

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В.І. ВЕРНАДСЬКОГО
Навчально-науковий інститут
муніципального управління та міського господарства
Кафедра загальноінженерних дисциплін та теплоенергетики

ЗАТВЕРЖУЮ
Директор інституту
В. Б. Кисельов
3 вересня 2019 р.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ
з дисципліни
«Енергозбереження в теплопостачанні»

галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

за спеціальністю: 144 «Теплоенергетика»

інститут: навчально-науковий інститут муніципального
управління та міського господарства

Київ - 2019 рік

Методичні рекомендації до курсової роботи з дисципліни «Енергозбереження в теплопостачанні» складена відповідно ОП «Теплоенергетика» галузі знань 14 «Електрична інженерія» спеціальності 144 «Теплоенергетика»» для денної (заочної) форм навчання.

Укладач: Сегай О.М., к.т.н. доцент, доцент кафедри загальноінженерних дисциплін та теплоенергетики Науково-навчального інституту муніципального управління та міського господарства Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського.

Методичні рекомендації схвалено на засіданні кафедри загальноінженерних дисциплін та теплоенергетики

Протокол від 28 серпня 2019 року №1

Завідувач кафедри

загальноінженерних дисциплін

та теплоенергетики  Медведєв М.Г.

Вступ

Питомі тепловитрати на опалення будинку за опалювальний період – важливий показник, за допомогою якого можна оцінювати енергетичну ефективність будинку. Дане видання знайомить студентів із методикою визначення потреби будівель різного типу в тепловій енергії на опалення, а також класу енергетичної ефективності будівель відповідно до діючих нормативних вимог.

Методичні вказівки розроблені для студентів спеціальності «Теплоенергетика» галузі знань «Електрична інженерія». Метою видання методичних вказівок є закріплення знань, отриманих у процесі вивчення дисципліни «Енергозбереження в теплопостачанні», отримання практичного досвіду визначення витрат енергії на опалення і класу енергоефективності будівель.

Дані методичні вказівки розроблені для виконання курсової роботи з дисципліни «Енергозбереження в теплопостачанні», і містять:

- основні теоретичні відомості;
- мету і завдання курсової роботи;
- вимоги до виконання та оформлення курсової роботи;
- основні розрахункові залежності;
- приклад розрахунків;
- додатки з довідковими даними для виконання розрахунків;
- контрольні питання;
- перелік використаної літератури.

1. Основні теоретичні відомості

Енергетична ефективність будинку - властивість теплоізоляційної оболонки будинку та його інженерного обладнання забезпечувати оптимальні мікрокліматичні умови приміщень при фактичних або розрахункових витратах теплової енергії на опалення будинків. Енергетичну ефективність будинку визначають такі показники:

- питомі тепловитрати на опалення будинку за опалювальний період
 $q_{\text{бюд}} = Q_{\text{рік}}/F$ або $q_{\text{бюд}} = Q_{\text{рік}}/V$, кВт·год/м² або кВт·год/м³;
- загальний коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку
 $K_{\text{бюд}}$, Вт/(м²К),
- приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку
 $k_{\Sigma \text{пр}}$, Вт/(м²К),
- умовний коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку
 $K_{\text{інф}}$, Вт/(м²К), що враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації та вентиляції;
- середня кратність повітрообміну за опалювальний період $n_{\text{об}}$, год⁻¹,
- коефіцієнт скління фасадів будинку $t_{\text{скл}}$;
- показник компактності будинку: $A_{\text{к буд}}$, м⁻¹. $A_{\text{к буд}} = F_{\Sigma}/V_h$, де F_{Σ} – загальна площа внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій, включаючи покриття (перекриття) верхнього поверху і переkritтя (підлоги) нижнього опалювального приміщення, м²; V_h – опалюваний об'єм будівлі, рівний об'єму, обмеженому внутрішніми поверхнями зовнішніх огорожувальних конструкцій будинків, м³.

Основний принцип нормування енергоефективності будинків можна представити у вигляді формули $E_p \leq E_{p \max}$, E_p - розрахована або фактично виміряна величина енергоспоживання будинку; $E_{p \max}$ - максимальна величина енергоспоживання. Існує 6 класів енергетичної ефективності (А,В,С,Д,Е,Ф), літера А відповідає будинкам з найкращою енергоефективністю. Клас встановлюють під час проектування, введення в експлуатацію та під час контролю і оцінки фактичного рівня тепловтрат.

2. Мета і завдання курсової роботи

Мета роботи: Курсова робота спрямована на ознайомлення студентів з методикою визначення геометричних, теплотехнічних і енергетичних характеристик будівель, а також класу енергоефективності. Виконання роботи дозволить студентам поглибити знання з дисципліни «Енергозбереження в теплопостачанні», а саме здійснювати розрахунки по визначенню необхідного рівня теплопостачання за опалювальний період, порівнювати його з нормативним та оцінювати ефективність споживання енергії на потреби опалення будівель.

Завдання курсової роботи:

- 1) визначення загального коефіцієнту теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку;
- 2) розрахунок загальних тепловтрат будинку;
- 3) розрахунок побутових надходжень теплової енергії від людей та приладів;
- 4) розрахунок теплових надходжень від сонячної радіації;
- 5) розрахунок витрат теплової енергії на потреби опалення будівлі за рік;
- 6) визначення класу енергоефективності будівлі.

3. Вимоги по оформленню курсової роботи

Розрахункова робота оформлюється на аркушах А4 із рамками. Нумерація сторінок наскрізна, номер сторінки вказується знизу посередині сторінки.

Зміст роботи:

1. Титульний аркуш
2. Лист зауважень керівника.
3. Завдання на роботу згідно варіанту.
4. Зведена таблиця відповідей згідно індивідуального завдання.
5. Виконання аналітичних розрахунків.
6. Висновки.

Перший аркуш – титульний (не нумерується).

Другий аркуш роботи повинен мати заголовок «Зауваження керівника» із

нанесеними лініями для рукописного внесення зауважень, аркуш не нумерується.

Третій аркуш роботи – завдання на роботу згідно варіанту (нумерація починається з цієї сторінки).

Четвертий аркуш роботи - зведена таблиця відповідей.

П'ятий і наступні аркуші роботи – вирішення завдань 1-6. Оформлення відповідей повинно включати необхідний пояснювальний текст, формули для розрахунків, підставлені значення, результат розрахунку та одиниці виміру. За необхідності окремо треба навести переведення одиниць виміру.

4. Методичні вказівки до виконання курсової роботи

Об'єкт дослідження: *РР* – поверховий односекційний будинок в місті *ZZ* з двотрубною системою опалення з термостатами на опалювальних приладах системи опалення будівлі та автоматичним регулюванням в індивідуальному тепловій пункті.

4.1. Розрахунок загального коефіцієнту теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку

Загальний коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку, Вт/(м²·К), визначається за формулою:

$$k_{\text{буд}} = k_{\Sigma \text{пр}} + k_{\text{инф}}, \quad (1)$$

де $k_{\Sigma \text{пр}}$ - приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки;

$k_{\text{инф}}$ - умовний коефіцієнт теплопередачі огорожень будинку.

Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку, Вт/(м²·К), визначається за формулою:

$$k_{\Sigma \text{пр}} = \frac{\xi}{F_{\Sigma}} \left(\frac{F_{\text{ни}}}{R_{\Sigma \text{прни}}} + \frac{F_{\text{с}}}{R_{\Sigma \text{прс}}} + \frac{F_{\text{д}}}{R_{\Sigma \text{прд}}} + \frac{F_{\text{тк}}}{R_{\Sigma \text{пртк}}} + \frac{F_{\text{ц}} \cdot n}{R_{\Sigma \text{прц}}} \right), \quad (2)$$

де ξ – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, пов'язані з орієнтацією огорожень по сторонах світу, наявністю кутових приміщень, надходженням холодного повітря через входи в будинок; для житлових будинків $\xi=1,13$, для інших будинків $\xi=1,1$;

$F_{ст}, F_{с}, F_{д}, F_{нк}, F_{ц}$ – площа відповідно стін (непрозорих частин), світлопрозорих конструкцій (вікон, ліхтарів) зовнішніх дверей і воріт, покриттів (горищних перекриттів), цокольних перекриттів, огорожень по ґрунту, м²;

$R_{\Sigma пр.ст}, R_{\Sigma пр.сн}, R_{\Sigma пр.д}, R_{\Sigma пр.нк}, R_{\Sigma пр.ц}$ – приведений опір теплопередачі відповідно стін, світлопрозорих конструкцій (вікон, ліхтарів), зовнішніх дверей і воріт, покриттів (горищних перекриттів), цокольних перекриттів, м²·°C/Вт; підлог по ґрунту – з урахуванням їх поділу на зони із значенням опору теплопередачі;

F_{Σ} – внутрішня загальна площа огорожувальних конструкцій частини будинку, що опалюється, з урахуванням покриття (перекриття) верхнього поверху й перекриття підлоги нижнього опалювального приміщення, м²;

n – температурний коефіцієнт перерахунку:

$$n = \frac{t_{вн} - t_{ц}}{t_{вн} - t_{р.о.}}, \quad (3)$$

де $t_{вн}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря приміщень будинків, для існуючих житлових будинків $t_{вн}=18$ °С, для нових будинків $t_{вн}=20$ °С;

$t_{ц}=5$ °С – температура цокольного поверху,

$t_{р.о.}$ – розрахункова температура на опалення, див. додаток 5.

Умовний коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку, Вт/(м²·К), що враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації та вентиляції:

$$k_{инф} = \frac{\chi_2 \cdot c \cdot n_{об} \cdot v_v \cdot V_h \cdot \gamma_3 \cdot \eta}{F_{\Sigma}}, \quad (4)$$

де $\chi_2=0,278$ – розмірний коефіцієнт;

c – питома теплоємність повітря, приймається рівною 1 кДж/(кг·К);

$n_{об}$ – середня кратність повітрообміну будинку за опалювальний період, год⁻¹, що визначається експериментально або приймається за нормами;

v_v – коефіцієнт зниження об'єму повітря у будинку, яким враховується наявність внутрішніх огорожень; при відсутності точних даних $v_v = 0,85$;

V_h – опалювальний об'єм;

γ_z – середня густина повітря, що поступає до приміщення за рахунок інфільтрації та вентиляції, кг/м^3 , визначається за формулою:

$$\gamma_z = \frac{353}{273 + 0,5(t_{\text{вн}} + t_{\text{с.о}})} \quad (5)$$

де $t_{\text{с.о}}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, $^{\circ}\text{C}$, див. додаток 5;

η – коефіцієнт обліку впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях, що приймається рівним 0,7 - для стиків панелей стін, а також багатостулкових вікон, 0,8 – для двостулкових вікон і балконних дверей, 1,0 - для одностулкових вікон і балконних дверей.

4.2. Розрахунок загальних тепловтрат будинку

Загальні тепловтрати будинку через огорожувальну оболонку будинку, $\text{кВт}\cdot\text{год}$, визначаються за формулою:

$$Q_k = \chi_1 \cdot k_{\text{овд}} \cdot D_d \cdot F_{\Sigma}, \quad (6)$$

де $\chi_1 = 0,024$ – розмірний коефіцієнт;

D_d – кількість градусо-днів опалювального періоду, що визначається залежно від температурної зони експлуатації будинку або за формулою:

$$D_d = (t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о}}) \cdot n_o \quad (7)$$

де n_o – кількість днів опалювального періоду, див. додаток 5;

4.3. Розрахунок побутових надходжень теплової енергії

Побутові теплонадходження протягом опалювального періоду, $\text{кВт}\cdot\text{год}$:

$$Q_{\text{вн.п}} = 0,024 \cdot q_{\text{вн.п}} \cdot n_o \cdot F, \quad (8)$$

де $q_{\text{вн.п}}$ – питомі внутрішні теплонадходження; у разі відсутності детальної інформації для житлових будинків рекомендовано [1] приймати 10 Вт з розрахунку на 1 м^2 житлової площі. Те саме для громадських будівель приймається у розмірі

90 Вт/людину, також додатково враховується робота електроприладів, або у разі відсутності даних приймається 10 Вт з розрахунку на 1м² опалювальної площі;

F – площа квартир для житлових або розрахункова площа для громадських будівель, м².

4.4. Розрахунок теплонадходжень від сонця

Теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду, кВт·год, для чотирьох фасадів будинків, орієнтованих за чотирма сторонами світу - північ (Пн), схід (С), південь (Пд) і захід (З), або за проміжними напрямками (північно-захід (ПнЗ), північно-схід (ПнС), південо-схід (ПдС) і південо-захід (ПдЗ), визначаються за формулою:

$$Q_s = \zeta_{\epsilon} \epsilon_{\epsilon} (F_{пн} I_{пн} + F_{сх} I_{сх} + F_{пд} I_{пд} + F_{зах} I_{зах}) + \zeta_{\epsilon,л} \epsilon_{\epsilon,л} F_{л} I_{\epsilon} \quad (9)$$

де ζ_{ϵ} , $\zeta_{\epsilon,л}$ – коефіцієнти, що враховують затінення світлового прорізу відповідно вікон і zenітних ліхтарів непрозорими елементами заповнення, що приймаються за додатком б;

$F_{пн}$, $F_{сх}$, $F_{пд}$, $F_{зах}$ – площа світлових прорізів фасадів будинку, відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу, м²;

ϵ_{ϵ} , $\epsilon_{\epsilon,л}$ – коефіцієнти відносного проникнення сонячної радіації відповідно для світлопропускаючих заповнень вікон і zenітних ліхтарів, що приймаються за паспортними даними відповідних світлопрозорих конструкцій або за додатком б, (мансардні вікна з кутом нахилу заповнень до обр'ю 45° і більше, варто вважати як вертикальні вікна, з кутом нахилу менш 45° - як zenітні ліхтарі);

$F_{л}$ – площа світлових прорізів zenітних ліхтарів будинку, м²;

$I_{пн}$, $I_{сх}$, $I_{пд}$, $I_{зах}$ – середня величина сонячної радіації за опалювальний період, що поступає на вертикальні поверхні, при дійсних умовах хмарності, відповідно орієнтовані за чотирма фасадами будинку, кВт·год/м². Приймаються за додатком 4 з урахуванням приведення одиниць виміру до кВт год/м²).

I_{ϵ} – середня величина сонячної радіації за опалювальний період на горизонтальну поверхню при дійсних умовах хмарності, кВт год/м² (додаток 4).

4.5. Розрахунок витрат теплової енергії за рік

Розрахункові витрати теплової енергії $Q_{\text{рік}}$, кВт год/рік, визначаються за формулою:

$$Q_{\text{рік}} = [Q_k - (Q_{\text{вн п}} + Q_s) \cdot \nu \cdot \zeta] \cdot \beta_h \quad (10)$$

де ν – коефіцієнт, що враховує здатність огорожувальних конструкцій приміщень будинків акумулювати або віддавати тепло при періодичному тепловому режимі; при відсутності точних даних слід приймати: $\nu = 0,8$;

ζ – коефіцієнт авторегулювання подавання теплоти в системах опалення; рекомендовані значення: $\zeta=1,0$ - в однотрубній системі з термостатами та з пофасадним авторегулюванням на індивідуальні теплові пункти (ІТП) або поквартирним горизонтальним розведенням; $\zeta=0,95$ - у двотрубній системі опалення з термостатами та з центральним авторегулюванням на ІТП; $\zeta=0,9$ - в однотрубній системі з термостатами та з центральним авторегулюванням на ІТП, а також у двотрубній системі опалення з термостатами і без авторегулювання на ІТП; $\zeta=0,85$ - в однотрубній системі опалення з термостатами і без авторегулювання на ІТП; $\zeta=0,7$ - у системі без термостатів та з центральним авторегулюванням на ІТП з коригуванням за температурою внутрішнього повітря; $\zeta=0,5$ - у системі без термостатів та без авторегулювання на ІТП (регулювання центральне в ІТП або котельні);

β_h – коефіцієнт, що враховує додаткове теплоспоживання системою опалення, пов'язане з дискретністю номінального теплового потоку номенклатурного ряду опалювальних приладів і додатковими тепловтратами через зарядіаторні ділянки огорожень, тепловтратами трубопроводів, що проходять через неопалювані приміщення: для багатосекційних та інших протяжних будинків $\beta_h=1,13$, для будинків баштового типу $\beta_h=1,11$.

4.6. Розрахунок питомих тепловтрат на опалення

Розрахункове значення питомих тепловтрат на опалення будинку за

опалювальний період, кВт·год/м² або кВт·год/м³, визначається за формулами:

$$q_{\text{дод}} = \frac{Q_{\text{д'є}}}{F_h} \quad (11)$$

або

$$q_{\text{дод}} = \frac{Q_{\text{д'є}}}{V_h} \quad (12)$$

4.7. Визначення класу енергоефективності будинку

Знаходимо різницю розрахункового значення питомих тепловитрат від максимально допустимого значення:

$$\frac{q_{\text{дод}} - E_{\text{max}}}{E_{\text{max}}} \cdot 100\% \quad (13)$$

Таблиця 1

Класифікація будинків за енергетичною ефективністю

Класи енергетичної ефективності будинку	Різниця у % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, $q_{\text{буд}}$, від максимально допустимого значення, E_{max} , $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100\%$
A	мінус 50 та менше
B	від мінус 49 до мінус 10
C	від мінус 9 до 0
D	від плюс 1 до плюс 25
E	від плюс 26 до плюс 75
F	плюс 76 та більше

5. Приклад розрахунку

Завдання:

Визначити клас енергоефективності для односекційного будинку у місті Рівне, 12 поверхів, двотрубна система опалення з термостатами та автоматичним регулюванням на індивідуальному теплопункті. Надати рекомендації.

Опори теплопередачі огорожень відповідно складають:

зовнішні стіни площею $6850 \text{ м}^2 - R_{\Sigma np.mn} = 3,43 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$;

горищне перекриття площею $430 \text{ м}^2 - R_{\Sigma np.nk} = 3,9 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$;

перекриття над техпідпіллям площею $320 \text{ м}^2 - R_{\Sigma np.ц} = 5 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$;

вікна площею $640 \text{ м}^2 - R_{\Sigma np.c} = 0,76 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$;

двері $33 \text{ м}^2 - R_{\Sigma np.d} = 0,7 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$.

Опалювальна площа $F_{\text{oh}} = 12200 \text{ м}^2$.

Прийняти площу квартир (кімнат) у розмірі 90% від опалювальної площі.

Висоту поверхів прийняти 3 м.

Внутрішню температуру прийняти $18 \text{ }^\circ\text{C}$, середня кратність повітрообміну будинку за опалювальний період $n_{ob} = 0,95 \text{ год}^{-1}$.

Прийняти коефіцієнт обліку впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях $\eta = 0,7$ єдиним для всього будинку.

Вікна - двокамерні склопакети із селективним покриттям на внутрішньому склі й в одинарному ПВХ плетінні.

Площу скління по фасадам розподілити наступним чином: 40% північ, 40% південь, 20% схід, 20% захід.

5.1. Розрахунок загального коефіцієнту теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку

- 1) Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, визначається за формулою:

$$k_{\Sigma np} = \frac{\xi}{F_{\Sigma}} \left(\frac{F_{nn}}{R_{\Sigma np nn}} + \frac{F_c}{R_{\Sigma np c}} + \frac{F_{\partial}}{R_{\Sigma np \partial}} + \frac{F_{nk}}{R_{\Sigma np nk}} + \frac{F_{\psi} \cdot n}{R_{\Sigma np \psi}} \right),$$

де $\xi = 1,13$ - коефіцієнт додаткових тепловтрат для житлових будинків.

Величини нормованих R_{qmin} та фактичних $R_{\Sigma np}$ показників з опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій занесемо до таблиці.

Вид конструкції	$R_{q min}$ ($m^2 \cdot K$)/Вт	$R_{\Sigma np}$ ($m^2 \cdot K$)/Вт	F , m^2
Зовнішні стіни	3,3	$R_{\Sigma np. nn} = 3,43$	$F_{nn} = 6850$
Перекрыття холодного горища	4,95	$R_{\Sigma np. nk} = 3,9$	$F_{nk} = 430$
Перекрыття над техпідпіллям	3,75	$R_{\Sigma np. \psi} = 5$	$F_{\psi} = 320$
Світлопрозорі конструкції	0,75	$R_{\Sigma np. c} = 0,76$	$F_c = 640$
Двері	0,44	$R_{\Sigma np. \partial} = 0,7$	$F_{\partial} = 33$

Величини R_{qmin} обираємо залежно від температурної зони з додатку 6. Номер температурної зони обирається за картою, наведеною у додатку 3.

Температурний коефіцієнт перерахунку:

$$n = \frac{t_{вн} - t_{ц}}{t_{вн} - t_{p.o}} = \frac{18 - 5}{18 - (-21)} = 0,33,$$

де $t_{\psi} = 5^{\circ}C$ - температура цокольного поверху,

$t_{p.o}$ - розрахункова температура на опалення, вибирається з додатку 5 відповідно до міста, що вказане у варіанті.

Тоді:

$$k_{\Sigma np} = \frac{1,13}{7850} \left(\frac{6850}{3,43} + \frac{430}{3,9} + \frac{320}{5} + \frac{640}{0,76} + \frac{33 \cdot 0,33}{0,7} \right) = 0,436 \frac{Вт}{m^2 K}.$$

2) Умовний коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку, Вт/($m^2 \cdot K$), що враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації та вентиляції:

$$k_{\text{інф}} = \frac{\chi_2 \cdot c \cdot n_{\text{об}} \cdot v_v \cdot V_h \cdot \gamma_3 \cdot \eta}{F_{\Sigma}} =$$

$$= \frac{0,278 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,85 \cdot 36600 \cdot 1,25 \cdot 0,7}{7850} = 0,916 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

де $\chi_2=0,278$ – розмірний коефіцієнт;

$c=1$ кДж/(кг·К) - питома теплоємність повітря;

$v_v=0,85$ - коефіцієнт зниження об'єму повітря у будинку.

Коефіцієнт обліку впливу зустрічного теплового потоку в конструкціях (η) та середня кратність повітрообміну ($n_{\text{об}}$) приймаються згідно вихідних даних.

Зважаючи на те, що висота поверху становить 3 м (з умови задачі), визначимо опалювальний об'єм: $V_h=F_h \cdot 3=12200 \cdot 3=36600 \text{ м}^3$.

Середня густина повітря:

$$\gamma_3 = \frac{353}{273 + 0,5(t_{\text{вн}} + t_{\text{с.о}})} = \frac{353}{273 + 0,5(18 + 0,1)} = 1,25 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

де $t_{\text{с.о}}=0,1$ °С - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, вибирається з додатку 5 відповідно до міста, що вказане у варіанті.

3) Загальний коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку, Вт/(м²·К), визначається за формулою:

$$k_{\text{буд}} = k_{\Sigma\text{пр}} + k_{\text{інф}} = 0,436 + 0,916 = 1,352 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

5.2. Розрахунок загальних тепловтрат будинку

Загальні тепловтрати будинку через огорожувальну оболонку будинку:

$$Q_k = \chi_1 \cdot k_{\text{буд}} \cdot D_d \cdot F_{\Sigma} = 0,024 \cdot 1,352 \cdot 3294 \cdot 7850 = 839088 \text{ Вт} = 839,1 \text{ кВт},$$

де $\chi_1=0,024$ – розмірний коефіцієнт;

D_d – кількість градусо-днів опалювального періоду, що визначається залежно

від температурної зони експлуатації будинку:

$$D_d = (t_{вн} - t_{с.о.}) n_0 = (18 - 0,1) \cdot 182 = 3294 \text{ градусо-доби,}$$

де $n_0 = 182$ діб – кількість опалювальних діб для даного міста.

5.3. Розрахунок побутових теплонадходжень

Побутові теплонадходження протягом опалювального періоду, кВт·год:

$$Q_{вн.п.} = 0,024 q_{вн.п.} n_0 \cdot F = 0,024 \cdot 10 \cdot 182 \cdot 10980 = 479606 \text{ Вт} = 479,6 \text{ кВт,}$$

де $q_{вн.п.} = 10$ Вт на 1 м^2 – питомі побутові теплові надходження, значення рекомендоване для житлових будинків у разі відсутності точних даних;

$$F = F_h \cdot 0,9 = 12200 \cdot 0,9 = 10980 \text{ м}^2 \text{ – площа квартир (кімнат).}$$

5.4. Розрахунок теплонадходжень від сонця

Теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду:

$$Q_s = \zeta_{\epsilon} \epsilon_{\epsilon} (F_{нн} I_{нн} + F_{сх} I_{сх} + F_{нд} I_{нд} + F_{зах} I_{зах}) + \zeta_{\epsilon,л} \epsilon_{\epsilon,л} F_{л} I_{\epsilon} =$$

$$= 0,8 \cdot 0,48 (256 \cdot 81,9 + 128 \cdot 134,7 + 256 \cdot 234 + 128 \cdot 138) + 0,8 \cdot 0,48 \cdot 860 \cdot 0 = 44458 \text{ кВт год.}$$

де $\zeta_{\epsilon} = 0,8$, $\zeta_{\epsilon,л} = 0,48$ – коефіцієнти, що враховують затінення світлового прорізу відповідно вікон і зенітних ліхтарів непрозорими елементами заповнення, визначено за додатком б;

$F_{нн}$, $F_{сх}$, $F_{нд}$, $F_{зах}$ - площа світлових прорізів фасадів будинку, відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу, м^2 ; приймаємо:

$$F_{нн} = 0,4 \cdot F_c = 0,4 \cdot 640 = 256 \text{ м}^2;$$

$$F_{сх} = 0,2 \cdot F_c = 0,2 \cdot 640 = 128 \text{ м}^2;$$

$$F_{нд} = 0,4 \cdot F_c = 0,4 \cdot 640 = 256 \text{ м}^2;$$

$$F_{зах} = 0,2 \cdot F_c = 0,2 \cdot 640 = 128 \text{ м}^2;$$

$\epsilon_{\epsilon} = 0,8$ та $\epsilon_{\epsilon,л} = 0,48$ - коефіцієнти відносного проникнення сонячної радіації, приймаємо за додатком б;

$F_{л} = 0$ - площа світлових прорізів зенітних ліхтарів будинку, м^2 ;

$I_{нн} = 295$ МДж/ м^2 , $I_{сх} = 485$ МДж/ м^2 , $I_{нд} = 844$ МДж/ м^2 , $I_{зах} = 498$ МДж/ м^2 – середня

величина сонячної радіації за опалювальний період, що поступає на вертикальні поверхні, при дійсних умовах хмарності, відповідно орієнтовані за чотирма фасадами будинку, обирається за додатком 4;

$I_s = 860 \text{ МДж/м}^2$, - середня величина сонячної радіації за опалювальний період на горизонтальну поверхню при дійсних умовах хмарності, приймається за дод.4.

Для приведення величин сонячної радіації до кВт·год/м² потрібно скористатися співвідношенням: [Вт=Дж/с], тоді [кВт·год=3,6 МДж].

Наприклад: $I_{nn} = 295 \text{ МДж/м}^2 = 295/3,6 = 81,9 \text{ кВт·год/м}^2$.

5.5. Розрахунок витрат теплової енергії за рік

Розрахункові витрати теплової енергії визначаються за формулою:

$$Q_{\text{рік}} = [Q_k - (Q_{\text{внн}} + Q_s) \cdot v \cdot \zeta] \cdot \beta_h =$$

$$= [839088 - (479606 + 44458) \cdot 0,8 \cdot 0,95] \cdot 1,11 = 489287 \text{ Вт} = 489,3 \text{ кВт·год},$$

де v - коефіцієнт, що враховує акумуляцію огорожень при періодичному тепловому режимі, приймаємо $v = 0,8$;

$\zeta = 0,95$ коефіцієнт авторегулювання подавання теплоти у двотрубній системі опалення з термостатами та з центральним авторегулюванням на ІТП;

β_h - коефіцієнт, що враховує додаткове теплоспоживання системою опалення, для будинків баштового типу $\beta_h = 1,11$.

5.6. Розрахунок питомих тепловитрат на опалення

Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період, кВт·год/м² або кВт·год/м³, визначається за формулами:

$$q_{\text{буд}} = \frac{Q_{\text{рік}}}{F_h} = \frac{489287}{12200} = 40,1 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^2},$$

$$q_{\text{буд}} = \frac{Q_{\text{рік}}}{V_h} = \frac{489287}{36600} = 13,4 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3}.$$

5.7. Визначення класу енергоефективності будинку

За додатком 7 знаходимо максимально допустиме значення питомих тепловтрат будівлі даного типу для першої температурної зони: $E_{max}=48$ кВт·год/м².

$$\frac{q_{буд} - E_{max}}{E_{max}} \cdot 100\% = \frac{40,1 - 48}{48} \cdot 100\% = -16,5\% .$$

Висновок: Клас енергоефективності будинку – В. Для нових будівель і будівель, що реконструюються, клас енергоефективності будівлі має бути не нижче, ніж С. Таким чином, даний будинок задовольняє сучасним вимогам з енергозбереження і рекомендується до подальшої експлуатації.

Результати розрахунку за частиною I потрібно звести у таблицю.

Таблиця 2

Зведена таблиця результатів розрахунків за частиною I

$k_{\Sigma пр}$ Вт/(м ² ·К)	$k_{інф}$ Вт/(м ² ·К)	γ %	D_d ГД	Q_k кВт·год	$Q_{вн.п.}$ кВт·год	Q_s кВт·год	$Q_{рік}$ кВт·год	$Q_{буд}$ кВт·год/	E_{max}	Клас

6. Завдання на розрахунок курсової роботи

Вихідні дані для розрахунку наведено в додатку 1.

Об'єкт досліджень – житлова будівля, для якої у якості вихідних даних задається:

PP – кількість поверхів;

$R_{\Sigma np}$ - приведений опір теплопередачі за видами огорожень, $m^2 K/Вт$;

F – площа огорожень, m^2 ;

F_{Σ} – внутрішня загальна площа огорожень частини будинку, що опалюється, m^2 ;

F_h – опалювальна площа будівлі, m^2 ;

$n_{об}$ - середня кратність повітрообміну будинку за опалювальний період, год⁻¹

ZZ – назва міста.

Індекси відповідно означають:

нп – непрозорі огороження (стіни),

пк – покриття,

ц – цокольне перекриття,

с – світлопрозорі огороження (вікна);

д – двері.

Усі інші дані, що необхідні для розрахунків, приймати аналогічно прикладу розрахунку, наведеному у п.5.

Завдання на розрахунок

Визначити:

1. Загальний коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.
2. Загальні тепловтрати будинку через огороджувальну оболонку будинку, $\text{кВт} \cdot \text{год}$.
3. Побутові теплонадходження протягом опалювального періоду, $\text{кВт} \cdot \text{год}$.
4. Теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду, $\text{кВт} \cdot \text{год}$.
5. Розрахункові витрати теплової енергії, $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{рік}$.
6. Розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період $q_{\text{буд}}$, $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$ або $\text{кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$.
7. Клас енергоефективності будинку.

Контрольні питання

1. Алгоритм розрахунку параметрів енергопаспорту будівлі?
2. Що називають енергетичним паспортом будівлі?
3. Що називають енергетичною ефективністю будівлі?
4. Основні показники енергетичної ефективності будівлі?
5. Особливості складання енергопаспорту для будівель, що проектуються та будівель, що експлуатуються.
6. Вкажіть позначення та одиниці виміру опору тепловіддачі, опору теплопередачі та коефіцієнту теплопередачі зовнішніх огорожень.
7. Як обраховувались побутові теплонадходження в приміщення?
8. Як обраховувались теплонадходження від сонячної радіації в будівлю?
9. Порядок розрахунку приведенного коефіцієнту теплопередачі теплоізоляційної оболонки будівлі?
10. Як визначаються геометричні характеристики для обчислення класу енергоефективності будівлі за методикою ДБН?
11. Які геометричні та теплотехнічні показники будинку наводяться в енергетичному паспорті будівлі?
12. Який порядок проведення розрахунків за методикою ДБН «Теплова ізоляція будівель»?
13. Які вихідні дані потрібні для визначення класу енергетичної ефективності будівлі?
14. Наведіть класифікацію будівель за енергетичною ефективністю?
15. Які вимоги та рекомендації існують при виконанні теплоізоляційної оболонки будівлі?
16. Порядок визначення загальних тепловтрат будинку?
17. Як визначити витрати теплової енергії за рік? Які додаткові коефіцієнти враховані у формулі?

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель» із змінами – К.: ДП НДІБК, 2007.
2. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції – К.: ДП НДІБК, 2007.
3. Енергозбереження будівель і споруд. Складання енергетичного паспорта будівлі: метод. вказівки до викон. комп. практикуму з дисципліни для студ. спец. „Енергетичний менеджмент” / Уклад.: В.І. Дешко, Г. Г. Фаренюк, М. М. Шовкалюк, О. М. Шевченко, І. Ю. Білоус – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 34 с.
4. Енергозбереження будівель і споруд. Розробка енергетичного сертифікату будівлі: метод. вказівки до викон. комп. практикуму з дисципліни для студ. напрямів підготовки 6.050601 «Теплоенергетика», 6.050701 «Електротехніка та електротехнології» / Уклад.: В.І. Дешко, М.М.Шовкалюк, О. М. Шевченко, І.Ю.Білоус – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 40 с.

Додатки

Додаток 1

Варіанти завдань

Варіант	РР	R _{Σпр} за видами огорожень					Площа огорожень					F _Σ	F _h	n _{об}	ZZ
		нп	пк	ц	с	д	F _{нп}	F _{пк}	F _ц	F _с	F _д				
1	22	3,5	3,2	5	0,9	0,7	6900	600	400	800	30	9200	13000	0,956	Житомир
2	21	3,32	3,3	5	0,8	0,7	6850	580	380	780	29	9150	12950	0,94	Донецьк
3	20	3,14	3,4	5	0,9	0,7	6800	560	360	760	28	9100	12900	0,93	Ів.-Франк.
4	19	3,22	3,5	5	0,75	0,7	6750	540	340	740	27	9050	12800	0,92	Харків
5	18	3,43	3,6	5	0,8	0,7	6700	520	320	720	26	9000	12700	0,91	Черкаси
6	17	3,24	3,7	5	0,81	0,7	6650	500	300	700	25	8050	12600	0,915	Чернігів
7	16	3,42	3,8	5	0,78	0,7	6600	480	280	680	24	8000	12500	0,925	Ялта
8	15	3,28	3,9	5	0,77	0,7	6550	460	260	660	23	7950	12400	0,90	Одеса
9	14	3,44	4	5	0,76	0,7	6500	440	270	640	22	7900	12300	0,86	Суми
10	13	3,11	4,1	5	0,75	0,7	6450	420	265	620	21	7850	12200	0,87	Євпаторія
11	12	3,25	4,2	5	0,74	0,7	6400	400	250	600	20	7800	12100	0,88	Жмеринка
12	11	3,26	4,3	5	0,73	0,7	6350	380	240	620	21	7750	12000	0,89	Вінниця
13	10	3,31	4,4	5	0,72	0,7	6300	360	230	640	22	7700	11900	0,865	Кривий Ріг

14	22	3,23	4,5	5	0,8	0,7	6900	600	410	780	23	9350	13050	0,895	Ужгород
15	21	3,4	4,6	5	0,79	0,7	6850	580	415	760	24	9300	13000	0,935	Чернівці
16	20	3,34	4,7	5	0,76	0,7	6800	560	405	740	25	9250	12950	0,945	Вишневе
17	19	2,98	3,2	5	0,6	0,7	6750	540	390	720	26	9200	12850	0,955	Севастопіль
18	18	3,13	3,3	5	0,69	0,7	6700	520	380	700	27	9150	12800	0,965	Луцьк
19	17	3,5	3,4	5	0,78	0,7	6650	500	370	680	28	9100	12700	0,975	Луганськ
20	16	3,41	3,5	5	0,77	0,7	6600	480	360	660	29	8050	12600	0,985	Кіровоград
21	15	3,32	3,6	5	0,76	0,7	6550	460	350	640	30	8000	12500	0,98	Хмельницький
22	14	3,36	3,7	5	0,75	0,7	6500	450	340	620	31	7950	12400	0,97	Запоріжжя
23	13	3,35	3,8	5	0,77	0,7	6900	440	330	600	32	7900	12300	0,96	Львів
24	12	3,43	3,9	5	0,76	0,7	6850	430	320	640	33	7850	12200	0,95	Рівне

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків

№ поз	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q \min}$, $m^2 \cdot K/W$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені перекриття	5,35	4,9
3	Горищні перекриття та перекриття неопалювальних горищ	4,95	4,5
4	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
6	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки та громадські будинки	0,44	0,39
7	Вхідні двері в малоповерхові будинки та квартири, що розташовані на перших поверхах багатоквартирних будинків	0,6	0,54

Розподіл областей України за температурними зонами



Доза сумарної сонячної радіації за опалювальний період, що надходить на горизонтальну та вертикальну поверхні різної орієнтації за середніх умов хмарності

№	Місто	Сумарна сонячна радіація за опалювальний період, МДж/м ² , орієнтація:								
		вертикальна								Горизонтальна
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Київ	299	338	500	764	916	782	516	339	864
2	Сімферополь	262	300	455	731	895	746	480	301	883
3	Ялта	262	300	455	731	895	746	480	301	883
4	Вінниця	310	354	523	788	942	808	538	355	933
5	Луцьк	284	321	467	696	822	708	482	322	836
6	Дніпропетровськ	275	318	496	782	952	809	521	321	899
7	Кривий Ріг	275	318	496	782	952	809	521	321	899
8	Донецьк	278	324	507	800	968	825	524	326	926
9	Житомир	308	352	514	762	898	761	510	352	909
10	Ужгород	225	254	380	603	739	629	405	255	704
11	Запоріжжя	260	308	468	745	907	774	491	305	867
12	Івано-Франківськ	297	338	491	732	879	750	526	339	891
13	Кіровоград	299	344	525	816	987	816	544	344	946
14	Луганськ	260	303	484	769	959	795	501	305	861
15	Львів	303	341	491	719	860	736	501	341	869
16	Миколаїв	255	294	454	727	932	752	477	295	862
17	Одеса	248	296	454	725	881	743	480	295	876
18	Полтава	288	336	520	808	990	838	538	336	922
19	Рівне	295	337	485	716	844	730	498	337	860
20	Суми	302	356	552	855	1021	870	564	355	945
21	Тернопіль	310	353	512	755	897	771	524	353	912
22	Харків	288	336	527	936	997	842	540	337	908
23	Херсон	264	309	469	745	911	765	496	307	899
24	Хмельницький	307	352	514	763	908	787	521	352	914
25	Черкаси	299	344	518	797	963	816	535	344	924
26	Чернівці	294	332	484	721	861	745	499	333	878
27	Чернігів	305	352	517	781	921	796	524	352	903
28	Умань	299	344	518	797	963	816	535	344	924
29	Феодосія	262	300	455	731	895	746	480	301	883
30	Ковель	284	321	467	696	822	708	482	322	836

Розрахункові температури зовнішнього повітря різних міст України

№	Місто	Температура середня місячна												Сер. за рік	тр.о.	Період із середньою добовою t повітря					
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			≤ 8°С		≤ 10°С		≥ 21°С	
																дiб	тс.о.	дiб	тс.о.	дiб	тсеп.
1	Київ	-4,7	-3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5	8	-22	176	-0,1	195	0,7	-	-
2	Сімферополь	-0,3	0,4	3,7	10,1	15,1	19,2	21,8	21,3	16,7	11,0	6,1	2,1	10,6	-15	154	2,6	175	3,5	61	21,8
3	Ялта	4,1	4,2	6,0	10,6	15,7	19,8	23,6	23,2	19,0	13,6	9,5	6,1	13,0	-6	126	5,3	152	6,1	83	23,0
4	Вінниця	-5,1	-3,8	0,5	8,1	14,2	17,2	18,7	18,0	13,3	7,6	1,8	-2,9	7,3	-21	182	-0,2	202	0,6	-	-
5	Луцьк	-4,2	-3,0	1,1	8,1	13,9	16,9	18,4	17,7	13,2	7,9	2,4	-2,4	7,5	-20	180	0,3	201	1,1	-	-
6	Дніпр-тровськ	-4,7	-3,8	1,1	9,6	16,0	19,6	21,6	20,7	15,4	8,6	2,2	-2,5	8,7	-24	172	-0,2	188	0,6	57	21,6
7	Кривий Ріг	-4,3	-3,3	1,6	9,6	15,8	19,4	21,5	20,7	15,5	8,9	2,7	-2,0	8,8	-17	171	0,2	188	1,0	55	21,5
8	Донецьк	-5,2	-4,4	0,7	9,4	15,4	19,0	21,2	19,8	14,9	8,0	1,8	-2,9	8,1	-22	176	-0,5	192	0,3	47	21,3
9	Житомир	-5,1	-4,0	0,4	7,9	14,0	17,1	18,5	17,7	13,0	7,4	1,7	-2,8	7,2	-22	184	-0,2	203	0,5	-	-
10	Ужгород	-2,4	-0,2	4,7	10,8	15,8	18,7	20,3	19,8	15,5	10,2	4,7	-0,5	9,8	-18	154	1,4	175	2,5	28	20,7
11	Запоріжжя	-3,5	-2,6	2,0	10,1	16,4	20,2	22,4	21,4	16,2	9,6	3,5	-1,1	9,6	-21	166	0,6	182	1,4	69	22
12	Ів.-Франківськ	-4,3	-2,6	1,7	8,1	13,6	16,7	18,3	17,7	13,4	8,0	2,5	-2,4	7,6	-20	179	0,4	200	1,2	-	-
13	Кіровоград	-4,9	-3,9	0,8	9,1	15,2	18,6	20,4	19,7	14,7	8,2	2,1	-2,6	8,1	-22	175	-0,3	192	0,5	32	20,8
14	Луганськ	-5,0	-4,2	1,1	10,1	16,1	19,9	22,0	20,7	15,1	8,2	2,2	-2,5	8,6	-25	172	-0,4	188	0,4	61	21,7
15	Львів	-4,0	-2,7	1,4	7,9	13,4	16,3	17,7	17,2	13,0	8,0	2,5	-2,2	7,4	-19	179	0,4	201	1,2	-	-
16	Миколаїв	-2,6	-1,6	2,8	10,2	16,4	20,3	22,7	22,0	16,8	10,4	4,2	-0,4	10,1	-20	161	1,1	178	2,0	75	22,3
17	Одеса	-1,3	-0,6	2,9	9,2	15,3	19,6	22,0	21,6	17,0	11,3	5,8	1,1	10,3	-18	158	2,0	178	3,0	65	21,9
18	Полтава	-5,6	-4,7	0,3	9,0	15,4	18,7	20,5	19,7	14,3	7,7	1,3	-3,4	7,8	-23	178	-0,8	195	0,0	31	10,8
19	Рівне	-4,6	-3,4	0,7	8,0	13,8	16,7	18,2	17,5	13,1	7,7	2,1	-2,6	7,3	-21	182	0,1	202	0,8	-	-
20	Суми	-6,6	-5,8	-0,8	8,1	14,6	17,9	19,5	18,4	13,0	6,7	0,4	-4,3	6,8	-25	187	-1,4	204	-0,6	-	-
21	Тернопіль	-5,0	-3,7	0,4	7,6	13,5	16,4	17,8	17,2	12,8	7,5	1,8	-3,1	6,9	-20	184	-0,2	205	0,6	-	-
22	Харків	-5,9	-5,1	0,0	9,0	15,5	18,9	20,7	19,7	14,1	7,5	1,0	-3,7	7,6	-23	179	-1,0	196	-0,2	37	20,9
23	Херсон	-2,5	-1,6	2,8	10,1	16,1	20,0	22,4	21,6	16,5	10,1	4,3	-0,2	10,0	-19	163	1,3	181	2,2	69	22,1
24	Хмельницький	-4,9	-3,6	0,6	7,9	13,9	16,8	18,4	17,7	13,1	7,6	1,9	-2,9	7,2	-21	183	-0,1	203	0,7	-	-
25	Черкаси	-5,0	-4,0	0,7	8,9	15,2	18,4	20,1	19,3	14,2	7,9	2,0	-2,7	7,9	-21	178	-0,3	195	0,5	18	20,6
26	Чернівці	-4,1	-2,4	2,0	8,9	14,5	17,6	19,1	18,4	14,1	8,7	2,7	-2,1	8,1	-20	175	0,5	196	1,4	-	-
27	Чернігів	-5,9	-4,9	-0,1	8,0	14,4	17,6	19,2	18,1	12,9	6,9	1,0	-3,5	7,0	-23	187	-0,9	204	-0,2	-	-
28	Умань	-4,8	-3,7	0,9	8,7	14,6	17,8	19,4	18,6	13,6	7,7	2,0	-2,5	7,7	-20	179	-0,1	197	0,7	-	-
29	Феодосія	1,2	1,6	4,6	10,6	16,1	20,8	23,2	23,1	18,4	12,6	7,6	3,8	12,0	-15	142	3,6	163	4,3	83	23,3
30	Ковель	-3,9	-2,7	1,3	8,1	13,9	16,9	18,2	17,6	13,0	7,9	2,5	-1,9	7,6	-21	177	0,4	199	1,2	-	-

Значення коефіцієнтів затінення світлового прорізу ζ_v і $\zeta_{z,l}$ і відносного проникнення сонячної радіації, ε_v і $\varepsilon_{z,l}$, відповідно вікон і zenітних ліхтарів

Заповнення світлового прорізу	Коефіцієнти ζ_v і $\zeta_{z,l}$; ε_v і ε_l			
	при дерев'яних або ПВХ плетіннях		при алюмінієвих плетіннях	
	ζ_v і $\zeta_{z,l}$	ε_v і $\varepsilon_{z,l}$	ζ_v і $\zeta_{z,l}$	ε_v і $\varepsilon_{z,l}$
Подвійне скління з селективним і-покриттям на внутрішньому склі: однокамерні склопакети в одинарних плетіннях подвійне скління в спарених плетіннях подвійне скління в роздільних плетіннях	0,80	0,54	0,80	0,54
	0,75	0,65	0,70	0,65
	0,65	0,60	0,60	0,60
Потрійне скління із звичайного скла в окремо-спарених плетіннях	0,50	0,70	0,50	0,70
Однокамерні склопакети й одинарне скління у роздільних плетіннях	0,60	0,63	0,60	0,63
Однокамерний склопакет із селективним покриттям і одинарне скління у роздільних плетіннях	0,60	0,58	0,60	0,58
Двокамерні склопакети із селективним покриттям на внутрішньому склі й в одинарному плетінні	0,8	0,48	0,8	0,48

Нормативні максимальні теплові витрати житлових громадських будинків

№	Призначення будинку	Значення E_{\max} , кВт·год/м ² [кВт·год/м ³], для температурної зони України	
		I	II
1	Житлові будинки поверховістю: від 1 до 3,	$470 \times F_h^{-1/4}$	$400 \times F_h^{-1/4}$
	від 4 до 9,	55	48
	від 10 до 16,	48	42
	від 17 до 24	43	38
	понад 25	40	35
2	Громадські будинки та споруд, окрім груп будинків за рядками 3÷6 поверховістю: від 1 до 3,	$230 \times V_h^{-1/3}$	$200 \times V_h^{-1/3}$
	від 4 до 9,	[15]	[13]
	від 10 до 16,	[14]	[12]
	від 17 до 24,	[13]	[11]
	понад 25	[12]	[11]
3	Будинки та споруди навчальних закладів	[31]	[28]
4	Будинки та споруди дошкільних навчальних закладів	[36]	[33]
5	Заклади охорони здоров'я	[47]	[42]
6	Підприємства торгівлі	[15]	[12]
7	Готелі	51	44
Примітка: F_h - опалювальна площа житлового будинку, м ² ; V_h - опалювальний об'єм громадського будинку або споруди, м ³ .			

