

## СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПАСПОРТИЗАЦІЇ ПРОЕКТІВ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ МАСОВОГО БУДІВНИЦТВА

Є.В. Загоруй

Для будь-якої держави енергетичне забезпечення є визначальним чинником прогресивного розвитку її економіки, гарантом закріплення економічної, політичної і соціальної безпеці. А рівень економічного розвитку будь-якої країни визначається, перш за все, ефективністю використання енергоресурсів і рівнем збереження енергії. За цими показниками Україна на сьогодні є однією з найбільш енерговитратних країн світу, що істотно підсилює енергетичну залежність України від інших країн і знижує конкурентоспроможність вітчизняної економіки.

Оцінка ефективності енергетичних заходів неможлива без документа, що реєструє енергоефективність проєктованої або експлуатованої будівлі. Такий документ повинен містити, як мінімум, наступні три аспекти [1]:

1. Відповідність проєкту нормативним вимогам.
2. Контроль енергоефективності в процесі експлуатації.
3. Заохочення власників будівель до зниження енергоспоживання.

Крім того цей документ повинен підтверджувати енергетичну якість будівлі при оцінці його вартості на ринку житла. Питання про створення наукових основ енергетичної паспортизації будівель вже неодноразово зачіпався рядом фахівців. Наприклад, М.М. Бродач в 1993 р. запропонував здійснювати оцінку енергетичної ефективності будівлі на основі зіставлення витрат енергії на його опалювання або охолодження з витратами на опалювання або охолодження енергетично оптимальної будівлі тієї ж площі або об'єму. Також в 1994 р. була розроблена типова форма енергетичного паспорта, що отримала назву "Енергетичний паспорт будівлі". У цій формі документ був представлений строго обмеженим набором енергетичних параметрів будівлі: загальні дані будівлі, конструкція теплозахисту, розрахункові і експлуатаційні теплотехнічні параметри, категорія енергетичної ефективності [1].

### Початкові передумови та припущення

Для всіх країн-учасниць Європейської співдружності існує вимога: з 1995 р. на кожну будівлю, яка будується, складати енергетичний паспорт цієї будівлі, який служить для інформування потенційного користувача будівлі про його енергетичну потребу і про ефективність використання енергії в будівлі [1].

Формування енергетичного паспорта у всіх цих країнах базується на двох методиках: методиці теплотехнічного проєктування будівлі і методиці кваліметричного контролю енергетичних параметрів експлуатованої будівлі. Причому обов'язково враховується приведений коефіцієнт теплопередачі будівлі, який визначається в енергетичному паспорті і включає тепловтрати через всі зовнішні огорожі, віднесені до одиниці поверхні огорожі, і є інтегральним показником якості теплозахисту [2].

Приведений коефіцієнт теплопередачі будівлі розраховується по формулі:

$$K_m^r = \frac{\frac{A_w}{R_w^r} + \frac{A_F}{R_F^r} + n \cdot \frac{A_c}{R_c^r} + n \cdot \frac{A_f}{R_f^r}}{\sum A_{ext}^{sum}}, \quad (1)$$

де  $n$  – коефіцієнт, який приймається по Сніп П-3-79\*\*;

$A_w, A_F, A_c, A_f$  – площі елементів теплового контуру: відповідно стін, заповнення отворів, покриттів, підлоги 1-го поверху;

$R_w^r, R_F^r, R_c^r, R_f^r$  – приведені опори теплопередачі елементів теплового контуру;

$A_{ext}^{sum}$  – загальна площа зовнішніх конструкцій.

Питома теплова характеристика будівлі  $q_m$  як об'ємний показник теплозахисту будівлі в цілому визначається по формулі [2]:

$$q_m = \frac{K^r \cdot A_{ext}^{sum}}{V}, \quad (2)$$

де  $V$  – об'єм будівлі по зовнішніх розмірах.

Іншим інтегральним показником якості проектування теплового контуру є приведена повітропроникність  $G_m^{reg}$ , яка визначається по формулі [2]:

$$G_m^{reg} = \left[ \frac{A_w \Delta P}{R_a^w} + \frac{(A_f + A_c) \Delta P}{R_a^f} + A_f \left( \frac{\Delta P}{P_0} \right)^{0,67} + \frac{A_w \Delta P}{F_{j+1} R_a^f} + \frac{A_{ed} \left( \frac{\Delta P}{\Delta P_0} \right)^{0,5}}{R_a^{ed}} \right] A_{ext}^{sum}, \quad (3)$$

де  $A_w, A_f, A_c$  – площа стін, підлоги 1-го поверху, вікон і зовнішніх дверей;  
 $\Delta P$  – різниця тиску повітря на зовнішній і внутрішній поверхні огорожуючих конструкцій,  
 $\Delta P = 10$  Па;  
 $R_a^w, R_a^f$  – опір повітропроникності стиків елементів стін, яке визначається експериментально по ГОСТ 25891-83;  
 $R_a^f, R_a^{ed}$  – опір повітропроникності вікон і зовнішніх дверей;  
 $F_{j+1}$  – відносна довжина стиків (по відношенню до 1 м<sup>2</sup> стіни).

Але при оцінці енергоспоживання будівлі необхідно враховувати не тільки тепло, що подається системою опалювання, але і внутрішнє тепловиділення в приміщеннях від електричних освітлювальних і побутових приладів, газових плит і системи гарячого водопостачання. Введений в паспорт універсальний питоми показник витрати енергії на опалювання будівлі, що оцінює кількість теплоти, яка доводиться на 1 м<sup>2</sup> опалювальної площі, дозволяє зіставляти енергетичну ефективність проєктованих будівель і аналогів, а також порівнювати проєктні і експериментальні витрати для сертифікації об'єкту при його експлуатації.

Питома витрата теплової енергії на опалювання в холодний і перехідний періоди року  $q_{ht}^v$  розраховується по формулі [2]:

$$q_{ht}^v = \frac{Q_n^v}{A_F^{sum}}, \quad (4)$$

де  $Q_n^v$  – потреба в теплоті на опалювання будівлі, яка розраховується з використанням комп'ютерної математичної моделі теплової поведінки будівлі або по формулі:

$$Q_n^v = \frac{Q_t + Q_{inf} + Q_v - (Q_l + Q_s) \eta_1}{\eta}, \quad (5)$$

де  $Q_t, Q_{inf}$  – трансмісійні тепловтрати і тепловтрати на нагрівання інфільтруемого повітря;  
 $Q_v$  – тепловтрати на нагрів вентилязованого повітря;  
 $Q_l$  – побутові і технологічні постачання тепла;  
 $Q_s$  – постачання тепла через вікна від сонячної радіації в опалювальний період;

$\eta_1$  – коефіцієнт, залежний від способу регуляції системи опалювання (табл. 1);  
 $\eta$  – ККД систем опалення.

Таблиця 1

Коефіцієнт, який залежить від способу регуляції систем опалення

Система опалення та спосіб регуляції	$\eta_1$
1. Электроопалення	0,85
2. Водяне опалення з термостатичною регуляцією температури радіаторів	0,8
3. Водяне опалення з системою пофасадної регуляції	0,6
4. Водяне опалення з системою регуляції від температури зовнішнього повітря	0,4
5. Водяне опалення без регуляції	0,2

Структура енергетичного паспорта повинна складатися з 2 частин (проектні характеристики і експлуатаційні показники), а сам паспорт повинен входити до складу затвердженої частини проектної документації. А вже після закінчення річного терміну експлуатації проводяться вимірювання кількості споживаної будівлею теплової і електричної енергії, які зіставляються з проектними і служать початковими даними для визначення рівня теплозахисту будівлі.

Рівень теплозахисту побудованої будівлі є експлуатаційною характеристикою і служить для оцінки його відповідності проектним показникам і нормативам по енергозбереженню. Він входить до складу енергетичного паспорта будівлі і застосовується при сертифікації проектів будівель для масового будівництва, а також при ухваленні рішення про стимулювання учасників будівництва.

Але для впровадження достатньо високих характеристик теплозахисту в проектну практику необхідно розробити “Положення про склад і порядок розробки енергетичних паспортів проектів житлових будівель” і “Еталон енергетичного паспорта будівлі”, як це було зроблено зокрема в Москві [3].

Згідно даного Положення енергетичний паспорт будівлі повинен містити зведення про нормативні параметри теплозахисту ( $K_m^r$ ,  $q_m$ ,  $G_m^{reg}$ ,  $q_{ht}^v$ ) розрахункові проектні показники і характеристики проекту, включаючи [3]:

- рівень теплозахисту (приведений опір теплопередачі всіх видів конструкцій, приведений коефіцієнт теплопередачі будівлі, опір повітропроникності, приведена повітропроникність конструкцій будівлі, що захищають, при різниці тиску 10 Па);
- показники експлуатаційної енергоємності внутрішніх інженерних систем будівлі (річні і питомі річні витрати різних видів енергоносіїв);
- енергетичні навантаження будівлі (максимально-годинна і питома максимально-годинна витрата теплової енергії на опалювання, питома тепла характеристика будівлі, споживані потужності внутрішніх систем інженерного устаткування; середньодобові витрати природного газу, холодної і гарячої води);
- питома експлуатаційна енергоємність будівлі (узагальнений показник річної витрати паливно-енергетичних ресурсів в кг умовного палива з розрахунку на 1 м<sup>2</sup> площі квартир).

За завданням замовника енергетичні паспорти можуть розроблятися в скороченому об'ємі, що відображає рівень теплозахисту будівлі і річного споживання теплової енергії відповідно лише на показниках опалювання.

Як наочний приклад в табл. 2 приводяться дані по рівню теплозахисту з енергетичного паспорта 192-квартирного, 3-секційного, 16-поверхового житлового будинку представника серії ПЗМ/16.

Як впливає з приведених даних, проект будівлі з площею 192 квартир 12337 м<sup>2</sup> в основному відповідає вимогам норм (окрім вікон). Енергоємність будівлі майже в 2 рази нижче, ніж в середньому по країні.

Енергетичний паспорт проекту будівлі з конкретною адресою забезпечується листом-вкладишем для внесення результатів натурних випробувань теплозахисних якостей зовнішніх конструкцій, що захищають, і перевірки рівня питомої експлуатаційної енергоємності внутрішніх

інженерних систем і будівлі в цілому, внесення результатів натурних обстежень зовнішніх конструкцій, що захищають, внутрішніх інженерних систем і зовнішніх систем на виявлення відповідності фактичних показників проектним, а також записи висновків і рекомендацій організацій, які провели натурні випробування і обстеження [3].

Таблиця 2

Розрахунок періоду окупності додаткових капітальних вкладень  
у житловий будинок серії ПЗМ/16

Показники	Од. вимірювання	Кількість
1. Додаткові питомі капітальні вкладення в економію енергії і води	дол. США / м <sup>2</sup>	32,0*
2. Сумарна питома річна економія кінцевих видів енергоносіїв і води	дол. США / м <sup>2</sup> / час	3,8
3. Період окупності додаткових капітальних вкладень в економію енергії і води	год	8,4

\*В тому числі: на вікна та балконні двері – 25,0 дол. США/ м<sup>2</sup>.

Відповідно до енергетичного паспорта мета випробувань і обстежень – оцінка величини економічної ефективності для стимулювання проектування і впровадження енергоефективних будівель на основі експертизи і сертифікації проектів по рівню теплозахисту [3].

#### Висновки

- Масова енергопаспортизація будівель повинна привести до створення бази даних різних проектів, теплозахисту, що дозволяє оцінювати різні проектні рішення, і інженерних систем по критеріях енергоефективності. При розробці проектів забудов проектувальники дістають можливість точніше визначати енергопотребу мікрорайонів і окремих об'єктів, а енергетики – перспективу розвитку паливно-енергетичного господарства міста. База даних енергетичних характеристик дозволить замовникам, проектів встановлювати в завданнях на проектування об'єктів більш обґрунтовані вимоги по енергоефективності, а експертизі – перевіряти дані проектів по об'єктах-аналогах.
- Крім того енергетичний паспорт будівлі висуває його енергетичну ефективність як найважливіший показник на динамічному ринку нерухомості і надає потенційним покупцям, жителям і інвестиційним компаніям конкретну інформацію про витрати на енергопостачання будівлі. А споживач може ухвалювати більш продумані рішення про придбання: на основі зіставлення проектного і фактичного значення енергопотреби більш енергоефективнішим будівлям віддаватиметься перевага в порівнянні з менш енергоефективними будівлями, які вимагають великих платежів за енергію, і такі будівлі матимуть коротші терміни реалізації (продажі) на ринку нерухомості. Енергетичний паспорт будівлі, таким чином, забезпечуватиме дію економічного механізму стимулювання енергозбереження в комерційному будівництві, і давати можливість для об'єктивної оцінки вартості на ринку житла.

#### Список літератури

1. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.
2. Дмитриев А.Н. Управление энергосберегающим инновациям / А.Н. Дмитриев. – М.: АСВ, 2001. – 314 с.
3. Табунщиков Ю.А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2002. – 196 с.

**Загоруй Євген Вікторович** – магістрант кафедри промислового і цивільного будівництва Вінницького національного технічного університету.