

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання курсового проекту
з навчальної дисципліни

« СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ »

*(для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання
зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія,
освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2023

Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Системи опалення будівель» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво і цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : О. М. Малявіна, В. А. Міланко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 70 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. О. М. Малявіна,
асист. В. А. Міланко

Рецензент

Олександр Васильович Ромашко, кандидат технічних наук, доцент кафедри нафтогазової інженерії і технологій Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою енергоефективних інженерингових систем,
протокол № 1 від 5 вересня 2023 р.*

ЗМІСТ

Загальні рекомендації.....	4
Вступ.....	4
1 Склад курсового проєкту	5
2 Вихідні та кліматологічні дані.....	6
3 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх обгороджень.....	6
4 Розрахунок тепловитрат підлоги в приміщеннях.....	14
5 Обґрунтування обраної схеми системи.....	20
6 Розрахунок площі нагрівання і підбір опалювальних приладів.....	21
7 Розрахунок теплої підлоги.....	24
8 Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення.....	26
9 Обладнання індивідуального теплового пункту.....	34
Висновки.....	35
Список використаних джерел.....	36
Додатки.....	37

ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Метою курсового проєкту на тему «Системи опалення будівель» є оволодіння практичними навичками вирішення проєктних завдань по розробці проєкту системи опалення, включаючи розв'язання задач із гідравлічному розрахунку трубопроводів системи опалення та підвищення рівня енергоефективності запроєктованих систем.

Програмні результати навчання:

1. Використовувати та розробляти технічну документацію, в тому числі з використанням сучасних інформативних технологій (ПР07).

2. Створювати або застосовувати об'ємно-планувальні рішення для подальшого проєктування, в тому числі з використанням інформаційних технологій (ПР09).

3. Розробляти та оцінювати технічні рішення інженерних мереж (ПР13).

В результаті виконання курсового проєкту здобувач повинен *навчитися*:

- будувати аксонометричні схеми системи теплопостачання (ПР07.1);
- складати креслення, щодо системи теплопостачання на будівельно-архітектурних планах (ПР09.1);
- обґрунтовувати схеми системи теплопостачання відповідно до призначення та будівель (ПР13.1);
- обирати обладнання відповідно до технологічних схем та умов експлуатації (ПР13.2.);
- впроваджувати енергоефективні системи теплопостачання (ПР13.3).

Програма курсового проєкту складається з таких частин:

Змістовий модуль 1 Теплотехнічний розрахунок обгороджень та розрахунок тепловтрат (15 год).

Змістовий модуль 2 Конструювання системи опалення. Гідравлічний розрахунок трубопроводів (15 год).

Змістовий модуль 3 Вибір, компоновка і розробка теплового пункту (15 год).

ВСТУП

Системи опалення є основним інструментом, що дозволяють створювати й підтримувати теплові комфортні умови в будинках і спорудах. Сьогодні до цих функцій додалася функція керування параметрами мікроклімату, що в сукупності із сучасними вимогами з енергозбереження виводить на перший план саме системи опалення, як більш енергоємні.

Однак зворотною стороною розширення функцій систем опалення є значне ускладнення їх елементної бази. Прикладом може слугувати еволюція регулюючої арматури на приладових ділянках (стояках) та на підводках до опалювальних приладів. Їх розвиток аналогічний еволюції арифмометра в сучасний ПЕОМ. За великим рахунком, це два зовсім різних об'єкти із значно

розширеними функціональними призначеннями. Сучасні системи опалення мають принципово інший підхід до регулювання – це не процес налагодження перед пуском з наступною роботою в постійному гідравлічному режимі, це системи з квазістаціонарним, тобто тепловим і гідравлічним режимами, які постійно змінюються в процесі експлуатації, що відповідно вимагає автоматизації систем для відстеження цих змін і реагування на них. Наприклад, зміна теплового режиму роботи системи при кількісному регулюванні залежить від здатності терморегулятора змінювати витрату теплової енергії на нагрівальні прилади в системі опалення шляхом зміни витрати теплоносія, тобто гідравлічного режиму, що викликає ланцюгову реакцію інших пристроїв системи (терморегуляторів, що може викликати як теплогідравлічне розрегулювання системи, так і вихід з ладу циркуляційного насосу, або перевантаження системи електропостачання).

Тому метою цього курсового проєкту є проєктування системи опалення житлового будинку, що відповідала б усім вимогам ДБН В.2.5-67:2013 і ДБН В.2.6-31:2016 з приділенням при цьому уваги проблемі енергозбереження.

1 СКЛАД КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Курсовий проєкт складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини.

Структура розрахунково-пояснювальної записки:

- 1) титульна сторінка;
- 2) зміст;
- 3) вступ;
- 4) вихідні та кліматологічні дані;
- 5) теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій;
- 6) розрахунок тепловитрат підлоги в приміщеннях;
- 7) обґрунтування обраної системи опалення;
- 8) розрахунок площі нагріву та підбір опалювальних приладів;
- 9) спрощений розрахунок теплої підлоги;
- 10) гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення;
- 11) підбір обладнання індивідуального теплового пункту (ІТП);
- 12) специфікація обладнання;
- 13) висновки;
- 14) список використаних джерел.

Розрахунково-пояснювальна записка має бути написана на одній стороні стандартного аркуша формату А4 з дотриманням полів.

Графічна частина виконується на аркуші формату А1. На аркуші має бути накреслено план теплових мереж мікрорайону до та після реконструкції, а також план та розріз теплової камери.

2 ВИХІДНІ ТА КЛІМАТОЛОГІЧНІ ДАНІ

Приклад.

Система опалення проектується для триповерхового житлового будинку, що знаходиться в м. Житомирі.

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря складає $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Тривалість опалювального періоду (період зі середньодобовою температурою повітря, яка менша або дорівнює $8\text{ }^{\circ}\text{C}$) $z_{\text{оп}} = 184$ діб.

Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період (середня температура за період зі середньодобовою температурою повітря, яка менша або дорівнює $8\text{ }^{\circ}\text{C}$) $t_{\text{оп з}} = -0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Розрахункове значення температури повітря приміщень будинку (для теплотехнічних розрахунків) відповідно до таблиці В.2 ДБН В.2.6-32:2016 становить $t_{\text{в}} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Розрахункова кількість градусо-днів:

$$D_d = (t_{\text{в}} - t_{\text{опз}}) \cdot z_{\text{оп}} = (20 - (-0,2)) \cdot 184 = 3\,717\text{ }^{\circ}\text{C-дїб.}$$

Зовнішні стіни – із піносілікатних блоків, завтовшки 0,5 м і коефіцієнтом теплопровідності $\lambda = 0,42\text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$, використовуваний утеплювач «Fastoterm» $\lambda = 0,042\text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$.

Для перекриття використані залізобетонні плити. Орієнтація фасаду будинку – на північ.

3 ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЗОВНІШНІХ ОБГОРОДЖЕНЬ

Мета теплотехнічного розрахунку – визначити приведений опір теплопередачі ($R_{\Sigma\text{пр}}$) конструкцій, що обгороджують, товщину утеплювача ($\delta_{\text{ут}}$) і коефіцієнт теплопередачі (K).

При розробці проекту треба приділити належну увагу конструкції зовнішніх обгороджень і оцінці їхнього термічного опору. Правильно обрана конструкція обгородження і строго обґрунтована величина його термічного опору $R_{\Sigma\text{пр}}$ забезпечують, з одного боку, необхідний мікроклімат, тобто санітарно-гігієнічні умови, необхідні для перебування людини в приміщеннях проєктованого будинку, а з другого – економічність завдання. Розрахунок виконують згідно з нормами ДБН В.2.6-31:2016 та ДСТУ Б В.2.6-189-2013.

Відповідно пункту 6.1 ДБН В.2.6-31:2016 для зовнішніх обгороджувальних конструкцій будівель та споруд, що опалюються та/або охолоджуються, і внутрішніх конструкцій, що розділяють приміщення, температура повітря в яких відрізняється на $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ та більше, обов'язкове виконання умов:

$$R_{\Sigma\text{пр}} \geq R_{\text{qmin}},$$

$$\Delta T_{\text{пр}} \geq \Delta T_{\text{сг}},$$

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

де $R_{\Sigma пр}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Wt$;

$R_{q min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорої огорожувальної конструкції чи непрозорої частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорої огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/Wt$;

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

$\Delta T_{сг}$ – допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, $^{\circ}C$;

$T_{в min}$ – мінімальне значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальній конструкції, $^{\circ}C$;

T_{min} – мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні при розрахункових значеннях температур внутрішнього й зовнішнього повітря, $^{\circ}C$.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій і дверей житлових і громадських будівель $R_{q min}$ встановлюють відповідно до таблиці 4.1 залежно від температурної зони експлуатації будинку, що приймається згідно з рисунком 4.1, а мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції промислових (сільськогосподарських) будівель приймається згідно до таблиці 4.2.

При виконанні умови згідно з формулою ДБН В.2.6-31:2016 ($EP \leq EP_{max}$) допускається застосовувати окремі конструктивні елементи теплоізоляційної оболонки із зниженими значеннями опору теплопередачі до рівня 75 % від $R_{q min}$ для непрозорих частин зовнішніх стін і до рівня 80 % від $R_{q min}$ для інших огорожувальних конструкцій відповідно до умови згідно з формулою ДБН В.2.6-31:2016 ($R_{\Sigma пр} \geq R_{q min}$) при обов'язковому виконанні умов для цих елементів теплоізоляційної оболонки за формулами ДБН В.2.6-31:2016 $\Delta T_{пр} \geq \Delta T_{сг}$, $T_{в min} > T_{min}$.

КАРТА-СХЕМА ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗОН УКРАЇНИ



Рисунок 3.1 – Карта-схема температурних зон України

Таблиця 3.1 – Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель R_{qmin}

№ з/п	Вид огорожувальної конструкції	Значення R_{qmin} , $m^2 \cdot K/Wt$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	6,0	5,5
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	4,95	4,5
4	Горищні перекриття неопалюваних горищ	4,95	4,5
5	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
6	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
7	Зовнішні двері	0,6	0,5

Таблиця 3.2 – Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції промислових (сільськогосподарських) будівель R_{qmin}

Вид огорожувальної конструкції та тепловологісний режим експлуатації будівель	Значення R_{qmin} , $m^2 \cdot K / Wt$, для температурної зони	
	I	II
Зовнішні непрозорі стіни будівель: – із сухим і нормальним режимом із конструкціями з $D > 1,5$; $D < 1,5$	1,7 2,2	1,5 2,0
– з вологим і мокрим режимом із конструкціями з $D > 1,5$; $D < 1,5$; – із надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м^3)	1,8 2,4 0,55	1,6 2,2 0,45
Покриття та перекриття неопалюваних горищ будівель: – із сухим і нормальним режимом із конструкціями $3 D < 1,5$; $0 > 1,5$	1,7 2,2	1,6 2,1
– з вологим і мокрим режимом із конструкціями з: $0 > 1,5$; $D < 1,5$; – з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м^3)	1,7 1,9 0,55	1,6 1,8 0,45
Перекриття над проїздами й неопалюваними підвалами із конструкціями з: $D > 1,5$; $D < 1,5$	1,9 2,4	1,8 2,2
Двері й ворота будівель: – із сухим і нормальним режимом; – із вологим і мокрим режимом; – із надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м^3)	0,6 0,75 0,2	0,55 0,70 0,2
Вікна й zenітні ліхтарі будівель: – із сухим і нормальним режимом – із вологим і мокрим режимом – із надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м^3)	0,45 0,5 0,18	0,42 0,45 0,18
Примітка. D – показник теплової інерції конструкції, що визначається згідно з ДСТУ-НБВ.2.6-190.		

Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховують за формулою

$$R_{\Sigma np} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \Psi_k N_k}, \quad (3.1)$$

де F_{Σ} – загальна площа конструкції, м²;

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі і-ої термічно однорідної частини конструкції, (м²·К)/Вт;

F_i – площа і-ої термічно ординарної частини конструкції, м²;

k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі j-го лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К);

L_j – лінійний розмір (проекція) j-го лінійного теплопровідного включення, м;

Ψ_k – точковий коефіцієнт теплопередачі k-го теплопровідного включення, Вт/К;

N_k – загальна кількість k-их точкових теплопровідних включень, шт.

Лінійні коефіцієнти теплопередачі (L_j) поширених лінійних теплопровідних включень наведені в додатку Ж, точкові коефіцієнти теплопередачі (Ψ_k) – в додатку К.

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховують за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n li + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (3.2)$$

де α_B, α_3 – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції, визначається за таблицею 4.3, Вт/(м²·К);

R_i – тепловий опір і-го шару конструкції, (м²·К)/Вт;

δ_i – товщина і-го шару конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м·К);

n – кількість шарів огорожувальної конструкції.

Розрахункову теплопровідність матеріалів (λ_{ip}) приймають згідно з додатком А ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Таблиця 3.3 – Значення коефіцієнта тепловіддачі внутрішньої α_B та зовнішньої α_3 поверхні.

№ з/п	Тип конструкції	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м ² ·К)	
		α_B	α_3
1	Зовнішні стіни, суміщені покриття, перекриття над проїздами	8,7	23
2	Перекриття над холодними підвалами, що межують з холодним повітрям	8,7	17
3	Горищні покриття, перекриття над неопалюваними підвалами зі світловими прорізами у стінах, а також зовнішні стіни з вентиляльованим повітряним прошарком, що вентилюються зовнішнім повітрям	8,7	12
4	Горищні перекриття та перекриття над неопалюваними підвалами та техпідпіллями, що не вентилюються зовнішнім повітрям	8,7	6
5	Вікна, двері балконні та входні, вітражі, зовнішні стіни з опорядженням світлопрозорими елементами	8,0	23
6	Зенітні ліхтарі	9,9	23

Коефіцієнт теплопередачі (K) є зворотною величиною термічного опору ($R_{\Sigma пр}$) і визначається за формулою:

$$K = \frac{1}{R_{\Sigma пр}}. \quad (3.3)$$

Термічний опір вікон будинку приймають залежно від призначення будинку і різниці температур.

Коефіцієнт теплопередачі ($K_{вікн}$) вікна визначають за формулою:

$$K_{вікн} = \frac{1}{R_{вікн}} - \frac{1}{R_{\Sigma пр}}, \quad (3.4)$$

де $R_{вікн}$ – термічний опір вікна, що наведений в табл. 1.1, м²·°C/Вт;

$R_{\Sigma пр}$ – термічний опір огорожувальної стіни, м²·°C/Вт.

Аналогічно коефіцієнту теплопередач вікон визначають коефіцієнт теплопередачі зовнішніх дверей. У курсовому проекті пропонується прийняти подвійні зовнішні двері.

Приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій, що контактують із ґрунтом $R_{\Sigma прЦ}$, (м²·К)/Вт, визначають за зонами шириною 2 м, паралельними зовнішнім стінам за формулою:

$$R_{\Sigma прЦ} = R_{\Sigma Ц} \frac{\delta}{\lambda}, \quad (3.5)$$

де $R_{\Sigma пр}$ – опір теплопередачі, (м²·К)/Вт, що приймають 2,3 для першої зони, 4,3 – для другої зони, 8,6 – для третьої зони, 14,2 – для площі, що залишилась. Зони шириною 2 м починають намічати від лінії контакту стіни підвалу з

грунтом вниз по стіні з переходом на підлогу підвалу. Зони визначають послідовно від усього периметра контакту стін з грунтом в напрямку середини будівлі;

δ – товщина тепло ізолюючого, м, при теплопровідності утеплювача $\lambda < 1,2$ Вт/(м·К).

Для підлоги на лагах термічний опір (R_l) розраховують за формулою:

$$R_l = \frac{R_{y.n.}}{0,85}. \quad (3.6)$$

Визначити товщину утеплювача, термічний опір і коефіцієнт теплопередачі для горищного перекриття. Дані прошарку дахового перекриття наведені у зазначеній нижче таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Дані прошарку дахового перекриття

№ з/п	Вид шару обгородження	δ , м	λ , Вт/м·°С
1	Залізобетонна плита	0,2	1,92
2	Утеплювач «ROCKMIN»	x	0,039
3	Руберойд по бітуму	0,01	0,17

Розв’язання:

1. Оскільки горищне перекриття являється термічно однорідною конструкцією, визначаємо товщину утеплювача «РОКВУЛ» з формули термічного опору однорідної огорожувальної непрозорої конструкцій:

$$R_{\Sigma} = R_{q \min} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_3}$$

$$4,95 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{0,2}{0,039} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{12},$$

$$\delta_{ym} = 0,18 \text{ м},$$

Конструктивно приймаємо товщину утеплювача 0,2 м.

2. Знаходимо фактичний термічний опір:

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{0,2}{0,039} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{1}{12} = 5,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

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

$$5,49 > 4,95;$$

3. Визначаємо коефіцієнт теплопередачі горищного перекриття за формулою:

$$K_{\text{пер}} = \frac{1}{R_o} = \frac{1}{5,49} = 0,18 (\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С}).$$

Визначити товщину утеплювача, термічний опір і коефіцієнт теплопередачі для зовнішньої стіни будівлі. Дані прошарку зовнішньої стіни наведені нижче в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Дані прошарку зовнішньої стіни

Вид шару огороження	δ , м	λ , Вт/м·°С
1 Піносілікатні блоки	0,5	0,42
2 Утеплювач «Fastotrm NF»	x	0,042
3 Армуєма сітка+цементна стяжка	0,02	0,47
4 Обробна штукатурка	0,015	0,41

Розв'язання.

При визначенні необхідної товщини теплоізоляційного шару згідно з умовою $R_{\Sigma пр} \geq R_{q \min}$ враховуємо термічний вплив теплопровідних включень, що є характерними особливостями відповідного даного типу непрозорої огорожувальної конструкції (стіни).

Визначаємо товщину утеплювача стіни «Fastoterm NF» з формули термічного опору однорідної огорожувальної непрозорої конструкції:

$$R_{\Sigma} = R_{q \min} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3}$$

$$3,3 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,5}{0,42} + \frac{x}{0,042} + \frac{0,02}{0,47} + \frac{0,015}{0,41} + \frac{1}{23},$$

$$\delta_{ym} = 0,08 \text{ м},$$

Конструктивно приймаємо товщину утеплювача $\delta_{yt} = 0,1 \text{ м}$.

Знаходимо термічний опір:

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,5}{0,42} + \frac{0,1}{0,042} + \frac{0,02}{0,47} + \frac{0,015}{0,41} + \frac{1}{23} = 3,81$$

Визначимо ділянки та типи теплопровідних включень.

В розрахунковій конструкції присутні наступні теплопровідні включення:

- відкоси віконного прорізу в зоні надвіконної перемички, підвіконня, рядового примикання – лінійні елементи;
- дюбелі для кріплення мінераловатних плит – точкові елементи.

Для вказаних теплопровідних включень за проектними даними та даними додатків Ж і К визначимо кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі. Зведені дані наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Зведені данні за розрахунком

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К)
Віконний відкіс в зоні перемички	1,5	–	0,081	–
Віконний відкіс в зоні підвіконня	1,5	–	0,059	–
Віконний відкіс в зоні рядового примикання	1,8	–	0,069	–
Дюбелі для кріплення мінераловатних плит	–	20	–	0,001 5

Згідно з формулою (3) ДСТУ Б В2.6-189:2013,

$$R_{\Sigma} = \frac{F}{\sum_{i=1}^I \frac{F_{\Sigma}}{R_{\Sigma}} + \sum_{j=1}^J k_j \cdot L_j + \sum_{j=1}^J \psi_j \cdot N_j} = \frac{7,5}{3,7 + 0,081 \times 1,5 + 0,059 \times 1,8 + 0,069 \times 1,8 + 20 \times 0,0015} = 3,14$$

Так як розрахунковий приведений термічний менше нормативно мінімального $3,14 < 3,3$ то умови $R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{мін}}$ не виконуються, звідси виходить що необхідно збільшити товщину утеплювача.

Прийmemo товщину утеплювача $\delta_{\text{ут}} = 0,12 \text{ м}$.

Знаходимо термічний опір:

$$R_o = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,3}{0,38} + \frac{0,12}{0,037} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,24$$

Знаходимо термічний опір з урахуванням теплопровідних включень:

$$R_{\Sigma} = \frac{F}{\sum_{i=1}^I \frac{F_{\Sigma}}{R_{\Sigma}} + \sum_{j=1}^J k_j \cdot L_j + \sum_{j=1}^J \psi_j \cdot N_j} = \frac{7,5}{4,24 + 0,081 \times 1,5 + 0,059 \times 1,8 + 0,069 \times 1,8 + 20 \times 0,0015} = 3,5$$

Умови $R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{мін}}$ виконуються $3,5 > 3,3$

Визначаемо коефіцієнт теплопередачі зовнішньої стіни:

$$K_{\text{ст}} = \frac{1}{R_o} = \frac{1}{3,81} = 0,26 (\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Визначити коефіцієнт теплопередачі вікна, якщо термічний опір вікна $0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$, термічний опір зовнішньої стіни $3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Розв'язання.

Визначаемо коефіцієнт теплопередачі вікна за формулою

$$K_{\text{вікн}} = \frac{1}{R_{\text{вікн}}} - \frac{1}{R_{\text{ст}}} = \frac{1}{0,55} - \frac{1}{3,81} = 1,55 (\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

4 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИТРАТ ПІДЛОГИ В ПРИМІЩЕННЯХ

Щоб правильно підібрати опалювальні прилади в приміщенні, необхідно знати його тепловтрати. Тому розрахунок тепловтрат є одним з головних етапів проектування системи опалення.

Для розрахунку використовують такі дані: плани поверхів з вказівкою призначення приміщень, орієнтація будинку на сторони світу, призначення кожного приміщення, місце спорудження будинку, теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень. Всі опалювальні приміщення на плані позначені порядковими номерами за годинниковою стрілкою (починаючи з №101 і далі – приміщення першого поверху, з № 201 і далі – другого поверху і т.д.).

Втрати тепла приміщеннями через огорожувальні конструкції визначають шляхом підсумовування основних і додаткових втрат.

Основні тепловтрати приміщень ($Q_{\text{осн}}$), Вт встановлюють за формулою:

$$Q_{\text{інт}} = F \cdot k \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{с}}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n, \quad (4.1)$$

де F – площа конструкції (що огорожує), через яку відбувається втрата тепла, м^2 ;

k – коефіцієнт теплопередачі конструкції (що огорожує), $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$;

t_g – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С (для житлових кімнат – 20 °С, кухонь – 18 °С, для сходової клітки – 16 °С);

t_z – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С (для горища – 9 °С);

$\sum\beta$ – додаткові тепловтрати приміщення пов'язані з втратами по сторонам світу;

N – поправочний коефіцієнт, що враховує положення обгородження щодо зовнішнього повітря (для приміщень $n = 1$, для горища $n = 0,9$).

Площу зовнішніх і внутрішніх обгороджень при розрахунку тепловтрат приміщень обчислюють (з точністю до 0,1 м²), дотримуючись правила обмірювання обгороджень за планами і розрізами будинку. Ці правила враховують складність теплопередачі на межах обгороджень, передбачаючи умовне збільшення чи зменшення площ для відповідності фактичним тепловтратам.

Для визначення площі зовнішніх стін вимірюють (з точністю до 0,1 м):

– *за планами*: довжину стін кутових приміщень за зовнішньою поверхнею від зовнішніх кутів до осей внутрішніх стін, не кутових приміщень – між осями внутрішніх стін;

– *за розрізами*: висоту стін на першому поверсі від нижнього рівня підготовки під конструкцію підлоги на лагах до рівня чистої підлоги другого поверху; на середніх поверхах – від поверхні підлоги одного поверху до поверхні підлоги поверху над ним; на верхньому поверсі – від поверхні підлоги до верху конструкції горищного перекриття.

Для обчислення площі внутрішніх стін вимірюють:

– *за планами*: довжину стін від внутрішньої поверхні зовнішніх стін до осей внутрішніх стін між осями;

– *за розрізами*: висоту стін від поверхні підлоги до поверхні стелі.

Площу вікон і дверей визначають за найменшими розмірами будівельних прорізів.

У розрахунковій таблиці назви обгороджень позначають так:

- зовнішня стіна – ЗС;
- подвійне застелення – ПО;
- горищне перекриття – ГП;
- перекриття над підвалом – ПП;
- подвійні двері – ПД;
- балконні двері – БД.

Крім вертикальних конструкцій, що обгороджують, втрати тепла здійснюються і через горищне перекриття на третьому поверсі та підлогу на першому поверсі. У курсовому проекті підлоги будинку утеплені, розташовані на лагах. Втрати тепла крізь підлоги визначаються по зонах-смугах шириною 2 м, паралельних зовнішнім стінам (див. рис. 4.1). Чим ближче смуга розташована до зовнішньої стіни, тим вона має менший термічний опір теплопередачі. Ділянка розміром 2×2 м, що примикає до зовнішнього кута, враховується двічі. Умовна величина термічного опору теплопередачі 1, 2, 3 і 4

зон неутеплених підлог на лагах складає відповідно: $R_1 = 2,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, $R_2 = 4,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, $R_3 = 8,6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, $R_4 = 14,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

Тепловтрати через підлоги на лагах визначають за формулою:

$$Q_{\text{вн}} = \left(\frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2} + \frac{F_3}{R_3} + \frac{F_4}{R_4} \right) \cdot \frac{(t_A - t_C)}{1,18}, \quad (4.2)$$

де F_1, F_2, F_3, F_4 – площі зон, м^2 ;

R_1, R_2, R_3, R_4 – термічні опори окремих зон, $\text{м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$.

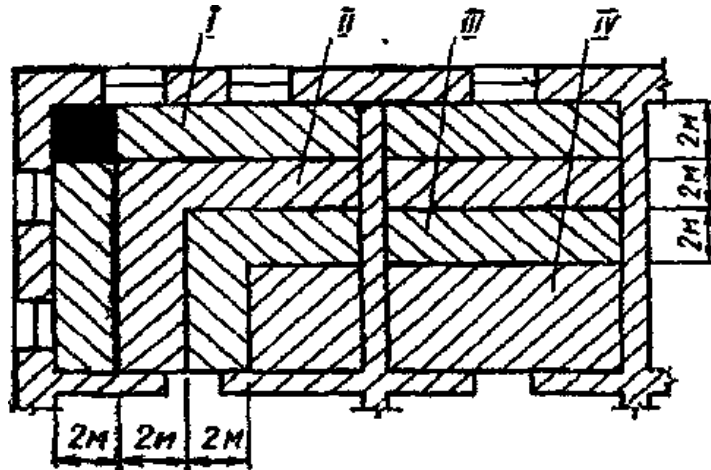


Рисунок 4.1 – Схема зон для визначення втрат крізь підлогу

Дані розрахунку тепловтрат підлоги на лагах вносять у таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок тепловтрат крізь підлогу на лагах

Номер приміщення	Найменування приміщення	t_b	t_3	R_1	R_2	R_3	F_1	F_2	F_3	$Q_{\text{осн}}$
1	Їдальня	20	5	2,94	8	18,11	20	8		99,19
2	Комора	18	5	2,94	8	18,11	4	4		20,5
3	Підсобне приміщення	20	5	2,94	8	18,11	15,5	2		70,2
4	Загальна кімната	20	5	2,94	8	18,11	25,6	12,1		130
5	Передпокій	16	5	2,94	8	18,11	6,7	–		21,2
6	Санвузол	25	5	2,94	8	18,11	2,3	–		13,3
7	Гараж	7	5	2,94	8	18,11	19,5	3,96		0

До додаткових тепловтрат відносяться: орієнтація приміщень по відносно до сторін світу, наявність двох і більше зовнішніх стін, інфільтрація у приміщення зовнішнього повітря крізь нещільності будівельних конструкцій

(щілини в притворах вікон, дверей), на зовнішні двері, не обладнані повітряними чи повітряно-тепловими завісами.

Добавку на орієнтацію обгороджень по сторонах світу приймають для всіх зовнішніх вертикальних і похилих (у проекції на вертикаль) обгороджень, звернутих на північ, схід, північний схід і північний захід у розмірі – 0,10, на захід і південний схід – 0,05, на південь і південний захід – 0.

Додаткові втрати на зовнішні двері, не обладнані повітряними чи повітряно-тепловими завісами, при висоті сходової клітини H , м: для подвійних дверей з тамбуром між ними – $0,27 \cdot H$; для подвійних дверей без тамбура – $0,34 \cdot H$, для одинарних – $0,22 \cdot H$.

Фактор наявності двох і більше зовнішніх стін враховують шляхом підвищення в кутових приміщеннях будинку розрахункової температури внутрішнього повітря на 2°C .

Для опалюваних приміщень, які мають вікна (кухні й житлові приміщення) площею (A), м^2 , визначають тепловтрати на нагрівання інфільтруючого повітря за формулою:

$$Q_i = 0,337 \cdot A \cdot h \cdot (t_B - t_3), \text{ Вт}, \quad (4.3)$$

де h – висота приміщення, м.

Втрати теплової потужності на нагрівання зовнішнього повітря, яке надходить у сходові клітки через періодично відкривати у холодний період року зовнішні двері розраховують за формулою:

$$Q_i = 0,7 B(H+0,8P) (t_6 - t_3), \text{ Вт}, \quad (4.4)$$

де B – коефіцієнт, який враховує кількість вхідних тамбурів; один тамбур (двоє дверей) – $B=1,0$; два тамбури (троє дверей) – $B=0,6$;

H – висота сходової клітки, м;

P – розрахункова кількість мешканців, яка проживає в будинку.

$$P = A_3 / a, \quad (4.5)$$

де a – розрахункова норма загальної опалюваної площі будинку на одного мешканця, м^2 ; у курсовому проекті прийняти 20 м^2 ;

A_3 – загальна опалювана площа будинку, м^2 .

При визначенні розрахункових втрат тепла приміщень будинку необхідно враховувати побутові тепловиділення ($Q_{\text{бум}}$) від устаткування за формулою:

$$Q_{\text{бум}} = 10 \cdot A, \text{ Вт}, \quad (4.6)$$

де A – внутрішня площа приміщення, м^2 .

Побутові тепловиділення на сходовій клітці не враховуються.

Таким чином, повні тепловтрати приміщень і сходової клітки ($Q_{\text{прим}}$, $Q_{\text{сх.кл}}$) обчислюють за формулами:

$$Q_{\text{прим}} = Q_{\text{осн}} + Q_i - Q_{\text{бум}}; \quad (4.7)$$

$$Q_{\text{сх.кл.}} = Q_{\text{осн}} + Q_i. \quad (4.8)$$

Таблиця 4.2 – Розрахунок тепловитрат приміщень першого поверху

№ з/п	Найменування приміщення	A, м ²	t _в	Огороджуючі конструкції					t _в – t _н	n	K, Вт/м ²	Додаткові		Q _{очн}	Q _{інф}	Q _{бит}	Q _{прим}
				Позначення	Орієнтація	a	b	F, м ²				Σβ	Σβ + 1				
1	Їдальня	29,5	20	ЗС	південь	6,5	3	19,5	42	1	0,26	0,1	1,1	234,23	1 252,63	295	1
				ЗС	схід	4	3	12		1	0,26	0	1	131,04			
				ПО	південь	1	1,5	1,5		1	1,55	0,1	1,1	107,42			
				ПО	схід	1	1,5	1,5		1	1,55	0	1	97,65			
				ПП				0		0			1	529,11			
2	Загальна кімната	38,5	22	ЗС	схід	4,5	3	13,5	44	1	0,26	0,1	1,1	169,88	1 712,63	385	2
				ЗС	північ	7,3	3	21,9		1	0,26	0,1	1,1	275,59			
				ПО	схід	1	1,5	1,5		1	1,55	0,1	1,1	112,53			
				ПО	північ	1	1,5	1,5		1	1,55	0,1	1,1	112,53			
3	Сан. вузол	2,3	27	ЗС	захід	1,53	3	4,59	49	1	0,26	0,05	1,05	61,40	113,94	23	136,94
				ЗС	північ	1,5	3	4,5		1	0,26	0,1	1,1	63,06			
				ПО	північ	0,5	0,5	0,25		1	1,55	0,1	1,1	20,89			
4	Перед-покій	6,7	16	ЗС	північ	3,5	3	10,5	38	1	0,26	0,1	1,1	114,11	257,40	67	324,40
				ПО	північ	1	1,5	1,5		1	1,55	0,1	1,1	97,19			
5	Гараж	19,4	7	ЗС	північ	3,3	3	9,9	29	1	0,26	0,1	1,1	82,11	571,72	195	766,72
				ЗС	захід	5,7	3	17,1		1	0,26	0,05	1,05	135,38			
				ПО	захід	1	1,5	1,5		1	1,55	0,05	1,05	70,80			
				ПО	захід	1	1,5	1,5		1	1,55	0,05	1,05	70,80			
6	Камора	14,19	20	ЗС	південь	3,3	3	9,9	42	1	0,26	0	1	108,11	602,54	141,9	744,44
				ЗС	захід	4,3	3	12,9		1	0,26	0,05	1,05	147,91			
				ПО	захід	1	1,5	1,5		1	1,55	0,05	1,05	102,53			
7	Комора	16,79	18	ЗС	південь	2,3	3	6,9	40	1	0,26	0	1	71,76	678,99	167,9	846,89
				ПО	південь	1	1,5	1,5		1	1,55	0	1	93,00			

Таблиця 4.3 – Розрахунок тепловитрат приміщень другого поверху

№ з/п	Найменування приміщення	A, м ²	t _в	Огороджуючі конструкції					t _в – t _н	n	K, Вт/м ²	Додаткові		Q _{осн}	Q _{інф}	Q _{бит}	Q _{прим}
				позначення	орієнтація	a	b	F, м ²				Σβ	Σβ + 1				
1	Спальня	24,4	22	ЗС	схід	4,5	3	13,5	44	1	0,26	0,1	1,1	169,88	1 085,41	244	1
				ЗС	південь	5	3	15		1	0,26	0	1	171,60			
				ЗО	схід	1	1,5	1,5		1	1,55	0,1	1,1	112,53			
				ПО	південь	1	1,5	1,5		1	1,55	0	1	102,30			
				СТ				0	13	0,9			1				
2	Гардеробна	4,68	18	ЗС	схід	1,8	3	5,4	40	1	0,26	0,1	1,1	61,78	189,26	46,8	236,06
				ПО	схід	1	1,5	1,5		1	1,55	0,1	1,1	102,30			
3	Дитяча	23,13	22	ЗС	схід	5,8	3	17,4	44	1	0,26	0,1	1,1	218,96	1 028,91	231,3	1
				ЗС	північ	5,4	3	16,2		1	0,26	0,1	1,1	203,86			
				ПО	схід	1	1,5	1,5		1	1,55	0,1	1,1	112,53			
				ПО	північ	1	1,5	1,5		1	1,55	0,1	1,1	112,53			
4	Ванна	6,72	25	ЗС	північ	3,7	3	11,1	47	1	0,26	0,1	1,1	149,21	319,31	67,2	386,51
				ПО	північ	1	2	2		1	1,55	0,1	1,1	160,27			
5	Загальна кімната1	12,7	22	ЗС	північ	3,5	3	10,5	44	1	0,26	0,1	1,1	132,13	319,31	67,2	386,51
				ЗС	захід	5,2	3	15,6		1	0,26	0,05	1,05	8,92			
				ПО	захід	1	2	2		1	1,55	0,05	1,05	143,22			
6	Загальна кімната2	12,7	22	ЗС	захід	5,3	3	15,9	44	1	0,26	0,05	1,05	9,09	564,95	127	691,95
				ЗС	південь	3,5	3	10,5		1	0,26	0	1	120,12			
				ПО	захід	2	1,5	3		1	1,55	0,05	1,05	10,23			
				ПО	південь	1,5	1,5	2,25		1	1,55	0	1	153,45			

5 ОБҐРУНТУВАННЯ ОБРАНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Житлові будинки повинні обладнуватися системами опалення, що проєктуються згідно зі ДБН В.2.5-67:2013. Вбудовані в житлові будинки приміщення громадського призначення повинні обладнуватися системами опалення відповідно до норм проєктування цих приміщень.

Розрахункові температури повітря і вимоги до повітрообміну в приміщеннях слід приймати згідно з таблицею 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахункова температура повітря і вимоги до повітрообміну в приміщеннях

Приміщення	Розрахункова температура
Загальна кімната, спальня, кабінет	20
Кухня	18
Кухня-їдальня	20
Ванна	25
Вбиральня	20
Суміщений санвузол	25
Басейн	25
Приміщення для пральної машини в квартирі	18
Гардеробна для чищення і прасування одягу	18
Вестибюль, загальний коридор, сходові клітки, передпокій квартири	16
Приміщення чергового персоналу	18
Незадимлювана сходові клітка типу Н1	14
Машинне приміщення ліфтів	5
Сміттєзбірник	5
Гараж-стоянка	5
Електрощитова	5

Горизонтальна система опалення.

На сьогоднішні одним із шляхів передачі теплової енергії, які розглядаються під час монтажу системи опалення приміщення, є використання рідинних теплоносіїв. Це може бути вода, антифриз, тосол. Нагріта рідина передає тепло трубам і радіаторам, які нагріваючись, збільшують температуру повітря в приміщенні.

Закритий спосіб має на увазі прокладку трубопроводу опалення в стінах або в підлозі. Труби можуть бути підведені як до радіаторів, розташованих вище рівня підлоги, так і перебувати повністю під його поверхнею. Закрите підведення труб до радіаторів носить скоріше естетичний характер і не впливає на температуру в приміщенні в зв'язку з їх невеликою площею.

Позитивні сторони закритого монтажу.

Рівномірний прогрів і економічна вигода. Ці характеристики відносяться тільки до безрадіаторної системи, повністю прихованою в підлозі.

Прогріте повітря в цьому випадку піднімається від підлоги. Найбільш висока температура в нижній частині приміщення. Відбувається прогрів саме зони перебування людини, що економічно вигідно, в порівнянні з класичною схемою. Повітря, піднімаючись вгору, охолоджується, що корисно організму. Прийнято вважати, що ноги потрібно тримати в теплі, в голову в холоді.

Температура підлоги при повністю закритому монтажі завжди плюсова. По ньому приємно ходити, на підлозі можуть грати діти, без ризику захворіти. Можна відключити, при необхідності.

Мінуси розташування труб опалення в підлозі.

При необхідності зробити отвір в підлозі, наприклад, для монтажу дерев'яних конструкцій, можуть виникнути труднощі. Роботи треба проводити акуратно, виключаючи пошкодження труб опалення. Щоб виключити подібні ситуації після укладання труб повинна складатися схема їх розташування.

Труднощі, пов'язані з можливим ремонтом можуть стати перешкодою для укладання труб у підлозі.

Важлива перевага схеми – можливість поверхового підключення або відключення тепла. Лежаки можна прокласти в стягуванні підлоги. Така схема дозволяє використовувати радіатори з нижнім підключенням. Все це добре позначається не тільки на теплозабезпечення, а й на естетичній привабливості квартир. Не можна не відзначити і ще один важливий факт – можливість встановлення індивідуальних теплолічильників.

При всіх своїх незаперечних переваги система не ідеальна. Складність полягає в необхідності встановлення компенсаторів при значній протяжності гілки магістралі. Ускладнюється і експлуатація системи в цілому, так як установка запірної арматури і повітряних кранів потрібна на кожному радіаторі без винятку.

Серед всіх існуючих схем монтажу тепломереж кращим варіантом залишається горизонтальна променева двотрубна система. Незважаючи на більш високу вартість монтажу, вона користується все більшою популярністю не тільки в багатоповерховому, але і в приватному житловому будівництві. Подібна популярність колекторних схем пояснюється унікальним поєднанням відмінних технічних, експлуатаційних, економічних і естетичних показників.

6 РОЗРАХУНОК ПЛОЩІ НАГРІВАННЯ І ПІДБІР ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Радіатором прийнято називати прилад конвективно-радіаційного типу, що складається з окремих колончатих елементів – секцій з каналами круглої або еліпсоподібної форми, або із плоских блоків з каналами колончатої або змієподібної форми.

Опалювальні прилади за переважним способом тепловіддачі розділяють на три групи:

1. Радіаційні прилади, що передають випромінюванням не менше 50 % сумарного теплового потоку (панелі й випромінювачі);

2. Конвективно-радіаційні прилади, що передають конвекцією 50–70 % сумарного теплового потоку (секційні й панельні радіатори, підлогові опалювальні панелі, гладкотрубні прилади);

3. Конвективні прилади, що передають конвекцією не менше 75 % сумарного теплового потоку (конвектори й ребристі труби).

За матеріалами опалювальні прилади ділять на: металеві (чавун, сталь, алюміній, мідь і т. ін), біметалічні (обміднені, сталєвоалюмінієві, мідно-алюмінієві), неметалічні (керамічні, пластмасово-бетонні), комбіновані (метало-керамічні, метало-бетонні).

По висоті вертикальні опалювальні прилади розділяють на: високі (висотою більше 650 мм), середньої (400 до 650 мм) і низькі (від 200 до 400 мм), плінтусні (до 200 мм).

По глибині в установці (з урахуванням відстані від приладу до стіни): прилади малої глибини (до 120 мм), середній (від 120 до 200 мм) і великої (більше 200 мм).

Нагрівальні прилади є основним елементом системи опалення. Вони повинні відповідати певним теплотехнічним, санітарно-гігієнічним, архітектурно-побутовим, виробничо-монтажним, експлуатаційним і техніко-економічним вимогам. Ці прилади призначені для передачі теплоти від теплоносія до повітря і огорожувальних конструкцій приміщень, в яких вони встановлені.

Теплотехнічні вимоги зводяться до того, щоб нагрівальні прилади добре передавали тепло від теплоносія (води) опалювальним приміщенням, тобто щоб їхній коефіцієнт теплопередачі був якомога вищий. Величина цього коефіцієнта залежить від ряду факторів: різниці середньої температури теплоносія і температури повітря приміщення, розмірів і форми поверхні нагрівання, способу подачі й відводу води з приладу, кількості секцій у приладі і місця його установки, кількості води, що проходить через прилад, та ін.

Температура поверхні приладів обмежується санітарно-гігієнічними вимогами. У приміщеннях з тривалим перебуванням людини вона не повинна бути вище 95 °С, тому що за більш високої температури може бути суха сублімація осідаючого на приладах органічного пилу, що супроводжується виділенням шкідливих речовин, зокрема – окису вуглецю.

Нагрівальні прилади повинні бути компактними, з легкодоступного для огляду й очищення від пилу поверхнею, форма й обробка приладів має відповідати призначенню приміщення. Із санітарно-гігієнічної точки зору бажано встановлювати прилади, в яких переважає передача тепла випромінюванням, тому що вони створюють кращі мікрокліматичні умови в приміщенні. Спосіб передачі тепла залежить від конструкції приладу і місця його установки.

Техніко-економічні вимоги до нагрівальних приладів:

1. Необхідно, щоб форма і конструкція приладу відповідала вимогам технології його масового виробництва;
2. Конструкція приладів повинна бути такою, щоб з окремих елементів можна було зібрати прилад з будь-якою поверхнею нагрівання;
3. Стінки приладу повинні бути міцні, паро- і водонепроникні;
4. Прилади повинні бути довговічними, зручними для монтажу та транспортування;
5. Витрата металу і вартість опалювальних приладів, віднесена до одиниці корисно переданого тепла, повинні бути найменшими.

Для підтримки в приміщенні нормативної температури необхідно, щоб кількість тепла, що віддається нагрівальними приладами, встановленими в приміщенні, відповідала розрахунковим тепловтратам приміщення.

Необхідну теплопередачу приладу в приміщенні визначають за формулою:

$$Q_{np} = Q_{mn} - 0,9 \cdot Q_{mp}, \text{ Вт}, \quad (6.1)$$

де Q_{mn} – тепловтрати приміщення, Вт;

Q_{mp} – тепловіддача відкрито прокладених у межах приміщення труб стояка і підводок, до яких безпосередньо приєднаний прилад. Цю величину знаходять за формулою:

$$Q_{mp} = q_в \cdot l_в + q_г \cdot l_г, \text{ Вт}, \quad (6.2)$$

де $q_в$ і $q_г$ – тепловіддача 1м вертикальних і горизонтальних труб, Вт/м, при температурі $t_{cp} - t_в$, де $t_{cp} = (t_r + t_o) / 2 = (95 + 70) / 2 = 82,5$ °С, $t_в$ – температура в середині приміщення (додаток В);

$l_в$ і $l_г$ – довжина вертикальних і горизонтальних труб у межах приміщення, м.

Тепловий потік обраного приладу не повинен зменшуватися більше ніж на 5 % у порівнянні з Q_{np} .

Наведені формули дійсні при відкритій установці пофарбованих приладів у зовнішніх обгородженнях приміщення.

Мінімально допустиме число секцій радіатора визначають за формулою:

$$n = \frac{Q_{np}}{q_{ном}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2, \text{ шт}, \quad (6.3)$$

де $q_{ном}$ – номінальний тепловий потік однієї секції радіатора, Вт;

β_1 – коефіцієнт, що враховує спосіб установки приладу, ДБН В.2.5-67:2013;

β_2 – коефіцієнт, що враховує охолодження води в трубах, ДБН В.2.5-67:2013.

Таблиця 6.1 – Результати розрахунку

№ з/п	Назва	Q _{пр}	Q _т	Кількість	Назва
Перший поверх					
1	Їдальня	1 547,629	1 650	2	11FC 1 400 × 300
2	Вітальня	2 097,634	2 187	2	11FC 1 200 × 500
3	СУ	136,9397	265	1	11FC 400 × 300
4	Передпокій	324,400 6	471	1	11FC 400 × 300
5	Гараж	766,720 5	847	2	11FC 400 × 600
6	Підсобне приміщення	744,435 8	847	1	11FC 400 × 600
7	Комора	846,887 6	847	1	11FC 400 × 600
Другий поверх					
1	Спальня	1 329,41	1446	2	11FC 1 200 × 600
2	Гардероб	236,06	265	1	11FC 400 × 300
3	Дитяча	1 260,21	1446		11FC 1 200 × 600
4	Ванна	386,51	589		11FC 500 × 300
5	Вітальня1	691,95	729		11FC 400 × 500
6	Вітальня2	691,95	729		11FC 400 × 500
7	Туалет	213,00	265		11FC 400 × 300

7 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОЇ ПІДЛОГИ

Середня температура теплоносія, 0С

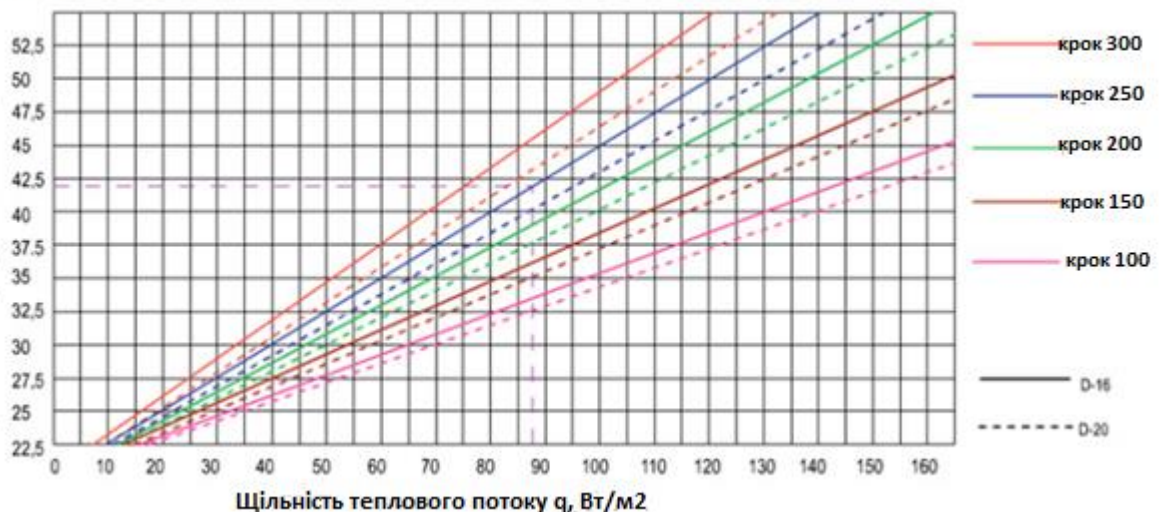


Рисунок 7.1 – Діаграма для розрахунку теплового контуру

Розрахунок теплового контуру

Щоб визначити щільність ефективного теплового потоку, що віддається м² теплих підлог, необхідно скористатися формулою:

$$G = Q / F, \quad (7.1)$$

де G – показник щільності теплового потоку, Вт/м²;

Q – сумарний показник тепловтрат в приміщенні, Вт;

F – передбачувана до облаштування площа підлоги, м².

Для обчислень величини Q враховується площа всіх вікон, середня висота стель в приміщенні, теплоізоляційні характеристики підлог, стін і покрівлі. При виконанні підлогового опалення в якості додаткового, сумарний обсяг тепловтрат доцільно визначати у формі відсоткового співвідношення. При розрахунках величини F обліку підлягає тільки ділянка підлоги, яка бере участь в процесі обігріву приміщення. На ділянках розташування предметів інтер'єру і меблів слід залишати вільні зони шириною близько 50 сантиметрів.

Для визначення середньої температури теплоносія в умовах нагрівального контуру використовується формула:

$$\Delta T = (T_R + T_O) / 2, \quad (7.2)$$

де T_R – температурний показник на ділянці входу в нагрівальний контур;

T_O – температурний показник на ділянці виходу з нагрівального контуру.

Рекомендовані температурні параметри в °С на вхід і вихід для стандартного теплоносія становлять: 55–45, 50–40, 45–35, 40–30. Слід враховувати, що температурний показник на подачу не може бути вище 55 °С, з умовою температури на зворотний контур з різницею в 5 °С.

Відповідно до отриманих величинами G і T виконується підбір діаметра і кроку для монтажу труб. Зручно використовувати спеціальну таблицю (рис. 7.1).

Тип покриття підлоги: паркет, середньої товщини - R = 0,1 м ² К/Вт														
t _в , °С	t _п , °С	Значення g і t при кроці розкладки труби b, м												
		0,10		0,15		0,20		0,25		0,30		0,35		
		g, Вт/м ²	t _п , °С	g, Вт/м ²	t _п , °С	g, Вт/м ²	t _п , °С	g, Вт/м ²	t _п , °С	g, Вт/м ²	t _п , °С	g, Вт/м ²	t _п , °С	
50	12	126	23,3	110	21,8	98	20,8	91	20,1	84	19,5	78	19,1	
	16	113	26,1	98	24,8	88	23,9	81	23,3	76	22,8	70	22,3	
	t _в /t _п	18	106	27,5	92	26,2	83	25,4	76	24,8	71	24,3	66	25,5
	20	100	28,9	97	27,8	78	27,0	72	26,4	67	26,0	62	29,6	
	55/45	25	83	32,4	72	31,4	65	30,8	60	30,3	56	30,0	51	33,6
45	12	110	21,8	96	20,5	86	19,7	79	19,1	74	18,6	68	18,1	
	16	97	24,7	84	23,5	76	22,8	70	22,2	65	21,8	60	21,4	
	t _в /t _п	18	90	26,0	78	25,0	70	24,3	65	23,8	60	23,4	56	23,0
	20	83	27,4	72	26,4	65	25,8	60	25,3	56	25,0	51	24,6	
	50/40	25	67	31,0	58	30,2	52	29,7	48	29,3	45	29,0	42	28,7
40	12	93	20,3	81	19,2	73	18,5	67	18,0	62	17,6	58	17,1	
	16	80	23,1	70	22,2	62	21,6	58	21,1	54	20,8	50	20,4	
	t _в /t _п	18	73	24,5	64	23,7	57	23,1	53	22,7	49	22,4	45	22,0
	20	67	26,0	58	25,2	52	24,7	48	24,3	45	24,0	42	23,7	
	45/35	25	50	29,5	44	28,9	39	28,5	36	28,2	34	28,0	31	27,8
35	12	77	18,9	67	18,0	60	17,4	55	17,0	52	16,6	48	16,3	
	16	63	21,6	55	20,9	49	20,4	45	20,1	42	19,8	39	19,5	
	t _в /t _п	18	57	23,1	50	22,4	44	22,0	41	21,7	38	21,4	35	21,2
	20	50	24,5	44	23,9	39	23,5	36	23,2	34	23,0	31	22,8	
	40/30	25	33	27,5	29	27,6	26	27,3	24	27,1	22	27,0	20	26,8

Рисунок 7.1 – Розрахунок теплового потоку для теплої підлоги в залежності від матеріалу підлогового покриття

8 ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВІДІВ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Гідравлічний розрахунок системи опалення полягає у визначенні діаметрів трубопроводів при відомих навантаженнях теплового потоку та перепаді тисків.

У курсовому проєкті пропонується використовувати метод розрахунку за питомими втратами тисків. Гідравлічний розрахунок починають з побудови аксонометричної схеми системи опалення, на якій наводять усі необхідні для розрахунку дані:

– розрахункове циркуляційне кільце розбивають на розрахункові ділянки – відрізки трубопроводу одного діаметра з постійним тепловим потоком, які також нумерують і на них указують довжину в метрах і витрату теплоносія;

– на кожному нагрівальному приладі проставляють теплові потоки та кількість секцій.

Розрахунок починають із самої протяжної і навантаженої ділянки.

Як відомо з гідравліки, при русі реальної рідини по трубах завжди мають місце втрати на подолання опору двох видів – тертя і місцевих опорів. Це можна виразити формулою:

$$\Delta H_{c.o.} = \Delta H_{дог} + \Delta H_{м.о.}, \text{ Па}, \quad (8.1)$$

де $\Delta H_{c.o.}$ – втрати тиску в системі опалення, Па;

$\Delta H_{дог}$ – втрати тиску за довжиною, Па;

$\Delta H_{м.о.}$ – втрати тиску на місцевий опір, Па.

Втрати тиску на подолання тертя на ділянці з постійною витратою рухомого середовища, а також незмінним діаметром визначають за формулою:

$$\Delta H_{дог} = \beta \cdot R \cdot l, \text{ Па}, \quad (8.2)$$

де R – питомі втрати тиску на тертя на 1 м трубопроводу, Па/м (додаток Б);

l – довжина ділянки, м;

β – коефіцієнт шорсткості. Для нових труб $\beta = 1$.

До місцевих опорів відносяться трійники, хрестовини, відводи, вентилі, крани, нагрівальні прилади і т.д. Втрату тиску на подолання місцевих опорів знаходять за формулою:

$$\Delta H_{i.o.} = \Sigma \zeta \cdot H_0, \text{ Па}, \quad (8.3)$$

де $\Sigma \zeta$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів,

H_0 – динамічний тиск, що залежить від швидкості руху теплоносія по трубах і від щільності.

Величину $\Delta H_{м.о}$ можна також визначити за додатком В залежно від суми коефіцієнтів місцевих опорів та швидкості руху води на ділянках або за формулою:

$$Z = \sum \zeta \cdot (V^2/2 \cdot \gamma), \text{ Па}, \quad (8.4)$$

де $\sum \zeta$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів на розрахунковій ділянці;

γ – щільність середовища (приймаємо 977), кг/м³;

V – швидкість теплоносія, м/с.

Кількість води G , кг/рік, що протікає по кожній розрахунковій ділянці циркуляційного кільця, визначають за формулою:

$$G = (0,86 \cdot Q_m \cdot \beta_1 \cdot \beta_2) / \Delta t, \text{ кг/рік}, \quad (8.5)$$

де Q_m – теплове навантаження ділянки, Вт;

Δt – різниця температур теплоносія в подавальному і зворотному трубопроводах. Для двотрубною системи $\Delta t = 95 - 70 = 25$ °С;

β_1, β_2 – коефіцієнти, що враховують розташування приладу і послідовність за ходом руху теплоносія, ДБН В.2.5-67: 2013.

За знайденим значенням витрат теплоносія встановлюють дійсні втрати (R), діаметри трубопроводів (d), швидкість води (v) (дод. Б).

Діаметр слід вибирати так, щоб швидкість води зростала без різких стрибків у міру збільшення теплових потоків і не перевищувала допустимі величини за умови безшумної роботи системи:

Діаметр, d , мм	15	20	25	32	40	45
Швидкість, V , м/с	0,5	0,65	0,8	1	1,5	1,5

Мінімальна швидкість руху теплоносія повинна бути не менше 0,2 м/с.

Місцеві опори системи опалення записують у таблицю. Значення місцевих опорів приймають за додатком А.

Остаточні втрати тиску при гідравлічному розрахунку системи опалення беруть з 10 %-ним запасом на невраховані опори. Якщо ця умова не дотримується, то на окремих ділянках треба збільшити або зменшити діаметр трубопроводів, тим самим змінивши величину втрат тиску на ділянці.

Гідравлічний розрахунок системи опалення представляють у вигляді таблиці.

Таблиця 8.1 – Результати гідравлічного розрахунку

Номер діл.	Q, Вт	G, кг/ч	L, м	D, мм	V, м/с	R, Па/м	R · L, Па	$\Sigma \zeta$	Z, Па	R · L + Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Система опалення 1-го поверху										
1-2	30 284	1 302,212	5,6	23,2	0,86	81	453,6	7,25	2 595,79	3 049,39
2-3	7 114	305,902	4,9	18	0,33	71	347,9	2,75	149,94	497,84
3-4	1 093	46,999	21,2	14	0,08	34	720,8	12	42,21	763,01
4-3	1 093	46,999	21,2	14	0,08	34	720,8	10,25	36,05	756,85

Продовження таблиці 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3-2	7 114	305,902	4,9	18	0,33	71	347,9	2,75	149,94	497,84
2-1	30 284	1 302,212	5,6	23,2	0,86	81	453,6	7,25	2 595,79	3 049,39
										8 614,32
Система опалення 2-го поверху										
1-2	30 284	1 302,212	6,5	23,2	0,86	81	526,5	7,25	2 595,79	3 122,29
2-3	5 489	236,027	21	18	0,26	35	735	12,5	405,75	1 140,75
3-4	1 446	62,178	21,9	14	0,11	5	109,5	18,25	112,34	221,84
4-3	1 446	62,178	21,9	14	0,11	5	109,5	16,25	100,03	209,53
3-2	5 489	236,027	21	18	0,26	35	735	12,5	405,75	1 140,75
2-1	30 284	1 302,212	6,5	23,2	0,86	81	526,5	7,25	2 595,79	3 122,29
										8 957,47

Нев'язка: $\frac{8957,47 - 8614,32}{8957,47} \cdot 100 = 3,8 \leq 10\%$ отже, гідравлічний розрахунок

виконаний правильно.

Елементи системи опалення зводимо у специфікацію (табл. 8.2).

Таблиця 8.2 – Специфікація системи опалення

Поз.	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виготовлювач	Од. вимір.	Кі-сть	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Тепломеханічні рішення							
	Обладнання							
K1	Конденсаційний одноконтурний котел	7736900349 GB172i-		Buderus	шт.	1		
K2	Бак нагрівач води V = 300л	Logalux SU 300		Buderus	шт.	1		
K3	Мембранний розширювальний бак V = 50л, з комплектом підключення	0080432046 MAG 50 + 0089213328 MAG		Buderus	компл.	1		
K4	Розширювальний бак V = 25л, PN3,	NG 25		Reflex	шт.	2		
K5	Розподільний колектор до 5 опалювальних контурів			Meibes	шт.	1		
K6	Циркуляційний насос системи ГВП G = 0,1 м³/год, H = 3м, PN 10, Nel = 120 Вт, 1x230 В	UP 20-45 N150	95906472	Grundfos	шт.	1		
K7	Циркуляційний насос бака нагрівача води для ГВП G = 1,5 м³/год, H = 6 м, PN 10	UPS 25-120 180		Grundfos	шт.	1		
K8	Циркуляційний насос системи теплопостачання, вентиляційної установки G = 0,5 м³/год, H = 5 м, PN 10, Nel =149 Вт,	UPS 25-70 180	96621354	Grundfos	шт.	1		
K9	Циркуляційний насос системи «тепла підлога» G=0,5 м³/год, H=5 м, PN 10, Nel=149 Вт	UPS 25-70 180	96621354	Grundfos	шт.	1		
K10	Циркуляційний насос системи опалення G=1,3 м³/год, H=6 м, PN 10, Nel=235 Вт, 1x230 В	UPS 25-120 180	52588336	Grundfos	шт.	1		

Продовження таблиці 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
K11	Насосна група зі змішувачем без насоса (Покоління 7): термометр 2шт; трьохходовий кульковий кран, с рукояткою 1шт; трьохходовий кульковий кран з вбудованим зворотним клапаном 1шт; кульковий кран - 1шт; трьохходовий змішувач; теплоізоляція	D-MK	101.20.025.00	Meibes	шт.	1		
K12	Насосна група без змішувача, без насоса (Покоління 7): термометр 2шт; трьохходовий кульковий кран, с рукояткою 1шт; трьохходовий кульковий кран з вбудованим зворотним клапаном 1шт;	D-UK	101.10.025.00	Meibes	шт.	1		
K13	Насосна група без змішувача, без насоса (Покоління 7): термометр 2шт; трьохходовий кульковий кран, с рукояткою 1шт; трьохходовий кульковий кран з вбудованим зворотним клапаном 1шт;	D-UK	101.10.025.00	Meibes	шт.	1		
K14	Насосна група без змішувача, без насоса (Покоління 7): термометр 2шт; трьохходовий кульковий кран, с рукояткою 1шт; трьохходовий кульковий кран з вбудованим зворотним клапаном 1шт;	D-UK	101.10.025.00	Meibes	шт.	1		
K15	Сервомотор 3-х позиційний 220В		66341	Meibes	шт.	1		
K16	Перепускний клапан 0...0,5 бар		69070,5	Meibes	шт.	3		
K17	Фільтр пом'якшувач G = 0.8-1.2 м³/год, Nel= 30 Вт, 1x230В	FU 818 Cab		Ecosoft	шт.	1		
K18	Лічильник холодної води DN15, PN16, Qn = 1.5 м³/год, Qmax = 3.0 м³/год	JS		Powogaz	шт.	2		
K19	Твердопаливний водогрійний котел 35кВт				шт.	1		

Продовження таблиці 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
K20	Термозмішувальний вузол Laddomat 21-60, PN6, Твідкр. = 78 °С в комплекті з термостатом димоходу 5–300 °С	Laddomat 21-60		Laddomat	компл.	1		
K21	Група безпеки	KSG		Afriso	шт.	1		
K22	Буферний бак твердопаливного котла V = 500л, PN 3бар, Tmax = 95 °С	ВТА-4		Теплобак	шт.	1		
K23	Ємність поліетиленова горизонтальна овальна V = 100л	ГК 100 R КД Овал		Фото Європласт	шт.	1		
	Вироби:							
1	Кран кульковий муфтовий DN40, PN 40, Tmax = 150 °С	Base VT 214		Valtec	шт.	4		
2	Кран кульковий муфтовий DN32, PN 40, Tmax =150 °С	Base VT 214		Valtec	шт.	6		
3	Кран кульковий муфтовий DN25, PN 40, Tmax = 150 °С	Base VT 214		Valtec	шт.	15		
4	Кран кульковий муфтовий DN20, PN 40, Tmax = 150 °С	Base VT 214		Valtec	шт.	12		
5	Кран кульковий муфтовий DN15, PN 40, Tmax =150 °С	Base VT 214		Valtec	шт.	8		
6	Фільтр механічного очищення DN40, PN 16, Tmax = 150 °С	VT 192		Valtec	шт.	1		
7	Фільтр механічного очищення DN32, PN 16, Tmax = 150 °С	VT 192		Valtec	шт.	2		
8	Фільтр механічного очищення DN25, PN 16, Tmax =150 °С	VT 192		Valtec	шт.	2		

Продовження таблиці 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	Фільтр механічного очищення DN20, PN 16, T _{max} = 150 °C	VT 192		Valtec	шт.	1		
10	Клапан зворотний лепестковий DN32				шт.	1		
11	Клапан зворотний муфтовий DN32, PN 32, T _{max} = 100 °C	VT.161		Valtec	шт.	1		
12	Клапан зворотний муфтовий DN25, PN 32, T _{max} = 100 °C	VT.161		Valtec	шт.	3		
13	Клапан зворотний муфтовий DN20, PN 32, T _{max} = 100 °C	VT.161		Valtec	шт.	1		
14	Клапан запобіжний DN15, P _{сер} = 3бар, P = 1–12бар	VT.1831		Valtec	шт.	1		
15	Підживлювальний клапан 1/2"	VT.515.N.04		Valtec	шт.	1		
16	Повітровідвідник автоматичний	VT.502		Valtec	шт.	16		
17	Термостатичний запобіжний клапан DN20, t _{сер} = 93 °C, T _{max} = 110 °C	STS.S		WATTS	шт.	1		
18	Ручний балансувальний клапан DN20	USV-I		Danfoss	шт.	4		
19	Манометр загального призначення ДМ 05100, 1.0 МПа, клас точності 1.0, M20x1.5	ТУ 33.2-14307481-031:2005		«Стеклопакет»	шт.	17		
20	Кран трьохходовий литий виконання 1 (для манометра)	ТУ У 29.1-14307481-049:2009-889.002-91		«Стеклопакет»	шт.	17		
21	Термометр біметалевий трубний ТБТ-63 0....+120-2.5	ТУ У 33.2-14307481-033:2005		«Стеклопакет»	шт.	10		

Закінчення таблиці 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Матеріали							
1	Труба сталева водогазопровідна Ду40 × 3,5	ГОСТ 3262-75			м.п.	10		
2	Труба поліпропіленова стабілізована Dn40 × 5,5	ЕКОPLASTIK STABI PLUS		Ekoplastik	м.п.	15		
3	Труба поліпропіленова стабілізована Dn32 × 4,4	ЕКОPLASTIK STABI PLUS		Ekoplastik	м.п.	30		
4	Труба поліпропіленова стабілізована Dn25 × 3,5	ЕКОPLASTIK STABI PLUS		Ekoplastik	м.п.	2		
5	Труба поліпропіленова стабілізована Dn20 × 2,8	ЕКОPLASTIK STABI PLUS		Ekoplastik	м.п.	2		
6	Трубна теплоізоляція Ду48 × 13	AL CLAD		K-FLEX	м.п.	10		
7	Трубна теплоізоляція Ду42 × 13	AL CLAD		K-FLEX	м.п.	15		
8	Трубна теплоізоляція Ду35 × 13	AL CLAD		K-FLEX	м.п.	30		
9	Трубна теплоізоляція Ду28 × 13	AL CLAD		K-FLEX	м.п.	2		
10	Покриття AL CLAD (самоклеюче)	AL CLAD		K-FLEX	м2	8		
11	Клей K414 (2,6 л)	K 414		K-FLEX	шт.	2		
12	Стрічка 50 × 25	K 414		K-FLEX	шт.	4		
13	Коаксіальний горизонтальний комплект AZB 918, Ø80/125 мм,			Buderus	компл.	1		
14	Метал для кріплення				кг	50		

9 ОБЛАДНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТУ

Тепловий пункт за наведеними нормами визначення – це комплекс пристроїв, які призначені для приєднання внутрішньобудинкових систем опалення, гарячого водопостачання, вентиляції до теплової мережі. Основною складовою цього комплексу є так званий регулятор теплової потужності системи опалення за погодними умовами.

В свою чергу, регулятор теплової потужності так само є комплексом пристроїв, в який входить електронний регулятор температури з під'єднаними до нього датчиками температури. Один з них – обов'язково датчик температури зовнішнього повітря, який встановлюється на стіні будівлі, зазвичай на її північній стороні. Інший – це датчик температури теплоносія, що надходить в систему теплоспоживання (систему опалення). Електронний регулятор, аналізує інформацію від датчиків температури та відповідним чином регулює витрату гарячого теплоносія, який надходить від тепломережі та зменшує його кількість до рівня, який дозволяє компенсувати наявні на поточний момент часу тепловтрати будинку.

Теплові пункти розрізняються за кількістю та типом підключених до них систем теплоспоживання, індивідуальні особливості яких визначають теплову схему і характеристики обладнання теплового пункту, а також за типом монтажу та особливостям розміщення обладнання в приміщенні теплового пункту.

Розрізняють такі види теплових пунктів:

1) індивідуальний тепловий пункт (ІТП). Використовується для обслуговування одного споживача (будівлі або її частини). Як правило, розташовується в підвальному або технічному приміщенні будівлі, однак, в силу особливостей обслуговуваної будівлі, може бути розміщений в окремій споруді;

2) центральний тепловий пункт (ЦТП) – тепловий пункт, до якого приєднані системи теплоспоживання двох і більше будівель (споруд). Використовується для обслуговування групи споживачів (будівель, промислових об'єктів). Частіше розташовується в окремій споруді, але може бути розміщений у підвальному або технічному приміщенні однієї з будівель;

3) блоковий тепловий пункт (БТП). Виготовляється в заводських умовах і поставляється для монтажу у вигляді готових блоків. Може складатися з одного або кількох блоків. Обладнання блоків монтується дуже компактно, як правило, на одній рамі. Зазвичай використовується при необхідності економії місця. За характером і кількістю підключених споживачів БТП може відноситись як до ІТП, так і до ЦТП.

Схема теплового пункту залежить, з одного боку, від особливостей споживачів теплової енергії, що обслуговуються тепловим пунктом, з іншого боку – від особливостей джерела, що постачає теплову енергію.

В обов'язковому порядку при оснащенні ІТП встановлюються прилади, регулюючі та враховують витрата тепла. На ІТП приймається і перетворюється

теплоносій, який потім розподіляється між споживачами. При цьому передбачені параметри теплоносія в опалювальних системах і вентиляції підтримуються автоматично.

Крім того, ІТП використовується для підтримки температури води в системах гарячого водопостачання, а також узгодження і стабілізації гідравлічних режимів у тепломережах.

ВИСНОВКИ

Опалення – штучний обігрів приміщень з метою відшкодування тепловтрат і підтримки температури повітря на заданому рівні. Вона повинна відповідати умовам теплового комфорту і / або вимогам технологічного процесу. Під опаленням розуміють також пристрої та системи, які виконують цю функцію.

Проектування системи опалення будинку – це не тільки розрахунок необхідних параметрів джерела тепла для відшкодування тепловтрат будинку, але і аналіз умов, в яких буде працювати система.

У нашому випадку система опалення складається з джерела теплової енергії тобто котла, магістралей трубопроводів, обладнання, що поширює тепло, тобто радіаторів які можуть працювати як окремо, так і в комбінації «тепла підлога», яку ми і використали у нашому курсовому проекті.

В ході виконання роботи ми отримали вихідні данні, які і дали нам змогу розпочати проектування системи опалення. Під час розробки системи були проведені наступні розрахунки: теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій, які включають в себе теплофізичні властивості матеріалів зовнішніх стін, вікон, дверей. На основі цього був підібраний теплоізоляційний матеріал, який відповідав всім заданим параметрам.

Наступним кроком був розрахунок тепловтрат підлоги, першого, та другого поверхів будівлі. Виходячи з цих даних ми розрахували теплову потужність системи опалення та підбрали джерело теплової енергії.

Після цього був проведений гідравлічний розрахунок системи опалення. На основі отриманих даних здійснювався підбір і розрахунок необхідної кількості опалювальних пристроїв (радіаторів), а також системи «тепла підлога».

Виходячи з усіх отриманих нами даних, нам вдалося повністю забезпечити будівлю потужною, інноваційною, автономною системою опалення горизонтального типу. Таким чином наш будинок може самостійно забезпечити себе необхідною кількістю тепла, не залежно від вибору системи опалення (радіаторів або системи «тепла підлога»).

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. – Чинний від 01.01.2014. – Київ : Мінрегіонбуд, 2013. – 141 с.
2. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель. – Чинний від 01.01.2017. – Київ : Міненергобуд, 2016. – 121 с.
3. ДБН В.2.2-9-2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. – Чинний від 01.01.2019. – Київ : Міненергобуд, 2018. – 134 с.
4. ДБН В.2.2-15-2019 Житлові будинки. Основні положення. – Чинний від 01.01.2020. – Київ : Міненергобуд, 2019. – 104 с.
5. ДБН В.2.6-31:2016 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – Чинний від 01.01.2017. – Київ : Міненергобуд, 2016. – 74 с.
6. ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія: – Чинний від 01.11.2011. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
7. ДСТУ Б А. 2.2 – 12: 2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції та ГВП. – Чинний від 01.08.2016. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. – 38 с.
8. Пирков В. В Особливості проектування сучасних систем водяного опалення / В. В. Пирков. – Київ : Такі справи, 2003. – 176 с.
9. Самойленко І. О. Енергетичний менеджмент та енергоефективність / І. О. Самойленко, О. Г. Гриб, А. О. Запорожець. – Харків : ФОП Бровін О. В., 2020. – 348 с.

ДОДАТОК А

Графічна частина проєкту

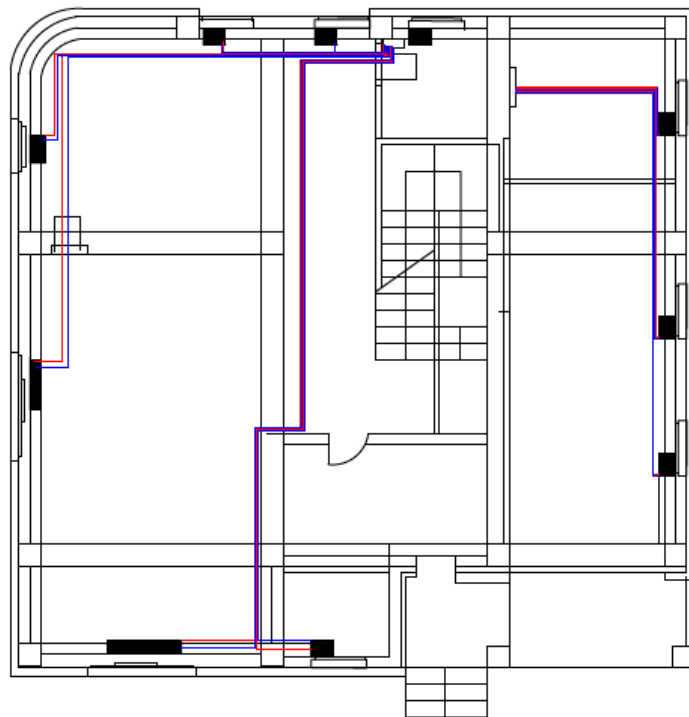


Рисунок А.1 – План першого поверху

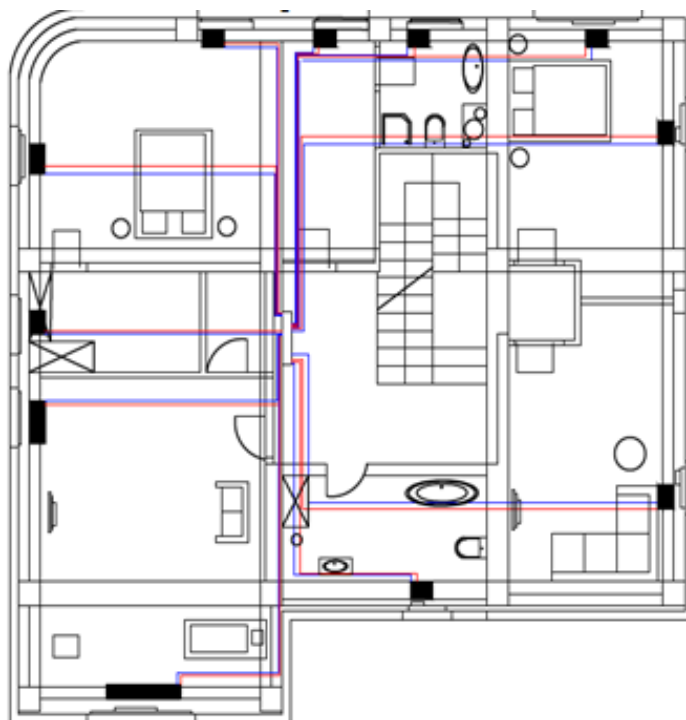


Рисунок А.2 – План другого поверху

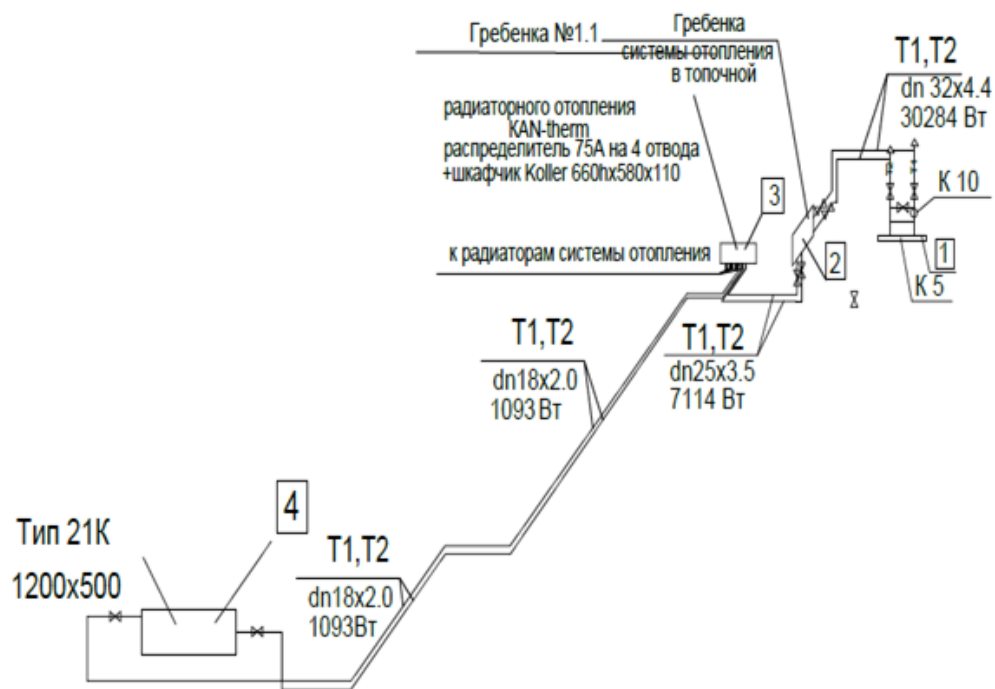


Рисунок А.3 – Аксонометрична схема системи опалення першого поверху

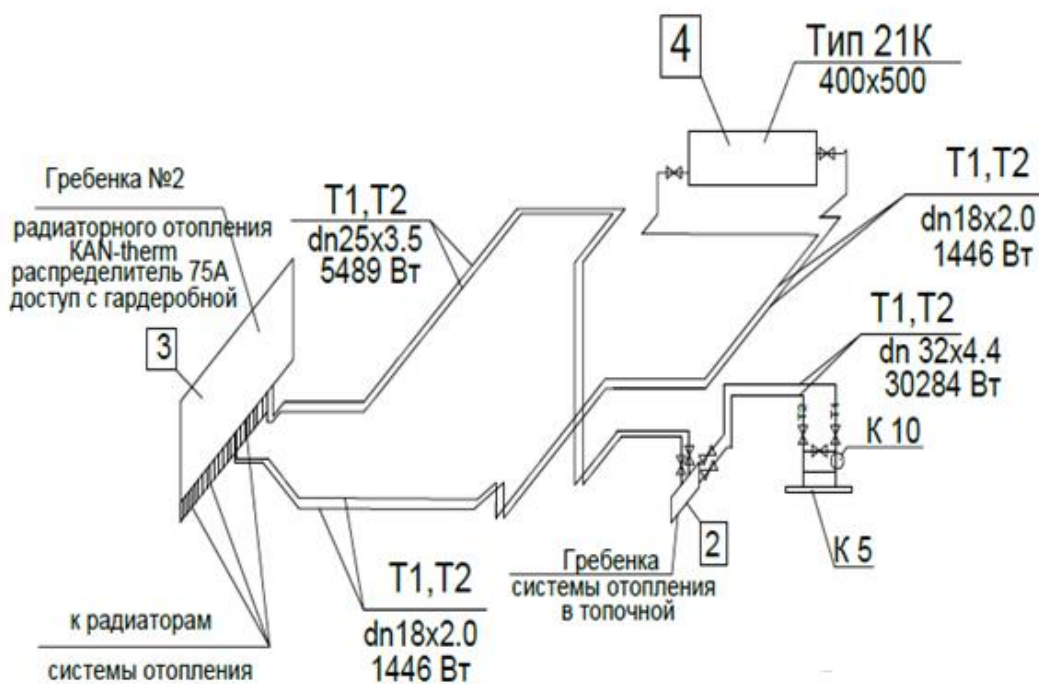


Рисунок А.4 – Аксонометрична схема системи опалення другого поверху

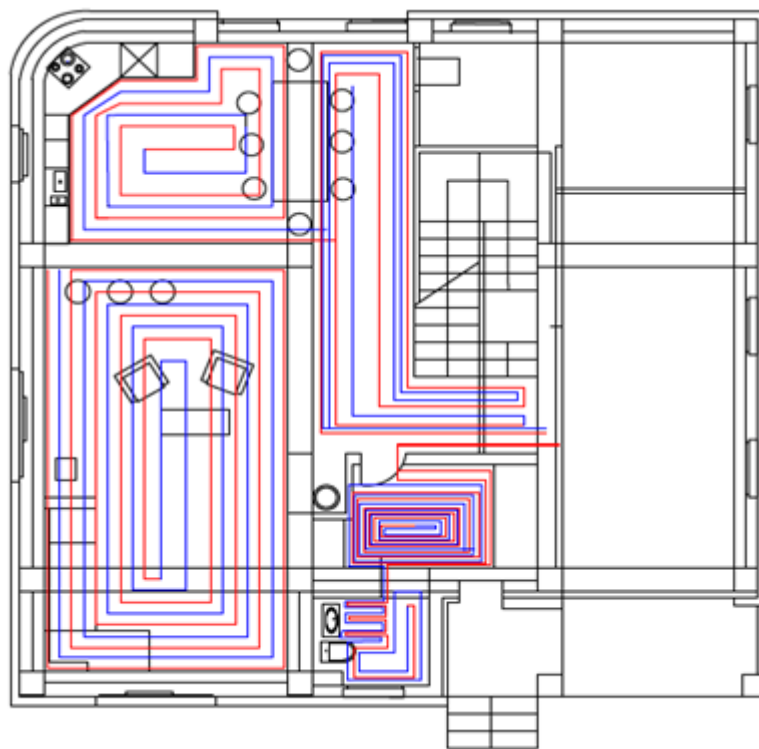


Рисунок А.5 – Схема розміщення теплої підлоги

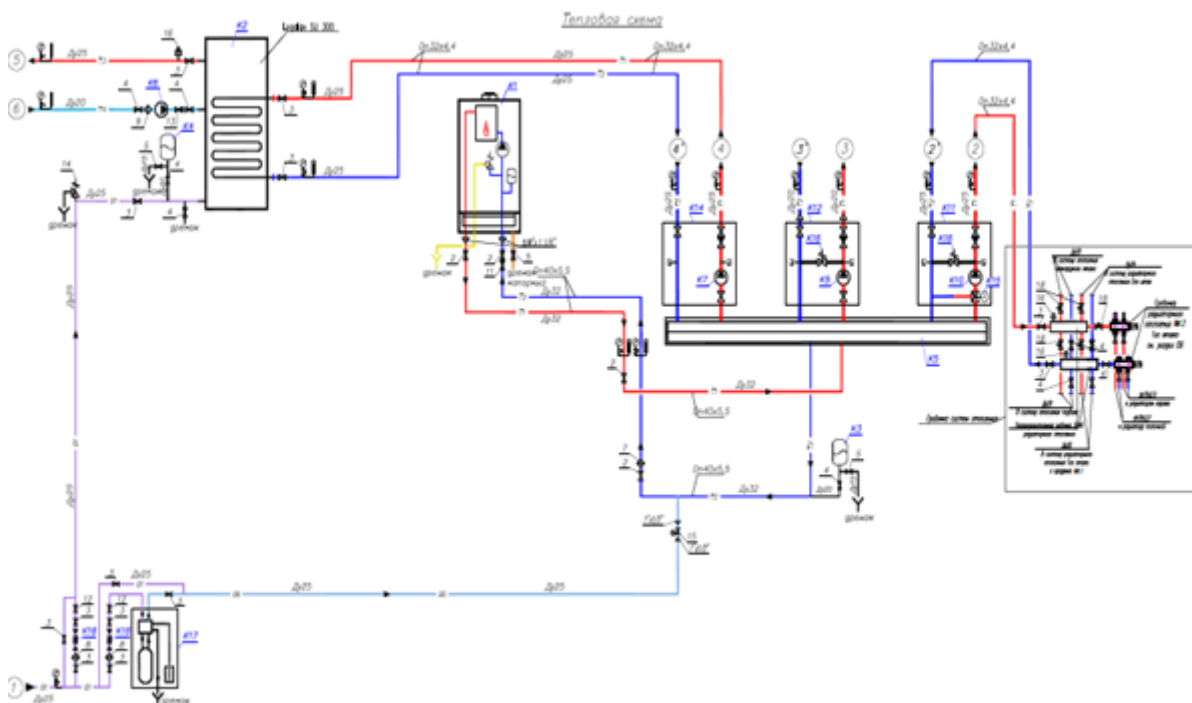


Рисунок А.6 – Схема індивідуального теплового пункту будинка

ДОДАТОК Б

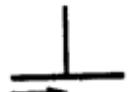
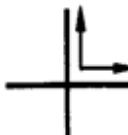

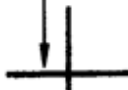

Місцевий опір	Значення ζ при умовному проході труб, мм						
	10	15	20	25	32	40	50 і більше
Радіатори двоколонні	2	2	2	2	2	2	2
Котли							
чавунні	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
сталеві	2	2	2	2	2	2	2
Раптове розширення (відноситься до великої v)	1	1	1	1	1	1	1
Раптове звуження (відноситься до великої v)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Відступи	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Трійники							
трьохходові (схема I)	1	1	1	1	1	1	1
							
поворотні на відгалуження (схема II)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
							
на протитоку (схема III)	3	3	3	3	3	3	3
							
Хрестовини							
прохідні (схема IV)	2	2	2	2	2	2	2
							
поворотні (схема V)	3	3	3	3	3	3	3
							
Компенсатори:							
П-подібні і ліроподібні	2	2	2	2	2	2	2
сальникові	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Вентилі:							
звичайні	20	16	10	9	9	8	7
прямоточні	3	3	3	3	2,5	2,5	2
Крани:							
прохідні	5	4	2	2	2	—	—
подвійного регулювання з циліндричною пробкою	5	4	2	2	2	—	—
Засувки паралельні	—	—	—	0,5	0,5	0,5	—
Відводи:							
90° і вутка	2	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
подвійні вузкі	2	2	2	2	2	2	2
широкі	1	1	1	1	1	1	1
Скоби	4	3	2	2	2	2	2

Рисунок Б.1 – Коефіцієнти ζ місцевих опорів (приблизні значення)

ДОДАТОК В

Втрати тиску на тертя на 1 м, Па	Кількість води що проходить, кг/год (верхній рядок), і швидкість руху води, м/с (нижній рядок), по трубах сталевим водогазопровідним умовним проходом, мм													
	легким							звичайним						
	10	15	20	25	32	40	50	10	15	20	25	32	40	50
0,5	2,3 0,005	5,8 0,008	19 0,014	51,9 0,024	121 0,033	161 0,033	288 0,036	2,0 0,005	5,0 0,007	17 0,014	46,1 0,023	117 0,033	154 0,033	274 0,035
0,55	2,5 0,005	6,4 0,009	20,9 0,016	57,1 0,026	125 0,034	162 0,034	303 0,037	2,2 0,005	5,5 0,008	18,7 0,015	50,7 0,025	121 0,034	159 0,034	288 0,037
0,6	2,8 0,006	7,0 0,009	22,8 0,017	62,2 0,029	127 0,035	171 0,035	319 0,039	2,4 0,006	6,0 0,009	20,4 0,016	55,3 0,027	124 0,035	168 0,036	303 0,039
0,65	3,0 0,006	7,6 0,01	24,7 0,019	67,4 0,031	129 0,035	174 0,036	333 0,041	2,6 0,006	6,5 0,009	22,1 0,018	59,9 0,029	127 0,036	172 0,037	317 0,041
0,7	3,2 0,007	8,1 0,011	26,6 0,020	72,6 0,034	135 0,036	175 0,036	347 0,043	2,8 0,006	7,0 0,01	23,8 0,019	64,5 0,032	131 0,037	173 0,037	329 0,042
0,75	3,5 0,007	8,7 0,012	28,6 0,022	78,5 0,036	139 0,037	181 0,037	360 0,044	3,0 0,007	7,5 0,011	25,5 0,02	69,1 0,034	133 0,037	176 0,038	342 0,044
0,8	3,7 0,008	9,3 0,013	30,5 0,023	80,6 0,037	140 0,037	187 0,038	374 0,046	3,2 0,007	8,0 0,012	27,2 0,022	75,9 0,037	135 0,038	177 0,038	355 0,046
0,85	3,9 0,008	9,9 0,013	32,4 0,025	82,8 0,038	141 0,038	194 0,040	387 0,048	3,4 0,008	8,5 0,012	28,9 0,023	75,9 0,037	136 0,038	182 0,039	368 0,047
0,9	4,2 0,009	10,5 0,014	34,3 0,026	82,8 0,038	142 0,038	200 0,041	400 0,049	3,7 0,008	9,0 0,013	30,6 0,024	77,9 0,038	140 0,039	188 0,040	380 0,049
0,95	4,4 0,009	11,1 0,015	36,2 0,027	85,8 0,039	147 0,039	207 0,042	412 0,051	3,9 0,009	9,5 0,014	32,3 0,026	80,0 0,039	143 0,040	194 0,041	392 0,050
1,00	4,6 0,010	11,6 0,016	38,1 0,029	87,1 0,040	153 0,041	213 0,043	424 0,052	4,1 0,009	10,0 0,015	34,0 0,027	82,0 0,040	147 0,041	199 0,043	403 0,052
1,10	5,1 0,011	12,8 0,017	41,9 0,032	89,3 0,041	155 0,042	225 0,046	448 0,055	4,5 0,010	11,0 0,016	37,4 0,030	84,0 0,041	150 0,042	211 0,045	426 0,055
1,2	5,5 0,012	14,0 0,019	45,7 0,035	91,5 0,042	163 0,044	237 0,048	469 0,058	4,9 0,011	12,0 0,017	40,8 0,033	86,1 0,042	154 0,043	222 0,047	445 0,057
1,3	6,0 0,013	15,1 0,020	49,5 0,037	93,6 0,043	171 0,046	246 0,050	490 0,061	5,3 0,012	13,0 0,019	44,2 0,035	88,1 0,043	161 0,045	231 0,049	466 0,060
1,4	6,5 0,014	16,3 0,022	53,3 0,040	95,8 0,044	177 0,047	257 0,052	511 0,063	5,7 0,013	14,0 0,020	47,6 0,038	90,2 0,044	167 0,047	241 0,052	486 0,062
1,5	6,9 0,015	17,5 0,024	57,7 0,044	97,9 0,045	184 0,049	267 0,055	531 0,066	6,1 0,014	15,0 0,022	51,0 0,041	92,2 0,045	174 0,049	250 0,054	505 0,065
1,6	7,4 0,016	18,6 0,025	59,0 0,045	100 0,046	191 0,051	277 0,057	551 0,068	6,5 0,015	16,0 0,023	54,4 0,044	94,2 0,046	180 0,050	260 0,056	523 0,067
1,7	7,8 0,017	19,8 0,027	60,3 0,046	102 0,047	198 0,053	287 0,059	570 0,070	6,9 0,016	17,0 0,025	57,2 0,046	96,3 0,047	186 0,052	268 0,057	541 0,069

Рисунок В.1 – Таблиці для гідравлічного розрахунку систем опалення трубопроводів водяного опалення при перепадах температури води в системі 95–70 °С, 105–70 °С і $K_m = 0,2$ мм

1,8	8,3 0,018	20,9 0,028	61,7 0,047	103 0,048	205 0,055	296 0,060	588 0,073	7,3 0,017	18,0 0,026	58,4 0,047	98,3 0,048	193 0,054	277 0,059	559 0,072
1,9	8,8 0,019	22,1 0,030	63,0 0,048	105 0,049	211 0,056	305 0,062	606 0,075	7,7 0,017	19,0 0,028	59,7 0,048	100 0,049	199 0,055	286 0,061	576 0,074
2,0	9,2 0,020	23,3 0,032	64,3 0,049	107 0,049	217 0,058	314 0,064	623 0,077	8,1 0,018	20,0 0,029	60,9 0,049	102 0,050	204 0,057	294 0,063	592 0,076
2,2	10,1 0,022	25,6 0,035	67,0 0,051	108 0,051	230 0,061	332 0,068	655 0,081	8,9 0,020	22,0 0,032	62,2 0,050	103 0,050	216 0,060	311 0,067	623 0,080
2,4	11,1 0,024	27,9 0,038	68,3 0,052	114 0,053	240 0,064	347 0,071	688 0,085	9,7 0,022	24,0 0,035	64,7 0,052	105 0,051	226 0,063	325 0,070	654 0,084
2,6	12,0 0,026	30,3 0,041	69,6 0,053	118 0,055	251 0,067	363 0,074	718 0,089	10,5 0,024	26,0 0,038	65,9 0,053	110 0,054	236 0,066	340 0,073	683 0,088
2,8	12,9 0,027	32,6 0,044	72,2 0,055	123 0,057	262 0,070	378 0,077	749 0,092	11,4 0,026	28,0 0,041	67,2 0,054	114 0,056	246 0,069	354 0,076	712 0,091
3,0	13,8 0,029	34,9 0,047	73,6 0,056	128 0,059	272 0,073	293 0,080	778 0,096	12,2 0,028	30,0 0,044	69,7 0,056	118 0,058	256 0,071	368 0,079	739 0,095
3,2	14,8 0,031	37,2 0,050	74,9 0,057	133 0,061	282 0,075	407 0,083	805 0,099	13,0 0,029	31,9 0,047	70,9 0,057	123 0,060	265 0,074	381 0,082	766 0,098
3,4	15,7 0,033	39,6 0,054	76,2 0,058	138 0,064	292 0,078	421 0,086	833 0,103	13,8 0,031	33,9 0,050	72,1 0,058	127 0,062	274 0,077	394 0,084	792 0,101
3,6	16,6 0,035	40,8 0,055	78,8 0,060	142 0,066	301 0,080	435 0,089	859 0,106	14,6 0,033	35,9 0,052	73,4 0,059	131 0,064	283 0,079	407 0,087	817 0,105
3,8	17,5 0,037	42,3 0,057	80,2 0,061	146 0,068	310 0,083	448 0,091	885 0,109	15,4 0,035	37,9 0,056	74,6 0,060	135 0,066	292 0,082	419 0,090	842 0,108
4,0	18,4 0,039	43,0 0,058	81,5 0,062	151 0,070	319 0,085	460 0,094	910 0,112	16,2 0,037	39,2 0,057	75,9 0,061	139 0,068	300 0,084	431 0,092	865 0,111
4,5	20,8 0,044	45,3 0,061	82,1 0,062	161 0,074	341 0,091	492 0,100	968 0,119	18,3 0,041	41,2 0,060	77,1 0,062	149 0,073	321 0,090	461 0,099	920 0,118
5,0	23,1 0,049	46,7 0,063	86,7 0,066	171 0,079	360 0,096	519 0,106	1025 0,126	20,3 0,046	43,3 0,063	80,3 0,064	158 0,077	339 0,095	486 0,104	974 0,125
5,5	25,4 0,054	48,2 0,064	91,6 0,069	179 0,083	379 0,101	546 0,112	1079 0,133	22,3 0,051	44,6 0,065	84,8 0,068	166 0,081	357 0,100	512 0,110	1026 0,131
6,0	27,7 0,059	49,7 0,067	95,7 0,072	188 0,087	398 0,106	573 0,117	1131 0,140	24,3 0,056	46,0 0,067	88,6 0,071	174 0,085	374 0,105	537 0,115	1076 0,138
6,5	30,0 0,064	51,2 0,069	100 0,076	197 0,091	416 0,111	599 0,122	1181 0,146	26,4 0,060	47,4 0,069	92,7 0,074	182 0,089	391 0,109	561 0,120	1123 0,144
7,0	31,8 0,068	52,6 0,071	104 0,079	205 0,095	433 0,116	624 0,127	1230 0,152	28,4 0,064	48,8 0,071	96,6 0,077	189 0,093	408 0,114	584 0,125	1169 0,150
7,5	32,7 0,070	54,1 0,073	108 0,082	213 0,099	449 0,120	648 0,132	1276 0,158	30,4 0,069	49,4 0,072	100 0,080	197 0,097	423 0,118	607 0,130	1214 0,155
8,0	33,6 0,072	54,9 0,074	112 0,084	221 0,102	465 0,124	671 0,137	1321 0,163	31,1 0,071	50,8 0,074	104 0,083	204 0,100	438 0,122	628 0,135	1256 0,161
8,5	34,1 0,073	56,3 0,076	116 0,088	228 0,106	481 0,129	693 0,141	1365 0,168	32,0 0,073	52,2 0,076	108 0,086	211 0,103	453 0,127	649 0,139	1298 0,166
9,0	35,1 0,075	57,8 0,078	120 0,091	236 0,109	496 0,133	715 0,146	1407 0,174	32,4 0,074	52,9 0,077	111 0,089	218 0,107	467 0,130	670 0,143	1338 0,171
9,5	36,0 0,077	59,3 0,080	124 0,094	243 0,112	511 0,136	736 0,150	1448 0,179	33,3 0,076	54,2 0,079	114 0,092	224 0,110	481 0,134	689 0,148	1378 0,176
10,0	36,5 0,078	60,0 0,081	127 0,096	250 0,115	525 0,140	756 0,154	1489 0,184	34,2 0,078	54,9 0,080	118 0,094	230 0,113	495 0,138	709 0,152	1416 0,181
11,0	37,9 0,081	60,4 0,082	134 0,101	262 0,121	552 0,147	795 0,162	1564 0,193	35,1 0,080	55,5 0,080	124 0,099	242 0,119	520 0,145	745 0,159	1487 0,191

Продовження рисунка В.1

12,0	38,8 0,083	63,1 0,086	140 0,106	275 0,127	578 0,155	833 0,170	1638 0,202	36,4 0,083	56,9 0,083	130 0,104	254 0,125	545 0,152	780 0,167	1558 0,200
13,0	40,2 0,086	66,0 0,089	147 0,111	287 0,133	604 0,161	869 0,177	1710 0,211	37,3 0,085	59,5 0,087	136 0,109	265 0,130	569 0,159	815 0,174	1626 0,208
14,0	41,2 0,088	68,8 0,093	153 0,116	299 0,138	629 0,168	905 0,185	1778 0,219	38,6 0,088	62,1 0,091	142 0,113	276 0,135	592 0,165	848 0,182	1691 0,217
15,0	42,1 0,090	71,5 0,097	159 0,120	310 0,144	652 0,174	939 0,192	1845 0,228	39,5 0,090	64,5 0,094	147 0,118	287 0,141	615 0,172	880 0,188	1754 0,225
16,0	43,0 0,092	74,1 0,100	164 0,124	322 0,149	675 0,180	972 0,198	1909 0,236	40,4 0,092	66,8 0,098	152 0,122	297 0,146	636 0,178	910 0,195	1815 0,233
17,0	44,0 0,094	76,6 0,104	170 0,129	332 0,154	698 0,186	1003 0,205	1971 0,243	41,3 0,094	69,1 0,101	157 0,126	307 0,150	657 0,184	940 0,201	1875 0,240
18,0	44,9 0,096	79,1 0,107	175 0,133	343 0,158	719 0,192	1034 0,211	2031 0,25	42,2 0,096	71,3 0,104	162 0,130	317 0,155	678 0,189	969 0,208	1932 0,248
19,0	46,3 0,099	81,5 0,110	180 0,137	353 0,163	740 0,198	1064 0,217	2090 0,258	43,0 0,098	73,5 0,107	167 0,134	326 0,160	698 0,195	998 0,214	1988 0,255
20,0	46,8 0,100	83,8 0,114	186 0,140	363 0,168	761 0,203	1094 0,223	2147 0,265	43,9 0,100	75,6 0,110	172 0,138	335 0,164	717 0,200	1025 0,219	2042 0,262
22,0	47,3 0,101	88,1 0,119	195 0,148	381 0,176	799 0,214	1149 0,234	2255 0,278	44,5 0,101	79,5 0,116	181 0,145	352 0,173	753 0,210	1077 0,231	2145 0,275
24,0	49,6 0,106	92,4 0,125	204 0,155	399 0,185	837 0,224	1203 0,245	2361 0,291	45,5 0,103	83,4 0,122	189 0,152	369 0,181	789 0,220	1128 0,241	2246 0,288
26,0	51,9 0,110	96,5 0,131	213 0,162	417 0,193	873 0,233	1255 0,256	2462 0,304	47,6 0,108	87,1 0,127	198 0,158	385 0,189	823 0,230	1176 0,252	2342 0,300
28,0	54,0 0,115	100 0,136	222 0,168	434 0,200	908 0,243	1305 0,266	2560 0,316	49,6 0,112	90,7 0,132	206 0,165	401 0,196	856 0,239	1224 0,262	2435 0,312
30,0	56,2 0,120	104 0,141	230 0,175	450 0,208	942 0,252	1354 0,276	2654 0,328	51,5 0,117	94,2 0,138	214 0,171	416 0,204	888 0,248	1269 0,272	2525 0,323
32,0	58,1 0,124	108 0,146	239 0,181	466 0,215	975 0,260	1400 0,286	2745 0,339	53,4 0,121	97,6 0,142	221 0,177	430 0,211	919 0,257	1313 0,281	2611 0,335
34,0	60,1 0,128	112 0,151	246 0,187	481 0,222	1006 0,269	1446 0,295	2833 0,350	55,2 0,125	101 0,147	228 0,183	444 0,218	948 0,265	1355 0,290	2695 0,345
36,0	62,0 0,132	115 0,156	254 0,192	496 0,229	1037 0,277	1490 0,304	2919 0,360	56,9 0,129	104 0,152	236 0,189	458 0,225	978 0,273	1396 0,299	2777 0,356
38,0	63,9 0,136	119 0,161	262 0,198	510 0,236	1067 0,285	1532 0,313	3003 0,371	58,6 0,133	107 0,156	243 0,194	472 0,231	1006 0,281	1437 0,308	2856 0,366
40,0	65,7 0,140	122 0,165	269 0,204	524 0,242	1096 0,293	1574 0,321	3084 0,381	60,3 0,137	110 0,161	249 0,200	484 0,237	1033 0,289	1476 0,316	2934 0,376
45,0	69,8 0,149	130 0,176	286 0,216	557 0,257	1164 0,311	1672 0,341	3274 0,404	64,1 0,145	117 0,171	265 0,212	515 0,252	1097 0,306	1567 0,336	3115 0,399

Закінчення рисунка В.1

ДОДАТОК Г

Швидкість руху води, м/с	Втрати тиску, Па, при сумі коефіцієнтів місцевих опорів									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,010	0,05	0,10	0,15	0,19	0,24	0,29	0,34	0,39	0,44	0,49
0,015	0,11	0,22	0,33	0,44	0,55	0,66	0,77	0,88	0,99	1,10
0,020	0,19	0,39	0,59	0,78	0,98	1,17	0,37	1,56	1,76	1,96
0,025	0,30	0,61	0,92	1,22	1,53	1,83	2,14	2,44	2,65	3,06
0,030	0,44	0,88	1,32	1,76	2,20	2,64	3,08	3,52	3,96	4,40
0,035	0,60	1,20	1,80	2,39	2,99	3,59	4,19	4,79	5,39	5,99
0,040	0,78	1,56	2,35	3,13	3,91	4,69	5,48	6,26	7,04	7,82
0,045	0,99	1,98	2,97	3,96	4,95	5,94	6,93	7,92	8,91	9,90
0,050	1,22	2,24	3,67	4,89	6,11	7,33	8,56	9,78	11,0	12,2
0,055	1,48	2,96	4,44	5,92	7,39	8,87	10,4	11,8	13,3	14,8
0,060	1,76	3,52	5,28	7,04	8,80	10,6	12,3	14,1	15,8	17,6
0,065	2,06	4,13	6,19	8,26	10,33	12,4	14,5	16,5	18,6	20,7
0,070	2,39	4,79	7,18	9,58	12,0	14,4	16,8	19,1	21,6	24,0
0,075	2,75	5,50	8,25	10,1	13,7	16,5	19,2	22,0	24,7	27,5
0,080	3,13	6,26	9,39	12,5	15,6	18,8	21,9	25,0	28,2	31,5
0,085	3,53	7,06	12,6	14,1	17,7	21,2	24,7	28,3	31,8	35,3
0,090	3,96	7,92	11,8	15,8	19,8	23,8	27,7	31,7	35,6	39,6
0,095	4,41	8,82	13,2	17,6	22,1	26,5	30,9	35,3	39,7	44,1
0,10	4,89	9,78	14,7	19,6	24,4	29,3	34,2	39,1	44,0	48,9
0,105	5,39	10,8	16,2	21,6	26,9	32,3	37,7	43,1	48,5	53,9
0,110	5,91	11,8	17,7	23,7	29,6	35,5	41,4	47,3	53,2	59,2
0,115	6,46	12,9	19,4	25,9	32,3	38,8	45,3	51,7	58,2	64,7
0,120	7,04	14,1	21,1	28,2	35,2	42,2	49,3	56,3	63,4	70,4
0,125	7,64	15,3	22,9	30,0	38,2	45,8	53,5	61,1	74,3	82,6
0,130	8,26	16,5	24,8	33,0	41,3	49,6	57,8	66,1	74,3	82,6
0,135	8,91	17,8	26,7	35,6	44,5	53,5	62,4	71,3	80,2	89,1
0,140	9,58	19,2	28,7	38,3	47,9	57,5	67,1	76,7	86,2	95,8
0,145	10,3	20,6	30,8	41,1	51,4	61,7	71,9	82,2	92,5	102
0,150	11,7	23,5	35,2	47,0	58,7	70,5	82,2	94,0	105	117
0,155	11,7	23,5	35,2	47,0	58,7	70,5	82,2	94,0	105	117
0,160	12,5	25,0	37,5	50,1	62,6	75,1	87,6	100	113	125
0,165	13,3	26,6	40,0	53,2	66,5	79,9	93,2	106	120	133
0,170	14,1	28,3	42,4	56,5	70,6	84,8	98,9	113	127	141
0,175	15,0	30,0	45,0	60,0	75,0	90,0	104	120	135	150
0,180	16,7	33,5	50,2	67,0	83,7	100	117	133	150	167
0,185	15,8	31,7	47,5	63,4	89,2	95,0	111	127	143	158
0,190	17,6	35,3	53,0	70,6	88,2	105	123	141	159	176
0,195	18,6	37,2	55,8	74,3	93,0	111	130	148	167	186
0,200	19,6	39,1	58,7	78,2	97,8	117	136	156	176	195
0,205	20,5	41,1	61,6	82,2	102	123	143	164	184	205
0,210	21,6	43,1	64,7	86,2	107	129	151	172	194	215
0,215	22,6	45,2	67,8	90,6	112	135	158	180	203	226
0,220	23,7	47,5	71,0	94,6	118	142	166	189	213	237
0,225	24,7	49,5	74,2	99,0	123	148	173	198	223	247
0,230	25,9	51,7	77,6	103	129	155	181	207	233	259

Рисунок Г.1 – Втрати тиску на місцеві опори для розрахунку трубопроводів
водяного опалення

Швидкість руху води, м/с	Втрати тиску, Па, при сумі коефіцієнтів місцевих опорів									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,235	27,0	54,0	81,0	107	135	162	189	216	243	270
0,240	28,1	56,3	84,5	112	141	169	197	225	253	281
0,245	29,3	58,7	88,0	117	147	176	205	235	265	293
0,250	30,5	61,1	91,7	122	152	183	214	244	275	305
0,255	31,8	63,6	95,4	127	159	191	222	254	286	318
0,260	33,0	66,1	99,1	132	165	198	231	264	297	330
0,265	34,3	68,6	103	137	172	206	240	275	309	343
0,270	35,6	71,3	106	142	178	214	249	285	321	356
0,275	37,0	74,0	110	148	185	221	259	296	333	370
0,280	38,3	76,6	115	153	192	230	268	307	345	383
0,285	39,7	79,4	119	159	198	238	278	318	357	397
0,290	41,1	82,2	123	164	205	247	288	329	370	411
0,295	42,5	85,1	128	170	213	255	298	340	383	425
0,300	44,0	88,0	132	176	220	264	308	352	396	440
0,305	45,5	90,9	136	182	227	273	318	364	409	455
0,310	47,0	94,0	140	188	235	282	329	375	423	470
0,315	48,5	97,0	145	194	242	291	339	388	436	485
0,320	50,0	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,325	51,6	103	155	206	258	310	361	413	465	516
0,330	53,2	106	159	213	266	319	373	426	479	532
0,335	54,9	109	164	219	274	329	384	439	494	549
0,340	56,5	113	169	226	282	339	395	452	508	565
0,345	58,2	116	174	232	291	349	407	465	524	582
0,350	59,9	120	180	239	299	359	419	479	539	599
0,355	61,6	123	184	246	308	369	431	493	554	616
0,360	63,3	127	190	253	317	380	443	507	570	633
0,365	65,1	130	195	260	325	391	456	521	586	651
0,370	66,9	134	201	268	335	401	468	535	602	669
0,375	68,7	137	206	275	344	412	481	550	619	687
0,380	70,6	141	212	282	353	423	494	565	635	706
0,385	72,5	145	217	290	362	435	507	580	652	724
0,390	74,3	149	223	297	371	446	520	595	669	743
0,395	76,3	152	229	305	381	458	534	610	686	763
0,400	78,2	156	234	313	391	469	547	626	704	782
0,405	80,1	160	240	321	401	481	561	641	722	802
0,410	82,2	164	246	328	411	493	575	657	739	822
0,415	84,2	168	252	337	412	505	589	673	758	842
0,420	86,2	172	259	345	431	517	604	690	776	862
0,425	88,3	176	265	353	441	530	618	706	795	883
0,430	90,4	181	271	361	452	542	633	723	813	904
0,435	92,5	185	277	370	462	555	647	740	832	925
0,440	94,6	189	284	378	473	568	662	757	852	946
0,445	96,8	194	290	387	484	581	678	774	871	968
0,450	99,0	198	297	396	495	594	693	792	891	990
0,455	101	202	303	404	506	607	708	809	911	1012
0,460	103	207	310	414	517	621	724	827	931	1034
0,465	105	211	317	423	528	634	740	846	951	1057
0,470	107	216	324	431	540	648	756	864	972	1080

Продовження рисунка Г.1

ДОДАТОК Д

$t_t - t_s, ^\circ\text{C}$	Умовний діаметр, мм	Тепловіддача 1 м труби, Вт/м, при $t_t - t_s, ^\circ\text{C}$, через 1°C									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	10	30	30	31	32	32	34	35	35	36	37
		41	42	43	44	45	46	47	49	50	50
	15	38	38	39	41	41	43	44	44	45	46
		50	51	52	53	56	57	58	59	60	61
	20	47	49	50	51	52	53	54	56	57	58
		60	61	64	65	66	68	70	71	73	74
	25	59	60	62	64	65	67	68	70	72	73
		73	74	76	79	80	82	85	86	88	91
	32	74	76	78	80	82	84	86	88	91	92
		91	92	94	96	99	101	103	106	108	112
	40	85	86	88	91	93	96	97	99	101	103
		100	102	106	108	110	113	116	118	121	124
	50	106	108	111	114	117	120	123	125	128	131
		122	125	129	132	135	138	141	144	148	151
	60	10	38	38	39	41	42	42	43	44	44
52			52	53	54	56	57	58	59	60	62
15		47	49	50	51	52	53	55	55	56	57
		63	65	66	67	69	70	71	73	74	75
20		59	61	63	64	65	66	67	68	70	72
		77	79	80	81	83	85	86	88	89	92
25		74	76	78	79	81	83	85	86	88	89
		92	94	96	98	100	102	104	106	108	110
32		94	96	98	100	102	105	106	108	110	113
		114	115	118	121	123	125	128	130	132	135
40		107	109	111	114	116	119	121	123	125	128
		127	129	132	135	137	141	143	145	149	151
50		134	137	141	143	146	149	152	156	158	162
		155	157	160	164	167	171	174	177	182	185
70		10	46	48	49	49	50	51	52	52	53
	63		64	65	66	67	68	70	71	73	73
	15	59	60	61	63	64	65	66	67	68	70
		77	79	80	81	82	84	86	87	89	91
	20	74	75	77	78	80	81	83	84	86	87
		93	95	96	97	100	102	103	105	107	108
	25	93	94	96	97	100	101	103	107	107	109
		113	114	116	118	121	123	125	128	128	131
	32	117	119	121	123	125	128	130	133	135	137
		138	141	143	145	148	151	153	156	159	162
	40	132	135	137	140	143	145	148	151	152	154
		155	157	160	163	166	168	172	174	178	180
	50	165	167	171	174	178	180	185	187	191	194
		187	191	194	198	202	205	208	213	215	218
	80	10	56	57	58	58	59	60	61	63	64
75			75	78	79	80	81	82	84	85	86
15		71	72	73	74	75	77	78	79	81	81
		92	93	94	96	98	100	101	101	102	105
20		88	89	92	93	94	96	98	99	101	102
		109	111	114	115	117	120	121	123	125	127
25		110	113	114	116	119	120	122	124	125	128
		134	136	138	141	143	145	146	149	151	153
32		139	142	144	146	149	151	153	156	158	162
		164	166	170	172	174	178	180	182	186	188
40		158	160	165	166	169	173	174	177	180	182
		184	186	189	192	195	198	201	204	208	210
50		196	200	203	207	210	214	217	221	224	228
		223	227	230	235	238	242	246	250	253	257

Рисунок Д.1 – Тепловіддача 1 м труби

ДОДАТОК Ж

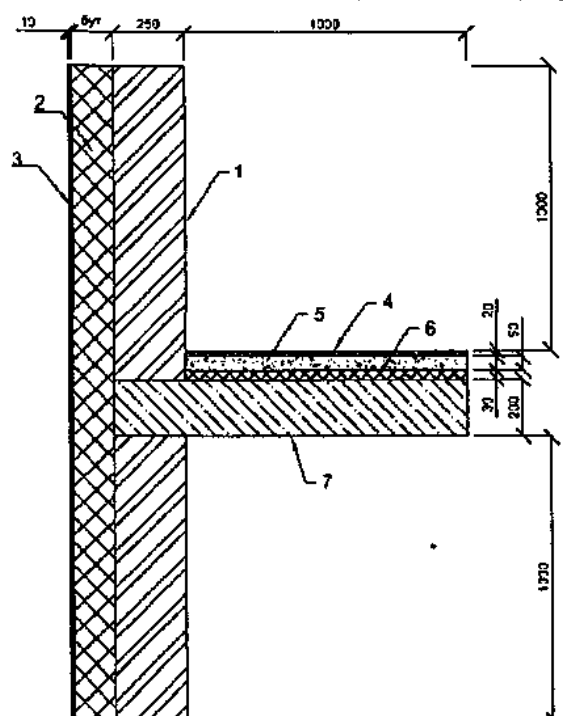
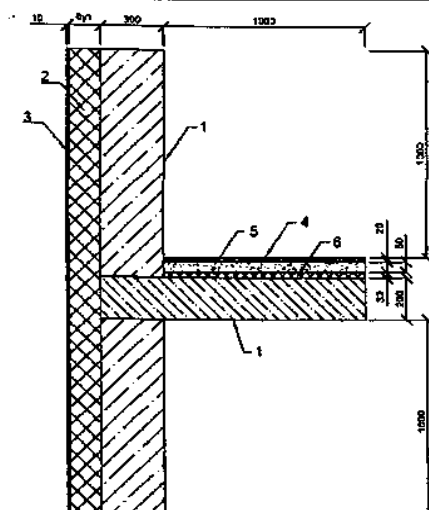
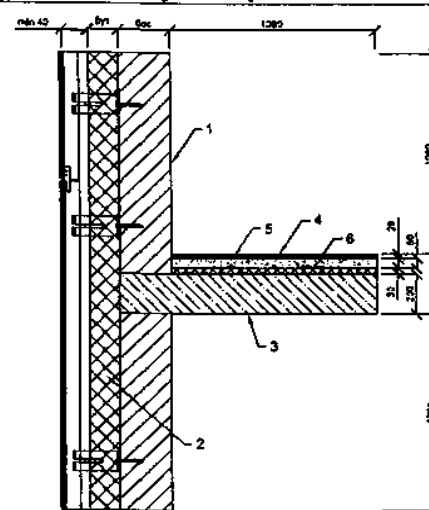
Ч.ч.	Тип теплопровідного включення, його характеристики	Лінійний коефіцієнт теплопередачі k , Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
		розрахункова теплопровідність λ , Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції $\delta_{ут}$		
1	2	3	4	5	6
1	Вузол примикання зовнішніх стін із цегли з опорядженням штукатуркою до міжповерхового перекриття		120 мм	150 мм	180 мм
	 <p style="margin-left: 20px;"> 1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; 5 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 6 – звукоізоляційний шар – мінераловатна плита, $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$. 7 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$. </p>	0,040	0,080	0,073	0,062
		0,045	0,087	0,082	0,069
		0,050	0,094	0,090	0,076

Рисунок Ж.1 – Значення лінійних коефіцієнтів теплопередачі лінійних теплопровідних включень

1	2	3	4	5	6
2	<p align="center">Вузол примикання зовнішніх стін із залізобетону з опорядженням штукатуркою до міжповерхового перекриття</p>  <p>1 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; 5 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 6 – звукоізоляційний шар – мінераловатна плита, $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$.</p>		120 мм	150 мм	180 мм
		0,040	0,090	0,074	0,062
		0,045	0,100	0,082	0,069
		0,050	0,110	0,090	0,076
3	<p align="center">Вузол примикання зовнішніх стін із вентиляваним повітряним прошарком до міжповерхового перекриття</p>  <p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ товщиною $\delta = 250 \text{ мм}$ або залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$ товщиною $\delta = 300 \text{ мм}$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 4 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; 5 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 6 – звукоізоляційний шар – мінераловатна плита, $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$.</p>		150 мм	200 мм	250 мм
		0,040	0,074	0,056	0,046
		0,045	0,082	0,063	0,051
		0,050	0,091	0,070	0,056

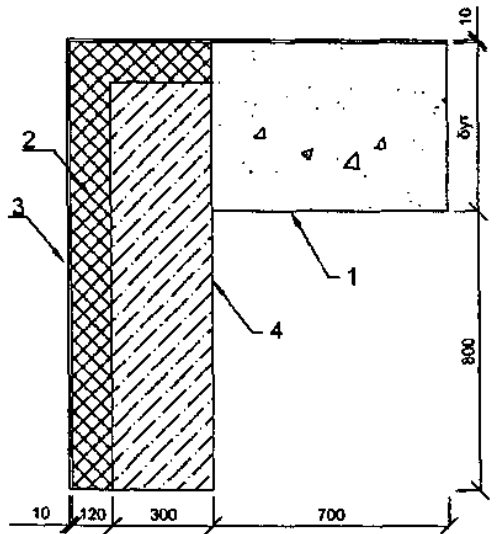
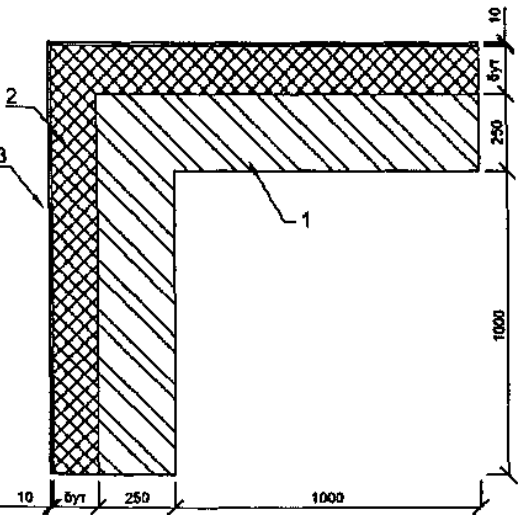
Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
4	Вузол примикання зовнішніх стін із ніздрюватого бетону до міжповерхового перекриття				
	<p> 1 – кладка з ніздрюватого бетону; 2 – теплоізоляційний матеріал; 3 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 4 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; 5 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 6 – звукоізоляційний шар – мінераловатна плита, $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$. </p>	марка бетону	300 мм	400 мм	500 мм
		D300	0,147	0,155	0,159
		D400	0,166	0,175	0,179
D500	0,184	0,193	0,196		
5	Вузол примикання зовнішніх стін із цегли з опорядженням штукатуркою до балконного перекриття				
	<p> 1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 4 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; 5 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 6 – звукоізоляційний шар – мінераловатна плита, $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$; 7 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$. </p>		120 мм	150 мм	180 мм
		0,040	0,839	0,797	0,758
		0,045	0,833	0,793	0,754
0,050	0,827	0,789	0,751		

Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
8	Вузол кутового сполучення зовнішніх стін із залізобетону та цегли з опорядженням штукатуркою				
	<p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$.</p>		120 мм	150 мм	180 мм
		0,040	0,159	0,136	0,121
		0,045	0,173	0,150	0,133
		0,050	0,187	0,162	0,145
9	Вузол кутового сполучення зовнішніх стін із залізобетону та цегли з вентиляльованим повітряним прошарком				
	<p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 3 – шар теплоізоляції.</p>		150 мм	200 мм	250 мм
		0,040	0,136	0,113	0,097
		0,045	0,150	0,124	0,107
		0,050	0,162	0,136	0,117

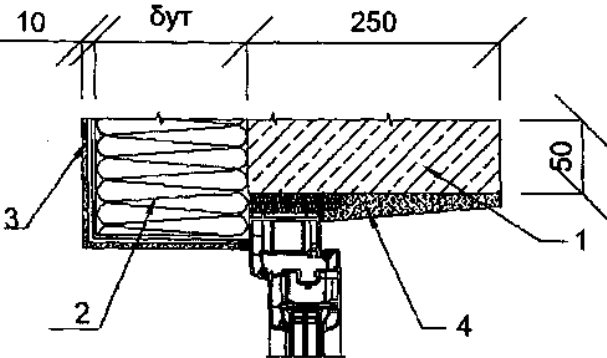
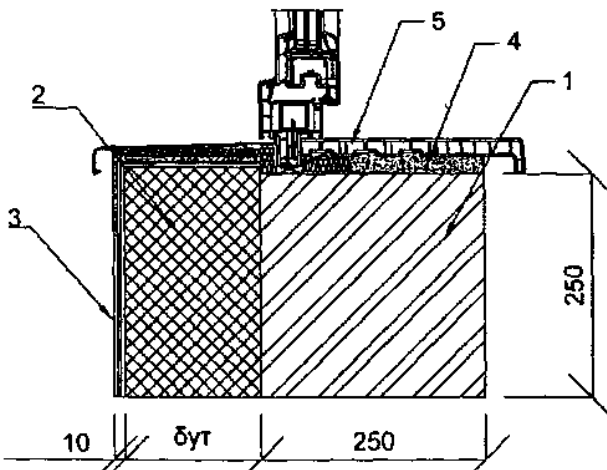
Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
10	Вузол кутового сполучення зовнішніх стін із залізобетону з утепленням та ніздрюватого бетону				
	 <p>1 – кладка з ніздрюватого бетону; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$.</p>	марка бетону	300 мм	400 мм	500 мм
		D300	0,174	0,200	0,222
		D400	0,178	0,205	0,228
		D500	0,182	0,210	0,234
11	Вузол кутового сполучення зовнішніх стін із цегли з опорядженням штукатуркою				
	 <p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$.</p>		120 мм	150 мм	180 мм
		0,040	0,131	0,115	0,103
		0,045	0,142	0,125	0,107
		0,050	0,152	0,135	0,121

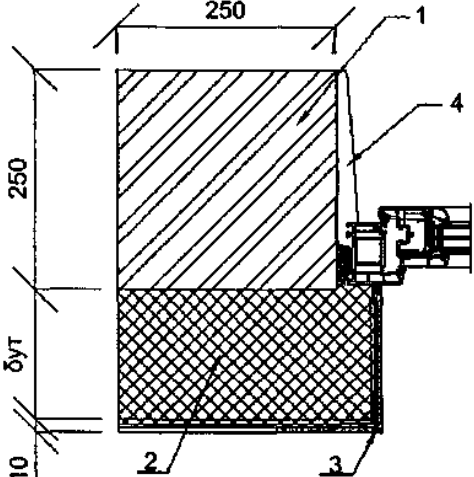
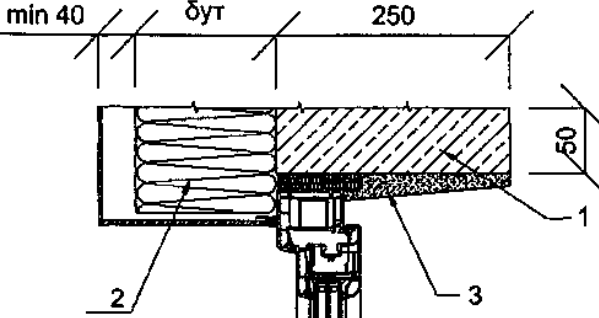
Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
12	<p align="center">Вузол кутового сполучення зовнішніх стін із цегли з вентиляваним повітряним прошарком</p> <p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції.</p>		150 мм	200 мм	250 мм
		0,040	0,115	0,096	0,084
		0,045	0,125	0,106	0,092
		0,050	0,135	0,114	0,100
13	<p align="center">Вузол кутового сполучення зовнішніх стін із ніздрюватого бетону</p> <p>1 – кладка з ніздрюватого бетону; 2 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$.</p>	марка бетону	300 мм	400 мм	500 мм
		D300	0,051	0,052	0,053
		D400	0,064	0,066	0,067
		D500	0,077	0,079	0,081

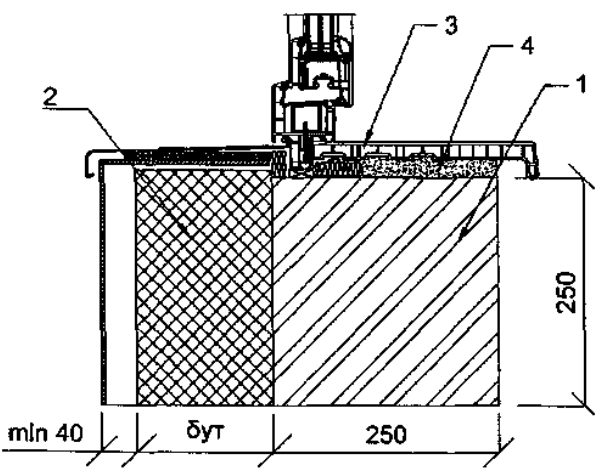
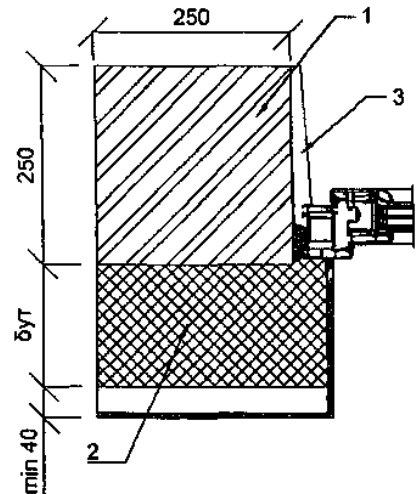
Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
14	<p>Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із цегли з опорядженням штукатуркою в зоні перемички</p>  <p>1 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.</p>		120 мм	150 мм	180 мм
		0,045±0,005	0,081	0,081	0,08
15	<p>Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із цегли з опорядженням штукатуркою в зоні підвіконня</p>  <p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 5 – ПВХ підвіконня.</p>		120 мм	150 мм	180 мм
		0,045±0,005	0,059	0,064	0,068

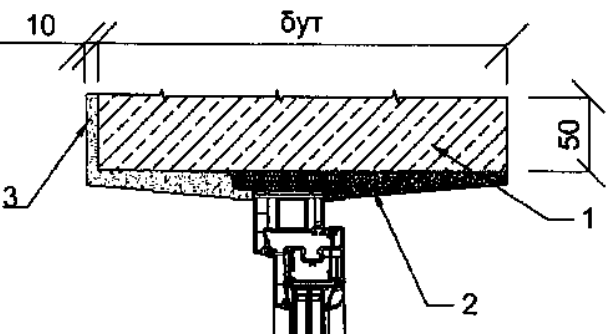
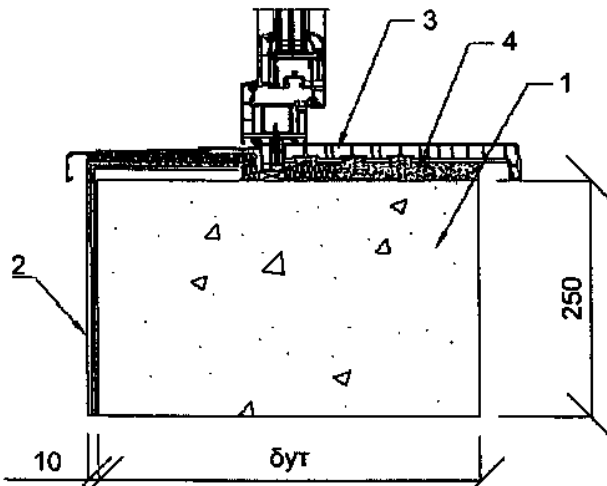
Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
16	<p>Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із цегли з опорядженням штукатуркою в зоні рядового сполучення</p>  <p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.</p>	<p>0,045±0,005</p>	<p>120 мм 0,068</p>	<p>150 мм 0,071</p>	<p>180 мм 0,073</p>
17	<p>Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із цегли з вентиляльованим повітряним прошарком в зоні перемички</p>  <p>1 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.</p>	<p>0,045±0,005</p>	<p>150 мм 0,063</p>	<p>200 мм 0,062</p>	<p>250 мм 0,062</p>

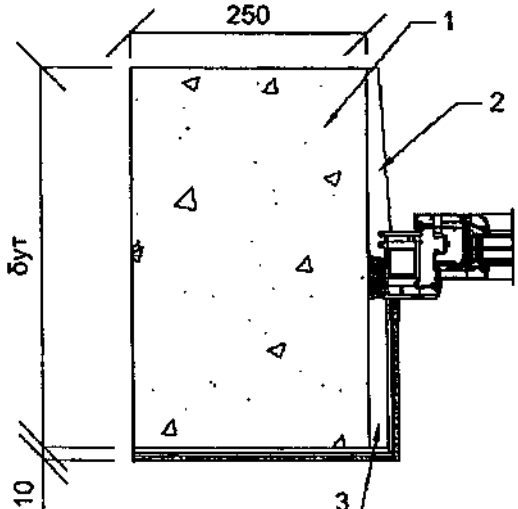
Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
18	<p>Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із цегли з вентиляльованим повітряним прошарком у зоні підвіконня</p>  <p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – ПВХ підвіконня; 4 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.</p>		150 мм	200 мм	250 мм
		0,045±0,005	0,035	0,041	0,046
19	<p>Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із цегли з вентиляльованим повітряним прошарком у зоні рядового сполучення</p>  <p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.</p>		150 мм	200 мм	250 мм
		0,045±0,005	0,049	0,053	0,058

Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
20	<p>Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із ніздрюватого бетону в зоні перемички</p>  <p>1 – перемичка з армованого ніздрюватого бетону, $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$; 2 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$.</p>	марка бетону	300 мм	400 мм	500 мм
		D800	0,075	0,091	0,101
21	<p>Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із ніздрюватого бетону в зоні підвіконня</p>  <p>1 – кладка з ніздрюватого бетону; 2 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 3 – ПВХ підвіконня; 4 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.</p>	марка бетону	300 мм	400 мм	500 мм
		D300 D400 D500	0,077	0,079	0,085

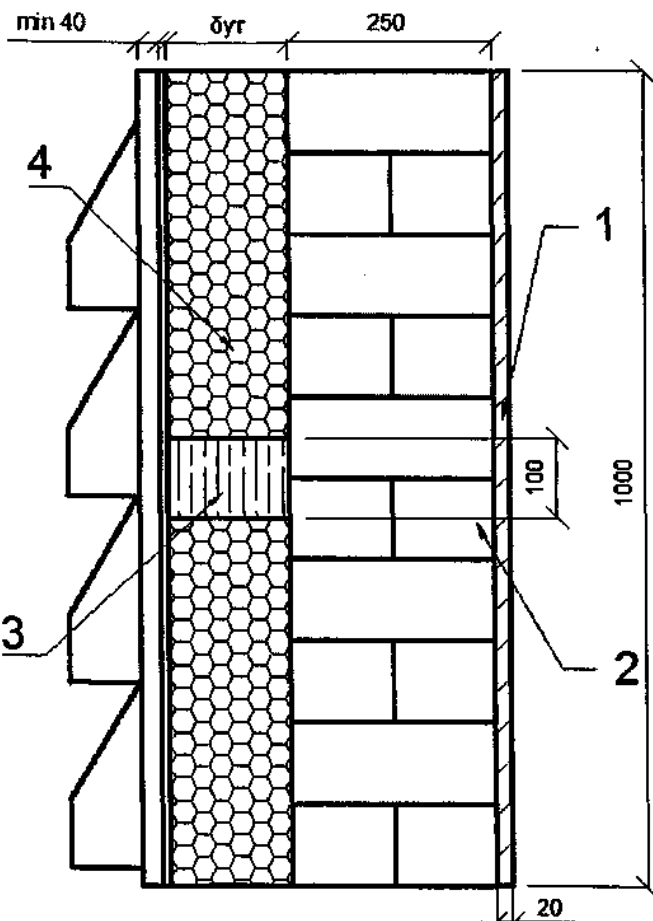
Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
22	<p align="center">Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із ніздрюватого бетону в зоні рядового сполучення</p>				
	 <p>1 – кладка з ніздрюватого бетону; 2 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$.</p>	<p align="center">марка бетону</p> <p align="center">D300 D400 D500</p>	<p align="center">300 мм</p> <p align="center">0,052</p>	<p align="center">400 мм</p> <p align="center">0,066</p>	<p align="center">500 мм</p> <p align="center">0,073</p>

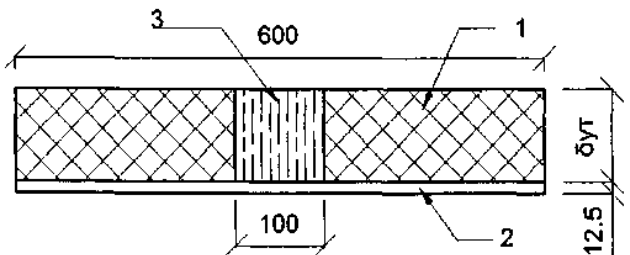
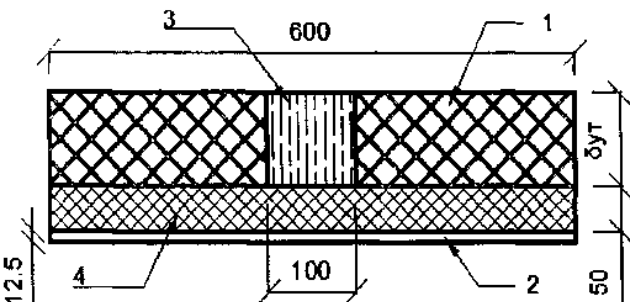
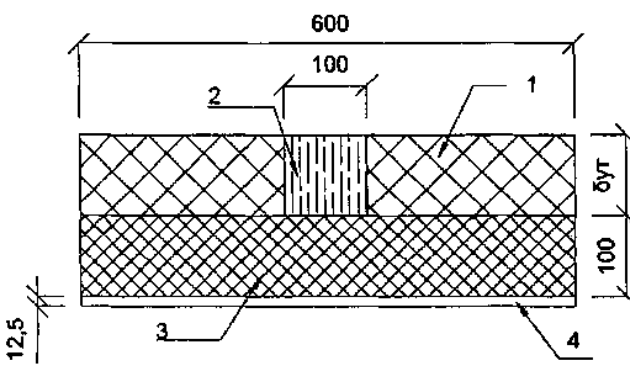
Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
23	<p align="center">Вузол примикання зовнішніх стін із тришарових панелей на онві важкого бетону до міжповерхового перекриття</p>				
			120 мм	150 мм	180 мм
		0,045±0,005	0,080	0,076	0,74

Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
24	<p align="center">Вузол влаштування зовнішніх стін із вентиляованим повітряним прошарком на основі дерев'яного каркаса</p>  <p>1 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 3 – дерев'яний брус, $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$; 4 – шар теплоізоляції.</p>		150 мм	200 мм	250 мм
		0,050±0,005	0,086	0,069	0,058

Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
25	Вузол примикання конструкції горищного даху з одношаровою теплоізоляцією до дерев'яної крокви				
	 <p>1 – шар теплоізоляції; 2 – гіпсокартонні плити, $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$; 3 – дерев'яна кроква, $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$.</p>	0,050±0,005	150 мм	200 мм	250 мм
26	Вузол примикання конструкції горищного даху з двошаровою теплоізоляцією до дерев'яної крокви та обрешіткою 50 мм				
	 <p>1 – шар теплоізоляції – основний; 2 – гіпсокартонні плити, $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$; 3 – дерев'яна кроква, $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$; 4 – шар теплоізоляції – додатковий.</p>	0,050±0,005	100 мм	150 мм	200 мм
27	Вузол примикання конструкції горищного даху з двошаровою теплоізоляцією до дерев'яної крокви та обрешіткою 100 мм				
	 <p>1 – шар теплоізоляції – основний; 2 – дерев'яна кроква, $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$; 3 – шар теплоізоляції – додатковий; 4 – гіпсокартонні плити, $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$.</p>	0,050±0,005	100 мм	150 мм	200 мм

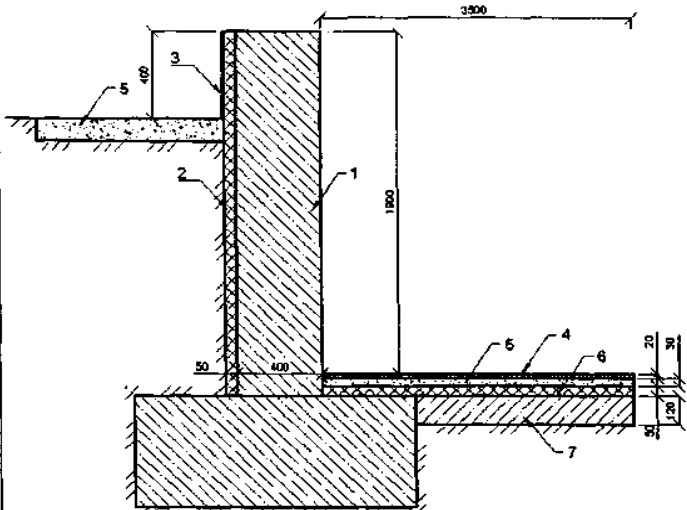
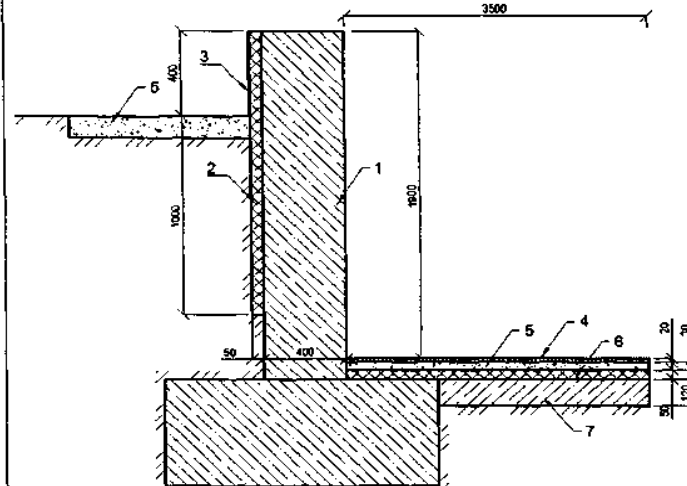
Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
28	<p>Вузол примикання конструкції горіщного даху з двошаровою теплоізоляцією до дерев'яної обрешітки товщиною 50 мм</p> <p>1 – шар теплоізоляції – основний; 2 – шар теплоізоляції – додатковий; 3 – дерев'яний елемент обрешітки, $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$; 4 – гіпсокартонні плити, $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$.</p>		100 мм	150 мм	200 мм
		0,050±0,005	0,022	0,016	0,012
29	<p>Вузол примикання конструкції горіщного даху з двошаровою теплоізоляцією до дерев'яної обрешітки товщиною 100 мм</p> <p>1 – шар теплоізоляції – основний; 2 – дерев'яний елемент обрешітки, $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$; 3 – шар теплоізоляції – додатковий; 4 – гіпсокартонні плити, $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$.</p>		100 мм	150 мм	200 мм
		0,050±0,005	0,022	0,016	0,012

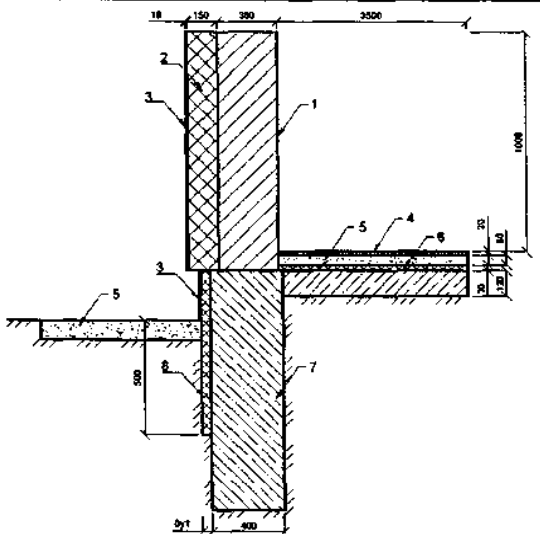
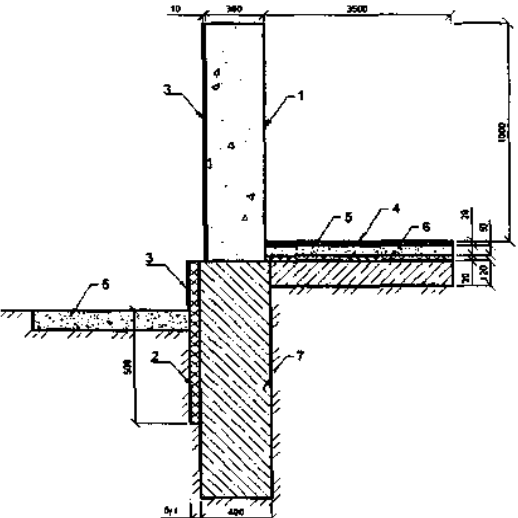
Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
30	Вузол примикання конструкції перекриття до внутрішньої стіни				
	<p>1 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; 3 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 4 – звукоізоляційний шар – мінераловатна плита, $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$.</p>		30 мм	50 мм	80 мм
		0,040	1,045	1,045	1,004
		0,045	1,028	1,032	0,994
	0,050	1,012	1,019	0,984	
31	Вузол примикання конструкції перекриття до дерев'яної лаги				
	<p>1 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; 2 – дерев'яна лага, $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$; 3 – шар теплоізоляції; 4 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$.</p>		100 мм	150 мм	200 мм
	0,050±0,005	0,116	0,088	0,071	

Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
32	<p style="text-align: center;">Вузол примикання конструкції підлоги по ґрунту до стіни цоколя</p>  <p>1 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – теплоізоляційні плити; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; 5 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 6 – теплоізоляційні плити; 7 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$.</p>	0,050±0,005		0,88	
33	<p style="text-align: center;">Вузол примикання конструкції підлоги по ґрунту до стіни підвала</p>  <p>1 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$ товщиною $\delta = 300 \text{ мм}$; 2 – теплоізоляційні плити; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; 5 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 6 – теплоізоляційні плити; 7 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$.</p>	0,050±0,005		1,05	

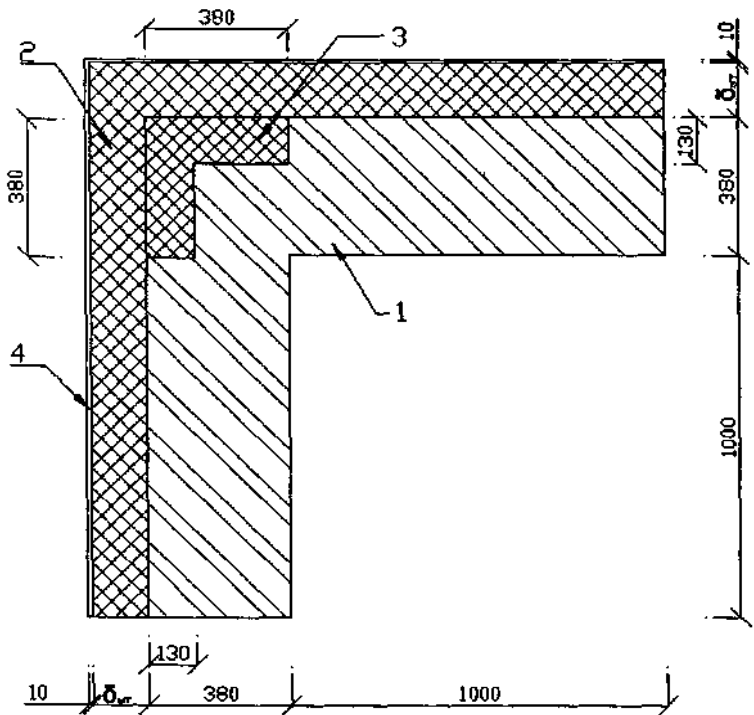
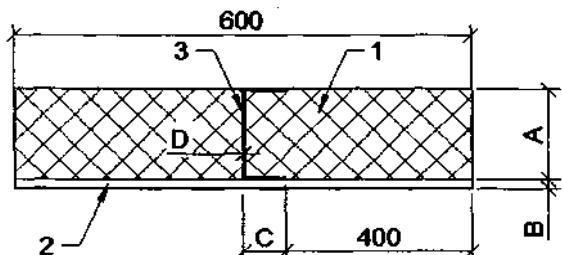
Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
34	<p style="text-align: center;">Вузол примикання конструкції підлоги по ґрунту до зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією</p>  <p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – теплоізоляційні плити; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; 5 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 6 – звукоізоляційний шар – мінераловатна плита, $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$; 7 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 8 – теплоізоляційні плити.</p>	0,050±0,005	50 мм 1,04	100 мм 0,98	
35	<p style="text-align: center;">Вузол примикання конструкції підлоги по ґрунту до зовнішніх стін з блоків з ніздрюватого бетону</p>  <p>1 – кладка з ніздрюватого бетону; 2 – теплоізоляційні плити, $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; 5 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 6 – звукоізоляційний шар – мінераловатна плита, $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$; 7 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$.</p>	0,050±0,005	50 мм 0,90	100 мм 0,86	

Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
30	Вузол примикання конструкції перекриття до внутрішньої стіни				
	<p>1 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; 3 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 4 – звукоізоляційний шар – мінераловатна плита, $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$.</p>		30 мм	50 мм	80 мм
		0,040	1,045	1,045	1,004
		0,045	1,028	1,032	0,994
	0,050	1,012	1,019	0,984	
31	Вузол примикання конструкції перекриття до дерев'яної лаги				
	<p>1 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; 2 – дерев'яна лага, $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$; 3 – шар теплоізоляції; 4 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$.</p>		100 мм	150 мм	200 мм
	0,050±0,005	0,116	0,088	0,071	

Продовження рисунка Ж.1

1	2	3	4	5	6
36	<p>Вузол кутового сполучення зовнішніх стін з цегли з додатковою теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою</p>  <p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – додатковий шар теплоізоляції; 4 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$;</p>		120 мм	150 мм	180 мм
		0,040	0,092	0,088	0,081
		0,045	0,101	0,094	0,089
		0,050	0,108	0,104	0,097
37	<p>Вузол примикання до металевого несучого елемента каркаса</p>  <p>1 – шар теплоізоляції; 2 – гіпсокартонні плити, $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$;; 3 – сталевая стійка, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$.</p>	0,045±0,005	$k = 0,1 - 0,4A - 4B + 2,2C + 25D$ A = 0,075 ... 0,25 м; B = 0,012 ... 0,025 м; C = 0,04 ... 0,1 м; D = 0,001 ... 0,005 м.		

Закінчення рисунка Ж.1

ДОДАТОК И

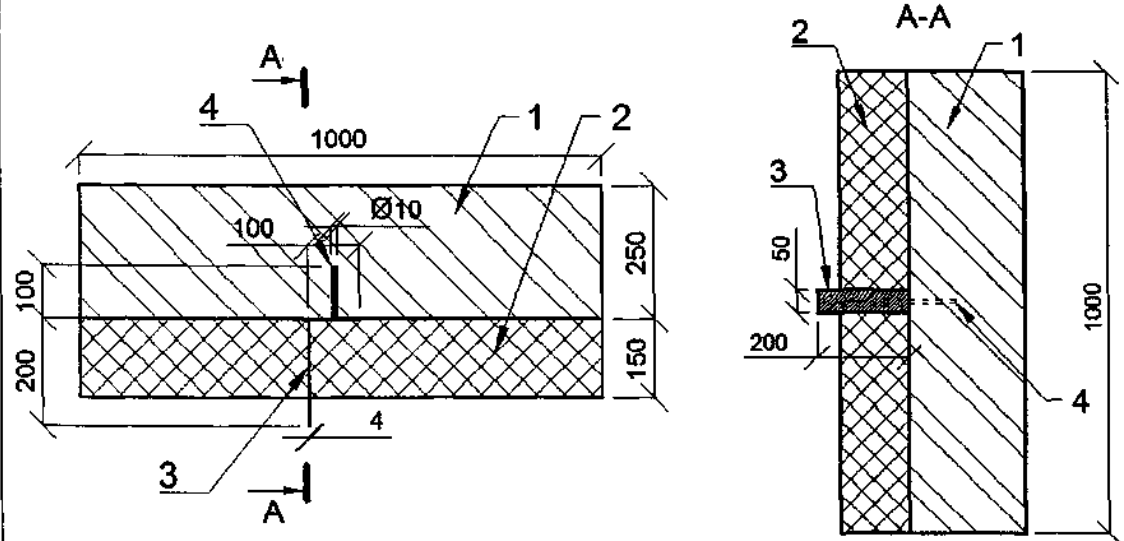
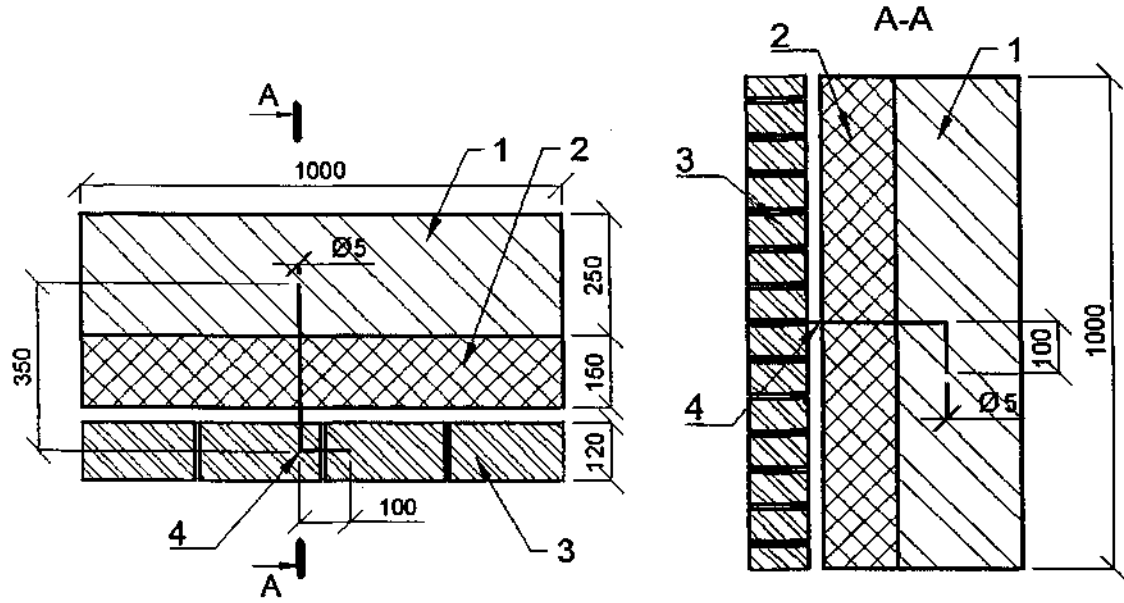
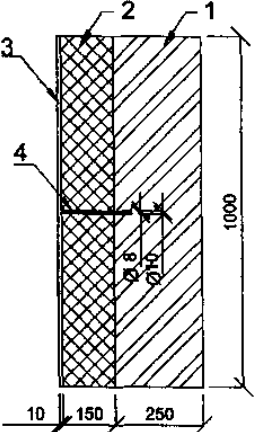

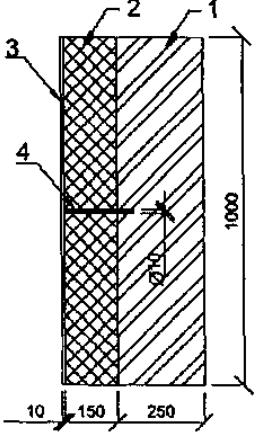

Ч.ч.	Тип теплопровідного включення, його характеристики	Точковий коефіцієнт теплопередачі ψ , Вт/К, залежно від параметрів теплоізоляційного шару	
		розрахункова теплопровідність λ , Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції δ
1	2	3	4
1	Вузол улаштування несучого кронштейна фасадної системи з вентиляльованим повітряним прошарком		<div style="background-color: #cccccc; width: 100%; height: 20px; margin-bottom: 5px;"></div> 150 мм
	<p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$;</p> <p>2 – шар теплоізоляції;</p> <p>3 – кронштейн з оцинкованої сталі, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$;</p> <p>4 – металевий анкер, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$.</p>	0,045	0,015

Рисунок И.1 – Значення точкових коефіцієнтів теплопередачі точкових теплопровідних включень

1	2	3	4
2	<p data-bbox="291 247 2038 287">Вузол улаштування анкера на основі металевого гнучкого Z-подібного елемента фасадної системи з опорядженням цеглою</p>  <p data-bbox="268 917 728 957">1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$;</p> <p data-bbox="268 965 571 1005">2 – шар теплоізоляції;</p> <p data-bbox="268 1013 817 1053">3 – опоряджувальна цегла, $\rho = 1200 \text{ кг/м}^3$;</p> <p data-bbox="268 1061 683 1101">4 – Z-подібний елемент зв'язку.</p>	<p data-bbox="1859 295 1960 335">150 мм</p> <p data-bbox="1534 694 1624 734">0,045</p>	<p data-bbox="1870 694 1960 734">0,018</p>

Продовження рисунка И.1

1	2	3	4
3	<p data-bbox="383 248 1921 308">Вузол улаштування пластикового дюбеля з металевим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару в фасадній системі з опорядженням штукатурками</p>  <p data-bbox="689 432 1323 568"> 1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – пластиковий дюбель з металевим стрижнем 10 мм. </p>	 0,045	150 мм 0,005
4	<p data-bbox="383 770 1921 829">Вузол улаштування пластикового дюбеля з пластиковим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару в фасадній системі з опорядженням штукатурками</p>  <p data-bbox="689 959 1323 1094"> 1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – пластиковий дюбель з пластиковим стрижнем 10 мм. </p>	 0,045	150 мм 0,0015

Закінчення рисунка И.1

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до виконання курсового проєкту
із навчальної дисципліни

«СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання
зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія,
освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція»)*

Укладачі: **МАЛЯВІНА** Ольга Миколаївна,
МІЛАНКО Вікторія Анатоліївна

Відповідальний за випуск *В. В. Гранкіна*
За авторською редакцією
Комп'ютерне верстання *В. А. Міланко*

План 2021, поз. 274М

Підп. до друку 11.05.2023. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 4,1

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
№ ДК 5328 від 11.04.2017.