

УДК 69.059:699.86+620.004.18

Г. М. АГЕСВА, Н. В. МАРЧЕНКО

«НДІпроектреконструкція», м.Київ

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ – ПРІОРИТЕТНЕ ЗАВДАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ

Представлены результаты теоретических исследований ряда конструктивных мероприятий по тепловой изоляции, которые реализуются в процессе проектирования реконструкции крупнопанельного пятиэтажного жилого здания.

Метод исследования – определение и анализ расчетных удельных теплотрат на отопление на протяжении отопительного периода, установление класса энергетической эффективности эксплуатации здания по методике ДБН В.2.6-31:2006 «Тепловая изоляция».

Наведені результати теоретичних досліджень низки конструктивних заходів теплової ізоляції, які реалізуються під час проектування реконструкції великопанельного п'ятиповерхового житлового будинку.

Метод дослідження – визначення та аналіз розрахункових питомих тепловитрат на опалення упродовж опалювального періоду, встановлення класу енергетичної ефективності експлуатації будівлі за методикою ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція».

Вступ

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 сталого стану будинків та охорони клімату і довкілля.

Основна частина

Спеціалісти інституту «НДІпроектреконструкція» упродовж 1996–2010 р.р. виконали низку науково-дослідних робіт, пов'язаних з проблемою енергозбереження [2], в тому числі проєкт Міжнародного технічного співробітництва *TASIC* «Енергореконострукція 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 проектування 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 оцінити його з точки зору енергетичної ефективності.

Мета статті – оприлюднення результатів теоретичних досліджень низки конструктивних заходів з теплової ізоляції, які реалізуються під час проектування 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].

В якості **об'єкта дослідження** прийняте проєктне рішення реконструкції п'ятиповерхового житлового будинку, яке розроблене спеціалістами Житомирського філіалу інституту «НДІпроектреконструкція» [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.

Стіни одношарові з легкого бетону завтовшки 0,35 м.

Покриття суміщене.

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

Коефіцієнт скління будинку $m_{ск}=0,237$.

Показник компактності будинку $\Lambda_{к\,буд}=0,284\text{ м}^{-1}$.

Проєкт 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, горіщного перекриття та перекриття над підвалом).

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

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

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

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

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

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

Це свідчить про те, що комплекс конструктивних заходів проєктного рішення реконструкції дозволяє забезпечити оптимальні теплові умови мікроклімату в приміщеннях та віднести будівлю до класу енергетичної ефективності «**B**» [4].

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 склали $Q_{рік}=1145811,1$ 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» [5].

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 вплив кожного з них на експлуатаційні (теплотехнічні) показники будинку в цілому (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльний аналіз експлуатаційних показників конструктивних рішень

№ п/п	Варіант	Розрахункові показники				
		Розрахункові витрати теплової енергії на опалення $Q_{рік}$, кВт·год	Розрахункові питомі тепловитрати $q_{буд}$, кВт·год/м ³	Максимально допустиме значення питомих витрат E_{max} , кВт·год/м ³	Різниця $\frac{q_{доп} - E_{max}}{E_{max}} \cdot 100$, %	Клас енергетичної ефективності
1	2	3	4	5	6	7
1	Існуючий стан (до реконструкції)					
1.1	1	1 145 811,1	48,12	32,00	50,38	«Е»
2	Поелементна реконструкція					
2.1	2	1 083 744,5	45,51	32,00	42,22	«Е»
2.2	3	1 063 055,6	44,64	32,00	39,50	«Е»
2.3	4	1 063 055,6	44,64	32,00	39,50	«Е»
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	«В»

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 прорізів на металопластикові із потрійним склінням дозволила забезпечити опір теплопередачі на рівні 0,5 м²·К/Вт (табл. 2) та скоротити витрати тепла на опалення на 5,42 % (рисунок).

Таблиця 2

Теплотехнічні показники проектного рішення реконструкції

№ п/п	Огорожувальні конструкції	Один. виміру	Приведений опір теплопередачі		
			Нормативне значення	Розрахункове (проектне) значення	Резерв, %
1	2	3	4	5	6
1	Вікна і балконні двері	м ² ·К/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

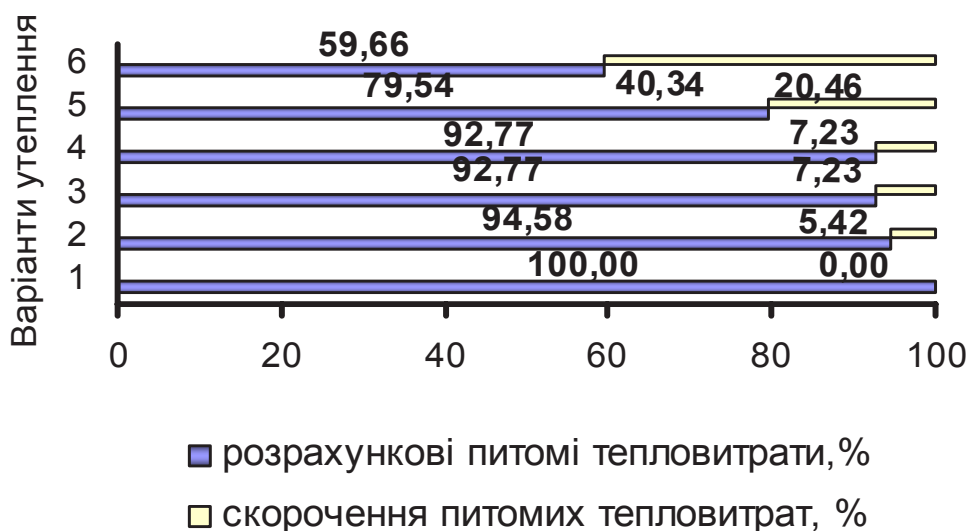


Рисунок. Кількісна оцінка варіантів покращення теплової ізоляції будинку

Клас енергетичної ефективності – «E» (табл. 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 м²·К/Вт, що задовольняє нормам [4] (табл. 2), а також надає можливість скоротити витрати теплової енергії на опалення на 7,23 % (рисунок).

Клас енергетичної ефективності – «*E*» (табл. 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 $2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (табл. 2) та задовольняє вимогам норм [4].

Клас енергетичної ефективності – «*E*» (табл. 1).

Стіни (варіант 5).

Існуючий будинок є представником житлової забудови часів індустріального домобудування. В той час нормативні вимоги до теплового захисту складали $0,75\text{--}0,85 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$. Сучасні нормативні вимоги щодо забезпечення комфортних умов проживання та підвищення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій реалізовані за допомогою утеплення стін пінополістирольними плитами зі скріпленою 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 $3,4 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$) 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*» (табл. 1), що потребує для будинку в цілому розроблення та впровадження додаткових заходів щодо підвищення енергетичної ефективності з доведенням до класу не нижчі, ніж «*C*» [4].

Комплексна реконструкція (варіант 6)

Існуюча будівля (варіант 1) за енергетичними показниками відноситься до класу енергетичної ефективності «*E*» (табл. 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] (табл. 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*» (табл. 1).

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

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

Аналіз даних табл. 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).

Одночасне 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, якій відповідає класу «В» (табл. 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. Реалізація комплексу заходів з енергозбереження під час реконструкції дозволяє скоротити енерговитрати у процесі експлуатації реконструйованих житлових будинків перших масових серій до 40 %.

2. 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.

3. 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. Энергозбереження 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. Энергозбереження 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. 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.

5. 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.

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 / С. А. Сахновская // Современные проблемы стр-ва. – № 7 (12). – Донецк: Донецкий промстройНИИпроект, 2009. – С. 54–58.

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF A RESIDENTIAL BUILDING – PRIORITY TASK OF RECONSTRUCTION

G. M. AGEEVA, N.V. MARCHENKO

The results of theoretical studies of a number of structural metal-targeted activities for thermal insulation, which are realized in the design process re-design of large five-storey building. The method of investigation - identification and analysis of the calculated specific heat consumption for heating during the heating period, the establishment of a class of energy efficient operation of the method DBN B.2.6-31: 2006 "Thermal economic isolation".

Поступила в редакцию 06.08 2010 г.