

УДК 699.98, 620.91:332.8

*Старчук Я.В., науковий співробітник,
Київський національний університет
будівництва і архітектури, Україна, м. Київ*

ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

У зв'язку з наростанням проблем в паливно-енергетичному комплексі України, а також тим, що в житлово-комунальному господарстві витрачається до 40% енергоресурсів держави, ведеться інтенсивний пошук шляхів підвищення енергетичної ефективності та надійності проектування, будівництва та експлуатації багатоповерхових будівель і споруд. Певним досягненням в останні роки є відпрацювання і практична реалізація проектних енергозберігаючих рішень в комплексі на нових об'єктах будівництва [1-3]. Однак, на стадіях розробки нормативних документів, проектування та будівництва є суттєві резерви зменшення енерговитрат на шляху до створення «пасивних» будинків, серед яких є енергетичний метод проектування [4], що спирається на методологію системного підходу до проектування будинку як складної енергетичної системи.

При виконанні досліджень ставилась задача комплексної оцінки основних енергозберігаючих факторів, розробка та реалізація методу проектування енергоефективних будинків з урахуванням сучасних економічних умов, що обумовлює використання в розрахунках техніко-економічних показників оцінки варіантів технічних рішень з обґрунтуванням капітальних вкладень в енергозберігаючі заходи по ефективності, надійності та довговічності.

Виконання досліджень та розробка методичного підходу техніко-економічної оцінки і обґрунтування рівня енергозбереження при проектуванні та будівництві будинків включали: визначення положень системного підходу відповідно проектуванню будівельних об'єктів, встановлення принципів розроблюваної методики, визначення системи технічних та економічних показників оцінки рівня енергозбереження, розробку алгоритму багатоваріантного проектування теплозахисту будинку з розбивкою по етапам, на яких вирішуються локальні техніко-технологічні задачі, а також оцінюється доцільність прийнятих інженерних рішень. Завершаючий етап досліджень – оцінка ефективності капіталовкладень в додаткову теплоізоляцію будинку, порівняно з базовим варіантом.

В якості типових елементів, з яких складається будинок як єдина теплоенергетична система, визначені: елементи зовнішніх огорожуючих конструкцій, інженерні системи забезпечення його мікроклімату, сукупність показників зовнішнього клімату, внутрішні і зовнішні теплонадходження.

Згідно [4], виділені чотири основні напрямки збереження енергії в будинках: вибір оптимальних архітектурно-планувальних та містобудівних рішень, оптимізація теплозахисних якостей зовнішніх огорожуючих конструкцій, вдосконалення інженерних систем створення мікроклімату в будинках, використання нетрадиційних видів енергії. При оптимізації зовнішніх огорожуючих конструкцій розглядали такі конструкції, які б максимально знижували теплові витрати при експлуатації будинку з одночасним виконанням функціональних вимог у них і мінімальною їх вартістю.

Технічний рівень будинку з системами життєзабезпечення включає дві складові: якість функціонування (здатність підтримувати задані санітарно-гігієнічні параметри внутрішнього середовища, надійність, безпеку, екологічність тощо – згідно БНіП, інших нормативних

документів), ресурсоемність у сфері будівництва та експлуатації у натуральних показниках (енергоємність, матеріалоємність, трудоємність тощо – залежить від досвіду та кваліфікації авторів проекту) і у вартісному вираженні (річні сумарні приведені і експлуатаційні витрати).

Тому, ціль запропонованої методики – багатоваріантне будівельне проектування будинків, що дозволяє вибирати оптимальне рішення по енергозбереженню у них з інженерної та економічної точки зору.

Формальна структура методики, її зміст та принципи обумовлюються: підходом до будинку як до єдиної теплоенергетичної системи; необхідністю забезпечення у будинках нормативних якостей функціонування; вимогами [5] щодо підвищення рівня енергозбереження у будинках при проектуванні та будівництві; реалізацією багатоваріантного проектування енергозбереження у будинках з економічним обґрунтуванням технічних рішень.

На рис. 1. показано зв'язок параметрів та окремих показників з питомими витратами енергії на опалення будинку.

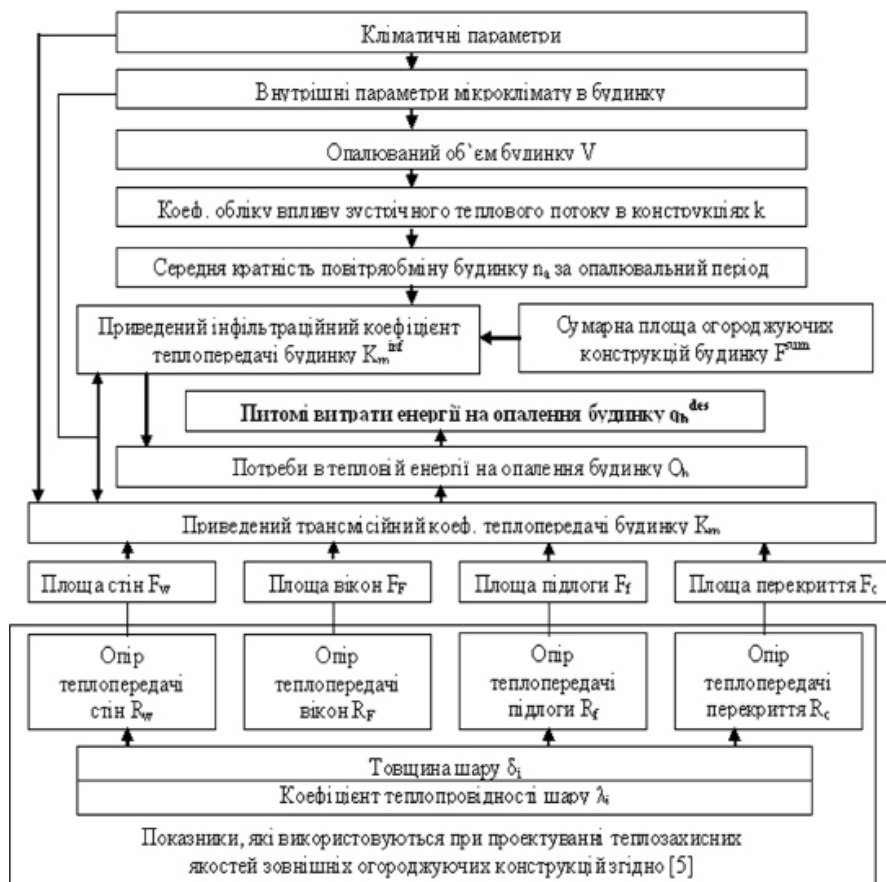


Рисунок 1 - Зв'язок параметрів та окремих показників з питомими витратами енергії на опалення будинку

До основних принципів запропонованої методики відносяться: створення необхідного мікроклімату у будинках, зниження в них рівня енергоспоживання системою тепlopостачання, вибір і обґрунтування варіанту підвищення теплозахисту будинку і оцінка ефективності капіталовкладень у проекти по енергозбереженню.

Основним критерієм створення комфортного мікроклімату в будинку є опір теплопередачі зовнішніх огороджуючих конструкцій R_0 . Для інженерних систем – температура внутрішнього повітря, швидкість руху повітряних мас, відносна вологість повітря тощо. Для визначення економічної ефективності капіталовкладень доцільно використовувати показник питомого енергоспоживання будинку за опалювальний період q_h^{des} .

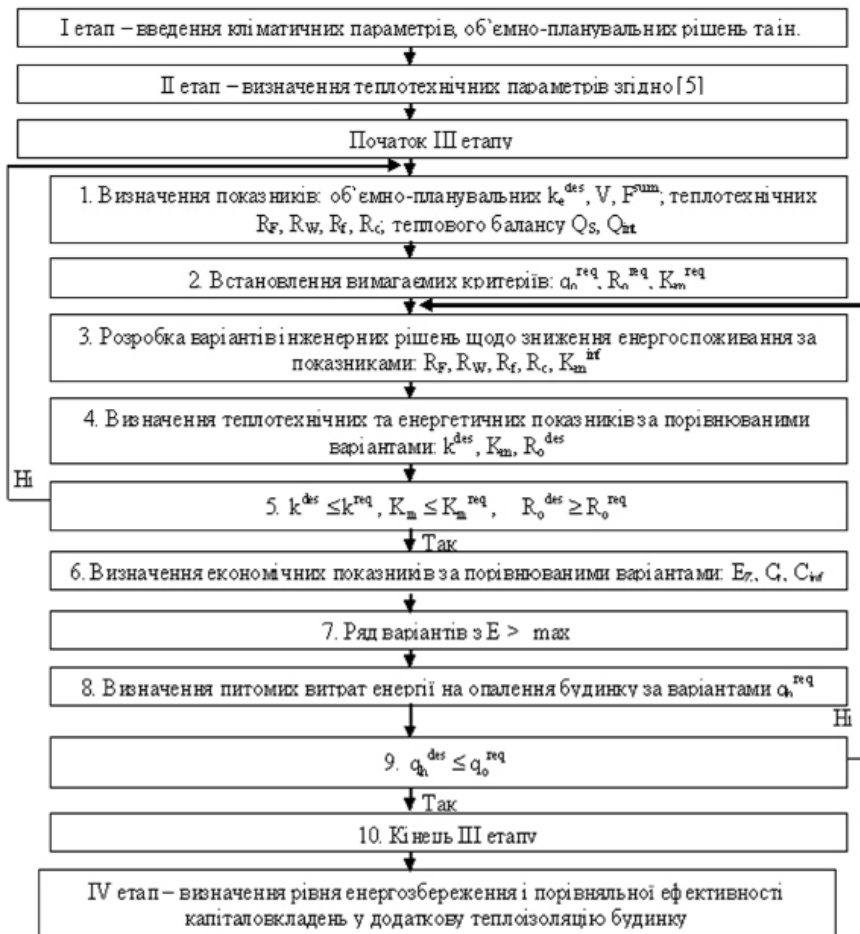


Рисунок 2 - Алгоритм методики багатоваріантного проектування енергозбереження у будинках

На основі теплового балансу будинку визначають його потреби в енергії на опалення виходячи з балансу між теплонадходженнями та тепловитратами. Фізичний зміст теплового балансу зводиться до рівності теплонадходжень та тепловитрат в опалюваному об'ємі будинку, у формалізованому вигляді його вираження має вигляд:

$$Q_h + Q_{int} + Q_s = Q_{tr} + Q_{inf}$$

де Q_h – кількість теплової енергії, яка надійшла від системи опалення,

Q_{int} – побутові теплонадходження в опалювальний період,

Q_s – теплонадходження від сонячної радіації в опалювальний період,

Q_{tr} – загальні тепловтрати через зовнішні огорожуючі конструкції,

Q_{inf} – додаткові енерговитрати на нагрівання інфільтруючого і вентиляюючого повітря в опалюваному об'ємі будинку.

При цьому, сукупність систем кондиціонування мікроклімату будинку повинна забезпечувати річні енерговитрати не більші за нормативний рівень q_o^{req} , тобто $q_h^{des} \leq q_o^{req}$. Показник q_h^{des} розраховується по формулі [4]:

$$q_h^{des} = Q_h \cdot [(t_e - t_{on,n}) / (t_e - t_3)] \cdot 24 \cdot z_{on,n} \cdot 1/F,$$

де Q_h – потреби в тепловій енергії на опалення будинку, $t_e, t_{on,n}, t_3$ – внутрішня, опалювального періоду і зовнішня температура повітря, $z_{on,n}$ – тривалість опалювального періоду, F – опалювана площа будинку.

Крім того, для підвищення гнучкості теплоенергетичного проектування у методиці передбачені узагальнюючі теплотехнічні показники: усереднений приведений опір теплопередачі всіх огорожуючих конструкцій будинку R_o^{des} , загальний коефіцієнт теплопередачі будинку K_m ; а також об'ємно-планувальні рішення – компактність будинку k^{des} .

Відповідно, основні критерії запропонованої методики можуть бути представлені у вигляді [4]:

$$q_h^{des} \leq q_o^{req}; k^{des} \leq k^{req}; K_m \leq K_m^{req}; R_o^{des} \geq R_o^{req},$$

де k^{req} , R_o^{req} – відповідні нормативні показники.

Математичні вираження теплового балансу будинку дозволяють визначити потреби в енергії на його опалення. Відповідно, з'являється можливість визначити економію енергії на опалення будинку за опалювальний період за порівнюваними варіантами у натуральних і вартісних показниках. Для співставлення варіантів достатньо визначити витрати на додатковий теплозахист будинку і економію енергії на його опалення порівняно з базовим варіантом (будинком, що вже експлуатується, або виконаним згідно санітарно-гігієнічних умов тощо).

Для визначення економічної доцільності заходів щодо енергозбереження у запропоновану методику включено показник ефективності енергозбереження E , що визначається відношенням зекономленої енергії E_z до додаткових затрат на підвищення його теплозахисту ΔC за варіантами. Додаткові затрати на підвищення його теплозахисту складаються з капіталовкладень у додаткову теплоізоляцію конструкцій будинку C_t і затрат по зниженню неконтрольованих вентиляційних втрат C_{inf} . Тобто, $E = E_z / \Delta C$.

Під оптимальною ефективністю енергозбереження прийнято такий рівень, при якому відношення економії енергії на опалення будинку при наступній його експлуатації до затрат на додатковий його теплозахист має максимальне значення.

Таким чином, коефіцієнт ефективності капіталовкладень в енергозбереження у будинку визначається за формулою:

$$E = E_z \cdot T_E / \Delta C,$$

де T_E – тариф на енергію.

Пропоновану методику доцільно використовувати не тільки при проектуванні нових енергоефективних будинків, а й при розробці проектів теплової санації будинків старої забудови. При цьому, може бути визначена черговість та рівень виконання робіт з підвищення енергозбереження з максимальною ефективністю використання наявних коштів та створення комфортних умов проживання в таких будинках.

Висновки

На основі системного підходу до проектування будинків встановлена ціль запропонованої методики – багатоваріантне обґрунтування рівня енергозбереження у будинках, з техніко-економічною оцінкою вибраних інженерних рішень з економії енергії на їх опалення.

За основу методики прийняті принципи енергетичного підходу до проектування у будівництві. Розглядаючи будинок як єдину аеро-теплоенергетичну систему, виявлено, що на основі теплового балансу будинку можна визначити його потреби в енергії на опалення і встановити рівень теплозахисту будинку, що дозволило прийняти в якості основного критерію реалізації заходів по енергозбереженню у будинках показник питомих витрат енергії на їх опалення.

Показано, що характеристики теплозахисних якостей будинку, вентиляційних втрат, об'ємно-планувальних рішень складають питомі витрати теплової енергії на опалення будинку, що дозволяє використовувати у методиці принцип взаємозамінності значень даних показників при збереженні незмінного значення питомого теплоспоживання будинку.

Запропонована методика проектування теплозахисних якостей і впровадження енергозберігаючих заходів у будинках, що складається з чотирьох етапів, дозволяє визначити доцільність капіталовкладень у додаткову теплоізоляцію будинку за коефіцієнтом ефективності енергозбереження.

Важливо продовжити науково-дослідні роботи з удосконалення проектних рішень з підвищення енергоефективності житлового будівництва. Особливу увагу необхідно приділити дослідженням надійності та довговічності теплоізоляційних матеріалів та фасадних систем в комплексі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожуючих конструкцій: монографія.- К. 2009. 216 с.
2. Рунова Р.Ф., Гоц В.І, Старчук В.Н. та ін. Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження у будівництво. - К.: ТОВ УВПК «ЕксОб», 2008. - 355 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-35:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентильованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови.
4. Табунщиков Ю.А., Хромец Д.Ю., Матросов Ю.А. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений. – М: Стройиздат, 1986.
5. ДБН В.2.6-31:2006 «Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель».