

ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ

Галина Агєєва, начальник відділу технічної політики і інформатики
НДІ «Проектреконструкція», м. Київ, канд. техн. наук

На житловий фонд в цілому припадає значна частка загального обсягу споживання енергії. Зниження цієї частки дозволить економити енергоресурси та скоротити викиди CO₂ в атмосферу.

Наявний житловий фонд України складається з будинків різних періодів будівництва, 80 % яких представлено великопанельними житловими будинками, побудованими індустріальними методами в 50 — 70 рр. ХХ ст. за проектами перших масових серій. Вони мають суттєві недоліки в архітектурному і конструктивному відношеннях, не відповідають сучасним вимогам до санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень, теплотехнічних показників та довговічності огороджувальних конструкцій під час експлуатації.

Тому теплотехнічна санація, тобто покращення теплотехнічних якостей будівель, є невід'ємною складовою комплексу заходів із підвищення енергетичної ефективності будівель.

Теплотехнічна санація будинків¹ може здійснюватися шляхом реалізації низки конструктивних заходів щодо зменшення тепловтрат будинку. Кожний захід має свою «вагу» (тобто значимість, співвідношення зусиль, направлених на втілення заходу, з кінцевим результатом). «Вага» заходу може вплинути на визначення методу реконструкції будинків. «Стратегію теплового захисту будівлі» потрібно визначити ще перед початком розробки проекту, виходячи із характеристик будівлі, що підлягає реконструкції, та інших чинників, які можуть вплинути на вибір заходів санації. Тож пропоную вашій увазі результати науково-дослідних робіт, пов'язаних з проблемою енергозбереження², в тому числі тих, що провадилися проектом Міжнародного технічного співробітництва ТАСІС «Енергореконструкція житлових будинків Ужгороду, Міхаловце і Дармштадту»³. Сподіваюсь, що досвід цього проекту стане у пригоді тим, хто лише збирається приступити до реконструкції своєї будівлі.

У 2001 — 2003 рр. з житлового фонду м. Ужгород

було виділено 11 типів будинків-репрезентантів. Для кожного з них був розроблений теплотехнічний паспорт, де вказувались відомості про технічний стан, оцінений опір теплопередачі огороджувальних конструкцій — стін, перекриттів, віконних та дверних заповнень, наведені показники енергоспоживання, рекомендовані заходи з енергозбереження, впровадження яких гарантує зниження енерговитрат на 18 — 64 %. Дослідження виявили, що у будинків — репрезентантів перших масових серій (забудова 1950 — 1970 рр.) резерв зниження енерговитрат становить 52 — 55 %.

З квітня 2007 року проектування будівництва, реконструкція і капітальний ремонт будинків, що опалюються, в Україні здійснюється з обов'язковим дотриманням нормативних вимог до теплотехнічних показників будинків⁴, визначенням та оцінкою величини інтегрального показника — питомих тепловитрат на опалення будинку $q_{\text{буд}}^5$, складанням енергетичного паспорта будинку та встановленням класу енергетичної ефективності.

¹ Далі за текстом — санація.

² Онищук Г. І. Енергозбереження у житловій сфері як об'єкт науково-технічного супроводу: десятирічний досвід роботи [Текст] / Г. М. Агєєва // Реконструкція житла. — Вип. 9. — 2008. — С. 217 — 228.

³ Данилова Л. А. Проект ТАСИС СВС «Енергозбереження в жилих зданиях Ужгорода, Михаловце и Дармштадта» [Текст] // Реконструкція житла. — К.: Нора-прінт, 2003. — С. 54 — 65.

⁴ ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель [Текст]. — На заміну СНІП II-3-79. — Чинні з 2007-04-01. — К.: Мінбуд України, 2006. — 65 с.

⁵ ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель [Текст]. — На заміну СНІП II-3-79. — Чинні з 2007-04-01. — К.: Мінбуд України, 2006. — 65 с.

ДОВІДКА

Опір теплопередачі — це величина, що визначає здатність конструкції чинити опір тепловому потоку, що через неї проходить, та є зворотною до коефіцієнту теплопередачі.

Енергетична ефективність будинку — це властивість теплоізоляційної оболонки будинку та його інженерного обладнання забезпечувати оптимальні мікрокліматичні умови приміщень при фактичних або розрахункових витратах теплової енергії на опалення будинків.

Клас енергетичної ефективності — рівень енергетичної ефективності будинку за інтервалом значень питомої витрати теплової енергії на опалення будинку за опалювальний період⁶.

Розглянемо проектне рішення реконструкції окремої будівлі, яка є представником найбільш поширеного конструктивного рішення — першої масової серії, та оцінимо його з точки зору енергетичної ефективності експлуатації.

Як **об'єкт дослідження** прийняте проектне рішення реконструкції п'ятиповерхового восьмисекційного вели-

копанельного житлового будинку на 120 квартир, який розташований у I температурній зоні⁷. Під усією будівлею розташований підвал. Стінові панелі одношарові з легкого бетону завтовшки 0,35 м. Покриття суміщене. Об'єм будівлі, який опалюється, $V_h = 23811,75 \text{ м}^3$. Коефіцієнт скління будинку $m_{ск} = 0,237$. Показник компактності будинку $L_{к буд} = 0,284 \text{ м}^{-1}$.

ДОВІДКА

Показник компактності будинку визначається як частка від загальної площі внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожувальних конструкцій (з урахуванням покриття (перекриття) верхнього поверху і переkritтя (підлоги) нижнього опалювального приміщення), поділена на опалюваний об'єм будівлі.

Коефіцієнт скління — це відношення площі світлопрозорих конструкцій до загальної площі фасадної частини будинку⁸.

Проект реконструкції передбачає здійснення комплексу заходів з теплової модернізації будівлі, який повинен забезпечити раціональне використання енергетичних ресурсів на опалення, нормативні санітарно-гігієнічні параметри мікроклімату приміщень та довговічність огорожувальних конструкцій під час подальшої експлуатації будинку.

Основними **конструктивними заходами** з теплової ізоляції будинку є:

— заміна дерев'яних заповнень віконних та дверних прорізів на металопластикові із потрійним склінням;

— утеплення огорожувальних конструкцій (стін, го-рищного переkritтя, переkritтя над підвалом).

Державними будівельними нормами передбачено літерне позначення класів енергетичної ефективності. До будинків, що проектується, існує жорстка вимога — для них приймається клас енергетичної ефективності не нижчий, ніж «С».

Максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення п'ятиповерхового житлового будинку, який розташований у I температурній зоні, $E_{max} = 32,00 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$.

До реконструкції в існуючому будинку:

| | |
|---|--|
| 1 | витрати теплової енергії на опалення упродовж річного опалювального періоду склали $Q_{рік} = 1145811,1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ |
| 2 | питомі тепловитрати будинку на 50,38 % перевищували максимально допустиме значення. За такими показниками будинок відносився не до класу «С», а до класу «Е» (тобто на 2 пункти нижче допустимого нормами рівня) |

Як наслідок експлуатаційний стан будинку потребує розроблення та впровадження комплексу заходів з підвищення енергетичної ефективності з доведенням

до класу не нижче «С». Для цього були розглянуті 5 варіантів поелементної та комплексної реконструкції, проведено порівняльний аналіз експлуатаційних показників

⁶ Визначення цих термінів міститься у додатку Б до ДБН В.2.6-31:2006.

⁷ Згідно з додатком В до ДБН В.2.6-31:2006 територія України поділена на 4 температурні зони. Перша зона є «найсуворішою» і передбачає найбільшу кількість градусо-днів опалювального сезону. — Прим. ред.

⁸ Терміни визначено у додатках В та Ц до ДБН В.2.6-31:2006. — Прим. ред.

конструктивних рішень утеплення (рис. 1), оцінено вплив кожного з варіантів утеплення на теплотехнічні показни-

ки будинку в цілому, рівень енергетичної ефективності його експлуатації (рис. 2).

| Варіант реконструкції | Розрахункові показники | | | | Клас енергетичної ефективності |
|---|--|--|---|---|--------------------------------|
| | Розрахункові витрати теплової енергії на опалення $Q_{\text{буд}}$, кВт·год | Розрахункові питомі тепловитрати $q_{\text{буд}}$, кВт·год/м ³ | Максимально допустиме значення питомих витрат E_{max} , кВт·год/м ³ | Різниця $\frac{q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}}{E_{\text{max}}} \times 100$ % | |
| Існуючий стан (до реконструкції) | | | | | |
| | 1 145 811,1 | 48,12 | 32,00 | 50,38 | «Е» |
| Поелементна реконструкція | | | | | |
| 1 | 1083744,5 | 45,51 | 32,00 | 42,22 | «Е» |
| 2 | 1063055,6 | 44,64 | 32,00 | 39,50 | «Е» |
| 3 | 1 063 055,6 | 44,64 | 32,00 | 39,50 | «Е» |
| 4 | 911 337,0 | 38,27 | 32,00 | 19,59 | «D» |
| Комплексна реконструкція | | | | | |
| 5 | 683 758,9 | 28,71 | 32,00 | -10,28 | «В» |

Рис. 1. Порівняльний аналіз експлуатаційних показників конструктивних рішень

| Варіант реконструкції | Огороджувальні конструкції | Один. виміру | Приведений опір теплопередачі | | |
|-----------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------|
| | | | нормативне значення | розрахункове (проектне) значення | резерв, % |
| 1 | Вікна і балконні двері | м ² ·к/Вт | 0,5 | 0,5 | 0,00 |
| 2 | Горище перекриття | — « — | 3,3 | 3,6 | 9,09 |
| 3 | Перекриття над підвалом | — « — | 2,8 | 2,8 | 0,00 |
| 4 | Зовнішні стіни | — « — | 2,8 | 3,4 | 21,4 |

Рис. 2. Теплотехнічні показники проектного рішення реконструкції

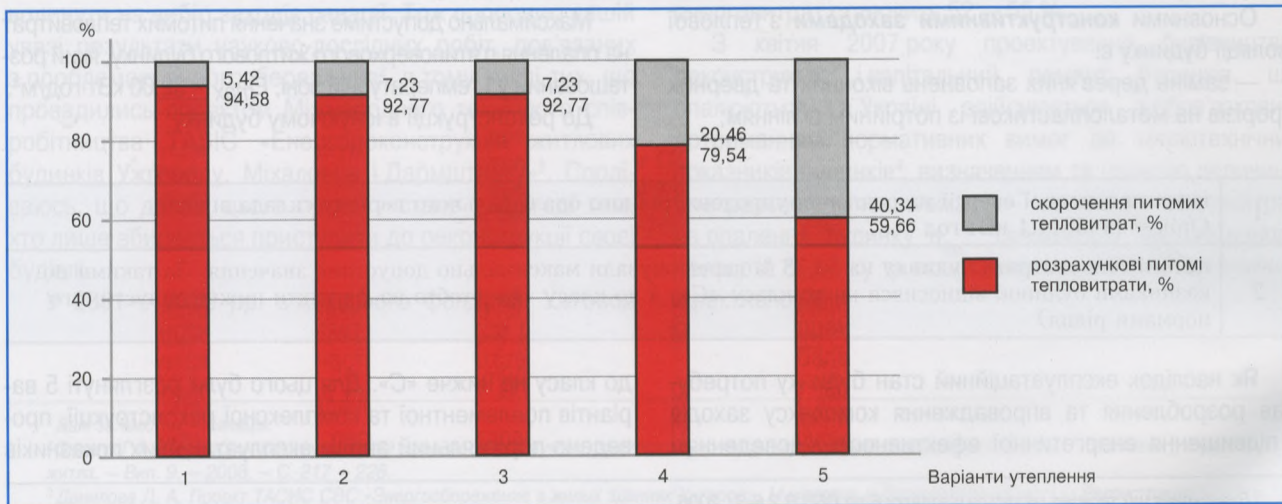


Рис. 3. Кількісна оцінка варіантів покращення теплової ізоляції будинку

ДОВІДКА

У російських будівельних нормах клас енергетичної ефективності «С» має найменування «нормальний», клас «В» — «високий». Для об'єктів класів «В» та «А» («дуже високий») органам місцевого самоврядування та інвесторам рекомендовано впроваджувати заходи з додаткового економічного стимулювання енергоефективного будівництва та експлуатації. Так, у Москві у травні 2005 року розпорядженням першого заступника керівника уряду міста В. І. Ресіна затверджене «Положення про стимулювання проектування та будівництва енергоефективних споруд та випуску для них енергозберігаючої продукції».

В Україні, як вже зазначалося, після введення у дію ДБН В.2.6-31:2006 дотримання мінімальних вимог до теплової ізоляції нових будівель є обов'язковим. Однак на практиці забезпечити дотримання цих вимог щодо збудованих раніше об'єктів, навіть під час реконструкції або капітального ремонту, майже неможливо. Адже комплексна модернізація будівлі — «задоволення» не з дешевих.

Так, питомий вартісний показник комплексного капітального ремонту із застосуванням енергозберігаючих технологій на 1 квартиру 5-поверхового 4-секційного житлового будинку (з урахуванням цін станом на жовтень 2008 року) складає 27 416,67 гривень. А для подібної будівлі у цілому — 1 645 000,00 гривень⁹.

Розглянемо варіанти утеплення огорожувальних конструкцій та оцінимо вплив кожного з них на експлуатаційні (теплотехнічні) показники будинку в цілому:

Варіант 1. Заміна заповнень дверних та віконних прорізів

Площа віконних та дверних прорізів складає 23,7 % площі вертикальних огорожувальних конструкцій та 13,6 % загальної площі огорожувальних конструкцій будинку.

За даними експертів, від 15 % до 40 % площі віконних та дверних прорізів припадає на обрамування, тому якісні показники матеріалу, з якого воно виготовлене, має вирішальне значення для збереження теплової енергії.

Дефекти заповнень цих прорізів є одними з найпоширеніших порушень, які призводять до негативних змін мікроклімату в приміщеннях. Наприклад, нещільності в конструкціях дверей та вікон є причиною інфільтрації холодного повітря та зниження якості теплової ізоляції будинку до 20 — 35 %.

Зменшення кількості та площі дверних та віконних прорізів проектом реконструкції не передбачалось, але заміна дерев'яних заповнень на металопластикові із потрійним склінням дозволила забезпечити опір теплопередачі на рівні $0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{к}/\text{Вт}$ (рис. 2) та скоротити витрати тепла на опалення на 5,42 % (див. рис. 3).

Розрахункові значення питомих тепловитрат $q_{\text{буд}} = 45,51 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$. Будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «Е».

Варіант 2. Утеплення горищного перекриття

Існуючий будинок має плоский дах із суміщеним горищним покриттям.

Проектом реконструкції передбачено влаштування даху з крутими схилами з якісною теплоізоляцією горищного перекриття. Розрахункове значення опору теплопередачі перекриття після утеплення складає $3,6 \text{ м}^2 \cdot \text{к}/\text{Вт}$, що задовольняє нормам (рис. 2), а також надає можливість скоротити витрати теплової енергії на опалення на 7,23 % (див. рис. 3).

Розрахункові значення питомих тепловитрат $q_{\text{буд}} = 44,64 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$. Будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «Е».

Варіант 3. Утеплення перекриття над підвалом

Проектне рішення утеплення перекриття над неопалюваним підвалом не тільки дозволить підвищити температуру в приміщеннях першого поверху, що буде сприяти підвищенню комфортності проживання, а також й скоротити витрати теплової енергії на опалення на 7,23 % (див. рис. 3).

Розрахункове значення опору теплопередачі перекриття складає $2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{к}/\text{Вт}$ та задовольняє вимогам норм (рис. 2).

Розрахункові значення питомих тепловитрат $q_{\text{буд}} = 44,64 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$. Будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «Е».

Варіант 4. Утеплення стін

Існуючий будинок є представником житлової забудови часів індустріального домобудування. У той час нормативні вимоги до теплового захисту складала $0,75 — 0,85 \text{ м}^2 \cdot \text{к}/\text{Вт}$. Сучасні нормативні вимоги щодо забезпечення комфортних умов проживання та підвищення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій реалізовані за допомогою утеплення стін пінополістирольними плитами зі скріпленою штукатуркою¹⁰.

⁹ Джерело: Реформа ЖКХ от А до Я / Ю. Хиврич, О. Адамов. — К.: Предприятие ЦСТРИ, 2010. — 100 с.

¹⁰ Реконструкція житлового будинку, вул. Свердлова, 59, м. Бердичів [Текст] / Реконструкція житла. — Вип. 9. — 2008. — С. 432 — 433.

Площа стін (без урахування віконних та дверних прорізів) складає 76,3 % площі вертикальних огороджувальних конструкцій та 40,34 % загальної площі огороджувальних конструкцій будинку.

Це найбільш значний за питомою вагою конструктивний елемент у системі теплової ізоляції будинку. Його утеплення за прийнятою у проекті реконструкції схемою (з доведенням значень приведенного опору теплопередачі до $3,4 \text{ м}^2 \cdot \text{к}/\text{Вт}$) надає можливість скоротити витрати тепла на опалення на 20,46 % (див. рис. 3).

Але впровадження тільки такого варіанта утеплення не дозволяє забезпечити виконання нормативних вимог з ефективного використання енергії на опалення будівлі. Розрахункові значення питомих тепловитрат $q_{\text{буд}} = 38,27 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$.

Клас енергетичної ефективності будівлі за таким рішенням термомодернізації — «D», що потребує для будинку в цілому розроблення та впровадження додаткових заходів щодо підвищення енергетичної ефективності з доведенням до класу не нижче ніж «C» (рис. 1).

Варіант 5. Комплексна реконструкція (заміна заповнень дверних та віконних прорізів; утеплення горищного перекриття, перекриття над підвалом, стін)

Упровадження кожного з перших трьох варіантів утеплення огороджувальних конструкцій надає можливість забезпечити вимоги норм до опору теплопередачі окремих конструкцій (табл. 2) та скоротити витрати теплової енергії на опалення на 5,42 — 7,23 % (див. рис. 3). Але це не змінює рівень енергетичної ефективності будинку в цілому, тому що він, як і до реконструкції, оцінюється класом «E» (рис. 1).

Утеплення стін дозволяє скоротити витрати тепла на опалення на 20,46 % (див. рис. 3), підняти клас енергетичної ефективності з «E» до «D» (див. рис. 1), але цього також не достатньо для забезпечення такого рівня енергетичної ефективності експлуатації будинку, який відповідав би класу не нижче ніж «C».

Такий рівень енергетичної ефективності може бути забезпечений тільки при реалізації всього комплексу заходів (див. рис. 1).

За результатами розрахунків проектне рішення реконструкції будівлі під час експлуатації буде мати питомі тепловитрати на опалення упродовж опалювального періоду $q_{\text{буд}}$ на рівні $28,71 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$.

Відхилення розрахункового значення питомих тепловитрат $q_{\text{буд}}$ від максимально допустимого нормами значенням E_{max} складає:

$$\frac{q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}}{E_{\text{max}}} \times 100 = \frac{28,71 - 32,00}{32} \times 100 = -10,28 \%,$$

що на 0,28 % перевищує нижню межу діапазону значень, які відповідають класу енергетичної ефективності «B».

Це свідчить про те, що одночасне впровадження усіх конструктивних заходів (варіанти 1, 2, 3, 4) дозволяє забезпечити нормативні вимоги щодо опору теплопередачі окремих конструкцій, скоротити тепловитрати на опалення будинку на $19,41 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$ (40,34 %) та забезпечити рівень енергетичної ефективності експлуатації будівлі, який відповідає класу «B» (рис. 1).

Це підтверджує висновки вітчизняних та міжнародних експертів, які оцінюють економію енерговитрат у процесі експлуатації реконструйованих житлових будинків на рівні 30 — 40 %. Це дозволяє розглядати інвестиції в модернізацію житлового фонду як вигідне вкладання капіталу та свідчить не тільки про інвестиційну привабливість заходів для приватних інвесторів та фінансових структур, але й характеризує занедбаний стан застарілого житлового фонду та неефективність його експлуатації.

При цьому слід ураховувати, що енергоефективність будинків, які експлуатуються, повинна оцінюватися не тільки за даними проектних рішень, але й за результатами енергетичних обстежень (енергоаудитів), які проводяться незалежними організаціями, акредитованими у встановленому порядку.

Висновки. Впровадження окремих, у першу чергу, маловитратних, заходів з енергозбереження надає можливість забезпечити вимоги будівельних норм до опору теплопередачі окремих конструкцій, скоротити витрати теплової енергії на опалення.

Разом з тим, у більшості випадків це не є ефективним рішенням для досягнення нормативного рівня теплової ізоляції будівлі в цілому.

У дослідженнях та при підготовці статті використовувались також:

1) СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий [Текст]. — На замену СНиП II-3-79. — Введены с 2003-10-01. — М., 2004. — 26 с.;

2) СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий [Текст] / Госстрой России. — М., 2004. — 139 с.;

3) Фаренюк Г. Г. Новые государственные нормы «Тепловая изоляция зданий по показателям энергоэффективности» [Текст] / Ю. А. Матросов // Реконструкция жилья. — Вып. 9. — 2008. — С. 20 — 31;

4) Сахновская С. А. Реальная и проектная энергоэффективность зданий / С. А. Сахновская // Современные проблемы стр-ва. — № 7 (12). — Донецк: Донецкий промстройНИИпроект, 2009. — С. 54 — 58.