

УДК 697.12

Проценко С. Б., к.т.н., доцент, Новицька О. С., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

АНАЛІЗ НОВИХ НОРМАТИВНИХ ВИМОГ ДО РОЗРАХУНКУ ПРОЕКТНОГО ТЕПЛОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ

Наведені результати аналізу нових нормативних вимог до розрахунку проектного теплового навантаження систем опалення будівель згідно з європейським стандартом EN 12831, порівняно з методикою СНиП 2.04.05-91*, що використовувалася у вітчизняній практиці проектування дотепер.

Ключові слова: системи опалення, методика розрахунку, проектне теплове навантаження, європейський стандарт.

Задачі інтеграції України в єдиний європейський економічний та соціальний простір вимагають гармонізації вітчизняної нормативної бази із зарубіжною, в тому числі у галузі проектування систем інженерного обладнання будівель. З набуттям чинності з 1 січня 2014 року ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [1], а також з прийняттям у форматі ДСТУ ряду європейських та міжнародних стандартів зроблено значний крок у вирішенні даної проблеми.

Пунктом 6.3.4 ДБН В.2.5-67:2013 передбачено, що теплове навантаження систем опалення будівель слід визначати згідно з ДСТУ Б EN 12831, який дотепер ще не набув чинності.

Враховуючи обов'язковість вимоги п. 6.3.4 ДБН В.2.5-67:2013 щодо впровадження норм європейського стандарту EN 12831 у практику проектування систем опалення, виконано аналіз положень цього стандарту на підставі його зарубіжних видань, зокрема EN 12831:2003 (E) [2] та PN-EN 12831:2006 [3].

Запровадження в ДБН В.2.5-67:2013 положення щодо необхідності виконання розрахунку теплового навантаження систем опалення будівель за європейським стандартом EN 12831, безумовно, є позитивним рішенням, оскільки:

- викладена у стандарті EN 12831 методика розрахунку більшою мірою відповідає сучасним умовам проектування та експлуатації систем опалення, ніж та, що використовувалася у вітчизняній практиці дотепер;
- з'явилася можливість застосування для виконання розрахунків зарубіжних комп'ютерних програм, таких як Audytor OZC, MagiCAD Room, Allklima тощо, без необхідності їх адаптації до вимог вітчизняних норм і правил;
- уніфікація нормативної бази, впровадження європейських норм у практику проектування полегшує можливість для вітчизняних фахівців надавати послуги на світовому ринку праці та знаходити роботу в інших країнах європейської спільноти.

Європейський стандарт EN 12831:2003 був прийнятий Європейським комітетом зі стандартизації (CEN) 6 липня 2002 р. Згідно з внутрішнім регламентом CEN країни-члени цієї організації зобов'язані надавати європейським стандартам статусу державних норм без внесення в них якихось змін, окрім національних додатків.

Стандарт EN 12831 регламентує способи визначення теплового навантаження:

- для окремих приміщень (так званих *опалюваних просторів*) з метою підбору опалювальних приладів;
- для *всієї будівлі* або її частини з метою підбору джерела тепла.

Методика розрахунку, що наведена у стандарті, застосовується для будинків з приміщеннями висотою не більше 5 м за умови, що система опалення працює у проектному режимі після досягнення сталого стану (стаціонарних умов роботи). Водночас в

інформаційному (ненормативному) додатку В до стандарту EN 12831 наведена інструкція щодо розрахунку проектних тепловтрат у приміщеннях висотою більше 5 м та у випадку значної різниці між температурою внутрішнього повітря і середньою радіаційною температурою.

Застосування стандарту EN 12831 вносить значні зміни в методику розрахунку потрібної теплової потужності систем опалення будинків. Вимоги цього стандарту настільки відрізняються від вимог додатка 12* СНиП 2.04.05-91* [4], які до останнього часу регламентували в нашій країні розрахунок тепловтрат приміщень, що слід скоріше говорити про абсолютно новий підхід, ніж про внесення змін до старої методики розрахунку.

Слід відмітити, що стандарт пропонує не тільки новий спосіб виконання розрахунку, але і запроваджує нову систему понять. Однією з найсуттєвіших змін у термінології є застосування поняття «**проектний**» замість «**розрахунковий**», яке уживалося до останнього часу.

Новий стандарт також розрізняє поняття «**повні проектні тепловтрати**» та «**проектне теплове навантаження**», які раніше вважалися тотожними. Різниця між цими поняттями полягає в тому, що «проектне теплове навантаження», окрім повних проектних втрат тепла, враховує також додаткове збільшення теплової потужності, що необхідне для компенсації наслідків зменшення продуктивності або перерви в роботі системи опалення (наприклад, у громадських і виробничих приміщеннях вночі та у вихідні і святкові дні).

Згідно зі стандартом EN 12831, подібно до СНиП 2.04.05-91*, **повні проектні втрати тепла** опалюваного простору визначають за формулою:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}, \text{ Вт}, \quad (1)$$

де $\Phi_{T,i}$ – проектні втрати тепла опалюваного простору (i) за рахунок теплопередачі через огороження (трансмісійні тепловтрати), Вт; $\Phi_{V,i}$ – проектні вентиляційні втрати тепла опалюваного простору (i), Вт.

При визначенні **проектного теплового навантаження опалюваного простору** додатково до тепловтрат враховують надлишок теплової потужності $\Phi_{RH,i}$, необхідний для компенсації наслідків зменшення продуктивності системи опалення:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}, \text{ Вт}. \quad (2)$$

Проектне теплове навантаження всієї будівлі (або її частини) обчислюють аналогічно рівнянню (2) за такою формулою:

$$\Phi_{HL} = \Sigma\Phi_{T,i} + \Sigma\Phi_{V,i} + \Sigma\Phi_{RH,i}, \text{ Вт}, \quad (3)$$

де $\Sigma\Phi_{T,i}$ – сума проектних втрат тепла за рахунок теплопередачі через всі огороження, за винятком того тепла, що передається всередині будівлі, Вт; $\Sigma\Phi_{V,i}$ – сума проектних вентиляційних втрат тепла для всіх опалюваних просторів будівлі, Вт; $\Sigma\Phi_{RH,i}$ – сума надлишків теплової потужності, що необхідні для компенсації наслідків зменшення продуктивності системи опалення, для всіх опалюваних просторів будівлі, Вт.

Порівняно з дотеперішньою методикою, застосування стандарту EN 12831 вносить низку суттєвих змін у спосіб обчислення тепловтрат приміщень, основними з яких є такі:

- зміна проектної внутрішньої температури приміщень;
- деякі зміни у способі визначення розмірів елементів будинку;
- запровадження коефіцієнтів втрат тепла, віднесених до проектної різниці температур;
- врахування лінійних теплових мостів;
- зміна способу визначення втрат тепла через неопалювані суміжні приміщення;
- врахування втрат тепла у суміжні приміщення з такою самою проектною температурою у випадку, коли вони належать до іншої групи приміщень даного будинку (наприклад, до іншої квартири) або до прилеглого будинку;
- зміна методики розрахунку втрат тепла через ґрунт;
- зміна методики розрахунку проектних вентиляційних втрат тепла.

При розрахунку втрат тепла згідно з методикою, що викладена у стандарті EN 12831, замість температури повітря у приміщенні використовують **результуючу температуру**, що дорівнює середньому арифметичному значень температури внутрішнього повітря та серед-

ньої радіаційної температури. Такий підхід є цілком виправданий, оскільки краще враховує умови мікроклімату в приміщеннях з різною радіаційною температурою, приміром, у кутових та рядових приміщеннях будівель. Рекомендовані значення проектної внутрішньої температури для різних категорій приміщень наведені в табл. D.2 EN 12831:2003 (E) [2].

Як і у вітчизняній практиці проектування, за стандартом EN 12831 при розрахунку втрат тепла за рахунок теплопередачі горизонтальні **розміри зовнішніх огорожень** слід вимірювати по зовнішньому обводу будинку. Натомість, вертикальні розміри огорожень (висоту стін) необхідно визначати між верхніми рівнями підлог поверхів, тобто для нижнього поверху – без урахування товщини перекриття над підвалом, що відрізняється від дотеперішньої методики і дає інші результати розрахунку тепловтрат для цього поверху.

Суттєвою відмінною нового підходу є множення суми всіх **коефіцієнтів проектних втрат тепла** (також і тих, що стосуються тепловтрат до неопалюваних просторів та до ґрунту) на **проектну різницю температур**, тобто на різницю між проектною внутрішньою температурою $\theta_{int,i}$ та проектною зовнішньою температурою θ_e (формула 4). Це зумовлює необхідність застосування **коефіцієнтів пониження температури**, через що процедура розрахунків стає математично складнішою і менш читабельною з точки зору будівельної теплофізики. Стара методика передбачала розрахунок втрат тепла на підставі тієї різниці температур, що їх зумовлює. Відтак, вона була простішою і більш наочною з огляду на фізику процесів.

Стандарт EN 12831 пропонує наступний вираз для розрахунку проектних втрат тепла опалюваного простору за рахунок теплопередачі:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \text{ Вт}, \quad (4)$$

де $H_{T,ie}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до навколишнього середовища (e) через оболонку будівлі, Вт/К; $H_{T,iue}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до навколишнього середовища (e) через неопалювані простори (u), Вт/К; $H_{T,ij}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до суміжного опалюваного простору (j) з нижчою внутрішньою температурою в тій самій частині будинку або в прилеглому будинку, Вт/К; $H_{T,ig}$ – коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до ґрунту (g) у сталих умовах, Вт/К.

Значення коефіцієнта втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до навколишнього середовища (e) $H_{T,ie}$ залежить від розмірів та характеристик елементів будинку, що відділяють опалюваний простір від зовнішнього середовища, таких як: стіни, підлоги, покриття, двері та вікна. На відміну від дотеперішньої методики, згідно зі стандартом EN 12831 враховують також **лінійні теплові мости**:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l, \text{ Вт/К}, \quad (5)$$

де A_k – площа елемента будинку (k), м²; U_k – коефіцієнт теплопередачі огороження (k), Вт/(м²·К); ψ_l – коефіцієнт теплопередачі лінійного теплового мосту (l), Вт/(м·К); l_l – довжина лінійного теплового мосту (l) між внутрішнім і зовнішнім просторами, м; e_k , e_l – поправочні коефіцієнти на орієнтацію огороження з урахуванням впливів таких факторів, як: тип ізоляції, здатність елементів будівлі до абсорбції вологи, швидкість вітру, температура повітря (у випадку, якщо ці впливи не були враховані при визначенні коефіцієнта U_k).

За відсутності національних вимог, значення поправочних коефіцієнтів e_k та e_l приймають за додатком D.4.1 EN 12831:2003 (E) [2] рівними 1,0.

Коефіцієнт теплопередачі огороження U_k обчислюють:

- для непрозорих елементів – згідно зі стандартом EN ISO 6946 [5];
- для дверей та вікон – згідно зі стандартом EN ISO 10077-1 [6].

Коефіцієнт теплопередачі лінійного теплового мосту ψ_l слід визначати точним методом згідно з EN ISO 10211-2 [7] або наближеним способом з використанням табличних значень, що наведені в EN ISO 14683 [8]. Урахування нелінійних теплових мостів у розрахунок згідно

зі стандартом EN 12831 не передбачене.

Вплив теплових мостів допускається обчислювати за спрощеним методом, який полягає в коригуванні значення коефіцієнта теплопередачі за формулою:

$$U_{kc} = U_k + \Delta U_{tb}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad (6)$$

де U_{kc} – скоригований коефіцієнт теплопередачі елемента будівлі (k) з урахуванням лінійних теплових мостів, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; ΔU_{tb} – коригувальний коефіцієнт, що залежить від типу елемента будівлі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, орієнтовні значення якого наведені в додатку D.4.1 EN 12831:2003 (E) [2].

Перевагою спрощеної методики розрахунку теплових мостів є простота її застосування. До недоліків цієї методики слід віднести значну похибку обчислень, оскільки результат розрахунку в деяких випадках може суттєво перевищувати величину, обчислену точним методом.

Згідно зі стандартом EN 12831, коефіцієнт проектної передачі тепла з опалюваного простору (i) в навколишнє середовище (e) **через неопалюваний простір** (u) обчислюють за таким виразом:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot b_u, \text{ Вт}/\text{К}, \quad (7)$$

де b_u – коефіцієнт пониження температури, що враховує різницю між температурою неопалюваного простору та проектною зовнішньою температурою і може бути визначений одним із таких трьох способів:

1. У разі, якщо температура неопалюваного простору θ_u відома, то

$$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e); \quad (8)$$

2. В разі, якщо температура неопалюваного простору не відома, то

$$b_u = H_{ue} / (H_{iu} + H_{ue}), \quad (9)$$

де H_{iu} – коефіцієнт втрат тепла з опалюваного простору (i) до прилеглого неопалюваного простору (u); H_{ue} – коефіцієнт втрат тепла з неопалюваного простору (u) до навколишнього середовища (e);

3. Спрощеним методом – за додатком D.4.2 EN 12831:2003 (E) [2].

Суттєвих змін у новому стандарті зазнали значення розрахункової температури в **суміжних опалюваних приміщеннях**. Дотепер, при розгляді огороження, що розділяє два суміжні приміщення, за однакових розрахункових внутрішніх температур втрати тепла вважалися рівними нулю. Такий підхід був виправданий за відсутності індивідуального регулювання теплоспоживання. Проте він втратив свою актуальність у сучасних умовах, коли чинні нормативні документи зобов'язують застосовувати засоби індивідуального регулювання опалення. На практиці також часто виникають ситуації, коли в будинку окремі групи приміщень (квартири, офіси, магазини, готельні номери) впродовж тривалого часу не використовуються. Тоді, особливо при індивідуальній оплаті послуг опалення, температура в цих приміщеннях може бути нижчою за проектну. Зважаючи на той факт, що внутрішні стіни зазвичай не мають теплової ізоляції, навіть за невеликої різниці температур можуть спостерігатися значні втрати тепла через такі огороження.

Згідно з новим стандартом, температуру в суміжному приміщенні θ_j слід приймати відповідно до його призначення тільки в тому випадку, якщо обидва приміщення належать до однієї групи приміщень (наприклад, до тієї самої квартири). Якщо ж суміжне приміщення відноситься до іншої групи, і є можливість індивідуального регулювання внутрішньої температури у групах, то при обчисленні втрат тепла в суміжному приміщенні приймають середнє арифметичне значень проектної внутрішньої температури $\theta_{int,i}$ та середньої річної зовнішньої температури $\theta_{m,e}$. Натомість, якщо суміжне приміщення належить до окремого прилеглого будинку, то в розрахунку приймають середню річну зовнішню температуру $\theta_{m,e}$.

Така методика, хоча вона і не є точною, дозволяє при підборі опалювальних приладів хоча б приблизно врахувати ризик пониження внутрішньої температури в суміжних групах приміщень при індивідуальному регулюванні теплоспоживання.

Коефіцієнт $H_{T,ij}$, що входить у формулу (4) і враховує втрати тепла за рахунок теплопе-

редачі з опалюваного простору (i) до суміжного опалюваного простору (j) з нижчою температурою, обчислюють за таким виразом:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k, \text{ Вт/К}, \quad (10)$$

де f_{ij} – коефіцієнт пониження температури, що враховує різницю між температурою суміжного опалюваного простору θ_j та проектною зовнішньою температурою θ_e і може бути обчислений за таким виразом:

$$f_{ij} = (\theta_{\text{int},i} - \theta_j) / (\theta_{\text{int},i} - \theta_e). \quad (11)$$

Слід звернути увагу на те, що описаним способом визначають тепловтрати лише при розрахунку проектного теплового навантаження окремих приміщень з метою підбору їх опалювальних приладів. Водночас ці тепловтрати не враховують при визначенні проектного теплового навантаження всього будинку, яке роблять з метою підбору джерела тепла. В масштабі всього будинку, якщо частина приміщень буде опалюватися з меншою за проектну потужністю, то отриманий у цьому випадку надлишок теплової потужності джерела тепла може бути використаний на покриття збільшеної потреби в тепловій енергії суміжних приміщень.

Згідно з вимогами EN 12831, **втрати тепла до ґрунту** можуть бути обчислені докладним способом за стандартом EN ISO 13370 [9] або спрощеним методом, що наведений у стандарті EN 12831. Спрощений метод полягає у використанні таблиць та графіків, що складені для певних випадків підлоги по ґрунту та стіни, що примикає до ґрунту. В цьому разі у розрахунку не враховують теплових мостів. Стандарт EN 12831 також пропонує спрощену методику розрахунку тепловтрат для перекриття над неопалюваним підпіллям та для піднятої над рівнем землі підлоги з використанням коефіцієнта пониження температури b_u .

Згідно зі стандартом EN 12831, коефіцієнт втрат тепла за рахунок теплопередачі з опалюваного простору (i) до ґрунту (g) у сталих умовах визначають за таким виразом:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left(\sum_k A_k \cdot U_{\text{equiv},k} \right) \cdot G_w, \text{ Вт/К}, \quad (12)$$

де f_{g1} – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив річних коливань зовнішньої температури; f_{g2} – коефіцієнт пониження температури, що враховує різницю між середньою річною зовнішньою температурою $\theta_{m,e}$ та проектною зовнішньою температурою θ_e ; $U_{\text{equiv},k}$ – рівноважний коефіцієнт теплопередачі елемента огороження (k), Вт/(м²·К); G_w – коефіцієнт, що враховує вплив ґрунтових вод.

За відсутності національних вимог, поправочний коефіцієнт f_{g1} приймають за додатком D.4.3 EN 12831:2003 (E) [2] рівним 1,45. Коефіцієнт пониження температури f_{g2} обчислюють за виразом:

$$f_{g2} = (\theta_{\text{int},i} - \theta_{m,e}) / (\theta_{\text{int},i} - \theta_e). \quad (13)$$

Величину коефіцієнта G_w , що враховує вплив ґрунтових вод, визначають докладним методом згідно з додатком Н стандарту EN ISO 13370 [9] або приймають наближено за додатком D.4.3 EN 12831:2003 (E) [2] рівним 1,15 у випадку, коли відстань від дзеркала ґрунтових вод до рівня підлоги менша 1 м, та рівним 1 в усіх інших випадках.

Проектні вентиляційні втрати тепла опалюваного простору за стандартом EN 12831 визначають за формулою:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e), \text{ Вт}, \quad (14)$$

де $H_{V,i}$ – коефіцієнт проектних вентиляційних втрат тепла, Вт/К, що дорівнює:

$$H_{V,i} = \dot{V}_i \cdot \rho \cdot c_p, \text{ Вт/К}, \quad (15)$$

де \dot{V}_i – об’ємна витрата вентиляційного повітря опалюваного простору (i), м³/с; ρ – густина повітря, кг/м³; c_p – питома теплоємність повітря, Дж/(кг·К).

Спосіб визначення витрати вентиляційного повітря \dot{V}_i залежить від наявності чи відсутності механічної вентиляції. За відсутності механічної вентиляції вважають, що все повітря, яке надходить у приміщення, має параметри зовнішнього повітря. Тоді значення витрати вентиляційного повітря \dot{V}_i вибирають як найбільше з двох величин: витрати повітря $\dot{V}_{inf,i}$, що інфільтрується у приміщення крізь оболонку будівлі, та мінімальної витрати вентиляційного повітря $\dot{V}_{min,i}$, що необхідна із санітарно-гігієнічних вимог:

$$\dot{V}_i = \max(\dot{V}_{inf,i}, \dot{V}_{min,i}), \text{ м}^3/\text{год.} \quad (16)$$

Докладна методика визначення витрат вентиляційного повітря в будинку наведена в EN 13465 [10]. Стандарт EN 12831 наводить лише спрощені залежності. Так, розрахунок витрати повітря, що інфільтрується в опалюваний простір (i), виконують за формулою:

$$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (17)$$

де V_i – об’єм опалюваного простору (i), обчислений на підставі внутрішніх розмірів (у світлі стін і перекриттів), м³; n_{50} – кратність повітрообміну за різниці тисків 50 Па назовні та всередині будинку (з урахуванням впливу повітряних клапанів), год⁻¹ [2, табл. D7]; e_i – коефіцієнт екранування будинку [2, табл. D8]; ϵ_i – поправочний коефіцієнт, що враховує збільшення швидкості вітру з висотою розташування опалюваного простору над рівнем землі [2, табл. D9]; 2 – коефіцієнт, який враховує найбільш несприятливий випадок, коли все повітря, що інфільтрується, надходить у будинок з однієї його сторони.

Мінімальну витрату вентиляційного повітря обчислюють за виразом:

$$\dot{V}_{min,i} = n_{min} \cdot V_i, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (18)$$

де n_{min} – мінімальна кратність повітрообміну згідно з гігієнічними вимогами, год⁻¹ [2, табл. D6].

Стандарт EN 12831 надає можливість урахування умов спільної роботи систем опалення та механічної вентиляції, що, безумовно, є значною перевагою нової методики над тією, яка застосовувалася дотепер.

Повітря, що подається в опалюваний простір механічною системою вентиляції, може мати різні значення температури. Стандарт EN 12831 оперує величиною витрати вентиляційного повітря, виходячи з припущення, що його температура дорівнює проектній зовнішній температурі. У випадку вищої температури припливного вентиляційного повітря його витрату відповідно зменшують розрахунком. Обчислену таким способом витрату повітря можна охарактеризувати як «еквівалентну за тепловмістом», або «термічно ефективну» витрату, тобто таку, підігрівання якої від зовнішньої до внутрішньої температури повітря потребує такої самої кількості тепла, як і підігрівання дійсної витрати повітря за її дійсної температури.

Стандарт EN 12831 пропонує такий вираз для визначення витрати вентиляційного повітря \dot{V}_i опалюваного простору (i) у випадку механічної вентиляції:

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{inf,i} + \dot{V}_{su,i} \cdot f_{V,i} + \dot{V}_{mech,inf,i}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (19)$$

де $\dot{V}_{su,i}$ – витрата припливного повітря, що подається в опалюваний простір, м³/год; $\dot{V}_{mech,inf,i}$ – компенсація надлишку витрати повітря, що видаляється з опалюваного простору, м³/год; $f_{V,i}$ – коефіцієнт, що враховує температуру припливного повітря $\theta_{su,i}$, що визначається за формулою

$$f_{V,i} = (\theta_{int,i} - \theta_{su,i}) / (\theta_{int,i} - \theta_e). \quad (20)$$

Стандарт EN 12831 передбачає, що у випадку, коли витрата витяжного повітря в приміщенні перевищує витрату припливного повітря, утворений дисбаланс компенсується за рахунок зовнішнього повітря $\dot{V}_{mech,inf,i}$, яке надходить крізь оболонку будинку.

Розрахунок проектних втрат тепла виконують, виходячи з припущення про усталений режим теплопередачі. Натомість режим роботи системи опалення з перервами або з тимчасо-

вим пониженням продуктивності вимагає забезпечення певного **запасу теплової потужності** понад величину, що необхідна для покриття втрат тепла у сталих умовах теплопередачі. Цей запас потужності забезпечує можливість досягнення потрібної внутрішньої температури у приміщенні за певний час після режиму зменшення продуктивності системи опалення.

Зазвичай величина необхідного надлишку потужності залежить від таких факторів, як: теплова ємність будинку; тривалість часу, за який має бути досягнута потрібна внутрішня температура; прийняте зниження температури в період зменшення продуктивності системи опалення; характеристики обладнання для регулювання продуктивності системи.

В ряді випадків надлишок потужності не є необхідним, наприклад:

- якщо система регулювання вимикає режим пониження продуктивності опалення в період низьких зовнішніх температур;
- якщо втрати тепла можуть бути обмежені в період пониження продуктивності опалення, приміром, за рахунок зменшення інтенсивності вентиляції.

Згідно зі стандартом EN 12831 надлишок потужності має бути узгоджений із замовником.

Надлишок потужності може бути визначений докладним методом на підставі динамічних розрахунків. Натомість стандарт EN 12831 пропонує спрощену методичку, що застосовна для:

- житлових будинків (тривалість пониження продуктивності опалення до 8 годин, конструкція будинку не є легкою);
- будинків нежитлового призначення (тривалість пониження продуктивності опалення у вихідні дні до 48 годин, тривалість використання будинку до 8 годин на добу, проектна внутрішня температура від 20 до 22 °C).

Надлишок теплової потужності для компенсації наслідків пониження продуктивності опалення для опалюваного простору (i) може бути обчислений за таким виразом:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}, \text{ Вт}, \quad (21)$$

де A_i – площа підлоги опалюваного простору (i) у світлі стін, м²; f_{RH} – коефіцієнт нагрівання, Вт/м².

Коефіцієнт нагрівання f_{RH} залежить від прийнятого зниження температури в період пониження продуктивності опалення та від часу нагрівання, за який має бути досягнута проектна внутрішня температура. Значення коефіцієнта нагрівання f_{RH} для приміщень із середньою висотою не більше 3,5 м наведені в табл. D.10a, D.10b EN 12831:2003 (E) [2], табл. Н1 ДБН В.2.5-67:2013 [1].

Виконаний аналіз показує, що як нова, так і стара методички розрахунку теплового навантаження мають переваги та недоліки.

Суттєвою перевагою нової методички є врахування так званих «втрат тепла до сусіда», тобто потенційних втрат тепла до суміжних приміщень, що належать до іншої групи, у випадку індивідуального (приміром, поквартирного) регулювання теплоспоживання.

Слід відмітити, що новий підхід суттєво впливає не тільки на саму методичку виконання розрахунків, але і на їх результати, що зумовлено:

- необхідністю врахування теплових мостів;
- зміною способу врахування температури в неопалюваних приміщеннях (шляхом використання коефіцієнта пониження температури);
- зміною значень внутрішньої температури в суміжних опалюваних приміщеннях у випадку, коли вони належать до іншої групи (наприклад, до іншої квартири), тощо.

Відтак, необхідні потужності опалювальних приладів та джерел тепла, визначені за новою методикою, можуть суттєво перевищувати ті, що обчислені за старими нормами.

1. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К. : Мінрегіонбуд України, 2013.
2. EN 12831:2003 (E) Heating systems in buildings – Method for calculation of the design heat load. – CEN, 2003. – 76.

3. PN-EN 12831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
4. СНиП 2.04.05-91*У Отопление, вентиляция и кондиционирование. Издание неофициальное. – К. : КиевЗНИИЭП, 1996. – 89 с.
5. EN ISO 6946 Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation method (ISO 6946:1996).
6. EN ISO 10077-1 Thermal performance of windows, doors and shutters – Calculation of thermal transmittance – Part 1: Simplified method (ISO 10077-1:2000).
7. EN ISO 10211-2 Thermal bridges in building construction – Calculation of heat flows and surface temperatures – Part 2: Linear thermal bridges (ISO 10211-2:2001).
8. EN ISO 14683 Thermal bridges in building construction – Linear thermal transmittance – Simplified methods and default values (ISO 14683:1999).
9. EN ISO 13370 Thermal performance of buildings – Heat transfer via the ground – Calculation methods (ISO 13370:1998).
10. prEN 13465 Ventilation for buildings – Calculation methods for the determination of air flow rates in dwellings.
11. Strzeszewsky M., Wereszczyński P. Norma PN-EN 12831. Nova metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego. Poradnik. Wersja 1.12. Materiały do zajęć z ogrzewnictwa. – Warszawa, 2012. – 85.

Рецензент: д.т.н., професор Хлапук М. М. (НУВГП)

Procenko S. B., Candidate of Engineering, Associate Professor, Novytska O. S., Candidate of Engineering, Associate Professor (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

THE ANALYSIS OF NEW STANDART REQUIREMENTS FOR CALCULATION OF THE DESIGN HEAT LOAD OF HEATING SYSTEMS IN BUILDINGS

The paper reflects the results of the new standart requirements' analysis for calculation of the design heat load of heating systems in buildings according to EN 12831 in comparison with SNIP 2.04.05-91* method used until recently in the domestic design practice.

Keywords: heating systems, method for calculation, design heat load, European Standard.

Проценко С. Б., к.т.н., доцент, Новицкая О. С. к.т.н., доцент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

АНАЛИЗ НОВЫХ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К РАСЧЕТУ ПРОЕКТНОЙ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЙ

Приведены результаты анализа новых нормативных требований к расчету проектной тепловой нагрузки систем отопления зданий согласно европейскому стандарту EN 12831 в сравнении с методикой СНиП 2.04.05-91*, которая использовалась в отечественной практике проектирования до последнего времени.

Ключевые слова: системы отопления, методика расчета, проектная тепловая нагрузка, европейский стандарт.