Kermi Profil-K, є технічно виправданим рішенням, що забезпечує підвищення ефективності системи опалення, покращення теплового комфорту та естетичне оновлення приміщень.

Радіатори МС-140 є класичними представниками чавунних опалювальних приладів. Їх головні переваги — висока інерційність та довговічність. Проте в сучасних умовах вони вже не відповідають вимогам до енергоефективності, точності регулювання тепловіддачі та естетики. Через велику теплоємність МС-140 мають тривалий час реакції на зміну температурного режиму, що ускладнює роботу погодозалежної автоматики. Крім того, внутрішня поверхня чавунних секцій схильна до накопичення відкладень, що зменшує ефективну площу теплообміну та спричиняє зниження тепловіддачі.

На противагу цьому, сталеві радіатори типу Kermi Profil-K мають сучасну конструкцію з конвекційними каналами, що забезпечує більшу тепловіддачу на одиницю площі навіть при нижчих температурах теплоносія. Завдяки меншій масі та об'єму води вони мають низьку інерційність, що дозволяє оперативно реагувати на зміну теплового навантаження та ефективно працювати з термостатичними клапанами і погодним регулюванням. Такі радіатори розраховані на роботу в системах із температурними графіками 80/60, 70/50 або 60/40 °С — що є ключовим для сучасних енергоощадних систем.

Окрім технічних переваг, нові радіатори виграють і з точки зору дизайну: вони компактніші, легші, мають рівну поверхню з декоративними панелями та відповідають сучасним архітектурним вимогам. У той час як чавунні прилади займають багато місця, вимагають підвищеного догляду та мають застарілий зовнішній вигляд.

Таким чином, заміна МС-140 на Kermi Profil-K дозволяє:

- зменшити об'єм теплоносія в системі та втрати тепла;
- покращити точність регулювання температури в приміщеннях;
- скоротити витрати на опалення за рахунок кращої тепловіддачі;

- оновити зовнішній вигляд приміщень;
- підвищити загальну енергоефективність будівлі.

Це рішення особливо ефективне при модернізації системи опалення, переході на знижений температурний графік або встановленні індивідуального теплового пункту з автоматичним регулюванням.

Окрім зазначених недоліків, важливо підкреслити, що чавунні секційні радіатори типу МС-140 були розроблені ще в радянський період, у часи, коли опалювальні системи проектувалися за принципом надлишкової потужності, без детального енергетичного моделювання, і в умовах мінімального теплозбереження будівель. Їх тепловіддача розрахована відповідно до застарілих норм, які не враховують сучасних конструкційних матеріалів, герметичності будівель, зміненої кратності повітрообміну, нових температурних графіків та вимог до комфортного мікроклімату.

У контексті сучасного теплотехнічного розрахунку з урахуванням реальних тепловтрат огорожувальних конструкцій, зниженої температури теплоносія та необхідності індивідуального регулювання температури в приміщеннях, радіатори МС-140 часто не здатні забезпечити достатню теплову потужність. Особливо це проявляється у квартирах, розташованих на крайніх поверхах, у кутових секціях або приміщеннях із великим склінням.

Тому, з позиції інженерного підходу та відповідності сучасним нормам (зокрема ДБН В.2.6-31:2021 та ДСТУ EN 12831), використання чавунних секційних радіаторів у нових системах або реконструйованих об'єктах є технічно невиправданим. Замінюючи їх на сучасні сталеві панельні радіатори, такі як Kermi Profil-K, проектувальник отримує передбачувану тепловіддачу при заданих розрахункових температурах, точний контроль теплового навантаження і можливість ефективної роботи всієї системи опалення в умовах змінного теплового режиму.

Таким чином, така заміна є не лише технічно доцільною, а й необхідною умовою забезпечення нормативного теплового комфорту в приміщеннях відповідно до вимог сучасного будівельного законодавства та принципів енергоефективності.

### 3. Запірна та терморегулююча арматура

У процесі комплексної модернізації старої однотрубної системи опалення доцільним і технічно виправданим є застосування регулюючої та терморегулюючої арматури, яка забезпечує енергоефективну та стабільну роботу системи в умовах змінного теплового навантаження. У тому числі рекомендовано встановлення регулюючого клапана Danfoss RA-N, триходового клапана Danfoss, встановленого на зворотній лінії, з термостатичною головкою.

Особливістю цього рішення є те, що триходовий клапан розміщено саме на зворотній магістралі, що дозволяє контролювати температуру теплоносія, який повертається в систему. Така схема використовується з метою обмеження мінімальної температури зворотки, що є критичним у випадках:

- коли джерело тепла (наприклад, ІТП, тепловий пункт або конденсаційний котел) вимагає дотримання певної нижньої межі температури зворотного потоку;
- коли потрібно уникнути надмірного охолодження теплоносія в радіаторі (особливо у разі зниженого температурного графіка);
- для забезпечення сталої роботи гідравлічного режиму в зоні підмішування.

У такій конфігурації VRG підмішує частину гарячої води з подаючої магістралі в зворотку, підвищуючи її температуру до заданого рівня, що запобігає тепловим ударам, конденсації та гідравлічній нестабільності. Регулювання температури відбувається за допомогою термостатичної головки, яка встановлена безпосередньо на осі клапана і автоматично регулює ступінь відкриття у відповідь на зміну температури в трубопроводі.

Регулюючий клапан Danfoss RA-N, зі свого боку, забезпечує точне дозування витрати теплоносія через кожен опалювальний прилад, що дозволяє балансувати систему по стояках та забезпечити рівномірну теплову подачу до всіх приміщень.

Використання такої комбінації дає низку ключових переваг:

- підтримання стабільної температури зворотки, незалежно від режиму роботи радіаторів;
- захист теплового вузла або джерела тепла від надмірного охолодження;

- зменшення температурного розриву в системі, що покращує енергоефективність;
- можливість реалізації зниженого температурного графіка (наприклад, 70/50 або 60/40 °C) без втрати комфорту;
- забезпечення автоматичного регулювання без потреби у втручанні користувача;
- відповідність сучасним нормам проектування та експлуатації (ДБН В.2.5-67:2013, ДСТУ EN 12831).

Таким чином, встановлення регулюючої арматури у вигляді RA-N + VRG + термоголовка є енергоефективним рішенням, яке підвищує точність і гнучкість роботи системи опалення, зменшує витрати тепла та створює умови для стабільного комфорту в житлових приміщеннях. Особливо це важливо в оновлених системах, де всі компоненти вже відповідають сучасним технічним вимогам, і відсутність автоматичного контролю зворотного потоку є джерелом перевитрат і нестабільності.

#### **4. Теплоізоляція**

Ізоляція трубопроводів — це основний захід з енергозбереження, особливо у випадках, коли труби прокладені у неопалюваних або слабо опалюваних приміщеннях (підвали, техповерхи, шахти, коридори). Навіть при коротких ділянках без ізоляції можуть виникати суттєві тепловтрати, що веде до:

- зниження температури теплоносія на вході в прилади;
- збільшення витрат тепла на опалення;
- зменшення гідравлічного та температурного балансу в системі.

Матеріал Climaflex на основі спіненого поліетилену має низький коефіцієнт теплопровідності ( $\lambda \approx 0.035$  Вт/м·К), високу гнучкість, легкий монтаж і стабільну структуру. Його товщини 9 мм достатньо для більшості внутрішніх розводок у квартирах і будівлях з температурним графіком 70/50 або 60/40 °C.

Переваги ізоляції Climaflex:

- Зменшення тепловтрат трубопроводу на 50–80 %;
- Підвищення енергоефективності всієї системи;
- Запобігання конденсації на трубах ГВП або холодного водопостачання;

- Вогнестійкість (B2 по DIN 4102);
- Тонкий профіль — зручно для прихованого монтажу;
- Низька вартість при великому ефекті окупності.

Згідно з ДБН В.2.5-67:2013, а також ДСТУ Б EN 12828, теплова ізоляція трубопроводів опалення є обов'язковою, і її параметри визначаються розрахунком тепловтрат.

Для внутрішніх ділянок в житлових приміщеннях допускається використання:

- Climaflex 9 мм — як мінімальний стандарт для труб до 25 мм діаметром.
- Climaflex 13 мм — як мінімальний стандарт для труб 32 мм діаметром.
- Climaflex 20 мм — як мінімальний стандарт для труб 40-50 мм діаметром.
- Climaflex 25 мм — як мінімальний стандарт для труб 63 мм діаметром.

Ці значення забезпечують обмеження тепловтрат до нормативно допустимого рівня та відповідають класу енергозбереження, передбаченому для модернізованих систем.

Встановлення теплової ізоляції Climaflex відповідної товщини залежно від діаметра труб є технічно виправданим і нормативно необхідним рішенням при реконструкції системи опалення.

Такий підхід дозволяє:

- суттєво зменшити втрати тепла по трубопроводах;
- забезпечити рівномірну подачу температури до приладів;
- знизити навантаження на джерело тепла та насосне обладнання;
- створити умови для ефективної роботи автоматичного регулювання.

Ізоляція труб дозволяє в повній мірі реалізувати енергоощадний потенціал модернізованої опалювальної системи та відповідати сучасним вимогам до енергоефективності житлових будівель.

# 5. ПІДБІР ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ТА ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

						2025 ПЗ.ДП			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Модернізація однотрубних систем опалення для роботи в умовах знижених температурних графіків			
Керівник	Гламаздін П.М.								
Виконав	Цал-Цалко Б.О.					Пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зав.кафедри	Кириченко М. А.						ДП		
							КНУБА ТВс-22		

## 5.1. ПІДБІР ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Підбір опалювальних пристроїв виконується у програмі Heat Balance SoftHVAC (також відомій як Soft.HVAC Heat Balance). Здійснюється в кілька чітких кроків і базується на результатах теплотехнічного розрахунку тепловтрат приміщень. Програма дозволяє підібрати радіатори, конвектори чи інші прилади опалення, орієнтуючись на заданий температурний графік і тип виробу.

На першому етапі користувач створює модель будівлі: вказує поверхи, приміщення, їх геометричні параметри, конструктивні елементи (стіни, вікна, перекриття) та кліматичні умови — зокрема розрахункову температуру зовнішнього повітря відповідно до регіону будівництва. Далі виконується автоматичний розрахунок тепловтрат для кожного окремого приміщення на основі введених даних про огороджувальні конструкції, інфільтрацію та вентиляцію.

Після завершення теплотехнічного розрахунку програма дозволяє перейти до вибору опалювальних приладів. У відповідному розділі вказується необхідна теплова потужність для кожного приміщення (вона підтягується з результатів тепловтрат), задається бажаний тип приладу (наприклад, сталеві панельні радіатори Kerмі чи Purmo), обирається температурний графік системи (наприклад, 80/60, 70/50 або 60/40 °C) та за потреби — габаритні обмеження або особливості підключення (бокове, нижнє, діагональне тощо).

Програма виконує автоматичний підбір радіатора з бази даних, порівнюючи його номінальну потужність із розрахунковою потребою приміщення. При цьому враховуються коригувальні коефіцієнти, що залежать від типу підключення, реального температурного графіка і висоти установки приладу. Користувач може вказати додатковий коефіцієнт запасу (наприклад, 1.1), після чого програма підбирає найближчий типорозмір з доступного каталогу.

Підібрані прилади можна переглянути у звітній таблиці, де зазначено тип, габарити, теплову потужність при заданих умовах, а також виробника. За необхідності програмне забезпечення дозволяє вручну замінити модель, внести уточнення або застосувати уніфікацію розмірів для серійних приміщень (наприклад, для квартир одного типу).

На завершення програма формує специфікацію по радіаторах — як у вигляді таблиці для проєктної документації, так і у вигляді загального звіту з прив'язкою до конкретних приміщень. Таким чином, Heat Balance SoftHVAC дозволяє швидко і точно виконати підбір опалювальних приладів, виходячи з реальних розрахунків тепловтрат, особливостей будівлі та обраного температурного режиму.

Після проведених розрахунків надаються таблиця-специфікація опалювальних приладів:

Таблиця 5.1. Результати підбору опалювальних пристроїв перед термосанацією.

№ прим.	Найменування прим.	Позначення приладу	тв, °С	Кіл., шт.	Хар-ка	Параметри теплоносія	Qнеоб, Вт	Qпр, Вт	η, %	S, м <sup>2</sup>
<b>I поверх</b>										
101	1А Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 12 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1210	<b>1215</b>	100%	2,93
102	1А Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	2570	<b>2257</b>	88%	5,61
103	1Б Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 12 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1210	<b>1215</b>	100%	2,93
104	1Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	2570	<b>2257</b>	88%	5,61
105	2А Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1470	<b>1503</b>	102%	3,66
106	2А Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	3300	<b>1503</b>	46%	3,66
107	2А Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	2620	<b>1503</b>	57%	3,66
108	2А Коридор	МС-140М	20	1	Нсек = 21 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	2160	<b>2083</b>	96%	5,12
109	2А Санвузол	МС-140М	22	1	Нсек = 5 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	480	<b>524</b>	109%	1,22
110	2Б Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1470	<b>1503</b>	102%	3,66
111	2Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 20 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1890	<b>1984</b>	105%	4,88
112	2Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 19 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1850	<b>1884</b>	102%	4,64
113	С1 Вхідна група	МС-140М	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1220	<b>1316</b>	108%	3,17
114	С1 Сходи	МС-140М	20	1	Нсек = 17 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1650	<b>1704</b>	103%	4,15
115	1В Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 12 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1210	<b>1215</b>	100%	2,93
116	1В Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	2570	<b>2257</b>	88%	5,61
117	1Г Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 12 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1210	<b>1215</b>	100%	2,93
118	1Г Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	2570	<b>2257</b>	88%	5,61
119	2В Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1470	<b>1503</b>	102%	3,66
120	2В Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 20 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1890	<b>1984</b>	105%	4,88
121	2В Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 19 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1850	<b>1884</b>	102%	4,64
122	2Г Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1470	<b>1503</b>	102%	3,66
123	2Г Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	3190	<b>1503</b>	47%	3,66
124	2Г Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	2540	<b>1503</b>	59%	3,66
125	2Г Коридор	МС-140М	20	1	Нсек = 21 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	2140	<b>2083</b>	97%	5,12
126	2Г Санвузол	МС-140М	22	1	Нсек = 5 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	460	<b>524</b>	114%	1,22
127	С2 Вхідна група	МС-140М	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1220	<b>1316</b>	108%	3,17
128	С2 Сходи	МС-140М	20	1	Нсек = 17 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1650	<b>1704</b>	103%	4,15



IV поверх										
401	1А Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1040	<b>1125</b>	108%	2,68
402	1А Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	2230	<b>2257</b>	101%	5,61
403	1Б Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1040	<b>1125</b>	108%	2,68
404	1Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	2240	<b>2257</b>	101%	5,61
405	2А Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1270	<b>1316</b>	104%	3,17
406	2А Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	2930	<b>1503</b>	51%	3,66
407	2А Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	2330	<b>1503</b>	65%	3,66
408	2А Коридор	МС-140М	20	1	Нсек = 20 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1900	<b>1984</b>	104%	4,88
409	2А Санвузол	МС-140М	22	1	Нсек = 4 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	400	<b>435</b>	109%	0,98
410	2Б Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1250	<b>1316</b>	105%	3,17
411	2Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 17 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1630	<b>1704</b>	105%	4,15
412	2Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 16 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1590	<b>1603</b>	101%	3,90
413	С1 Вхідна група	МС-140М	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1120	<b>1125</b>	100%	2,68
414	С1 Сходи	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1480	<b>1503</b>	102%	3,66
415	1В Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1040	<b>1125</b>	108%	2,68
416	1В Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	2230	<b>2257</b>	101%	5,61
417	1Г Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1040	<b>1125</b>	108%	2,68
418	1Г Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	2240	<b>2257</b>	101%	5,61
419	2В Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1250	<b>1316</b>	105%	3,17
420	2В Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 17 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1630	<b>1704</b>	105%	4,15
421	2В Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 16 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1590	<b>1603</b>	101%	3,90
422	2Г Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1270	<b>1316</b>	104%	3,17
423	2Г Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	2830	<b>1503</b>	53%	3,66
424	2Г Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	2250	<b>1503</b>	67%	3,66
425	2Г Коридор	МС-140М	20	1	Нсек = 19 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1870	<b>1884</b>	101%	4,64
426	2Г Санвузол	МС-140М	22	1	Нсек = 4 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	380	<b>435</b>	114%	0,98
427	С2 Вхідна група	МС-140М	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1120	<b>1125</b>	100%	2,68
428	С2 Сходи	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1480	<b>1503</b>	102%	3,66
V поверх										
501	1А Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 14 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	2800	<b>1403</b>	50%	3,42
502	1А Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	6910	<b>2257</b>	33%	5,61
503	1Б Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 14 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	2800	<b>1403</b>	50%	3,42
504	1Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	6920	<b>2257</b>	33%	5,61
505	2А Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 22 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	3740	<b>2159</b>	58%	5,37
506	2А Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	6800	<b>1503</b>	22%	3,66
507	2А Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	5320	<b>1503</b>	28%	3,66
508	2А Коридор	МС-140М	20	1	Нсек = 21 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	7280	<b>2083</b>	29%	5,12
509	2А Санвузол	МС-140М	22	1	Нсек = 6 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1230	<b>617</b>	50%	1,46
510	2Б Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 22 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	3720	<b>2159</b>	58%	5,37
511	2Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 25 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	5540	<b>2454</b>	44%	6,10
512	2Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 25 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	5530	<b>2454</b>	44%	6,10
513	С1 Вхідна група	МС-140М	20	1	Нсек = 17 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	2060	<b>1704</b>	83%	4,15
514	С1 Сходи	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	3970	<b>2257</b>	57%	5,61
515	1В Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 14 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	2800	<b>1403</b>	50%	3,42
516	1В Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	6910	<b>2257</b>	33%	5,61
517	1Г Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 14 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	2800	<b>1403</b>	50%	3,42
518	1Г Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	6920	<b>2257</b>	33%	5,61
519	2В Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 22 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	3720	<b>2159</b>	58%	5,37
520	2В Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 25 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	5540	<b>2454</b>	44%	6,10
521	2В Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 25 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	5530	<b>2454</b>	44%	6,10
522	2Г Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 22 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	3740	<b>2159</b>	58%	5,37
523	2Г Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	6690	<b>1503</b>	22%	3,66
524	2Г Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	5240	<b>1503</b>	29%	3,66
525	2Г Коридор	МС-140М	20	1	Нсек = 21 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	7250	<b>2083</b>	29%	5,12
526	2Г Санвузол	МС-140М	22	1	Нсек = 6 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1210	<b>617</b>	51%	1,46
527	С2 Вхідна група	МС-140М	20	1	Нсек = 17 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	2060	<b>1704</b>	83%	4,15
528	С2 Сходи	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	3970	<b>2257</b>	57%	5,61

Таблиця 5.2. Результати підбору опалювальних пристроїв після термосанації.

№ прим.	Найменування прим.	Позначення приладу	тв, °С	Кіл., шт.	Хар-ка	Параметри теплоносія	Qнеоб, Вт	Qпр, Вт	η, %	S, м <sup>2</sup>
<b>I поверх</b>										
101	1А Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 12 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	750	<b>1215</b>	162%	2,93
		МС-140М		1	Нсек = 12 шт.	T1=70 °С, T2=50 °С	750	<b>909</b>	121%	2,93
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °С, T2=40 °С	750	<b>765</b>	102%	2,50
102	1А Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1690	<b>2257</b>	134%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °С, T2=50 °С	1690	<b>1809</b>	107%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °С, T2=40 °С	1690	<b>1760</b>	104%	5,75
103	1Б Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 12 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	750	<b>1215</b>	162%	2,93
		МС-140М		1	Нсек = 12 шт.	T1=70 °С, T2=50 °С	750	<b>909</b>	121%	2,93
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °С, T2=40 °С	750	<b>765</b>	102%	2,50
104	1Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1700	<b>2257</b>	133%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °С, T2=50 °С	1700	<b>1809</b>	106%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °С, T2=40 °С	1700	<b>1760</b>	104%	5,75
105	2А Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	950	<b>1503</b>	158%	3,66
		МС-140М		1	Нсек = 15 шт.	T1=70 °С, T2=50 °С	950	<b>1125</b>	118%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300		1	L = 1300 мм	T1=60 °С, T2=40 °С	950	<b>995</b>	105%	3,25
106	2А Спальня	THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300	20	1	L = 1300 мм	T1=80 °С, T2=60 °С	1840	<b>1976</b>	107%	3,25
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °С, T2=50 °С	1840	<b>1918</b>	104%	4,56
		THERM X2 PROFIL-K 33 600-1600		1	L = 1600 мм	T1=60 °С, T2=40 °С	1840	<b>1966</b>	107%	7,04
107	2А Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1490	<b>1503</b>	101%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1400		1	L = 1400 мм	T1=70 °С, T2=50 °С	1490	<b>1583</b>	106%	3,50
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1400		1	L = 1400 мм	T1=60 °С, T2=40 °С	1490	<b>1495</b>	100%	5,32
108	2А Коридор	МС-140М	20	1	Нсек = 21 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1690	<b>2083</b>	123%	5,12
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °С, T2=50 °С	1690	<b>1809</b>	107%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=60 °С, T2=40 °С	1690	<b>1709</b>	101%	6,08
109	2А Санвузол	МС-140М	22	1	Нсек = 5 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	120	<b>830</b>	692%	1,22
		МС-140М		1	Нсек = 5 шт.	T1=70 °С, T2=50 °С	120	<b>470</b>	392%	1,22
		МС-140М		1	Нсек = 5 шт.	T1=60 °С, T2=40 °С	120	<b>287</b>	239%	1,22
110	2Б Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	950	<b>1503</b>	158%	3,66
		МС-140М		1	Нсек = 15 шт.	T1=70 °С, T2=50 °С	950	<b>1125</b>	118%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300		1	L = 1300 мм	T1=60 °С, T2=40 °С	950	<b>995</b>	105%	3,25
111	2Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 20 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1410	<b>1984</b>	141%	4,88
		МС-140М		1	Нсек = 20 шт.	T1=70 °С, T2=50 °С	1410	<b>1484</b>	105%	4,88
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2000		1	L = 2000 мм	T1=60 °С, T2=40 °С	1410	<b>1530</b>	109%	5,00
112	2Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 19 шт.	T1=80 °С, T2=60 °С	1390	<b>1884</b>	136%	4,64
		МС-140М		1	Нсек = 19 шт.	T1=70 °С, T2=50 °С	1390	<b>1410</b>	101%	4,64
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2000		1	L = 2000 мм	T1=60 °С, T2=40 °С	1390	<b>1530</b>	110%	5,00

113	С1 Вхідна група	MC-140M	20	1	Nсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	900	<b>1316</b>	146%	3,17
		MC-140M		1	Nсек = 13 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	900	<b>985</b>	109%	3,17
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	900	<b>918</b>	102%	3,00
114	С1 Сходи	THERM X2 PROFIL-K 22 500-900	20	1	L = 900 мм	T1=80 °C, T2=60 °C	1310	<b>1368</b>	104%	2,25
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1310	<b>1357</b>	104%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1310	<b>1377</b>	105%	4,50
115	1В Кухня	MC-140M	20	1	Nсек = 12 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	750	<b>1215</b>	162%	2,93
		MC-140M		1	Nсек = 12 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	750	<b>909</b>	121%	2,93
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	750	<b>765</b>	102%	2,50
116	1В Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1690	<b>2257</b>	134%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1690	<b>1809</b>	107%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1690	<b>1760</b>	104%	5,75
117	1Г Кухня	MC-140M	20	1	Nсек = 12 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	750	<b>1215</b>	162%	2,93
		MC-140M		1	Nсек = 12 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	750	<b>909</b>	121%	2,93
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	750	<b>765</b>	102%	2,50
118	1Г Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1700	<b>2257</b>	133%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1700	<b>1809</b>	106%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1700	<b>1760</b>	104%	5,75
119	2В Кухня	MC-140M	20	1	Nсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	950	<b>1503</b>	158%	3,66
		MC-140M		1	Nсек = 15 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	950	<b>1125</b>	118%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300		1	L = 1300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	950	<b>995</b>	105%	3,25
120	2В Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 20 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1410	<b>1984</b>	141%	4,88
		MC-140M		1	Nсек = 20 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1410	<b>1484</b>	105%	4,88
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2000		1	L = 2000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1410	<b>1530</b>	109%	5,00
121	2В Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 19 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1390	<b>1884</b>	136%	4,64
		MC-140M		1	Nсек = 19 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1390	<b>1410</b>	101%	4,64
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2000		1	L = 2000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1390	<b>1530</b>	110%	5,00
122	2Г Кухня	MC-140M	20	1	Nсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	950	<b>1503</b>	158%	3,66
		MC-140M		1	Nсек = 15 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	950	<b>1125</b>	118%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300		1	L = 1300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	950	<b>995</b>	105%	3,25
123	2Г Спальня	THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200	20	1	L = 1200 мм	T1=80 °C, T2=60 °C	1810	<b>1824</b>	101%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1810	<b>1918</b>	106%	4,56
		THERM X2 PROFIL-K 33 600-1600		1	L = 1600 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1810	<b>1966</b>	109%	7,04
124	2Г Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1460	<b>1503</b>	103%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300		1	L = 1300 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1460	<b>1470</b>	101%	3,25
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1400		1	L = 1400 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1460	<b>1495</b>	102%	5,32
125	2Г Коридор	MC-140M	20	1	Nсек = 21 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1680	<b>2083</b>	124%	5,12
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1680	<b>1809</b>	108%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1680	<b>1709</b>	102%	6,08

126	2Г Санвузол	MC-140M	22	1	Нсек = 5 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	120	<b>830</b>	692%	1,22
		MC-140M		1	Нсек = 5 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	120	<b>470</b>	392%	1,22
		MC-140M		1	Нсек = 5 шт.	T1=60 °C, T2=40 °C	120	<b>287</b>	239%	1,22
127	С2 Вхідна група	MC-140M	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	900	<b>1316</b>	146%	3,17
		MC-140M		1	Нсек = 13 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	900	<b>985</b>	109%	3,17
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	900	<b>918</b>	102%	3,00
128	С2 Сходи	THERM X2 PROFIL-K 22 500-900	20	1	L = 900 мм	T1=80 °C, T2=60 °C	1310	<b>1368</b>	104%	2,25
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1310	<b>1357</b>	104%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1310	<b>1377</b>	105%	4,50
<b>II поверх</b>										
201	1А Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	700	<b>1125</b>	161%	2,68
		MC-140M		1	Нсек = 11 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	700	<b>842</b>	120%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	700	<b>765</b>	109%	2,50
202	1А Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1560	<b>2257</b>	145%	5,61
		MC-140M		1	Нсек = 23 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1560	<b>1689</b>	108%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1560	<b>1760</b>	113%	5,75
203	1Б Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	700	<b>1125</b>	161%	2,68
		MC-140M		1	Нсек = 11 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	700	<b>842</b>	120%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	700	<b>765</b>	109%	2,50
204	1Б Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1560	<b>2257</b>	145%	5,61
		MC-140M		1	Нсек = 23 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1560	<b>1689</b>	108%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1560	<b>1760</b>	113%	5,75
205	2А Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	890	<b>1316</b>	148%	3,17
		MC-140M		1	Нсек = 13 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	890	<b>985</b>	111%	3,17
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	890	<b>918</b>	103%	3,00
206	2А Спальня	THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200	20	1	L = 1200 мм	T1=80 °C, T2=60 °C	1720	<b>1824</b>	106%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1100		1	L = 1100 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1720	<b>1758</b>	102%	4,56
		THERM X2 PROFIL-K 33 600-1400		1	L = 1400 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1720	<b>1721</b>	100%	6,16
207	2А Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1390	<b>1503</b>	108%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300		1	L = 1300 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1390	<b>1470</b>	106%	3,25
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1400		1	L = 1400 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1390	<b>1495</b>	108%	5,32
208	2А Коридор	MC-140M	20	1	Нсек = 20 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1580	<b>1984</b>	126%	4,88
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1400		1	L = 1400 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1580	<b>1583</b>	100%	3,50
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1580	<b>1709</b>	108%	6,08
209	2А Санвузол	MC-140M	22	1	Нсек = 4 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	90	<b>664</b>	738%	0,98
		MC-140M		1	Нсек = 4 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	90	<b>488</b>	542%	0,98
		MC-140M		1	Нсек = 4 шт.	T1=60 °C, T2=40 °C	90	<b>252</b>	280%	0,98
210	2Б Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	880	<b>1316</b>	150%	3,17
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-800		1	L = 800 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	880	<b>905</b>	103%	2,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	880	<b>918</b>	104%	3,00

211	2Б Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 17 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1300	<b>1704</b>	131%	4,15
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1300	<b>1357</b>	104%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1300	<b>1377</b>	106%	4,50
212	2Б Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 16 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1280	<b>1603</b>	125%	3,90
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1280	<b>1357</b>	106%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1280	<b>1377</b>	108%	4,50
213	С1 Вхідна група	MC-140M	20	1	Nсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	860	<b>1125</b>	131%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-800		1	L = 800 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	860	<b>905</b>	105%	2,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	860	<b>918</b>	107%	3,00
214	С1 Сходи	MC-140M	20	1	Nсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1250	<b>1503</b>	120%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1250	<b>1357</b>	109%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1250	<b>1377</b>	110%	4,50
215	1В Кухня	MC-140M	20	1	Nсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	700	<b>1125</b>	161%	2,68
		MC-140M		1	Nсек = 11 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	700	<b>842</b>	120%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	700	<b>765</b>	109%	2,50
216	1В Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1560	<b>2257</b>	145%	5,61
		MC-140M		1	Nсек = 23 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1560	<b>1689</b>	108%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1560	<b>1760</b>	113%	5,75
217	1Г Кухня	MC-140M	20	1	Nсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	700	<b>1125</b>	161%	2,68
		MC-140M		1	Nсек = 11 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	700	<b>842</b>	120%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	700	<b>765</b>	109%	2,50
218	1Г Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1560	<b>2257</b>	145%	5,61
		MC-140M		1	Nсек = 23 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1560	<b>1689</b>	108%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1560	<b>1760</b>	113%	5,75
219	2В Кухня	MC-140M	20	1	Nсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	880	<b>1316</b>	150%	3,17
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-800		1	L = 800 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	880	<b>905</b>	103%	2,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	880	<b>918</b>	104%	3,00
220	2В Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 17 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1300	<b>1704</b>	131%	4,15
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1300	<b>1357</b>	104%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1300	<b>1377</b>	106%	4,50
221	2В Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 16 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1280	<b>1603</b>	125%	3,90
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1280	<b>1357</b>	106%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1280	<b>1377</b>	108%	4,50
222	2Г Кухня	MC-140M	20	1	Nсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	890	<b>1316</b>	148%	3,17
		MC-140M		1	Nсек = 13 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	890	<b>985</b>	111%	3,17
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	890	<b>918</b>	103%	3,00
223	2Г Спальня	THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200	20	1	L = 1200 мм	T1=80 °C, T2=60 °C	1680	<b>1824</b>	109%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1680	<b>1809</b>	108%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1680	<b>1760</b>	105%	5,75

224	2Г Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1360	<b>1503</b>	111%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300		1	L = 1300 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1360	<b>1470</b>	108%	3,25
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1360	<b>1377</b>	101%	4,50
225	2Г Коридор	MC-140M	20	1	Nсек = 19 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1570	<b>1884</b>	120%	4,64
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1400		1	L = 1400 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1570	<b>1583</b>	101%	3,50
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1570	<b>1760</b>	112%	5,75
226	2Г Санвузол	MC-140M	22	1	Nсек = 4 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	80	<b>664</b>	830%	0,98
		MC-140M		1	Nсек = 4 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	80	<b>488</b>	610%	0,98
		MC-140M		1	Nсек = 4 шт.	T1=60 °C, T2=40 °C	80	<b>252</b>	315%	0,98
227	С2 Вхідна група	MC-140M	20	1	Nсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	860	<b>1125</b>	131%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-800		1	L = 800 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	860	<b>905</b>	105%	2,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	860	<b>918</b>	107%	3,00
228	С2 Сходи	MC-140M	20	1	Nсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1250	<b>1503</b>	120%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1250	<b>1357</b>	109%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1250	<b>1377</b>	110%	4,50
<b>III поверх</b>										
301	1А Кухня	MC-140M	20	1	Nсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	700	<b>1125</b>	161%	2,68
		MC-140M		1	Nсек = 11 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	700	<b>842</b>	120%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	700	<b>765</b>	109%	2,50
302	1А Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1560	<b>2257</b>	145%	5,61
		MC-140M		1	Nсек = 23 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1560	<b>1689</b>	108%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1560	<b>1760</b>	113%	5,75
303	1Б Кухня	MC-140M	20	1	Nсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	700	<b>1125</b>	161%	2,68
		MC-140M		1	Nсек = 11 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	700	<b>842</b>	120%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	700	<b>765</b>	109%	2,50
304	1Б Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1560	<b>2257</b>	145%	5,61
		MC-140M		1	Nсек = 23 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1560	<b>1689</b>	108%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1560	<b>1760</b>	113%	5,75
305	2А Кухня	MC-140M	20	1	Nсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	890	<b>1316</b>	148%	3,17
		MC-140M		1	Nсек = 13 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	890	<b>985</b>	111%	3,17
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	890	<b>918</b>	103%	3,00
306	2А Спальня	THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200	20	1	L = 1200 мм	T1=80 °C, T2=60 °C	1720	<b>1824</b>	106%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1100		1	L = 1100 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1720	<b>1758</b>	102%	4,56
		THERM X2 PROFIL-K 33 600-1400		1	L = 1400 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1720	<b>1721</b>	100%	6,16
307	2А Спальня	MC-140M	20	1	Nсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1390	<b>1503</b>	108%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300		1	L = 1300 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1390	<b>1470</b>	106%	3,25
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1400		1	L = 1400 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1390	<b>1495</b>	108%	5,32
308	2А Коридор	MC-140M	20	1	Nсек = 20 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1580	<b>1984</b>	126%	4,88
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1400		1	L = 1400 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1580	<b>1583</b>	100%	3,50
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1580	<b>1709</b>	108%	6,08

309	2А Санвузол	MC-140M	22	1	Нсек = 4 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	90	<b>664</b>	738%	0,98
		MC-140M		1	Нсек = 4 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	90	<b>488</b>	542%	0,98
		MC-140M		1	Нсек = 4 шт.	T1=60 °C, T2=40 °C	90	<b>252</b>	280%	0,98
310	2Б Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	880	<b>1316</b>	150%	3,17
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-800		1	L = 800 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	880	<b>905</b>	103%	2,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	880	<b>918</b>	104%	3,00
311	2Б Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 17 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1300	<b>1704</b>	131%	4,15
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1300	<b>1357</b>	104%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1300	<b>1377</b>	106%	4,50
312	2Б Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 16 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1280	<b>1603</b>	125%	3,90
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1280	<b>1357</b>	106%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1280	<b>1377</b>	108%	4,50
313	С1 Вхідна група	MC-140M	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	860	<b>1125</b>	131%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-800		1	L = 800 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	860	<b>905</b>	105%	2,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	860	<b>918</b>	107%	3,00
314	С1 Сходи	MC-140M	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1250	<b>1503</b>	120%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1250	<b>1357</b>	109%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1250	<b>1377</b>	110%	4,50
315	1В Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	700	<b>1125</b>	161%	2,68
		MC-140M		1	Нсек = 11 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	700	<b>842</b>	120%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	700	<b>765</b>	109%	2,50
316	1В Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1560	<b>2257</b>	145%	5,61
		MC-140M		1	Нсек = 23 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1560	<b>1689</b>	108%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1560	<b>1760</b>	113%	5,75
317	1Г Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	700	<b>1125</b>	161%	2,68
		MC-140M		1	Нсек = 11 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	700	<b>842</b>	120%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	700	<b>765</b>	109%	2,50
318	1Г Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1560	<b>2257</b>	145%	5,61
		MC-140M		1	Нсек = 23 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1560	<b>1689</b>	108%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1560	<b>1760</b>	113%	5,75
319	2В Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	880	<b>1316</b>	150%	3,17
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-800		1	L = 800 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	880	<b>905</b>	103%	2,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	880	<b>918</b>	104%	3,00
320	2В Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 17 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1300	<b>1704</b>	131%	4,15
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1300	<b>1357</b>	104%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1300	<b>1377</b>	106%	4,50
321	2В Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 16 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1280	<b>1603</b>	125%	3,90
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1280	<b>1357</b>	106%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1280	<b>1377</b>	108%	4,50

322	2Г Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	890	<b>1316</b>	148%	3,17
		MC-140M		1	Нсек = 13 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	890	<b>985</b>	111%	3,17
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	890	<b>918</b>	103%	3,00
323	2Г Спальня	THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200	20	1	L = 1200 мм	T1=80 °C, T2=60 °C	1680	<b>1824</b>	109%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1680	<b>1809</b>	108%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1680	<b>1760</b>	105%	5,75
324	2Г Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1360	<b>1503</b>	111%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300		1	L = 1300 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1360	<b>1470</b>	108%	3,25
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1360	<b>1377</b>	101%	4,50
325	2Г Коридор	MC-140M	20	1	Нсек = 19 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1570	<b>1884</b>	120%	4,64
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1400		1	L = 1400 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1570	<b>1583</b>	101%	3,50
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1570	<b>1760</b>	112%	5,75
326	2Г Санвузол	MC-140M	22	1	Нсек = 4 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	80	<b>664</b>	830%	0,98
		MC-140M		1	Нсек = 4 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	80	<b>488</b>	610%	0,98
		MC-140M		1	Нсек = 4 шт.	T1=60 °C, T2=40 °C	80	<b>252</b>	315%	0,98
327	С2 Вхідна група	MC-140M	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	860	<b>1125</b>	131%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-800		1	L = 800 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	860	<b>905</b>	105%	2,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	860	<b>918</b>	107%	3,00
328	С2 Сходи	MC-140M	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1250	<b>1503</b>	120%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1250	<b>1357</b>	109%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1250	<b>1377</b>	110%	4,50
<b>IV поверх</b>										
401	1А Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	700	<b>1125</b>	161%	2,68
		MC-140M		1	Нсек = 11 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	700	<b>842</b>	120%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	700	<b>765</b>	109%	2,50
402	1А Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1560	<b>2257</b>	145%	5,61
		MC-140M		1	Нсек = 23 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1560	<b>1689</b>	108%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1560	<b>1760</b>	113%	5,75
403	1Б Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	700	<b>1125</b>	161%	2,68
		MC-140M		1	Нсек = 11 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	700	<b>842</b>	120%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	700	<b>765</b>	109%	2,50
404	1Б Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1560	<b>2257</b>	145%	5,61
		MC-140M		1	Нсек = 23 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1560	<b>1689</b>	108%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1560	<b>1760</b>	113%	5,75
405	2А Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	890	<b>1316</b>	148%	3,17
		MC-140M		1	Нсек = 13 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	890	<b>985</b>	111%	3,17
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	890	<b>918</b>	103%	3,00
406	2А Спальня	THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200	20	1	L = 1200 мм	T1=80 °C, T2=60 °C	1720	<b>1824</b>	106%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1100		1	L = 1100 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1720	<b>1758</b>	102%	4,56
		THERM X2 PROFIL-K 33 600-1400		1	L = 1400 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1720	<b>1721</b>	100%	6,16

407	2А Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1390	<b>1503</b>	108%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300		1	L = 1300 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1390	<b>1470</b>	106%	3,25
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1400		1	L = 1400 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1390	<b>1495</b>	108%	5,32
408	2А Коридор	MC-140M	20	1	Нсек = 20 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1580	<b>1984</b>	126%	4,88
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1400		1	L = 1400 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1580	<b>1583</b>	100%	3,50
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1580	<b>1709</b>	108%	6,08
409	2А Санвузол	MC-140M	22	1	Нсек = 4 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	90	<b>664</b>	738%	0,98
		MC-140M		1	Нсек = 4 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	90	<b>488</b>	542%	0,98
		MC-140M		1	Нсек = 4 шт.	T1=60 °C, T2=40 °C	90	<b>252</b>	280%	0,98
410	2Б Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	880	<b>1316</b>	150%	3,17
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-800		1	L = 800 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	880	<b>905</b>	103%	2,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	880	<b>918</b>	104%	3,00
411	2Б Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 17 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1300	<b>1704</b>	131%	4,15
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1300	<b>1357</b>	104%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1300	<b>1377</b>	106%	4,50
412	2Б Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 16 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1280	<b>1603</b>	125%	3,90
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1280	<b>1357</b>	106%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1280	<b>1377</b>	108%	4,50
413	С1 Вхідна група	MC-140M	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	860	<b>1125</b>	131%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-800		1	L = 800 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	860	<b>905</b>	105%	2,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	860	<b>918</b>	107%	3,00
414	С1 Сходи	MC-140M	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1250	<b>1503</b>	120%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1250	<b>1357</b>	109%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1250	<b>1377</b>	110%	4,50
415	1В Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	700	<b>1125</b>	161%	2,68
		MC-140M		1	Нсек = 11 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	700	<b>842</b>	120%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	700	<b>765</b>	109%	2,50
416	1В Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1560	<b>2257</b>	145%	5,61
		MC-140M		1	Нсек = 23 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1560	<b>1689</b>	108%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1560	<b>1760</b>	113%	5,75
417	1Г Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	700	<b>1125</b>	161%	2,68
		MC-140M		1	Нсек = 11 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	700	<b>842</b>	120%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000		1	L = 1000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	700	<b>765</b>	109%	2,50
418	1Г Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1560	<b>2257</b>	145%	5,61
		MC-140M		1	Нсек = 23 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1560	<b>1689</b>	108%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1560	<b>1760</b>	113%	5,75
419	2В Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	880	<b>1316</b>	150%	3,17
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-800		1	L = 800 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	880	<b>905</b>	103%	2,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	880	<b>918</b>	104%	3,00

420	2В Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 17 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1300	<b>1704</b>	131%	4,15
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1300	<b>1357</b>	104%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1300	<b>1377</b>	106%	4,50
421	2В Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 16 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1280	<b>1603</b>	125%	3,90
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1280	<b>1357</b>	106%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1280	<b>1377</b>	108%	4,50
422	2Г Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 13 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	890	<b>1316</b>	148%	3,17
		MC-140M		1	Нсек = 13 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	890	<b>985</b>	111%	3,17
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	890	<b>918</b>	103%	3,00
423	2Г Спальня	THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200	20	1	L = 1200 мм	T1=80 °C, T2=60 °C	1680	<b>1824</b>	109%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1680	<b>1809</b>	108%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1680	<b>1760</b>	105%	5,75
424	2Г Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1360	<b>1503</b>	111%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300		1	L = 1300 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1360	<b>1470</b>	108%	3,25
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1360	<b>1377</b>	101%	4,50
425	2Г Коридор	MC-140M	20	1	Нсек = 19 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1570	<b>1884</b>	120%	4,64
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1400		1	L = 1400 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1570	<b>1583</b>	101%	3,50
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1570	<b>1760</b>	112%	5,75
426	2Г Санвузол	MC-140M	22	1	Нсек = 4 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	80	<b>664</b>	830%	0,98
		MC-140M		1	Нсек = 4 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	80	<b>488</b>	610%	0,98
		MC-140M		1	Нсек = 4 шт.	T1=60 °C, T2=40 °C	80	<b>252</b>	315%	0,98
427	С2 Вхідна група	MC-140M	20	1	Нсек = 11 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	860	<b>1125</b>	131%	2,68
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-800		1	L = 800 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	860	<b>905</b>	105%	2,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	860	<b>918</b>	107%	3,00
428	С2 Сходи	MC-140M	20	1	Нсек = 15 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1250	<b>1503</b>	120%	3,66
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1250	<b>1357</b>	109%	3,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1250	<b>1377</b>	110%	4,50
<b>V поверх</b>										
501	1А Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 14 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	770	<b>1403</b>	182%	3,42
		MC-140M		1	Нсек = 14 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	770	<b>1050</b>	136%	3,42
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1100		1	L = 1100 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	770	<b>842</b>	109%	2,75
502	1А Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1750	<b>2257</b>	129%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1750	<b>1809</b>	103%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1750	<b>1760</b>	101%	5,75
503	1Б Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 14 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	770	<b>1403</b>	182%	3,42
		MC-140M		1	Нсек = 14 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	770	<b>1050</b>	136%	3,42
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1100		1	L = 1100 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	770	<b>842</b>	109%	2,75

504	1Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1760	<b>2257</b>	128%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1760	<b>1809</b>	103%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1760	<b>1760</b>	100%	5,75
505	2А Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 22 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	990	<b>2159</b>	218%	5,37
		МС-140М		1	Нсек = 22 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	990	<b>1650</b>	167%	5,37
		МС-140М		1	Нсек = 22 шт.	T1=60 °C, T2=40 °C	990	<b>1111</b>	112%	5,37
506	2А Спальня	THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300	20	1	L = 1300 мм	T1=80 °C, T2=60 °C	1870	<b>1976</b>	106%	3,25
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1870	<b>1918</b>	103%	4,56
		THERM X2 PROFIL-K 33 600-1600		1	L = 1600 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1870	<b>1966</b>	105%	7,04
507	2А Спальня	THERM X2 PROFIL-K 22 500-1000	20	1	L = 1000 мм	T1=80 °C, T2=60 °C	1510	<b>1520</b>	101%	2,50
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1400		1	L = 1400 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1510	<b>1583</b>	105%	3,50
		THERM X2 PROFIL-K 33 600-1300		1	L = 1300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1510	<b>1598</b>	106%	5,72
508	2А Коридор	МС-140М	20	1	Нсек = 21 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1800	<b>2083</b>	116%	5,12
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1800	<b>1809</b>	101%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1800	<b>1923</b>	107%	6,84
509	2А Санвузол	МС-140М	22	1	Нсек = 6 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	120	<b>996</b>	830%	1,46
		МС-140М		1	Нсек = 6 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	120	<b>564</b>	470%	1,46
		МС-140М		1	Нсек = 6 шт.	T1=60 °C, T2=40 °C	120	<b>344</b>	287%	1,46
510	2Б Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 22 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	990	<b>2159</b>	218%	5,37
		МС-140М		1	Нсек = 22 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	990	<b>1650</b>	167%	5,37
		МС-140М		1	Нсек = 22 шт.	T1=60 °C, T2=40 °C	990	<b>1111</b>	112%	5,37
511	2Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 25 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1460	<b>2454</b>	168%	6,10
		МС-140М		1	Нсек = 25 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1460	<b>1836</b>	126%	6,10
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2000		1	L = 2000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1460	<b>1530</b>	105%	5,00
512	2Б Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 25 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1440	<b>2454</b>	170%	6,10
		МС-140М		1	Нсек = 25 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1440	<b>1836</b>	128%	6,10
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2000		1	L = 2000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1440	<b>1530</b>	106%	5,00
513	С1 Вхідна група	МС-140М	20	1	Нсек = 17 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	900	<b>1704</b>	189%	4,15
		МС-140М		1	Нсек = 17 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	900	<b>1275</b>	142%	4,15
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	900	<b>918</b>	102%	3,00
514	С1 Сходи	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1350	<b>2257</b>	167%	5,61
		МС-140М		1	Нсек = 23 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1350	<b>1689</b>	125%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1350	<b>1377</b>	102%	4,50
515	1В Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 14 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	770	<b>1403</b>	182%	3,42
		МС-140М		1	Нсек = 14 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	770	<b>1050</b>	136%	3,42
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1100		1	L = 1100 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	770	<b>842</b>	109%	2,75
516	1В Спальня	МС-140М	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1750	<b>2257</b>	129%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1750	<b>1809</b>	103%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1750	<b>1760</b>	101%	5,75
517	1Г Кухня	МС-140М	20	1	Нсек = 14 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	770	<b>1403</b>	182%	3,42
		МС-140М		1	Нсек = 14 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	770	<b>1050</b>	136%	3,42
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1100		1	L = 1100 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	770	<b>842</b>	109%	2,75

518	1Г Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1760	<b>2257</b>	128%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1760	<b>1809</b>	103%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2300		1	L = 2300 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1760	<b>1760</b>	100%	5,75
519	2В Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 22 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	990	<b>2159</b>	218%	5,37
		MC-140M		1	Нсек = 22 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	990	<b>1650</b>	167%	5,37
		MC-140M		1	Нсек = 22 шт.	T1=60 °C, T2=40 °C	990	<b>1111</b>	112%	5,37
520	2В Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 25 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1460	<b>2454</b>	168%	6,10
		MC-140M		1	Нсек = 25 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1460	<b>1836</b>	126%	6,10
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2000		1	L = 2000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1460	<b>1530</b>	105%	5,00
521	2В Спальня	MC-140M	20	1	Нсек = 25 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1440	<b>2454</b>	170%	6,10
		MC-140M		1	Нсек = 25 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1440	<b>1836</b>	128%	6,10
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-2000		1	L = 2000 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1440	<b>1530</b>	106%	5,00
522	2Г Кухня	MC-140M	20	1	Нсек = 22 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	990	<b>2159</b>	218%	5,37
		MC-140M		1	Нсек = 22 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	990	<b>1650</b>	167%	5,37
		MC-140M		1	Нсек = 22 шт.	T1=60 °C, T2=40 °C	990	<b>1111</b>	112%	5,37
523	2Г Спальня	THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300	20	1	L = 1300 мм	T1=80 °C, T2=60 °C	1840	<b>1976</b>	107%	3,25
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1840	<b>1918</b>	104%	4,56
		THERM X2 PROFIL-K 33 600-1600		1	L = 1600 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1840	<b>1966</b>	107%	7,04
524	2Г Спальня	THERM X2 PROFIL-K 22 500-1300	20	1	L = 1300 мм	T1=80 °C, T2=60 °C	1490	<b>1976</b>	133%	3,25
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1490	<b>1918</b>	129%	4,56
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1400		1	L = 1400 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1490	<b>1495</b>	100%	5,32
525	2Г Коридор	MC-140M	20	1	Нсек = 21 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1790	<b>2083</b>	116%	5,12
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1600		1	L = 1600 мм	T1=70 °C, T2=50 °C	1790	<b>1809</b>	101%	4,00
		THERM X2 PROFIL-K 33 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1790	<b>1923</b>	107%	6,84
526	2Г Санвузол	MC-140M	22	1	Нсек = 6 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	120	<b>996</b>	830%	1,46
		MC-140M		1	Нсек = 6 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	120	<b>564</b>	470%	1,46
		MC-140M		1	Нсек = 6 шт.	T1=60 °C, T2=40 °C	120	<b>344</b>	287%	1,46
527	С2 Вхідна група	MC-140M	20	1	Нсек = 17 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	900	<b>1704</b>	189%	4,15
		MC-140M		1	Нсек = 17 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	900	<b>1275</b>	142%	4,15
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1200		1	L = 1200 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	900	<b>918</b>	102%	3,00
528	С2 Сходи	MC-140M	20	1	Нсек = 23 шт.	T1=80 °C, T2=60 °C	1350	<b>2257</b>	167%	5,61
		MC-140M		1	Нсек = 23 шт.	T1=70 °C, T2=50 °C	1350	<b>1689</b>	125%	5,61
		THERM X2 PROFIL-K 22 500-1800		1	L = 1800 мм	T1=60 °C, T2=40 °C	1350	<b>1377</b>	102%	4,50

Примітка:

тв - температура внутрішнього повітря приміщення, °C

L - довжина приладу, мм

Нсек - кількість секцій приладу, шт.

β4 - коефіцієнт, що враховує розміщення опалювального приладу

Запас - частка фактичної потужності приладу, що перевищує необхідну потужність приладу, %

Qнеоб - необхідна потужність приладу, Вт

Qпр - фактична потужність приладу, Вт

η - забезпеченість теплом відносно тепловтрат, %

S - Площа теплообміну опалювального приладу, м<sup>2</sup>

**Результати розрахунку** показали, що при зниженні температури теплоносія в трубопроводах досягається суттєве зменшення теплової потужності радіаторів, що, у свою чергу, вимагає збільшення їх розмірів або типорозмірів. Це пояснюється фізичною природою тепловіддачі: кількість тепла, яку опалювальний прилад здатен передати в приміщення, прямо залежить від температурного напору — тобто різниці між середньою температурою теплоносія в радіаторі та температурою повітря в приміщенні.

У класичному температурному графіку 80/60 °С середня температура теплоносія складає приблизно 70 °С. За умови, що в кімнаті підтримується температура 20 °С, температурний напір становить 50 К. Якщо ж система працює за зниженим температурним графіком 60/40 °С, середня температура знижується до 50 °С, і температурний напір — лише 30 К. Це зменшення на 40 % суттєво впливає на ефективність тепловіддачі, оскільки більшість радіаторів передають тепло нелінійно, а за степеневою залежністю з показником 1.3–1.5. Тобто фактична потужність приладу може зменшитись не на 40 %, а на 50–60 %.

Щоб компенсувати це падіння теплової потужності, необхідно або підвищувати температуру теплоносія (що суперечить ідеї зниженого графіка), або збільшити поверхню теплообміну. Це досягається шляхом установки радіаторів більшої довжини, більшої кількості секцій або переходом до приладів вищого типу (наприклад, з типу 22 на тип 33). Такий підхід дозволяє зберегти необхідну теплову потужність при нижчих температурах подачі, що відповідає сучасним вимогам енергоефективності та оптимізації витрат на опалення.

Для прикладу візьмем приміщення 202 та 210. До проведення утеплення зовнішніх конструкцій будинку та модернізації системи опалення в приміщеннях стояли старі чугунні секційні радіатори на 23 секції та 13 секцій відповідно. Вони забезпечували теплом приміщення відносно тепловтрат. Після проведення утеплення в приміщенні 202, якщо зберігати температуру теплоносія 80/60 °С відбувається перегрів на 45% більше за необхідну теплоту, якщо зменшувати температуру теплоносія до 70/50 °С теплозабезпечення приміщення буде комфортним, якщо ж досягнути бажаного температурного режиму 60/40 °С існуючий радіатор не покриє розрахункові тепловтрати, через що доцільно його

замінити на сталевий панельний радіатор Kermi Profil-K тип 22 висотою 500 довжиною 2300, щоб теплонадходження були більшими за тепловтрати. У приміщенні 210 же при збереженні температури теплоносія 80/60°C перегрів – на 50% більше за необхідну теплоту, при цьому, якщо зменшувати температуру теплоносія до 70/50°C існуючого радіатора вже не вистачає для обігріву приміщення, тому доцільно його замінити на сталевий панельний радіатор Kermi Profil-K тип 22 висотою 500 довжиною 800, якщо ж ми ще зменшимо температуру до 60/40°C, то радіатор все так само треба замінити, але на більший - тип 22 висотою 500 довжиною 1200.

Таким чином, результати розрахунку підтверджують, що для забезпечення нормативного теплового комфорту в умовах зниженого температурного графіка опалення розміри або тип радіаторів повинні бути відповідно збільшені. Це є необхідним заходом для збереження теплового балансу та ефективної роботи системи.

## **5.2. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ**

Гідравлічний розрахунок виконується у програмі Pipe Flow Wizard. Програма Pipe Flow Wizard працює як інтуїтивний інструмент для гідравлічного розрахунку окремих ділянок трубопроводу або послідовного ланцюга труб. Вона дозволяє точно оцінити втрати тиску, швидкість потоку, число Рейнольдса та коефіцієнт тертя для заданих умов, що особливо корисно при проектуванні систем опалення, водопостачання та охолодження.

Коли я працюю з програмою Pipe Flow Wizard, спочатку я обираю тип розрахунку — найчастіше це варіант, де я знаю витрату рідини і хочу дізнатися, які втрати тиску будуть на певній ділянці трубопроводу. Після цього я вказую, що рідиною є вода, а програма автоматично підставляє її фізичні властивості, як от щільність і в'язкість. Якщо я розраховую систему для інших температур — наприклад, у системі опалення з теплоносієм 70 °C — я вручну коригую значення, щоб вони відповідали умовам мого об'єкта.

Потім я обираю матеріал труби, з якої складатиметься ділянка. Наприклад, якщо я використовую труби Rehau, я вибираю поліетилен або ввожу шорсткість вручну, якщо знаю точні характеристики. Далі я переходжу до вибору розміру

труби: або обираю зі списку стандартних внутрішніх діаметрів, або вводжу власний. Після цього я задаю довжину ділянки трубопроводу — наприклад, 12 метрів. Вводжу витрату теплоносія, яку я вже знаю з розрахунків теплового навантаження. Якщо витрата становить, скажімо, 0,18 літра в секунду, я обираю відповідні одиниці й вношу це значення. Наступний етап — це місцеві опори. Я або обираю типові елементи з бібліотеки, наприклад, два коліна та один кульовий кран, або, якщо в мене вже є загальний коефіцієнт місцевого опору ( $\zeta$ ), просто вводжу його вручну. Коли всі параметри внесено, я натискаю “Calculate”, і програма одразу видає результати. Я бачу фактичну швидкість теплоносія в трубі, лінійні втрати тиску, втрати на місцевих опорах, а також загальні втрати тиску на всій ділянці. Програма також показує число Рейнольдса, щоб я могла визначити, чи є потік ламінарним чи турбулентним, і розраховує коефіцієнт гідравлічного тертя для цієї труби.

Якщо потрібно, я можу швидко змінити будь-який параметр — наприклад, збільшити діаметр труби чи змінити витрату — і одразу побачити, як це вплине на швидкість потоку чи перепад тиску. Коли все готово, я зберігаю результати в зручному форматі або експортують їх до звіту. Це дозволяє мені швидко перевірити гідравліку системи, впевнено підібрати потрібні діаметри труб і оцінити роботу насосного обладнання в межах проєкту.

Результати розрахунків вносяться в таблиці:

Результати гідравлічного розрахунку системи опалення перед термосанацією з температурним режимом 80/60°C в таблиці див. Лист 6.

Результати гідравлічного розрахунку системи опалення після термосанації з температурним режимом 80/60°C в таблиці див. Лист 6.

Результати гідравлічного розрахунку системи опалення після термосанації з температурним режимом 70/50°C в таблиці див. Лист 6.

Результати гідравлічного розрахунку системи опалення після термосанації з температурним режимом 60/40°C в таблиці див. Лист 6.

**Результати розрахунку** показали, що використання старих сталевих труб у системі опалення спричиняє підвищені гідравлічні втрати тиску, що, у свою чергу, вимагає застосування насосів з більшою напірною характеристикою та

вищим енергоспоживанням. Це обумовлено тим, що внутрішня поверхня сталевих труб має високу шорсткість, яка з часом ще більше зростає внаслідок корозії та відкладення накипу. Унаслідок цього гідравлічний опір системи зростає, що напряду впливає на ефективність перекачування теплоносія.

Для забезпечення необхідної витрати теплоносія при таких умовах доводиться встановлювати циркуляційні насоси з підвищеною потужністю. Це не лише збільшує вартість обладнання, а й веде до підвищених витрат електроенергії протягом усього терміну експлуатації системи. Крім того, перепади тиску у системі ускладнюють балансування та порушують роботу автоматичного регулювання.

На противагу цьому, заміна сталевих труб на поліетиленові труби типу РЕ-Ха дозволяє суттєво зменшити загальний гідравлічний опір системи. Завдяки гладкій внутрішній поверхні та стабільним розмірам поліетиленові труби забезпечують зниження питомих втрат тиску на одиницю довжини, що особливо важливо для протяжних ділянок розводки. При рівній витраті теплоносія втрати тиску в таких трубах можуть бути на 30–50 % меншими, ніж у сталевих. Це означає, що для забезпечення тієї ж гідравлічної ефективності можна застосувати циркуляційний насос меншої потужності, який споживатиме менше електроенергії і матиме триваліший ресурс. Крім того, стабільні гідравлічні характеристики поліетиленових труб зберігаються впродовж усього терміну експлуатації, оскільки вони не зазнають корозії, не обростають і не потребують промивань. Це забезпечує постійну якість циркуляції та економію енергії без додаткових втручань у систему.

Таким чином, розрахунки доводять, що заміна старих сталевих труб на сучасні поліетиленові дозволяє суттєво зменшити сумарні гідравлічні втрати, використовувати насоси з нижчими характеристиками та значно скоротити споживання електроенергії для перекачування теплоносія. Це рішення є технічно виправданим і економічно доцільним у межах будь-якої комплексної модернізації системи опалення.

## 6. ВИСНОВКИ

						2025 ПЗ.ДП			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Модернізація однотрубних систем опалення для роботи в умовах знижених температурних графіків			
Керівник	Гламаздін П.М.								
Виконав	Цал-Цалко Б.О.					Пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зав.кафедри	Кириченко М. А.						ДП		
							КНУБА ТВс-22		

У бакалаврській роботі було проаналізовано існуючу систему опалення житлового багатоквартирного будинку та здійснено її техніко-економічне обґрунтування модернізації відповідно до чинних будівельних норм і вимог енергозбереження.

Запропоновано комплексну термомодернізацію зовнішніх огорожувальних конструкцій з урахуванням нормативних значень опору теплопередачі, що дало змогу знизити загальні тепловтрати будівлі майже вдвічі. Розрахунки підтвердили, що після утеплення можливо використовувати знижений температурний графік теплоносія (наприклад, 70/50 або 60/40 °C), що сприяє енергозбереженню та зниженню навантаження на систему тепlopостачання.

У проєкті обґрунтовано доцільність заміни застарілих чавунних радіаторів MC-140 на сучасні сталеві панельні радіатори типу Kermi Profil-K. Старі секційні прилади, що проєктувалися за умов радянських норм, розраховані на високотемпературні режими (наприклад, 90/70 °C) та мають значну теплову інерційність, низьку ефективність регулювання та невідповідність сучасним тепловим навантаженням після утеплення будівлі. При зниженому температурному графіку, необхідному для енергоощадної експлуатації, вони не здатні забезпечити необхідну тепловіддачу. Натомість сучасні радіатори з розвиненою площею теплообміну ефективно працюють при температурах 60/40 °C і нижче, підтримуючи комфортну температуру в приміщеннях навіть за невеликого температурного напору.

Аналогічно, заміна трубопроводів зі старих сталевих труб, схильних до корозії, заростання та значних гідравлічних втрат, на сучасні поліетиленові труби системи Rehau Rautitan дозволяє зменшити опір потоку теплоносія, знизити сумарні втрати тиску в контурі та забезпечити стабільну роботу системи при меншій витраті енергії на циркуляцію. Сучасні полімерні труби мають мінімальну шорсткість, довший строк служби та не вимагають промивань, що суттєво покращує довготривалу експлуатацію системи.

Розглянута сучасна схема опалення із застосуванням регулюючої та запірної арматури: регулюючого клапана Danfoss RA-N, триходового клапана Danfoss на

зворотній лінії з термостатичною головкою. Така конфігурація забезпечує автоматичне погодозалежне регулювання тепловіддачі та підвищує ефективність експлуатації системи.

У пояснювальній записці виконано розрахунок теплових втрат, теплового навантаження, середніх температур теплоносія, гідравлічний розрахунок трубопроводів, визначення економічної доцільності використання нових ізоляційних матеріалів, а також аналіз ефективності заміни опалювальних приладів.

У графічній частині дипломного проєкту виконано поетапну документацію, що охоплює всю систему модернізованого однотрубного опалення. Зокрема, наведено план типового поверху з розміщенням опалювальних приладів, плани підвального та горищного поверхів із трасуванням трубопроводів, а також аксонометричну схему для секцій будівлі, яка відображає послідовність підключення приладів і магістралей із зазначенням діаметрів. Розроблено вузол підключення сталевого панельного радіатора з триходовим клапаном та термостатичною головкою, що забезпечує погодозалежне регулювання, і регулюючим клапаном на подаючій лінії. Також представлено принципову гідравлічну схему індивідуального теплового пункту із зазначенням усіх ключових елементів — засувки, лічильника, фільтра, термометрів, манометрів та елеватора. Окремим елементом подано графік зниженого температурного режиму, що демонструє зміну параметрів теплоносія залежно від зовнішньої температури.

За результатами аналізу ефективності теплоізоляції запропоновано застосування матеріалів типу Climaflex з товщиною від 9 до 25 мм залежно від діаметра труб. Це дозволяє суттєво зменшити експлуатаційні втрати тепла і покращити загальну енергоефективність системи.

Таким чином, запропоновані технічні рішення дають змогу забезпечити економічну, надійну та регульовану роботу системи опалення відповідно до сучасних вимог. Модернізована система має знижені витрати на паливо, електроенергію, обслуговування та ремонт, а також створює комфортний мікроклімат у приміщеннях при мінімальних енергетичних затратах.

Зниження температурних графіків призводить до необхідності збільшувати площу опалювальних приладів для підтримання нормованої температури приміщень, навіть при умові підвищення якості теплової оболонки до існуючих нормативних вимог.

При умові збільшення площі опалювальних приладів прийдеться збільшувати діаметр труб системи опалення.

Можливий вихід - це модернізація абонентського вводу шляхом використання теплового насоса "вода-вода" між зворотним і тепловим теплоносієм.

## Список використаної літератури

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія". / Мінрегіонбуд України.-К.:2011.
2. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. / Мінрегіон України. – К.:2022. – 27с.
3. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 97 с.
4. ДБН В.2.6-101:2021. Енергетична ефективність будівель. – Київ: Мінрегіон України, 2021. – 43 с.
5. ДСТУ-Н Б В.2.5-20:2016. Настанова з проектування внутрішніх систем опалення. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 152 с.
6. ДСТУ Б В.2.5-27:2006. Системи теплотабачення. Загальні вимоги до проектування. – Київ: Мінбуд України, 2007. – 36 с.
7. ДСТУ Б В.2.5-39:2008. Опалення. Методи визначення теплової потужності опалювальних приладів. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 22 с.
8. ДСТУ ISO 13370:2005. Теплотехніка будівель. Тепловтрати через ґрунт. – Київ: Держспоживстандарт України, 2006. – 41 с.
9. EN 12831-1:2017. Energy performance of buildings – Method for calculation of the design heat load – Part 1: Space heating load, Module M3-3. – Brussels: CEN, 2017. – 93 p.
- 10.Любарець О. П., Зайцев О. М., Любарець В. О. Проектування систем водяного опалення : посібник для проєктувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗ. – Відень–Київ–Сімферополь : HERZ Armaturen GmbH, 2010. – 200 с.
- 11.Любарець О. П., Сенчук М. П., Любарець В. О. Методичні рекомендації до виконання розділів “Гідравлічний розрахунок систем водяного опалення”. – Київ : КНУБА, 2015. – 40 с.
- 12.Росковшенко Ю. К., Любарець О. П., Сенчук М. П., Любарець В. О. Методичні вказівки до виконання розділу “Тепловий розрахунок і підбір огорожувальних конструкцій”. – Київ : КНУБА, 2013. – 32 с.

13. Яушовець Р. Гідравліка – серце водяного опалення / пер. з нім. – Відень : HERZ Armaturen GmbH, 2005. – 201 с.
14. Пономарчук І. А., Колесник К. В. Опалення : навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 125 с.
15. Пономарчук І. А., Анохіна К. В. Опалення. Практикум : навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 61 с.
16. Пирков В. В. Особливості проектування сучасних систем водяного опалення. – Київ : ДП «Такі справи» (Danfoss Україна), 2003. – 176 с.
17. Методичний посібник Розрахунок параметрів теплової мережі. – Київ : Кондор, 2007. – 244 с.
18. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря – Київ:КПІ, [б. д.].
19. <https://teplo.info>
20. <https://budstandart.com.ua>
21. <https://herz.ua>
22. <https://www.danfoss.com/uk-ua>