

4.5 Практичне заняття №5. Визначення інфільтраційного коефіцієнту теплопередачі будинку

Умовний інфільтраційний коефіцієнт теплопередачі будинку, що враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації та вентиляції K_{inf} Вт/(м²·К), визначається за формулою 4.6:

$$k_{inf} = \frac{X_2 \cdot c \cdot n_{об} \cdot v_v \cdot V_h \cdot \gamma_3 \cdot \eta}{F_{\Sigma}}, \quad (4.6)$$

$X_2 = 0,278$ - розмірний коефіцієнт;

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

$n_{об}$ - кратність повітрообміну будинку за опалювальний період після термомодернізації $n_{об} = 0,6$ год⁻¹ за рахунок встановлення герметичних металопластикових вікон. (Для варіанту розрахунку «до термомодернізації» приймається на рівні 1);

V_v - коефіцієнт зниження об'єму повітря будинку, який враховує наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій, приймається $V_v = 0,85$;

F_{Σ} - це загальна площа огорожувальних конструкцій;

γ_3 - середня густина повітря, що надходить за рахунок інфільтрації, кг/м³, визначається за формулою 4.7:

$$\gamma_3 = \frac{353}{[273 + 0,5(t_B + t_{оп.з})]} = \frac{353}{[273 + 0,5(20 + 0,5)]} = 1,25 \text{ кг/м}^3 \quad (4.7)$$

t_B - розрахункова температура внутрішнього повітря $t_B = 20$ °С (згідно з ДБН в.2.6-31:2006 для житлових будинків, таблиця Г.2.);

$t_{оп.з}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період = +0,5 °С (ДСТУ-Н Б В.1.1- 27:2010 таблиця 2, колонка 22);

η - коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях (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). Приймається за найбільшим значенням. Єдиний для всього будинку і становить $\eta = 0,8$.

В результаті тепловтрати за рахунок інфільтрації й вентиляції $k_{\text{інф}}$ становить:

$$k_{\text{інф}} = \frac{0,278 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 0,85 \cdot 7110 \cdot 1,25 \cdot 0,8}{2211} = 0,46 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

4.6 Практичне заняття №6. Розрахунок теплових надходжень

Побутові теплові надходження протягом опалювального періоду $Q_{\text{вн.п}}$, кВт·год, визначається за формулою 4.8:

$$Q_{\text{вн.п}} = 0,01 \cdot F_{\text{н}} \cdot 24 \cdot Z_{\text{оп}} = 0,01 \cdot 2370 \cdot 24 \cdot 175 = 99540 \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (4.8)$$

$F_{\text{н}}$ - опалювальна площа будинку = 2370 м²;

$Z_{\text{оп}}$ - тривалість, діб, опалювального періоду, становить 175 діб (згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, таблиця 3) тривалість опалювального періоду для м. Чернівці (з 19 жовтня по 12 квітня).

Теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду – $Q_{\text{с-вікна}}$, кВт·год для чотирьох фасадів будинків, орієнтованих за чотирма сторонами світу - північ (Пн), схід (С), південь (Пд) і захід (З), або за проміжними напрямками (північ - захід (ПнЗ), північ - схід (ПнС), південь - схід (ПдС) і південь - захід (ПдЗ)), визначається за формулою 4.9:

$$Q_{\text{с}} = \zeta_{\text{в}} \cdot \varepsilon_{\text{в}} (F_{\text{пн}} I_{\text{пн}} + F_{\text{пд}} I_{\text{пд}}) = 0,8 \cdot 0,54 \cdot (432 \cdot 133 + 432 \cdot 317) = 83981 \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (4.9)$$

$\zeta_{\text{в}}$ - коефіцієнт, що враховує затінення світлового прорізу вікон непрозорими елементами заповнення, приймається за таблицею Н.1 ДБН В.2.6-31:2006 (однокамерні склопакети в одинарних плетіннях);

$\varepsilon_{\text{в}}$ - коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації для світло прозорих заповнень вікон, приймається за таблицею Н.1 ДБН В.2.6-31:2006 (однокамерні склопакети в одинарних плетіннях);

$F_{\text{пн}}$, $F_{\text{пд}}$ - площа світлових прорізів фасадів будинку, відповідно орієнтованих за напрямками світу, м²;

$I_{\text{пн}}$, $I_{\text{пд}}$ - середня величина сонячної радіації за опалювальний період, спрямована на вертикальну поверхню відповідно східну, західну, південну, кВт·год/м². Визначаються згідно з таблицею 2 ДСТУ Н Б А.2.2-5:2007.

4.7 Практичне заняття №7. Розрахунок тепловтрат в системах опалення

Загальні втрати тепла при тепловиділенні/тепловіддачі в системі опалення (втрати тепла на приладах опалення та гідравлічному розбалансуванні системи) – $Q_{H,em,ls}$, кВт·год, у відповідності до п. 15.4 ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Для спрощення розрахунку представлена формула, за якою можна отримати приблизний варіант

$$Q_{H,em,ls}=K_1 \cdot Q_{em,out}, \text{ де}$$

$Q_{em,out}$ - енергія виходу від систем опалення, кВт·год, є енергопотребою для опалення, визначається за формулою:

$$Q_{em,out} = Q_k - (Q_{внн} + Q_s)$$

$$Q_{em,out}=(302070-(99540+83981))=118549 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

K_1 - спрощений коефіцієнт, що розраховано за методикою ДСТУ Б А.2.2-12:2015 для трьох різних умов автоматизації в системі опалення при тепловиділенні/тепловіддачі (втрати тепла на приладах опалення та гідравлічному розбалансуванні системи).

$K_1=0,401$ - опалювальні прилади не мають температурного керування, немає автоматичного гідравлічного налагодження.

$K_1=0,277$ - опалювальні прилади мають температурне керування без диспетчеризації, адаптованого контролю, автоматичного гідравлічного налагодження на стояках.

$K_1=0,115$ - опалювальні прилади мають температурне керування з диспетчеризації, адаптованого контролю, автоматичного гідравлічного налагодження на стояках та приладах опалення.

$$Q_{H,em,ls}=0,277 \cdot 118549=32838 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$Q_{H,dis,ls}$ - втрати тепла при транспортуванні тепла по трубопроводам, що розташовані в підвалі та/ або на горищі (за межами теплової оболонки будівлі) та розраховується у відповідності до п. 15.5 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 або за спрощеним варіантом за формулою:

$$Q_{H,em,ls}=K_2 \cdot Q_{dis,out}, \text{ де}$$

$$Q_{dis,out} = Q_{em,out} + Q_{H,em,ls} = 118549 + 32838 = 151387 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$K_2=0,03$ (для усіх систем транспортування у житлових будинках, побудованих до 2015 р.).

$$Q_{H,em,ls}=K_2 \cdot Q_{dis,out}=0,03 \cdot 151387=4541 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$Q_{H,gen,ls}$ - втрати на виробництво/генерування та акумулювання тепла у тепловому пункті будинку в залежності від його типу, кВт·год, розраховується у відповідності до п.15.6 ДСТУ Б А.2.2-12:2015 або за спрощеною формулою:

$$Q_{H,gen,ls} = K_3 \cdot Q_{gen,out}, \text{ де}$$

$$Q_{gen,out} = Q_{dis,out} + Q_{H,dis,ls} = 151387 + 4541 = 155928 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$K_3 = 0,3$ (для всіх систем транспортування у житлових будинках з централізованим тепlopостачанням з центральним якісним регулюванням за температурним графіком до 110°C зі зрізкою без коригування в ІТП).

$K_3 = 0,22$ (для всіх систем транспортування у житлових будинках з централізованим тепlopостачанням з центральним якісним регулюванням за температурним графіком до 110°C без зрізки та без коригування в ІТП. Централізоване тепlopостачання з центральним якісним регулюванням та ЦТП без коригування за погодними умовами).

$K_3 = 0,05$ (для всіх систем транспортування у житлових будинках з централізованим тепlopостачанням з якісним регулюванням зі зрізкою температурного графіку і коригуванням в ІТП за погодними умовами).

$$Q_{H,gen,ls} = 0,05 \cdot 155928 = 7796 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Враховуючи визначені складові тепловтрат і теплонадходжень у будинок, а також втрат у системі тепlopостачання, визначаються розрахункові витрати теплової енергії на опалення $Q_{рік}$ ($Q_{після}^P$):

$$Q_{рік} = Q_k - (Q_{ВНП} + Q_s) + Q_{G,em,ls} + Q_{H,dis,ls} + Q_{H,gen,ls} = 118549 + 32838 + 4541 + 7796 = 163724 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$\text{В Гкал: } q_{буд} = \frac{163724 \cdot 3600}{1000000 \cdot 4,186} = 140,8 \text{ Гкал}$$

де 3600; 1000000; 4,186 - коефіцієнти для переводу теплової енергії з кВт/год в Гкал.

За цією ж методикою визначаємо $Q_{рік}$ ($Q_{до}^P$) для варіанту до термомодернізації (дивись вихідні дані на початку прикладу).

$$Q_{рік} = 354,2 \text{ Гкал}$$

При цьому усереднений показник витрати теплової енергії на опалення за останні три роки лічильників теплової енергії у будинку $Q_{рік}$ ($Q_{до}^Ф$) дорівнює 301,0 Гкал.

Отже визначаємо коефіцієнт f що дорівнює:

$$f = 140,8 / 354,2 = 0,398$$

Визначаємо ($Q_{після}^{P2}$):

$$Q_{\text{після}}^{\text{p2}}=301,0 \times 0,398=119,8 \text{ Гкал}$$

Отже фактична потреба на опалення після термомодернізації будівлі знаходиться в межах між значення $Q_{\text{після}}^{\text{p}}$ та $Q_{\text{після}}^{\text{p2}}$, тобто від 140,8 до 119,8 Гкал. Середнє значення між ними 130,3 Гкал.

Визначаємо прогнозовану економію від впровадження термомодернізації:

$$\Delta Q = Q_{\text{до}} - Q_{\text{після}} = [Q_{\text{рік}} = Q_{\text{до}}^{\text{ф}}] - [\text{Середнє значення між } Q_{\text{після}}^{\text{p}} \text{ та } Q_{\text{після}}^{\text{p2}}] = 301,0 - 130,3 = 170,7 \text{ Гкал}$$

Цей показник скорочення споживання теплової енергії приймається у розрахунках економічного аналізу.