

Покращення показників енергетичної ефективності житлового будинку під час реконструкції

Агєєва Г.М., Марченко Н.В.
«НДПроектреконструкція», м.Київ

Узагальнені результати поетапного впровадження комплексу заходів з теплової ізоляції огорожувальних конструкцій під час проектування реконструкції житлового будинку. Оцінено вплив кожного з варіантів утеплення огорожувальних конструкцій на теплотехнічні показники будинку в цілому, рівень енергетичної ефективності його експлуатації.

Нова Директива 2010/31/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 19.05.2010 р. щодо енергетичної ефективності будівель визначає, що мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель і елементів будівель повинні встановлюватися з метою досягнення оптимального балансу між залученими інвестиціями та витратами на енергію, що збережено упродовж життєвого циклу будівлі.

Наявний житловий фонд України складається з будинків різних періодів будівництва, 80% яких представлено великопанельними житловими будинками перших масових серій. Вони мають суттєві недоліки в архітектурному і конструктивному відношеннях, не відповідають сучасним вимогам щодо теплового опору та звукоізоляції огорожувальних конструкцій [1].

На житловий фонд в цілому припадає значна частка загального обсягу споживання енергії народним господарством, зниження якої дозволить зекономити енергоресурси та скоротити викиди CO₂ в атмосферу. Тому саме теплотехнічна санація будівель є ефективним способом досягнення їх сталого технічного стану та охорони клімату і довкілля.

Спеціалісти інституту «НДПроектреконструкція» упродовж 1996-2010 рр. виконали низку науково-дослідних робіт, пов'язаних з проблемою енергозбереження [2], в тому числі проєкт Міжнародного технічного співробітництва *TASIC* «Енергореконструкція житлових будинків в Ужгороді, Міхаловце і Дармштадті» [3].

Для житлового фонду м.Ужгорода в 2001-2003 рр. виділено 11 типів будинків-репрезентантів, для кожного із них розроблений теплотехнічний паспорт, в якому віддзеркалений технічний стан, оцінений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій – стін, перекриттів, віконних та дверних заповнень, наведені показники енергоспоживання, рекомендовані заходи з енергозбереження, впровадження яких гарантує зниження енерговитрат на 18-64%. Для будинків-репрезентантів перших масових серій виявлений резерв зниження енерговитрат склав 52-55%.

ДБН В.2.6-31 [4] та ДСТУ-Н Б А.2.2-5 [5] дозволяють на якісно новому рівні проводити комплексну оцінку енергетичних показників під час проєктування та експлуатації будинків. Про це свідчать результати науково-технічної діяльності інституту та філіалів.

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

Мета статті — оприлюднення результатів теоретичних досліджень низки конструктивних заходів з теплової ізоляції, які поетапно реалізуються під час проєктування комплексної реконструкції великопанельного п'ятиповерхового житлового будинку.

Метод дослідження — визначення та аналіз розрахункових питомих тепловитрат на опалення впродовж опалювального періоду, встановлення класу енергетичної ефективності експлуатації будівлі за методикою ДБН В.2.6-31 [4].

Об'єкт дослідження — проєктне рішення реконструкції п'ятиповерхового житлового будинку, яке розроблене спеціалістами Житомирського філіалу інституту «НДПроектреконструкція» [6].

Великопанельний житловий будинок має 8 секцій, в яких розташовано 120 квартир. Планувальна структура трьохквартирних рядових та торцевих секцій різна, характеризується наступним поверховим групуванням:

- рядові секції 2-2-2 (I варіант) та 3-2-1 (II варіант);
- торцеві секції 4-3-3.

Обидва варіанта рядових секцій характеризуються тим, що дві квартири мають двосторонню орієнтацію, одна – менша за площею - односторонню орієнтацію.

Планування торцевих секцій є частково орієнтованим: дві квартири (4-3) мають кутове провітрювання, одна (3) – наскрізне провітрювання.

Під всією будівлею розташований підвал. Покриття суміщене.

Стіни одношарові з легкого бетону завтовшки 0,35 м.

Об'єм будівлі, який опалюється, $V_h = 23\,811,75 \text{ м}^3$.

Коефіцієнт скління будинку $m_{ск} = 0,237$. Показник компактності будинку $A_{к\ буд} = 0,284 \text{ м}^{-1}$.

Проект реконструкції передбачає здійснити комплекс 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 наступне:

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

- утеплення огорожувальних конструкцій (стін, горищного перекриття та перекриття над підвалом).

Проектування теплоізоляційної оболонки будинку здійснювалось на засаді відповідності інтегральному питомому показнику – питомим тепловитратам на опалення впродовж опалювального періоду $q_{б\text{уд}}$ [4, 5].

Максимально допустиме нормами значення питомих тепловитрат на опалення п'ятиповерхового житлового будинку, який розташований у I температурній зоні, $E_{max} = 32,00 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$ [4].

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

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

$$\frac{q_{б\text{уд}} - E_{max}}{E_{max}} \cdot 100\% = \frac{28,71 - 32,00}{32,00} \cdot 100\% = -10,28\%$$

що на 0,28% перевищує нижню межу діапазону значень, які відповідають класу енергетичної ефективності «В» [-10; -49].

Це свідчить про те, що комплекс конструктивних заходів проектного рішення реконструкції дозволяє забезпечити оптимальні теплові умови мікроклімату в приміщеннях та віднести будівлю до класу енергетичної ефективності «В» [5].

Державними будівельними нормами передбачено тільки літерне позначення класів енергетичної ефективності, але до будинків, що проєктуються, існує жорстка вимога – для них приймається клас енергетичної ефективності не нижчий, ніж «С» [4, 5].

Тобто проектне рішення реконструкції існуючого будинку, яке відповідає класу енергетичної ефективності «В», характеризується покращеними показниками теплової ізоляції.

В російських нормах клас енергетичної ефективності «С» має найменування «нормальний», клас «В» – «високий». Для об'єктів класів «В» та «А» («дуже високий») органам місцевого самоуправління та інвесторам рекомендовано впроваджувати заходи з додаткового економічного стимулювання енергоефективного будівництва та експлуатації [7-10].

До реконструкції в існуючому будинку:

- витрати теплової енергії на опалення упродовж опалювального періоду року складала $Q_{рік} = 1145811,1$ кВт·год;

- питомі тепловитрати $q_{буд} = 48,12$ кВт·год/м³ на 50,38% перевищували максимально допустиме значення $E_{max} = 32,0$ кВт·год/м³ [4, 5], що відповідало класу енергетичної ефективності «Е».

Як наслідок, експлуатаційний стан будинку потребував розроблення та впровадження комплексу заходів з підвищення енергетичної ефективності з доведенням до класу, не нижче «С» [4].

Розглянемо наступні варіанти утеплення огорожувальних конструкцій:

- 1 - існуючий стан (до реконструкції);
- 2 - заміна дверних та віконних заповнень;
- 3 - утеплення горищного перекриття;
- 4 - утеплення перекриття над підвалом;
- 5 - утеплення стін;
- 6 - комплексна реконструкція (заміна дверних та віконних заповнень; утеплення горищного перекриття, перекриття над підвалом, стін),

та оцінимо поетапно вплив кожного з них на експлуатаційні (теплотехнічні) показники будинку в цілому (таблиця 1).

Таблиця 1. Порівняльний аналіз експлуатаційних показників конструктивних рішень

№ п/п	Варіант	Розрахункові показники				
		Розрахункові витрати теплової енергії на опалення $Q_{\text{рік}}$, кВт·год	Розрахункові питомі тепловитрати $q_{\text{буд}}$, кВт·год/м ³	Максимально допустиме значення питомих витрат E_{max} , кВт·год/м ³	Різниця $\frac{q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}}{E_{\text{max}}} \cdot 100$, %	Клас енергетичної ефективності
1	Існуючий стан (до реконструкції)					
1.1	1	1 145 811,1	48,12	32,00	50,38	«E»
2	Поелементна реконструкція					
2.1	2	1 083 744,5	45,51	32,00	42,22	«E»
2.2	3	1 063 055,6	44,64	32,00	39,50	«E»
2.3	4	1 063 055,6	44,64	32,00	39,50	«E»
2.4	5	911 337,0	38,27	32,00	19,59	«D»
3	Комплексна реконструкція					
3.1	6	683 758,9	28,71	32,00	-10,28	«B»

Вікна та двері (варіант 2)

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 [1].

Дефекти заповнень цих прорізів є одним з найпоширеніших порушень, які призводять до негативних змін мікроклімату в приміщеннях. Наприклад, нещільності в конструкціях заповнень є причиною інфільтрації холодного повітря та зниження якості теплової ізоляції будинку до 20-35% [1].

Зменшення кількості та площі прорізів проектом реконструкції не передбачалось, але заміна дерев'яних заповнень віконних та дверних про-

різів на металопластикові із потрійним склінням дозволила забезпечити опір теплопередачі на рівні $0,5 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ (таблиця 2) та скоротити витрати тепла на опалення на $5,42\%$ (рисунок).

Таблиця 2. Теплотехнічні показники проектного рішення реконструкції

№ п/п	Огороджувальні конструкції	Один. виміру	Приведений опір теплопередачі		
			Нормативне значення	Розрахункове (проектне) значення	Резерв, %
1	2	3	4	5	6
1	Вікна і балконні двері	$\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$	0,5	0,5	0,00
2	Горищне перекриття	-„-	3,3	3,6	9,09
3	Перекриття над підвалом	-„-	2,8	2,8	0,00
4	Зовнішні стіни	-„-	2,8	3,4	21,46

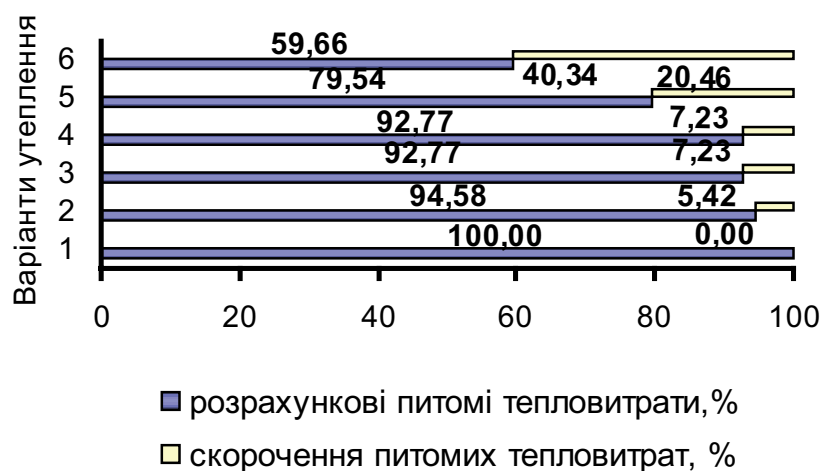


Рисунок. Кількісна оцінка варіантів утеплення

Клас енергетичної ефективності – «E» (таблиця 1).

Дах / горищне перекриття (варіант 3)

Існуючий будинок має плоский дах з 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 [4] (таблиця 2), а також надає можливість скоротити витрати теплової енергії на опалення на 7,23% (рисунок).

Клас енергетичної ефективності – «E» (таблиця 1).

Підвал / перший поверх (варіант 4)

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% (рисунок).

Розрахункове значення опору теплопередачі перекриття складає 2,8 м²·К/Вт (таблиця 2) та задовольняє вимогам норм [4].

Клас енергетичної ефективності – «E» (таблиця 1).

Стіни (варіант 5)

Існуючий будинок є представником житлової забудови часів індустріального домобудування. В той час нормативні вимоги до теплового захисту складали 0,75-0,85 м²·°С/Вт. Сучасні нормативні вимоги щодо забезпечення комфортних умов проживання та підвищення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій реалізовані за допомогою утеплення стін пінополістирольними плитами зі скріпленою штукатуркою [6].

Площа стін (без урахування віконних та дверних прорізів) складає 76,3% площі вертикальних огорожувальних конструкцій та 40,34% загальної площі огорожувальних 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 м²·К/Вт) надає можливість скоротити витрати тепла на опалення на 20,46% (рисунок).

Але впровадження тільки такого варіанту утеплення не дозволяє забезпечити виконання нормативних вимог з ефективного використання енергії на опалення будівлі. Клас енергетичної ефективності будівлі за таким рішенням термомодернізації - «D» (таблиця 1), що потребує для будинку в цілому розроблення та впровадження додаткових заходів щодо підвищення енергетичної ефективності з доведенням до класу не нижче, ніж «C» [5].

Комплексна реконструкція (варіант 6)

Існуюча будівля (варіант 1) за енергетичними показниками відноситься до класу енергетичної ефективності «E» (таблиця 1). Це потребує розроблення та впровадження заходів щодо підвищення енергетичної ефективності експлуатації будинку з доведення до класу не нижче, ніж «C».

Впровадження одного з трьох варіантів утеплення огорожувальних конструкцій (2, 3, 4) надає можливість забезпечити вимоги норм до опору теплопередачі окремих конструкцій [1] (таблиця 2) та скоротити витрати теплової енергії на опалення на 5,42-7,23% (рисунок).

Але це не змінює рівень енергетичної ефективності будинку в цілому, тому що він як і раніше (варіант 1) оцінюється класом «E» (таблиця 1).

Утеплення стін дозволяє скоротити витрати тепла на опалення на 20,46% (рисунок), підняти клас енергетичної ефективності з «E» до «D» (таблиця 1), але цього також не достатньо для забезпечення такого рівня енергетичної ефективності експлуатації будинку, який відповідав би класу не нижче, ніж «C» [4, 5]

Такий рівень енергетичної ефективності може бути забезпечений тільки при реалізації всього комплексу заходів – варіант 6 (таблиця 1).

Аналіз даних таблиць 1 и 2 свідчить про те, що проектне рішення теплоізоляційної оболонки, яке розроблено за інтегральним показником $q_{\text{буд}}$, забезпечує допустимі теплові витрати будинку в цілому без зниження поелементних вимог. Для двох складових системи теплової ізоляції наявне перевищення поелементних вимог (резерв) на рівні 9,09% (горищне перекриття) та 21,46% (стіни).

Однотимчасне впровадження усіх заходів з енергозбереження (варіанти 2, 3, 4, 5) дозволяє забезпечити нормативні вимоги щодо опору теплопередачі окремих конструкцій, скоротити тепловитрати на опалення будинку на 19,41 кВт·год/м³ (40,34%) та забезпечити рівень енергетичної ефективності експлуатації будівлі, який відповідає класу «B» (таблиця 1, рисунок).

Це підтверджує висновки вітчизняних та міжнародних експертів, які оцінюють економію енерговитрат у процесі експлуатації реконструйованих житлових будинків на рівні 30-40% [1]. Це дозволяє розглядати інвестиції в модернізацію житлового фонду як вигідне вкладання капіталу, а отримані результати, які не суперечать даним експертів [1], використовувати в подальших дослідженнях масових забудов та окремих будинків, побудованих за аналогічним типовим проектом.

При цьому слід враховувати, 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 [4-6].

Висновки

1. До реконструкції існуючий будинок мав енергетичні показники, які відповідали класу енергетичної ефективності «E». Як наслідок, експлуатаційний стан будинку потребував розроблення та впровадження комплексу заходів з підвищення енергетичної ефективності з доведенням до класу, не нижче «C».

2. Впровадження окремих варіантів утеплення огороження конструкцій (вікна та двері; дах/горище перекриття; перекриття над неопалювальним підвалом) надає можливість забезпечити вимоги норм до опору теплопередачі окремих конструкцій та скоротити витрати теплової енергії на опалення на 5,42-7,23%. Але це не змінює рівень енергетичної ефективності в цілому, який як і раніше оцінюється класом «E».

3. Утеплення стін дозволяє скоротити витрати тепла на опалення на 20,46% та підняти клас енергетичної ефективності з «E» до «D».

4. Реалізація всього комплексу заходів з енергозбереження під час реконструкції дозволяє скоротити енерговитрати у процесі експлуатації реконструйованих житлових будинків перших масових серій до 40% та забезпечити такий рівень енергетичної ефективності який відповідав би класу не нижче, ніж «C».

5. Цей показник 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.

6. Впровадження окремих, в першу чергу, маловитратних, заходів з енергозбереження надає можливість забезпечити вимоги норм до опору теплопередачі окремих конструкцій, скоротити витрати теплової енергії на опалення, але в більшості випадків це не є ефективним рішенням для досягнення нормативного рівня теплової ізоляції будівлі в цілому.

Перелік посилань

1. **Енергозбереження у житловому фонді:** проблеми, практика, перспективи [Текст]: довідник/С.ф.Вольфф, Г.Онищук, Л.Вуллкопф та ін.; Держ. наук.-дослідн. та проектно-вишукув. ін-т «НДІпроектреконструкція», *Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)*, *Instituts Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)* – К., 2006. – 144 с.

2. **Онищук, Г.І.** Енергозбереження у житловій сфері як об'єкт науково-технічного супроводу: десятирічний досвід роботи [Текст]/ Г.І.Онищук, Г.М.Агеєва// Реконструкція житла. – Вип.9. – 2008. – С.217-228.
3. **Данилова, Л.А.** Проект ТАСИС СВС «Энергосбережение в жилых зданиях Ужгород, Михаловце и Дармштадт» [Текст]/ Л.А.Данилова// Реконструкція житла. – К.: Нора-прінт, 2003. – С.54-65.
4. **ДБН В.2.6-31:2006** Теплова ізоляція будівель [Текст]. - На заміну СНиП II-3-79. – Чинні від 2007-04-01. – К.: Мінбуд України, 2006. – 65 с.
5. **ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007** Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції [Текст]. – Чинні від 2008-07-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 47 с.
6. **Реконструкція житлового будинку**, вул.Свердлова,59, м.Бердичів [Текст]/ Реконструкція житла. – Вип.9. – 2008. – С.432-433.
7. **СНиП 23-02-2003** Тепловая защита зданий [Текст]. – На замену СНиП II-3-79. – Введены с 2003-10-01. – М., 2004. – 26 с.
8. **СП 23-101-2004** Проектирование тепловой защиты зданий [Текст]/Госстрой России. – М., 2004. - 139 с.
9. **Фаренюк, Г.Г.** Новые государственные нормы «Тепловая изоляция зданий по показателям энергоэффективности»[Текст]/ Г.Г.Фаренюк, Ю.А.Матросов // Реконструкція житла. – Вип.9. – 2008. – С.20-31.
10. **Сахновская, С.А.** Реальная и проектная энергоэффективность зданий [Текст]/ С.А.Сахновская// Современные проблемы стр-ва. - №7(12). – Донецк: Донецкий промстройНИИпроект, 2009. – С.54-58.

Отримано 28.05.2010