

# Покращення показників енергетичної ефективності житлового будинку під час реконструкції

Агеєва Г.М., Марченко Н.В.  
«НДІПроектреконструкція», 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 CO<sub>2</sub> 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 (І варіант) та 3-2-1 (ІІ 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 сумішене.

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  $A_{к\text{ буд}} = 0,284 \text{ м}^{-1}$ .

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 метало-пластикові 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  $q_{\text{б\у\д}}$  [4, 5].

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

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

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

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

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 проєктне 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/м<sup>3</sup> на 50,38% перевищували максимально допустиме значення  $E_{max} = 32,0$  кВт·год/м<sup>3</sup> [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				Клас енергетичної ефективності
		Розрахункові витрати теплової енергії на опалення $Q_{\text{рік}}$ , кВт·год	Розрахункові питомі тепловитрати $q_{\text{буд}}$ , кВт·год/м <sup>3</sup>	Максимально допустиме значення значення питомих витрат $E_{\text{max}}$ , кВт·год/м <sup>3</sup>	Різниця $\frac{q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}}{E_{\text{max}}} \cdot 100$ , %	
<b>1</b>	<b>Існуючий стан (до реконструкції)</b>					
1.1	1	1 145 811,1	48,12	32,00	50,38	«E»
<b>2</b>	<b>Поелементна реконструкція</b>					
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»
<b>3</b>	<b>Комплексна реконструкція</b>					
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 м<sup>2</sup>·К/Вт (таблиця 2) та скоротити витрати тепла на опалення на 5,42% (рисунок).

Таблиця 2. Теплотехнічні показники проєктного рішення реконструкції

№ п/п	Огороджувальні конструкції	Один. виміру	Приведений опір теплопередачі		
			Нормативне значення	Розрахункове (проєктне) значення	Резерв, %
1	2	3	4	5	6
1	Вікна і балконні двері	м <sup>2</sup> ·К/Вт	0,5	0,5	0,00
2	Горишне покриття	-, -	3,3	3,6	9,09
3	Перекрыття над підвалом	-, -	2,8	2,8	0,00
4	Зовнішні стіни	-, -	2,8	3,4	21,46

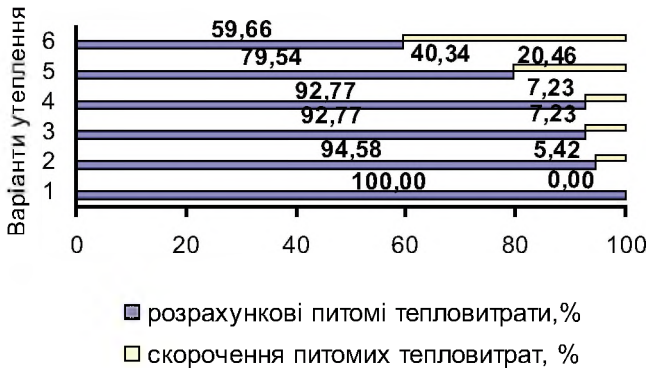


Рисунок. Кількісна оцінка варіантів утеплення

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

**Дах / горишне покриття (варіант 3)**

Існуючий будинок має плоский дах з суміщеним горищним покриттям.

Проєктом реконструкції передбачено влаштування даху з крутими схилами з якісною теплоізоляцією горищного покриття. Розрахункове значення опору теплопередачі покриття після утеплення складає 3,6 м<sup>2</sup>·К/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 м<sup>2</sup>·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 м<sup>2</sup>·°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 м<sup>2</sup>·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 і 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% (горишне перекриття) та 21,46% (стіни).

Однчасне 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/м<sup>3</sup> (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 «НДПроектреконструкція», *Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)*, *Institut 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