

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

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

до розрахунково-графічної роботи  
з дисципліни

**«ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ»**

*(для студентів 4 курсу денної форми навчання  
спеціальності 191 – Архітектура та містобудування)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2017**

Методичні рекомендації до розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Інженерне обладнання будівель» (для студентів 4 курсу денної форми навчання спеціальності 191 – Архітектура та містобудування) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. О. В. Бобловський. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 34 с.

Укладач асистент О. В. Бобловський

Рецензент доктор технічних наук, професор І. І. Капцов

*Рекомендовано кафедрою експлуатації газових і теплових систем,  
протокол № 3 від 31.03.2017.*

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.....	5
1.1 Теплотехнічний розрахунок стінової огорожувальної конструкції.....	5
2 Розрахунок теплових втрат крізь огорожувальні конструкції будівель.....	11
3 Підбір опалювальних приладів.....	17
4 Розрахункові завдання.....	22
Список рекомендованих джерел.....	23
Додатки.....	24

## **ВСТУП**

Метою розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Інженерне обладнання будівель» є забезпечення єдиного комплексного підходу, системності й послідовності при одержанні потрібного обсягу знань і вмінь згідно з освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» з відповідної спеціальності; закріплення теоретичних знань з дисципліни; набуття практичних вмінь і навичок з використання цих знань в галузі будівництва і архітектури; оволодіння сучасними методами і формами організації, планування і контролю в галузі майбутньої професії; формування професійних вмінь і навичок для прийняття самостійних рішень під час конкретної роботи в реальних умовах, виховання потреби систематичного поновлення своїх знань і творчого їх застосування в практичній діяльності.

## 1 ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Мета теплотехнічного розрахунку – визначення опору теплопередачі  $R_0$ , а також товщини утепленого шару огородження, за якого в помешканнях будинку забезпечується заданий температурний режим з урахуванням потрібних економічних показників.

Для заданого міста проектування вибирають такі дані:

$t_5$  – розрахункова зимова температура найбільш холодної п'ятиденки забезпеченням 0,92 (дод. Б);

$t_{хд}$  – розрахункова зимова температура найбільш холодної доби забезпеченням 0,92 (дод. Б);

$t_3$  – середня температура найбільш холодних трьох днів; визначається як середнє арифметичне із температур найбільш холодних днів і найбільш холодної п'ятиденки.

Зони 1 – 4 – температурна зона з карти температурного зонування України (дод. В).

Із додатку Б визначають зону вологості пункту будівництва (суху або нормальну), потім з урахуванням вологісного режиму приміщень знаходять умови експлуатації А або Б огороджувальних конструкцій (дод. Г). Для житлових кімнат приймають нормальний вологісний режим.

У пояснювальній записці виконують ескізи огороджувальних конструкцій із найменуванням матеріалів конструктивних шарів.

За додатком Д виписують теплотехнічні показники будівельних матеріалів усіх конструктивних шарів огорожень для визначених умов експлуатації А або Б:

– в'язкість матеріалу  $\gamma$ , кг/м<sup>3</sup>;

– розрахунковий коефіцієнт теплопровідності  $\lambda$ , Вт/(м·°С);

– коефіцієнт теплосвоєння  $S$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

## 1.1 Теплотехнічний розрахунок стінової огорожувальної конструкції

Конструкцію зовнішньої стіни приймають за варіантами додатка А (за завданням).

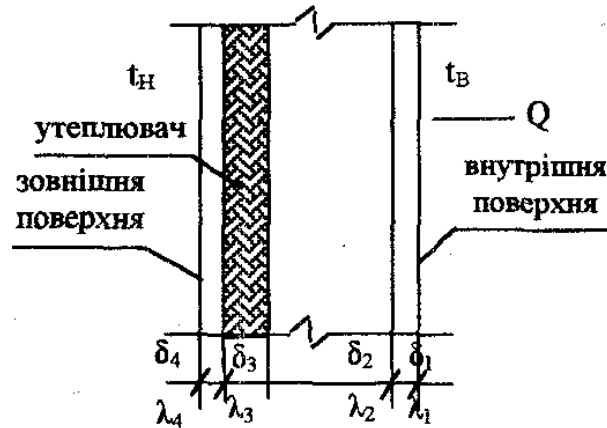


Рисунок 1.1 – Конструкція зовнішньої стіни

### Послідовність розрахунку

1. Термічний опір конструкції зовнішньої стіни знаходять за формулою:

$$R_0 = R_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_H,$$

де  $R_3 = \delta_3/\lambda_3$  – термічний опір необхідного шару утеплювача заданого за завданням типу,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;

$\lambda_3$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу утеплювача,  $\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{°C}$ ;

$\delta_3$  – необхідна товщина утеплювача, м.

$$R_3 = R_0 - (R_B + R_1 + R_2 + R_4 + R_H);$$

$R_B$  – опір теплопередачі на внутрішній поверхні стіни,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ,

$$R_B = 1/\alpha_B,$$

де  $\alpha_B$  – коефіцієнт тепловіддачі на внутрішній поверхні стіни, приймають за [1],  $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$R_H$  – опір тепловіддачі з зовнішньої поверхні стіни,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ,

$$R_H = 1/\alpha_H,$$

де  $\alpha_H$  – коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої поверхні стіни для зимових умов, приймають за [1],  $\alpha_H = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ .

Термічні опори шарів стіни, включаючи шар утеплювача, визначають таким чином:

$$R_1 = \delta_1/\lambda_1; R_2 = \delta_2/\lambda_2; R_4 = \delta_4/\lambda_4,$$

де  $\delta_1, \delta_2, \delta_4$  – товщини конструктивних шарів стіни, м;

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_4$  – коефіцієнти теплопровідності конструктивних шарів стіни,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ .

2. Потрібний опір теплопередачі  $R_0^{\text{пот}}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , визначають за формулою:

$$R_0^{\text{пот}} = n(t_b - t_3) / \Delta t^H \cdot \alpha_B,$$

де  $n$  – коефіцієнт, який приймають залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій щодо зовнішнього повітря відповідно до додатку Е, для зовнішньої стіни  $n = 1$ ;

$t_b$  – значення розрахункової температури повітря в приміщенні, дорівнює  $20 \text{ °C}$  [4] для житлових будинків;

$t_3$  – розрахункова зимова температура зовнішнього повітря,  $\text{°C}$ , приймають за таблицею 1.1 відповідно [2]. На початку розрахунку рекомендується приймати для зовнішньої стіни середню інерційність  $D$ , коли  $4 < D < 7$ .

Таблиця 1.1 – Розрахункова зимова температура

Теплова інерція огорожувальних конструкцій	$t_3$ , $\text{°C}$
Більше 1,5 до 4 – мала інерційність	Середня температура найбільш холодних днів забезпеченням 0,92
Більше 4 до 7 – середня інерційність	Середня температура найбільш холодних трьох днів
Більше 7 – висока інерційність	Середня температура найбільш холодної п'ятиденки забезпеченням 0,92

Значення розрахункової зимової температури зовнішнього повітря  $t_3$  приймають за додатком Б з урахуванням теплової інерції  $D$ :

$$D = R_1 S_1 + R_2 S_2 + R_3 S_3 + R_4 S_4,$$

де  $R_1, R_2, R_3, R_4$  – опори тепловіддачі шарів огороження;

$S_1, S_2, S_3, S_4$  – розрахункові коефіцієнти теплозасвоєння шарів огороження.

Оскільки товщина утеплювача  $\delta_{yt} = \delta_3$  невідома, визначити показник теплової інерції  $D$  неможливо. Тому спочатку задають інтервал  $D$ . Рекомендується приймати для зовнішніх стін середню інерційність  $4 < D < 7$ , тоді температуру холодних днів приймають як півсуми температури холодних днів  $t_{хд}$  і температури холодної п'ятиденки  $t_5$ :

$$t_3 = (t_{хд} + t_5) / 2;$$

$\Delta t^H$  – нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огороження ( $t_b - t_{в}$ ), приймають за [1]: для житлових будівель, зовнішніх стін  $\Delta t^H = 6 \text{ °C}$ , громадських  $\Delta t^H = 7 \text{ °C}$ .

Приймаємо  $R_0 = R_0^{\text{пот}}$ :

$$R_0 = R_0^{\text{пот}} = R_B + R_1 + R_2 + R_4 + R_H.$$

Значення  $R_3$  не враховуємо, бо треба знайти товщину стіни  $\delta_{ст}$ , а також опір конструкції стіни  $R_0$ , який би відповідав санітарно-гігієнічним нормам згідно з [1]:

$$R_0 = 1/\alpha_B + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + 1/\alpha_H,$$

звідки знаходимо товщину стіни  $\delta_2 = x$ , м.

Для подальшого розрахунку приймаємо найближчий стандартний розмір стіни: для цеглової – з урахуванням конструктивних розмірів кладки (0,38 м, 0,51 м, 0,64 м), для панельних – за будівельним каталогом (мінімальна товщина панелі – 0,25 м).

Опір теплопередачі огорожувальної конструкції  $R_0$  житлових і громадських будівель вибираємо найбільшим між потрібним опором теплопередачі  $R_0^{пот}$  та нормативним значенням опору теплопередачі  $R_{норм}$  для відповідної температурної зони України (дод. Ж) для міста проектування за завданням:

$$R_0 \geq R_0^{пот}, R_{норм}.$$

Тут  $R_0^{пот}$  – потрібний опір теплопередачі, який повинен відповідати санітарно-гігієнічним нормам.

Оскільки  $R_0^{пот} < R_{норм}$ :

$$R_{норм} = R_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_H,$$

звідки:

$$R_3 = R_{норм} - (R_B + R_1 + R_2 + R_4 + R_H).$$

Товщина шару утеплювача  $\delta_3 = R_3 \cdot \lambda_3$ .

Збільшуємо розрахункове значення товщини шару утеплювача до найбільшого ближнього нормативного типорозміру теплоізоляційних виробів заданого типу.

Далі визначаємо теплову інерцію  $D$  з урахуванням значення  $\delta_{ут}$ :

$$D = R_1 S_1 + R_2 S_2 + R_3 S_3 + R_4 S_4.$$

Одержану величину  $D$  порівнюємо з прийнятою на початку розрахунку ( $4 < D < 7$ ).

У випадку невідповідності перераховуємо  $R_0^{пот}$  і повторюємо розрахунок. За повторного розрахунку як розрахункову зимову температуру зовнішнього повітря  $t_3$  приймають температуру, що відповідає одержаній тепловій інерції.

**Приклад 1.1.** Виконати теплотехнічний розрахунок зовнішньої стінки будівлі для таких умов: матеріал стінки – цегляна кладка ( $\gamma = 1800 \text{ Вт/м}^3$ ;  $\lambda = 0,7 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ;  $S = 9,2 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ ); внутрішнє помешкання – житлове ( $t_B = 20 \text{ °C}$ ); умови експлуатації – А (вологісний режим помешкання – нормальний; зона вологості розташування будівлі – суха). Вихідні кліматичні дані:

$$t_{3(5)} = -23 \text{ °C}, t_{3(1)} = -28 \text{ °C}, t_{3(3)} = 0,5(-23 + (-28)) = -25,5 \text{ °C}.$$



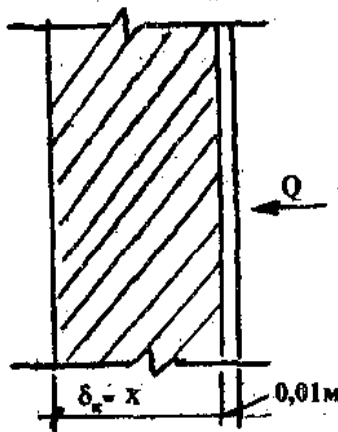


Рисунок 1.2 – Конструкція зовнішнього огородження

Потрібний опір теплопередачі  $R_0^{\text{пот}}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , за  $t_{\text{в}} = 20 \text{ °C}$ :

$$R_0^{\text{пот}} = 1/8,7 + 0,01/0,76 + \delta_k/0,70 + 1/23.$$

Приймаємо, що  $R_0^{\text{пот}} = R_0$ :

$$0,83 = 0,186 + \delta_k/0,70,$$

визначаємо товщину стінки:  $\delta_k = 0,45 \text{ м}$ .

Приймаємо найближчий стандартний розмір стіни –  $0,51 \text{ м}$ .

Знаходимо опір теплопередачі конструкції з урахуванням стандартної товщини:

$$R_0^{\text{пот}} = 1/8,7 + 0,01/0,76 + 0,51/0,70 + 1/23;$$

$$R_0 = 0,899 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт} \text{ або } K = 1,11 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Визначаємо теплову інерцію конструкції:

$$D = 0,028 \cdot 9,6 + 0,728 \cdot 9,2 = 6,96.$$

Отже, температура зовнішнього повітря прийнята правильно.

**Приклад 1.2.** Розрахувати товщину утеплювача з плит ППУ для зовнішньої стінки з керамзитобетонних панелей. Температурна зона розташування будівлі – четверта. Кількість градусо-днів опалювального періоду  $S = 3799$ .

За нормативами (дод. Ж) значення опору теплопередачі дорівнює  $2,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ . Із додатка Д випикуємо теплотехнічні показники конструктивних шарів. Прийнято: умови експлуатації Б.

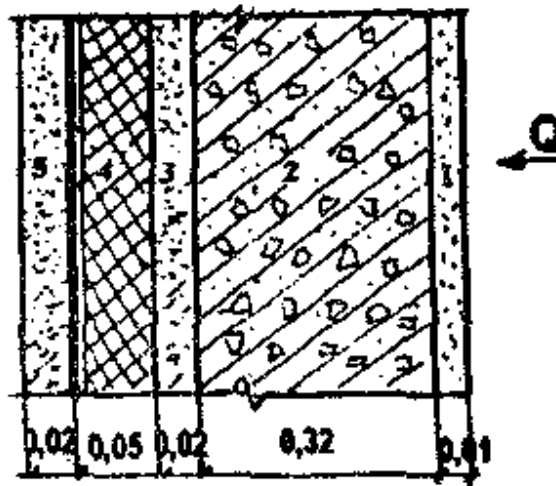


Рисунок 1.3 – Конструкція зовнішнього огородження

- 1 шар – цементно-піщаний розчин  $\gamma = 1800 \text{ Вт/м}^3$ ;  $\lambda = 0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ;  $\delta = 0,01 \text{ м}$ ;
- 2 шар – керамзитобетонна панель  $\gamma = 1200 \text{ Вт/м}^3$ ;  $\lambda = 0,52 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ;  $\delta = 0,32 \text{ м}$ ;
- 3 шар – цементно-піщаний розчин  $\gamma = 1400 \text{ Вт/м}^3$ ;  $\lambda = 0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ;  $\delta = 0,02 \text{ м}$ ;
- 4 шар – плити ППУ  $\gamma = 30 \text{ Вт/м}^3$ ;  $\lambda = 0,027 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ;  $\delta = x \text{ м}$ ;
- 5 шар – цементно-піщаний розчин  $\gamma = 1800 \text{ Вт/м}^3$ ;  $\lambda = 0,93 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ ;  $\delta = 0,02 \text{ м}$ ;
- 6 шар – армувальна сітка з полімерів.

Загальний термічний опір теплопередачі конструкції з послідовно розташованими однорідними шарами знаходимо за формулою:

$$R_k = 1/\alpha_B + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + \delta_5/\lambda_5 + 1/\alpha_H.$$

Прирівнюємо  $R_k = R_{\text{норм}} = 2,2 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$  (дод. Ж):

$$2,2 = 0,114 + 0,01 + 0,61 + 0,02 + x/0,027 + 0,02 + 0,043,$$

звідки  $x = 0,037 \text{ м}$ . Із конструктивних міркувань приймаємо товщину утеплювача плити  $\delta = 0,04 \text{ м}$ . Тоді:

$$R_k = 0,817 + 0,04/0,027 = 2,29 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}.$$

Таблиця 1.2 – Потрібний опір теплопередачі світлових отворів

Різниця температур внутрішнього повітря і середньої температури найбільш холодної п'ятиденки, °C	до 25	більше 25 до 44	більше 44 до 49	більше 49
Потрібний опір теплопередачі $R_0^{\text{пот}}$ , $\text{м}^2\cdot\text{°C/Вт}$	0,18	0,39	0,42	0,53

Таблиця 1.3 – Приведений опір теплопередачі вікон, балконних дверей

Заповнення світлового отвору	$R_o, \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$
Одинарне застклення в дерев'яних оправах	0,18
Подвійне застклення в дерев'яних спарених оправах	0,39
Подвійне застклення в дерев'яних або пластмасових роздільних оправах	0,42
Потрійне застклення в дерев'яних або роздільно - спарених оправах	0,55
Потрійне застклення в металевих роздільних оправах	0,46
Двошарові склопакети в роздільних дерев'яних або пластмасових оправах	0,46
Зовнішні дерев'яні двері одинарні	0,2
Зовнішні дерев'яні двері подвійні	0,41

Під час проектування, реконструкції і капітальних ремонтів житлово-громадських споруд потрібно використовувати нормативні значення опору теплопередачі світлових отворів, тобто  $R_o^{np} \leq R_{norm}$  світлових отворів;  $R_{norm}$  визначаємо за додатком Ж.

## 2 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ВТРАТ КРИЗЬ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ

Розрахункові втрати  $Q_1$ , кВт, визначаємо за формулою:

$$Q_1 = Q_a + Q_b,$$

де  $Q_a$  – тепловий потік, кВт, через огороджувальні конструкції;

$Q_b$  – втрати теплоти, кВт, на нагрівання вентиляційного повітря.

Величини  $Q_a$  та  $Q_b$  розраховуємо для кожного елемента огороджувальної конструкції (стіни, стелі, підлоги, вікна, балконні двері) за формулою:

$$Q_a = 1/R_o \cdot A(t_b - t_3)(1 + \sum \beta) \cdot n \cdot 10^{-3},$$

де  $R_o$  – опір теплопередачі огороджувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , який розраховано в розділі 1 (за завданням), крім підлоги на ґрунті.

У випадку розрахунку тепловтрат крізь підлоги східцевих кліток опір теплопередачі приймаємо з рекомендацій [1], тобто для підлог на ґрунті та стін будівель, розташованих нижче рівня землі, опір теплопередачі визначаємо зонами шириною 2 м, паралельними стінам за формулою (див. рис. 2.1):

$$R_n = R_c + d/\lambda_{yt},$$

де  $R_c$  – опір теплопередачі,  $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$ , що дорівнює 2,1 для I зони, 4,3 – для II, 8,6 – для III, 14,2 – для площі підлоги, що залишилася;  
 $d$  – товщина шару утеплення, м, що враховується при  $\lambda_{ут} < 1,2 Wt / (m^2 \cdot ^\circ C)$ ;  
 $A$  – розрахункова площа огорожувальної конструкції,  $m^2$ .

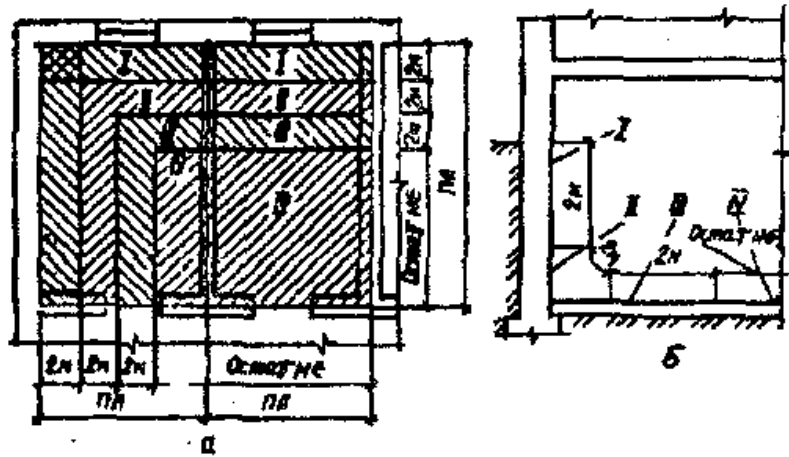


Рисунок 2.1 – Схеми для визначення втрат теплоти:  
 а) через підлогу; б) через стіни, заглиблені нижче рівня землі

Площа та лінійні розміри огорожувальних конструкцій визначають за кресленням на рисунку 2.2.

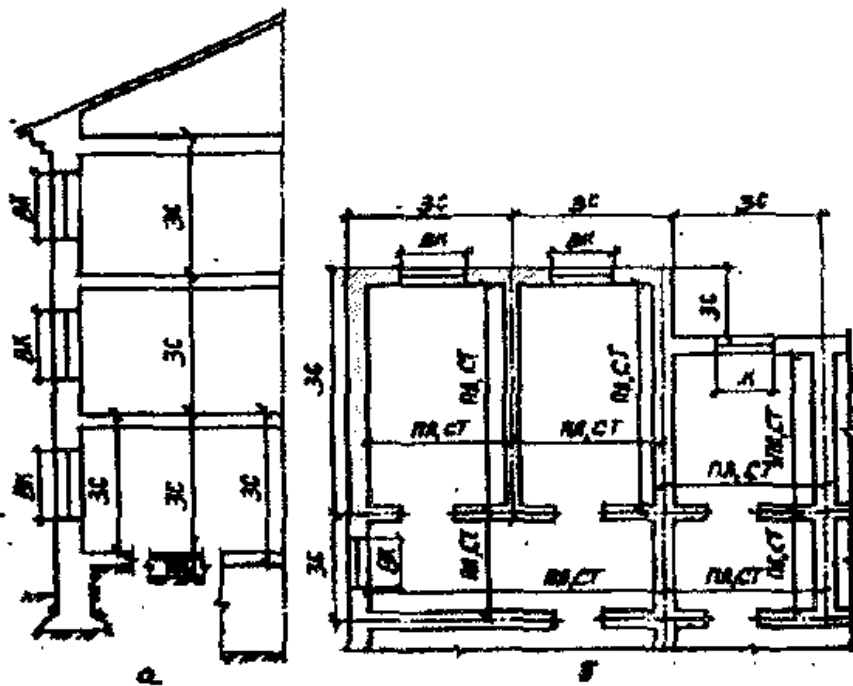


Рисунок 2.2 – Правила заміру огорожувальних конструкцій при розрахунках тепловтрат:  
 а – переріз; б – план; ЗС – зовнішня стіна; ВК – вікна; ПЛ – підлога; СТ – стеля

## Замір площі огорожувальних конструкцій

Площі визначаємо за зовнішнім заміром:

- площу вікон, дверей вимірюємо за найменшим будівельним отвором;
- площу стелі й підлоги – між осями внутрішніх стін і внутрішньої поверхні зовнішньої стіни. Площу зон підлоги по ґрунту визначають з умовним розбиттям на зони (зазначено вище).

Площі зовнішніх стін вимірюють: у плані – за зовнішнім периметром між зовнішнім кутом та осями внутрішніх стін; за висотою: на першому поверсі залежно від конструкції підлоги – від зовнішньої поверхні підлоги по ґрунту або від поверхні підготовки під конструкції на лагах, або нижньої поверхні перекриття над підпіллям до чистої підлоги другого поверху; у середніх поверхах – від поверхні підлоги до поверхні підлоги наступного поверху; на верхньому поверсі – від поверхні підлоги до верху конструкції перекриття з урахуванням товщини утеплювача.  $t_b$  – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С, приймається відповідно до норм проектування будівель.

При виконанні завдання можна приймати за [4] такі значення:

- житлова кімната 20 °С (для кутових кімнат 22 °С);
- кухня 15 °С;
- ванна 25 °С;
- східцева клітка 16 °С.

$t_3$  – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С, приймається  $t_3 = t_5$ ;

$n$  – коефіцієнт, який приймають залежно від положення зовнішньої поверхні огороження відносно зовнішнього повітря; для зовнішніх стін та покриття  $n = 1$ , для перекриття над неопалювальними підвалами  $n = 0,6$ ;

$\beta$  – додаткові втрати теплоти в частинах від основних втрат, що враховуються:

– для зовнішніх вертикальних і нахилених огорожень, які орієнтовані в напрямку, звідки у січні віє вітер із швидкістю, що перевищує 4,5 м/с із повтором не менше 15 % відповідно до СНиП 2.01.01-82, у розмірі 0,05 за швидкості вітру до 5 м/с і в розмірі 0,10 за швидкості 5 м/с і більше; при типовому проектуванні додаткові втрати враховують у розмірі 0,05 для всіх приміщень;

– для зовнішніх вертикальних і нахилених огорожень багатоповерхових будівель – у розмірі 0,20 для першого і другого поверхів; 0,15 – для третього, 0,10 – для четвертого поверхів будівель із кількістю поверхів 16 і більше; для 10...15-поверхових будівель додаткові втрати враховують у розмірі 0,10 для першого і другого поверхів і 0,05 для третього поверху.

Втрати теплоти  $Q_v$ , кВт, розраховують для кожного опалювального приміщення, яке має вікно або велику кількість вікон чи балконних дверей у зовнішніх стінах, виходячи з необхідності забезпечення підігріву опалювальними приладами зовнішнього повітря в обсязі одноразового повітрообміну на годину:

$$Q_v = 0,337A_{пл} \cdot h(t_v - t_3) \cdot 10^{-3},$$

де  $A_{пл}$  – площа підлоги приміщення,  $m^2$ ;  
 $h$  – висота приміщення від підлоги до стелі, м, але не більше 3,5;  
 $t_3$  – зовнішня температура холодного періоду,  $^{\circ}C$  (дод. Б).

Втрати теплоти  $Q_v$ , кВт, на нагрівання зовнішнього повітря, що проникає у східцеву клітину, розраховують за формулою:

$$Q_v = 0,7b(H + 0,8p)(t_v - t_3)10^{-3},$$

де  $H$  – висота будівлі, м;  
 $p$  – кількість людей;  
 $b$  – коефіцієнт, що враховує кількість вхідних тамбурів: при одному тамбурі (двоє дверей)  $b = 1,0$ ; двох (три двері)  $b = 0,6$ .

Порядок розрахунку втрат теплоти такий. Усі приміщення за годинниковою стрілкою нумерують на планах будівлі цифрами: на 1 поверсі з лівого кута – 101, 102, ...; на 2 поверсі – 201, 202, ...; на 9 поверсі – 901, 902, ... .

Східцеві клітини позначають СК.

Розрахунок теплових втрат оформлюють таблицею (див. табл. 2.1).

Назви огорожень у таблиці позначають так:

з.ст. – зовнішня стіна;

вк. – вікно;

ст. – стеля;

пд. – підлога;

бд. – балконні двері;

п.дв. – подвійні двері східцевої клітки.

Втрати теплоти через огорожувальні внутрішні конструкції приміщень можна не враховувати, якщо різниця температур між цими приміщеннями дорівнює  $3^{\circ}C$  і менше.

Приклад 2.1. Розрахунок теплових втрат деяких приміщень. Конструктивні розміри наведені на рисунку 2.3.

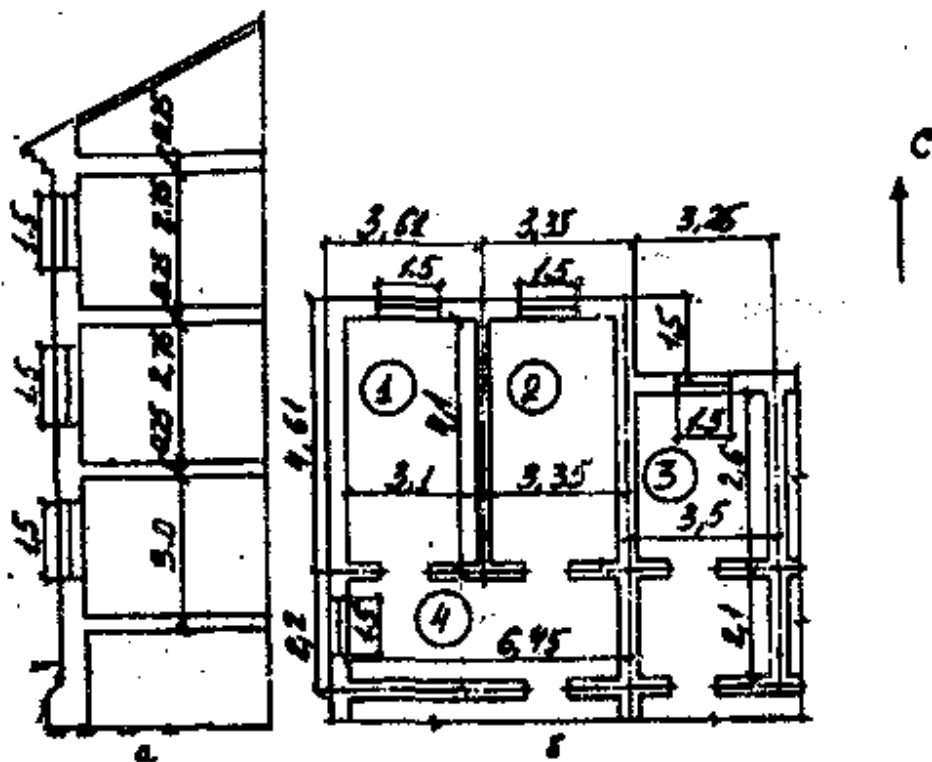


Рисунок 2.3 – Конструктивні розміри приміщень

Таблиця 2.1 – Розрахунок теплових втрат

Номер приміщення	Призначення приміщення	Внутрішня температура $t_{в}$ , °С	Огороджувальні конструкції				Різниця температур $t_{в}-t_{с}$ , °С	Поправочний коефіцієнт $n$	Коефіцієнт теплопередачі $1/R_{о}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	Додаткові витрати		Основні витрати теплоти $Q_{о}$ , Вт	Витрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря $Q_{в}$ , Вт	$Q_{о} + Q_{в}$ , Вт	$Q_{гр}$ , Вт	$0,9 Q_{гр}$ , Вт	Тепловтрати приміщення $Q_{пр} = Q_{о} + Q_{в} - 0,9 Q_{гр}$ , Вт
			Позначення	Орієнтація	Розміри, м	Площа $A$ , м <sup>2</sup>				$\Sigma \beta$	$1 + \Sigma \beta$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>Помешкання № 101 (перший поверх)</b>																	
101	Ж.к.	20	3.ст.	Зах	4,61 x 3,25	14,98	43	1	1,11	0,05	1,05	750,7					
			3.ст.	Пів.	3,61 x 3,25	11,73	43	1	1,11	0,1	1,1	615,8					
			вк.	Пів.	1,5 x 1,5	2,25	43	1	1,32	0,1	1,1	140,5					
			підл	-	4,1 x 3,1	12,71	43	0,6	0,56	-	-	183,6					
												1690,6	552,5	2243			2243
<b>Помешкання № 102 (другий поверх)</b>																	
102	Ж.к.	20	3.ст.	Зах	4,61 x 3,0	13,83	43	1	1,11	0,05	1,05	693,11					
			3.ст.	Пів.	3,61 x 3,0	10,83	43	1	1,11	0,1	1,1	568,6					
			вк.	Пів.	1,5 x 1,5	2,25	43	1	1,32	0,1	1,1	140,5					
<b>Помешкання № 104 (четвертий поверх)</b>																	
104	Ж.к.	20	3.ст.	Зах	4,61 x 3,25	14,98	43	1	1,11	0,05	1,05	750,7					
			3.ст.		3,61 x 3,25	11,73	43	1	1,11	0,1	1,1	615,8					
			Вк		1,5 x 1,5	2,25	43	1	1,32	0,1	1,1	140,5					
			стел.		4,1 x 3,1	12,71	43	1	0,77	-	-	420,8					
												1927,8	552,5	2480,3		2480,3	



Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Помешкання 202 (другий поверх, помешкання № 2)																	
202	Ж.к.	20	З.ст.	Пів.	3,35 x 3,0	10,05	43	1	1,11	0,1	-	527,65					
			З.ст.	Схід	1,75 x 3,0	5,25	43	1	1,11	0,05	1,05	263,1					
			Вк	Пів.	1,5 x 1,5	2,25	43	1	1,32	0,1	1,1	140,5					

## Примітки:

1. У графі 10 коефіцієнт теплопередачі вікна розрахований як різниця коефіцієнтів вікна та зовнішньої стіни, тобто  $2,43 - 1,11 = 1,32$ , разом із тим площа вікна не вилучається з площі стіни.

2. У графі 14 наведені розрахункові тепловтрати на нагрівання вентиляційного повітря в обсязі одноразового повітрообміну на годину.

3. У цьому випадку тепловий потік від неізолюваного трубопроводу опалення не розраховуємо. Це значення необхідно враховувати при відомому значенні діаметра і підборі приладів.

Вихідні дані:  $t_b = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_{z(5)} = -23 \text{ }^\circ\text{C}$ ; коефіцієнти теплопередачі зовнішніх огорожень, отримані теплотехнічним розрахунком, приймаємо такими, що дорівнюють:

- для зовнішньої стіни із цегляної кладки  $k = 1,112 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ ;
- для перекриття над неопалювальним підвалом  $k = 0,56 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ ;
- для горищного перекриття  $k = 0,77 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ ;
- для вікон із подвійним дерев'яним заскленням  $k = 2,43 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ .

### 3 ПІДБІР ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Підбір опалювальних приладів полягає у визначенні їхньої кількості та типу для компенсації теплових втрат приміщеннями житлової або громадської будівлі.

Розрахунок опалювальних приладів проводять у такій послідовності:

- викреслюють схему опалювального стояка з приладами;
- на всіх приладах вказують теплові потоки  $Q_{пр}$ , Вт, (теплові втрати).

У розрахункових умовах втрати теплоти на опалення приміщення  $Q_{пр}$  повинні компенсуватись тепловіддачею опалювального приладу  $Q_{п}$  і нагрітих труб  $Q_{тр}$ . Ця сумарна тепловіддача в приміщення, визначена розрахунком тепловтрат через огорожувальні конструкції, є тепловим навантаженням опалювального приладу.

Опалювальний прилад характеризується визначеною площею нагрівальної поверхні  $A_{п}$ ,  $\text{м}^2$ , що розраховується відповідно до потрібної тепловіддачі приладу. Для забезпечення необхідної тепловіддачі до приладу потрібно подати кількість теплоносія в одиницю часу  $G_{п}$ ,  $\text{кг}/\text{год}$ , що називається витратою теплоносія:

$$G_{п} = Q_{т} / [c(t_{вх} - t_{вих})],$$

де  $Q_{т}$  – тепловий потік від теплоносія, Вт;

$c$  – питома теплоємність води, дорівнює  $4,187 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ ;

$t_{вх}$ ,  $t_{вих}$  – температура води на вході й виході з приладу,  $^\circ\text{C}$ .

Тепловий потік від теплоносія води передається через стінку приладу в приміщення. Інтенсивність теплопередачі характеризується коефіцієнтом теплопередачі  $k_{п}$ , який означає щільність теплового потоку на зовнішній поверхні стінки, що передається через одиницю площі зовнішньої поверхні, віднесеного до різниці температур теплоносія і повітря, розділених стінкою.

Коефіцієнт теплопередачі  $k_{п}$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ , дорівнює величині, зворотній опору теплопередачі  $R_{п}$  від теплоносія через стінку приладу в приміщення. Значення коефіцієнта теплопередачі  $k_{п}$  змінюється залежно від конструктивних особливостей приладу.

Важливим показником, що визначає температуру приладу  $t_{\text{п}}$  в умовах експлуатації, є температурний напір  $\Delta t_{\text{сер}}$ , °С:

$$\Delta t_{\text{сер}} = t_{\text{т}} - t_{\text{в}},$$

де  $t_{\text{т}}$  – температура теплоносія в приладі;  
 $t_{\text{в}}$  – температура внутрішнього повітря, тобто:

$$\Delta t_{\text{сер}} = t_{\text{сер}} - t_{\text{в}}.$$

Для однотрубних систем опалення, коли прилади з'єднані послідовно, відома температура теплоносія, яка входить у прилад  $t_{\text{вх}}$ , а температура води, яка виходить із нього  $t_{\text{вих}}$ , залежить від витрати води в приладі  $G_{\text{п}}$ .

Середню температуру теплоносія виражають через теплове навантаження приладу:

$$t_{\text{сер}} = t_{\text{вх}} - 0,5Q_{\text{п}}\beta_1\beta_2/cG_{\text{п}},$$

де  $Q_{\text{п}}$  – теплове навантаження приладу, Вт;

$\beta_1$  – поправочний коефіцієнт, який враховує теплопередачу через додаткову площу приладів, прийнятих до встановлення; для радіаторів і конвекторів  $\beta_1 = 1,03-1,08$ ;

$\beta_2$  – поправочний коефіцієнт, який враховує додаткові тепловтрати внаслідок встановлення приладів у зовнішніх стінах; для конвекторів типу КН  $\beta_2 = 1,02$ , типу КА – 1,03, панельного радіатора – 1,04.

Номінальну щільність теплового потоку  $q_{\text{ном}}$ , Вт/м<sup>2</sup>, отримують для стандартних умов роботи приладу, коли середня різниця температур  $\Delta t_{\text{сер}} = 70$  °С і витрата води в приладі складає 360 кг/год.

Значення номінальної щільності теплового потоку деяких типів приладів є такими:

– радіатори чавунні секційні М140 АО	– 595;
– радіатори чавунні секційні М140 А	– 650;
– радіатори чавунні секційні МС-90-108	– 790;
– радіатори сталеві панельні РСВ	– 730;
– конвектори без кожуха «Акорд»	– 300;
– конвектори «Комфорт»	– 330;
– конвектори з кожухом «Універсал-20»	– 357.

Якщо номінальний тепловий потік приладу з урахуванням схеми його підключення до стояку відомий, то розрахункова щільність теплового потоку  $q_{\text{п}}$ , Вт/м<sup>2</sup>, складає:

$$q_{\text{п}} = q_{\text{ном}}(\Delta t_{\text{сер}}/70)^{1+n}(G_{\text{п}}/360)^p.$$

Теплопередача опалювального приладу  $Q_{\text{п}}$ , Вт, пропорційна тепловому потоку, приведену до розрахункових умов за його дійсною площею нагрівання:

$$Q_{\text{п}} = 70k_{\text{ну}}A\varphi_{\text{к}} = Q_{\text{ну}}\varphi_{\text{к}},$$

де  $Q_{\text{ну}}$  – номінальний умовний потік приладу, Вт;

$\varphi_k$  – комплексний коефіцієнт приведення  $Q_{ny}$  до розрахункових умов,

$$\varphi_k = (\Delta t_{сер}/70)^{1+n} (G_{п}/360)^p b \psi c,$$

де  $b$  – коефіцієнт обліку атмосферного тиску в певній місцевості; за тиску  $P = 1013$  Па, тобто 760 мм рт. ст.  $b = 1$ ;

$\psi$  – коефіцієнт обліку напрямку руху теплоносія в приладі,  $\psi \approx 0,9$ ;

$n, p$  та  $c$  – експериментальні показники (див. табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Значення показників  $n, p$  та  $c$

Тип опалювального приладу	Напрямок руху теплоносія	Витрати теплоносія $G$ , кг/год	$n$	$p$	$c$
Радіатори чавунні секційні	зверху-донизу	50 – 900	0,3	0	1,0
	знизу-доверху	50 – 900	0,15	0	1,0
Конвектор «Комфорт»	-	50 – 900	0,35	0,07	1
Конвектор «Акорд»	-	50 – 900	0,2	0,03	1
Конвектор «Універсал»	-	50 – 900	0,3	0,07	1

Необхідне теплове навантаження приладу в приміщенні  $Q_{п}$ , Вт, визначають за формулою:

$$Q_{п} = Q_{пр} - 0,9Q_{тр},$$

де  $Q_{пр}$  – тепловтрати приміщення;

$Q_{тр}$  – тепловіддача відкрито прокладених трубопроводів у межах приміщення стояка (вітки) підводок, до яких безпосередньо приєднаний прилад,

$$Q_{тр} = q_v l_v + q_r l_r,$$

де  $q_v, q_r$  – тепловіддача 1 м вертикальних і горизонтальних труб, Вт/м;

$l_v, l_r$  – довжина вертикальних і горизонтальних труб у межах приміщення, м.

Для однотрубних систем водяного опалення потрібну площу нагрівальної поверхні приладу визначаємо за формулою:

$$A_{п} = Q_{п} / (Q_{ny} \varphi_k), \text{ м}^2.$$

Розрахункову площу опалювальних приладів,  $\text{м}^2$ , знаходимо за формулою:

$$A_p = A_{п} \beta_4 / b,$$

де  $\beta_4$  – коефіцієнт врахування способу встановлення приладу; при відкритому встановленні  $\beta_4 = 1$ .

Для чавунних секційних радіаторів мінімальна кількість секцій, шт., дорівнює

$$n = A_p / (f \beta_3),$$

де  $f$  – площа поверхні однієї секції заданого типу,  $\text{м}^2$

$\beta_3$  – коефіцієнт врахування кількості секцій у приладі; за кількості секцій до 15 шт.  $\beta_3 = 1$ , від 16 до 20  $\beta_3 = 0,98$ .

Таблиця 4.2 – Питома тепловіддача неізольованих труб

Різниця температур $\Delta t_{\text{сер}} = t_{\text{сер}} - t_{\text{в}}$	$Q_{\text{тр}}$ , Вт/м, при $D_y$ , мм, труб				
	сталевих водогазопровідних				
	15	20	25	32	40
Горизонтальні труби					
30	29	35	41	52	58
40	40	52	58	71	81
50	46	64	79	93	105
60	65	81	110	129	146
70	79	99	122	142	163
80	94	117	146	172	194
90	112	137	171	201	227
Вертикальні труби					
30	17	21	33	40	49
40	23	33	44	56	64
50	35	47	61	78	88
60	49	62	79	99	110
70	58	77	100	121	139
80	76	93	106	145	168
90	87	110	141	274	197

Кількість елементів конвекторів визначаємо за формулою:

$$n_k = A_p / (n f_1),$$

де  $n$  – кількість ярусів і рядків елементів;

$f_1$  – площа одного елемента конвектора прийнятої довжини,  $\text{м}^2$ ; приймають за довідковими даними.

Номенклатура і технічна характеристика опалювальних приладів наведені у додатку З.

**Приклад 4.1.** Визначити кількість секцій чавунного радіатора типу М140 А. Радіатор встановлений відкрито, під підвіконником. Висота приміщення 2,75 м. Тепловтрати приміщення  $Q_{\text{п}} = 500$  Вт,  $t_{\text{в}} = 18$  °С. Радіатор підключений до однострубного проточного стояка  $D_y = 20$  мм. Напрямок руху теплоносія – зверху-донизу. Температура теплоносія води  $t_{\text{р}} = 105$  °С. Витрати теплоносія  $G_{\text{ст}} = 300$  кг/год. Падіння температури теплоносія до приладу не враховуємо.

Розраховуємо середню температуру води в приладі:

$$t_{\text{сер}} = 105 - (0,5 \cdot 1500 \cdot 1,05 \cdot 3,6) / (4,187 \cdot 300) = 102,75 \text{ °С.}$$

Щільність теплового потоку радіатора за  $\Delta t_{\text{сер}} = 102,75 - 18 = 84,75$  °С:

$$q_{\text{п}} = 650(84,75/70)^{1,3} = 833,43 \text{ Вт/м}^2,$$

де 650 – номінальна щільність теплового потоку радіатора типу М140 А.

У цій формулі другу частину формули не враховуємо, бо зміна витрати води в радіаторі від 360 до 300 кг/год практично не впливає на  $q_{\text{п}}$ .

Тепловіддача вертикальних ( $l_{\text{в}} = 2,75 - 0,5 = 2,25$ ) і горизонтальних ( $l_{\text{г}} = 0,4 \cdot 2 = 0,8$ ) труб  $D_{\text{у}} = 20$  мм:

$$Q_{\text{тр}} = 101,5 \cdot 2,25 + 127 \cdot 0,8 = 329,6 \text{ Вт.}$$

Розрахункову площу радіатора знаходимо за формулою:

$$A_{\text{р}} = (1500 - 0,9 \cdot 329,6) / 833,43 = 1,44 \text{ м}^2.$$

Розрахункова кількість секцій радіатора М140 А за площі однієї секції  $f = 0,254 \text{ м}^2$ :

$$n = (1,44 \cdot 1,0) / (0,254 \cdot 1,0) = 5,66 \text{ секцій.}$$

Приймаємо для встановлення 6 секцій.

**Приклад 4.2.** Визначити марку відкрито встановленого настінного конвектора з кожухом типу КН-20 «Універсал-20» малої глибини за умовами: висота приміщення 2,75 м. Тепловтрати приміщення  $Q_{\text{п}} = 1500$  Вт,  $t_{\text{в}} = 18$  °С,  $t_{\text{г}} = 105$  °С. Діаметр опалювального стояка  $D_{\text{у}} = 20$  мм. Витрати теплоносія  $G_{\text{ст}} = 300$  кг/год. Падіння температури теплоносія до приладу не враховуємо.

Середня температура води в приладі:

$$t_{\text{ср}} = 105 - (0,5 \cdot 1500 \cdot 1,04 \cdot 1,02 \cdot 3,6) / (4,187 \cdot 300) = 102,7 \text{ °С.}$$

Номінальна щільність теплового потоку для конвектора «Універсал-20» складає  $357 \text{ Вт/м}^2$ .

У нашому випадку  $\Delta t_{\text{ср}} = 101,6 - 18 = 83,6$  °С, тобто більше 70 °С, та  $G_{\text{п}} = 300$  кг/год менше 360 кг/год. Отже, перераховуємо значення щільності теплового потоку конвектора:

$$q_{\text{п}} = 357(83,6/70)^{1,3}(300/360)^{0,07} = 441,1 \text{ Вт/м}^2.$$

Тепловіддача вертикальних ( $l_{\text{в}} = 2,35$  м) і горизонтальних ( $l_{\text{г}} = 0,4 \cdot 2 = 0,8$  м) труб  $D_{\text{у}} = 20$  мм становить:

$$Q_{\text{тр}} = 101,5 \cdot 2,35 + 127 \cdot 0,8 = 340,1 \text{ Вт.}$$

Розрахункова площа конвектора:

$$A_{\text{р}} = (1500 - 0,9 \cdot 340,1) / 441,1 = 2,7 \text{ м}^2.$$

Приймаємо для встановлення один кінцевий конвектор «Універсал-20» марки КН-20-1,049К з площею  $2,94 \text{ м}^2$ .

## 4 РОЗРАХУНКОВІ ЗАВДАННЯ

**Завдання 1.** Виконати теплотехнічний розрахунок зовнішньої стінки будівлі для таких умов: матеріал стінки – див. додаток А; внутрішня штукатурка – вапняно-піщаний розчин (1); зовнішня штукатурка – цементно-піщаний розчин (3); умови експлуатації – А. Вихідні кліматичні дані:  $t_{3(5)} = -22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{3(1)} = -26\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

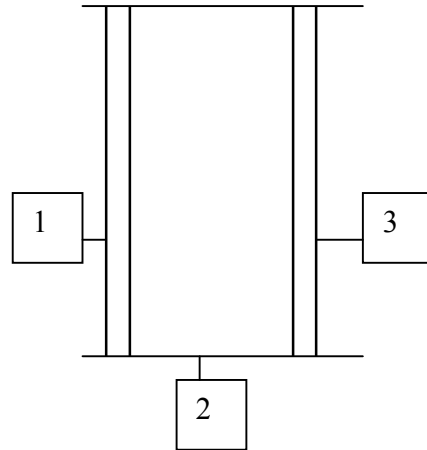


Рисунок 4.1 – Конструкція зовнішнього огороження:  
1 – внутрішня штукатурка; 2 – стіна; 3 – зовнішня штукатурка

**Завдання 2.** Використовуючи дані попереднього завдання, визначити нормативні значення опору теплопередачі зовнішньої стіни (для умов м. Києва) (див. дод. Ж). Визначити товщину утеплювача (матеріал утеплювача – див. завдання), за допомогою якого значення опору теплопередачі огороження досягне нормативного за тої самої товщини стіни.

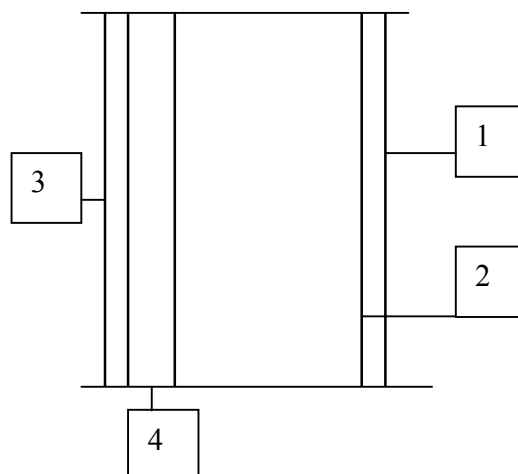


Рисунок 4.2 – Конструкція зовнішнього огороження:  
1 – внутрішня штукатурка; 2 – стіна; 3 – зовнішня штукатурка; 4 – утеплювач

**Завдання 3.** Розрахувати теплові втрати деяких приміщень, конструктивні розміри яких див. у завданні. Вихідні дані:  $t_b = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_{3(5)} = -23 \text{ }^\circ\text{C}$ . Коефіцієнти теплопередачі зовнішньої стіни приймаємо згідно з розрахунком для вікон із подвійним дерев'яним заскленням –  $k = 2,43 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{C})$ , для перекриття понад неопалювальним підвалом та горищного перекриття – згідно з додатком Ж.

Розрахунок виконати у табличній формі (табл. 2.1).

**Завдання 4.** Визначити кількість секцій чавунного радіатора типу М140 А, встановленого відкрито під підвіконням. Висоту приміщення прийняти за завданням, тепловтрати знайти, використовуючи дані попереднього завдання,  $t_b = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Радіатор підключено до однотрубного проточного стояка  $D_y = 20 \text{ мм}$ . Напрямок руху теплоносія – зверху-донизу. Температура теплоносія  $t_r = 105 \text{ }^\circ\text{C}$ . Витрати теплоносія  $G_{ст} = 300 \text{ кг}/\text{год}$ . Падіння температури теплоносія до приладу не враховується.

**Завдання 5.** Визначити марку відкрито встановленого настінного конвектора з кожухом типу КН20 «Універсал-20» за умовами: висота і тепловитрати – знайти, використовуючи дані завдання 3;  $t_b = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_r = 95 \text{ }^\circ\text{C}$ ; діаметр стояка опалення  $D_y = 20 \text{ мм}$ ; витрати теплоносія  $300 \text{ кг}/\text{год}$ . Падіння температури теплоносія до приладу не враховується.

### Список джерела

1. СНиП II-3-79<sup>\*\*</sup>. Строительная оложеніяй. – М. : Стройиздат, 1986. – 49 с.
2. СНиП 2-01-01-82. Строительная оложеніяй и оложенія. – М. : Стройиздат, 1983. – 136 с.
3. СНиП 2-04-05-91У. Отопление, оложенія и кондиционирование. – М. : Стройиздат, 1999. – 71 с.
4. СНиП 2-08-01-85. Жилые здания. – М.: ЦИТП, 1986. – 16 с.
5. Техническая оложеніяй ограждающих оложеніяй зданий и сооружений / В. А. Маляренко, А. Ф. Редько, Ю. И. Чайка, В. Б. Поволочко. – Харьков : Рубикон, 2001. – 280 с.
6. Герасимова О. М. Опалення. : навч. посібник (для студентів будівельних спеціальностей) / О. М. Герасимова. – Харків : ХДАМГ, 2001. – 199 с.
7. Алексахін О. О. Приклади й розрахунки з теплопостачання та опалення / О. О. Алексахін, О. М. Герасимова. – Харків : ХДАМГ, 2002. – 206 с.
8. ДБН 8.2.2-15-2005. Жилые здания. Основные оложенія Госком Украины по строительству и архитектуре. – Киев, 2005. – 31 с.



## ДОДАТОК А

Таблиця А1 – Варіанти вихідних даних для проектування

Варіант	Будівельні матеріали та конструкції						Тип опалювальних приладів	Тиск на вводі $\Delta P_n$ , кПа
	Зовнішня стіна	$\gamma_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Утеплювач зовнішньої стіни	$\gamma_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Утеплювач перекриття	$\gamma_0$ , кг/м <sup>3</sup>		
1	Цегляна кладка із глиняної звичайної цегли на цементно-піщаному розчині	1800	Мати мінераловатні	125	Мати мінераловатні прошивні	125	Чавунні радіатори М140-АО	12
2	Те саме на цементно-шлаковому розчині	1700	Мати мінераловатні прошивні	75	Пінобетонна крошка	75	Конвектори «Універсал»	13
3	Те саме на цементно-перлітовому розчині	1600	Пінополістирол	150	Пінополістирол	150	Конвектори «Акорд»	15
4	Цегляна кладка із силікатної цегли	1800	Пінополістирол	100	Перлітобетон	600	Конвектори «Комфорт»	14
5	Те саме із трепельної цегли	1200	Пінополістирол	40	Пінобетон	400	Чавунні радіатори М140-А	10
6	Пемзобетон	1200	Пінопласт ПхВ	125	Гравій	600	Конвектори «Комфорт»	11
7	Керамзитобетон	1200	Пінопласт ПхВ	100	Керамзитовий щебінь із доменного шлаку	400	Конвектори «Універсал»	9
8	Перлітобетон	1200	Пінополіуретан	80	Гравій	400	Конвектори «Акорд»	12
9	Пінобетон	800	Пінополіуретан	60	Пінополістирол	60	Радіатори МС90-108	14
10	Пінозолбетон	800	ISOVER	50	Мати мінераловатні прошивні	50	Конвектори «Акорд»	13

## ДОДАТОК Б

Таблиця Б1 – Розрахункові параметри зовнішнього повітря для деяких міст України

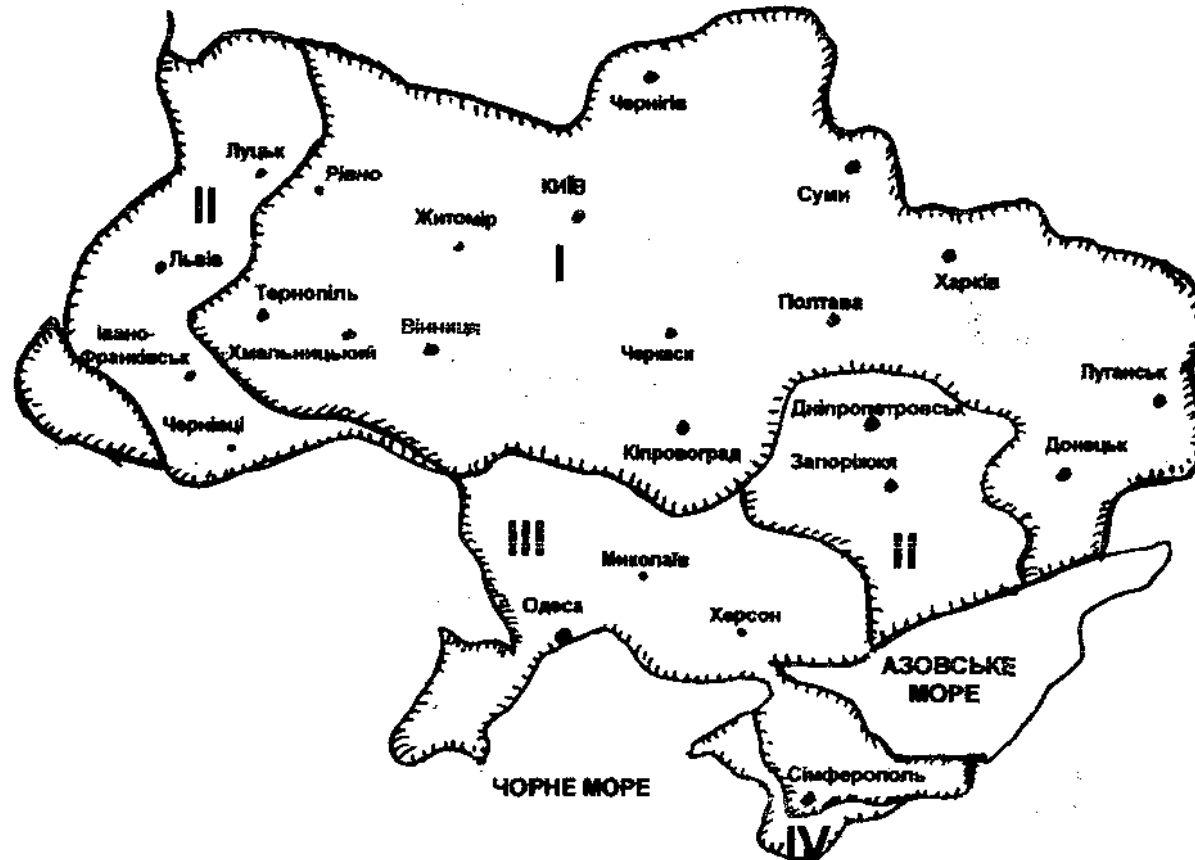
Місто	Розрахункова зимова температура повітря, °С			Середня швидкість повітря, м/с	Зона вологості	Кількість градусо-днів опалювального періоду, S
	t <sub>5</sub> забезпеч. 0,92	t <sub>хд</sub> забезпеч. 0,92	t <sub>3</sub> холодного терміну			
1	2	3	4	5	6	7
Бердянськ	-19	-25	-7	-	суха	3 024
Вінниця	-21	-26	-10	5,2	норм.	3 610
Джанкой	-17	-25	-5	1	суха	2 640
Дніпропетровськ	-23	-26	-9	5,7	суха	3 325
Донецьк	-23	-29	-10	6,2	суха	3 623
Євпаторія	-16	-20	-3	7,1	суха	2 324
Житомир	-22	-25	-9	5,4	норм.	3 610
Запоріжжя	-22	-25	-8	2,1	суха	3 202
Івано-Франківськ	-20	-22	-9	5,8	норм.	3 330
Ізмаїл	-14	-20	-5	7	суха	2 812
Керч	-15	-19	-4	9	суха	2 174
Київ	-22	-26	-10	4,2	норм.	3 572
Кіровоград	-21	-25	-9	5,7	суха	3 515
Конотоп	-24	-28	-11	4,3	норм.	3 919
Луганськ	-25	-29	-10	5,2	норм.	3 528
Луцьк	-20	-23	-8	6,3	норм.	3 403
Львів	-19	-23	-9	5,1	норм.	3 476
Любашевка	-20	-24	-9	-	норм.	3 311
Маріуполь	-23	-25	-9	8	норм.	3 253
Миколаїв	-20	-22	-7	10	суха	2 904
Одеса	-18	-21	-6	11	суха	2 805
Полтава	-23	-27	-11	6,2	суха	3 721
Рівно	-21	-25	-9	5,1	норм.	3 555

## Продовження таблиці Б1

1	2	3	4	5	6	7
Севастополь	-11	-14	0	9	суха	2 015
Сімферополь	-15	-20	-4	8	суха	2 544
Слав'янськ	-23	-29	-10	5,2	суха	3 585
Суми	-24	-28	-12	5,0	норм.	3 997
Тернопіль	-21	-25	-9	5,1	норм.	3 515
Ужгород	-18	-22	-6	4,3	норм.	2 657
Умань	-21	-26	-9	5,7	суха	3 572
Феодосія	-15	-19	-2	6	суха	2 174
Харків	-23	-28	-11	6,1	суха	3 799
Херсон	-19	-22	-7	8	суха	2 906
Хмельницький	-21	-25	-9	5,7	норм.	3 553
Черкаси	-22	-26	-9	1	суха	3 591
Чернігів	-23	-27	-10	3,8	норм.	3 763
Чернівці	-20	-25	-9	5,4	суха	3 228
Ялта	-6	-8	+1	8,7	суха	1 613

## ДОДАТОК В

### Карта-схема температурних зон України



Позначення:

I зона –  $S > 3\,501$  градусо-днів; II зона –  $S = 3\,001 \div 3\,500$  градусо-днів;  
III зона –  $S = 2\,501 \div 3\,000$  градусо-днів; IV зона –  $S < 2\,500$  градусо-днів  
(S – значення градусо-днів опалювального періоду – див. дод. Б)

## ДОДАТОК Г

### Умови експлуатації огорожувальних конструкцій залежно від вологісного режиму приміщень та зон вологості

Вологісний режим приміщень	Умови експлуатації А і Б у зонах вологості		
	сухий	нормальний	вологий
сухий	А	А	Б
нормальний	А	Б	Б
вологий	Б	Б	Б

Примітка. Для житлових приміщень приймають нормальний вологісний режим ( $\varphi_n = 50-60\%$ ).

## ДОДАТОК Д

Таблиця Д1 – Теплотехнічні показники будівельних матеріалів і конструкцій

Матеріал	Щільність $\gamma_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Розрахункові коефіцієнти (за умови експлуатації за дод. Г)			
		теплопровідність $\lambda$ , Вт/(м·°С)		теплотасвоєння $S$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	
		А	Б	А	Б
1	2	3	4	5	6
1 Залізобетон	2 500	1,92	2,04	17,98	16,95
2 Туфобетон	1 200	0,41	0,47	6,33	7,20
3 Пемзобетон	1 200	0,40	0,43	5,94	6,41
4 Керамзитобетон на керамзитовому піску і керамзитобетон	1 200	0,44	0,52	6,36	7,57
5 Те саме	500	0,17	0,23	2,55	3,25
6 Керамзитобетон на перлітовому піску	1 000	0,35	0,41	5,57	6,43
7 Те саме	800	0,29	0,35	4,54	5,32
8 Перлітобетон	1 200	0,44	0,50	6,96	8,01
9 Те саме	600	0,19	0,23	3,24	3,84
10 Газо- та пінобетон, газо- та піносілікат	800	0,33	0,37	4,92	5,63
	600	0,22	0,26	3,36	3,91
	400	0,14	0,15	2,19	2,42
	300	0,11	0,13	1,68	1,95
11 Газо- та пінозалізобетон	1 000	0,44	0,50	6,68	8,01
	800	0,35	0,41	5,48	6,44
12 Цементно-піщаний розчин	1 800	0,76	0,93	9,60	11,09
13 Складний (пісок, вапно, цемент) розчин	1 700	0,70	0,87	8,95	10,42
14 Вапняно-піщаний розчин	1 600	0,70	0,81	8,69	9,76

## Продовження таблиці Д1

1	2	3	4	5	6
Цегляна кладка із суцільної цегли:					
15 Глиняної звичайної на цементно-піщаному розчині (ДОСТ 530-80)	1 800	0,70	0,81	9,20	10,12
16 Глиняної звичайної на цементно-шлаковому розчині	1 700	0,64	0,76	8,64	9,70
17 Глиняної звичайної на цементно-перлитовому розчині	1 600	0,58	0,70	8,08	9,23
18 Силікатної (ДОСТ 379-79) на цементно-піщаному розчині	1 800	0,76	0,87	9,77	10,90
19 Трепельної (ДОСТ 379-79) на цементно-піщаному розчині	1 200	0,47	0,52	6,26	6,44
20 Гравій керамзитовий (ДОСТ 9799-83)	600	0,17	0,20	2,62	2,91
21 Те саме	300	0,12	0,13	1,56	1,66
22 Щебінь із доменного шлаку (ДОСТ 5578-76), шлакової пемзи (ДОСТ 9760-75) і аглопориту (ДОСТ 11991-83)	400	0,14	0,16	1,94	2,12
23 Бітумні, нафтові будівельні та кровельні	1 000	0,17	0,17	4,56	4,56
24 Асфальтобетон	2 100	1,05	1,05	16,43	16,43
25 Лінолеум полівінілхлоридний багатошаровий	1 800	0,35	0,35	8,22	8,22
26 Сосна та ялина уздовж волокон	500	0,29	0,35	5,56	6,33
27 Дуб уздовж волокон	700	0,35	0,41	6,90	7,83
28. Мати мінераловатні прошивні	125	0,06	0,07	0,73	0,82
29 Те саме	75	0,06	0,06	0,55	0,61
30 Пінополістирол	150	0,05	0,06	0,89	0,99
31 Те саме	100	0,41	0,05	0,65	0,82
32 Те саме	40	0,04	0,05	0,41	0,49
33 Пінопласт ПХВ	125	0,06	0,06	0,86	0,99
34 Те саме	100	0,05	0,05	0,68	0,80
35 Пінополіуретан	80	0,05	0,05	0,67	0,70
36 Те саме	60	0,04	0,04	0,53	0,55
37 ISOVER	50	0,03	0,04	1,3	1,49

## ДОДАТОК Е

Таблиця Е1 – Коефіцієнт  $n$

Огороджувальні конструкції	Коефіцієнт
1. Зовнішні стіни та покриття (зокрема вентилязовані зовнішнім повітрям), перекриття горищні (з кровлею із штучних матеріалів)	1
2. Перекриття над холодними підвалами, до яких надходить зовнішнє повітря, перекриття горищні (з кровлею із рулонних	0,9
3. Перекриття над неопалювальними підвалами без світлових отворів	0,6
4. Перекриття над підвалами з світловими отворами	0,75

## ДОДАТОК Ж

Таблиця Ж1 – Нормативи опору теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій житлово-громадських будівель та споруд

№	Назва огороджувальної конструкції	Нормативи значення опору теплопередачі огороджувальних конструкцій ( $m^2 \cdot ^\circ C / W$ )			
		I зона $S > 3501$ гр.-д.	II зона $3001 < S < 3500$ гр.-д.	III зона $2501 < S < 3000$ гр.-д.	IV зона $S < 2500$ гр.-д.
1	2	3	4	5	6
<b>А. Нове будівництво</b>					
<b>Зовнішні стіни</b>					
1.	Крупно панельні, монолітні та об'ємноблочні з утеплювачем:				
	а) з полімерних матеріалів	2,5	2,4	2,2	2,0
	б) з мінераловати або інших матеріалів	2,2	2,1	1,9	1,8
2.	Блочні:				
	а) з чарункового бетону	2,0	1,9	1,7	1,5
	б) з пористим заповнювачем	1,8	1,7	1,5	1,3
3.	Цегляні, з керамічних каменів і дрібних блоків:				
	а) повнотілі з утеплювачем	2,2	2,1	1,9	1,7
	б) багатошлінні	1,6	1,5	1,4	1,2
<b>Покриття та перекриття</b>					
4.	Покриття та перекриття горищ (окрім «теплих» горищ)	2,7	2,5	2,4	2,0
5.	Перекриття над проїздами та холодними підвалами, які з'єднані із зовнішнім повітрям	3,0	2,9	2,4	2,0

Продовження таблиці Ж1

1	2	3	4	5	6
6.	Перекриття над неопалювальними підвалами				
	а) зі світловими отворами в стінах	2,5	2,4	2,2	2,0
	б) без світлових отворів	2,3	2,2	2,0	1,8
7.	Вікна й балконні двері	0,5	0,42	0,42	0,39
Б. Реконструкція, капітальний ремонт					
1.	Зовнішні стіни	2,2	2,1	1,9	1,7
2.	Покриття та перекриття горищ	2,5	2,4	2,2	2,0
3.	Перекриття над проїздами і підвалами	Як для нового будівництва			
4.	Вікна й балконні двері				
Примітка. Для багатошарових стін з утеплювачем табличні значення потрібно приймати з коефіцієнтом 0,95 за наявності одного вікна і з коефіцієнтом 0,9 – при вікні на двері.					

## ДОДАТОК И

Таблиця И1 – Номенклатура і технічна характеристика опалювальних приладів

Найменування і марка опалювальних приладів	Площа поверхні нагрівання F, м <sup>2</sup>	Номінальний тепловий потік Q, кВт н.у.
1	2	3
Радіатори опалювальні чавунні		
МС-140-108	0,244	0,185
МС-140-98	0,240	0,174
М-140 АО	0,299	0,178
М-140 А	0,254	0,164
М-90	0,200	0,140
МС-90-108	0,187	0,150
Конвектори настінні з кожухом типу «Універсал» кінцеві		
КН 20-0,400К	0,952	0,400
КН 20-0,479К	1,140	0,479
КН 20-0,655К	1,830	0,655
КН 20-0,787К	2,200	0,787
КН 20-0,918К	2,570	0,918
КН 20-1,049К	2,940	1,049
КН 20-1,180К	3,300	1,180
КН 20-1,311К	3,370	1,311
КН 20-1,442К	4,039	1,442
КН 20-1,573К	4,410	1,573
КН 20-1,704К	4,773	1,704
КН 20-1,835К	5,140	1,835
КН 20-1,966К	5,508	1,966



Продовження таблиці И1

1	2	3
Конвектори настінні з кожухом типу «Комфорт-20»	0,710	0,372
КН 20-0,372К	1,065	0,515
КН 20-0,515К	1,420	0,655
КН 20-0,655К	1,775	0,820
КН 20-0,820К	2,130	0,985
КН 20-0,985К	2,485	1,150
КН 20-1,150К	2,840	1,315
КН 20-1,315К	3,195	1,475
КН 20-1,475К	3,550	1,640
КН 20-1,640К	3,905	1,805
КН 20-1,805К	4,260	1,970
КН 20-1,970К		
Конвектор настінний без кожуха типу «Акорд»		
КА 0,336К	0,98	0,336
КА 0,448К	1,30	0,448
КА 0,560К	1,63	0,560
КА 0,672К	1,96	0,672
КА 0,784К	2,28	0,784
КА 0,896К	2,61	0,896
КА 1,008К	2,94	1,008
КА 1,120К	3,26	1,120
К2А-0,621К	1,95	0,621
К2А-0,823К	2,60	0,823
К2А-1,030К	3,25	1,030
К2А-1,237К	3,90	1,237
К2А-1,445К	4,56	1,445
К2А-1,646К	5,19	1,646
К2А-1,854К	5,85	1,864
К2А-2,061К	6,50	2,061

*Виробничо-практичне видання*

Методичні рекомендації  
до розрахунково-графічної роботи  
з дисципліни

**«ІНЖЕНЕРНЕ ОБЛАДНАННЯ БУДІВЕЛЬ»**

*(для студентів 4 курсу денної форми навчання  
спеціальності 191 – Архітектура та містобудування)*

Укладач **БОБЛОВСЬКИЙ** Олександр Володимирович

Відповідальний за випуск *Р. Б. Ткаченко*

Редактор *О. В. Михайленко*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2017, поз. 122 М

---

Підп. до друку 24.10.2017. Формат 60 x 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,12,0

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua).

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК 5328 від 11.04.2017.