

# Підвищення енергоефективності будинку серії 87-Б при термомодернізації

Сахновська С.О., Тимофеев М.В.

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка

Осіпенко В.А.

Управління комунального господарства Донецької облдержадміністрації, м. Донецьк

---

*Приведены результаты натурных наблюдений за температурно – влажностным режимом в квартирах девятиэтажного крупноблочного дома серии 87-Б в г.Макеевке Донецкой области. Проанализирована энергоэффективность поэлементного утепления при термомодернизации здания.*

## Вступ

Енергоефективність будинків визначається за нормативними вимогами ДБН В 2.6-31 [1] та ДСТУ Н. Б.А.2.2.5 [2]. Відомо, що дія пункту 3 [1] на складання енергетичного паспорта розпочалася з 1 січня 2009 р. При виконанні цієї роботи треба бути уважним, оскільки розрахунки повинні виконуватися періодично на всіх етапах проектування. Більш того, результати розрахунків напряму пов'язані з остаточним вибором конструктивного рішення та можуть бути підґрунтям для значного економічного ефекту. Дана робота базується на прикладах складання енергетичного паспорта будівельного об'єкту – дев'ятиповерхового крупноблочного житлового будинку серії 87-Б на стадії його термомодернізації. Будинок розташовано в системі мікрорайонної забудови м.Макіївки Донецької обл.

## Результати експериментальних досліджень

В зимовий період в будинку велись комплексні наукові дослідження. Результати спостережень за температурно-вологісним режимом (2007-2008 рр.) викладені в [3]. В зимовий період 2008-2009 рр. проведено наступні випробування:

1. Спостереження за температурними полями та тепловими потоками в спальнях квартир та лоджій. Схема дослідження квартир наведена на рисунку 1. Спостереження велись на п'ятому (сьомому) поверсі в двокімнатній №18(26) та трикімнатній №17(25) квартирах. Лоджія квартири №26 в порівнянні з попереднім роком була зашклена металопластиковими вікнами із склопакетом 4М1-16-4і фірми *REHAU*, а огороження утеплено з використанням відбивної теплоізоляції (ПЕНОФОЛТМ, тип А4).

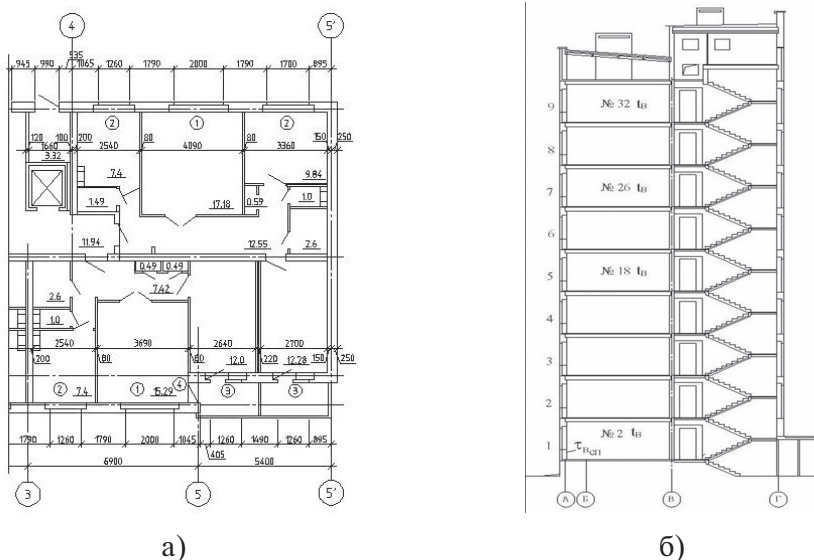


Рисунок 1. Схема досліджених квартир:  
а) плани, б) розріз

В результаті було зафіксовано підвищення температури на  $2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  (таблиця 1) в лоджії квартири №26 за рахунок встановлення енергоефективного скління ( $26^*$ ). Але такого конструктивного рішення виявилось недостатньо. В квартирі №18 виконано утеплення всіх огорожень лоджії (підлога, стеля, бокова стіна) і температура в ній на  $6^{\circ}\text{C}$  виявилася більшою. Це свідчить про те, що при поелементному утепленні треба виконувати спільне огороження лоджій спальень дво- та трикімнатних квартир і, таким чином, не утеплювати підлоги чи стелі лоджій.

Таблиця 1. Температурно-вологісний режим в двокімнатних квартирах

Дата	№ кв.	По-верх	Температурно-вологісний режим ( $t$ , °С; $\varphi$ , %)								
			Спальня				Лоджія			Вулиця	
			$t_{\text{в}}$	$\varphi_{\text{в}}$	$\tau_{\text{в нп}}$	$\tau_{\text{в сп}}$	$t_{\text{л}}$	$\varphi_{\text{л}}$	$\tau_{\text{в сп}}$	$t_{\text{з}}$	$\varphi_{\text{з}}$
7.12.07	18	5	23,5	43,4	21,0	18,2	14,0	63,3	15,4	1,2	73,4
7.12.07	26	7	22,5	33,5	20,1	16,8	5,6	55,4	1,2	1,2	73,6
4.02.09	26*	7	23,3	36,2	21,0	17,3	8,0	41,4	3,4	1,0	64,4

2. Виявлення ефекту утеплення зовнішньої торцевої стіни в трикімнатній квартирі з внутрішнього боку. Спостереження велись зсередини за температурними полями та тепловими потоками, а також ззовні за температурними полями. Спостереження (разом із спеціалістами «Хенкель-Баутехнік (Україна)») за допомогою тепловізора *Ti30* виявили ефективність утеплення стіни (рисунки 2-4), що виконано в квартирі №17 на п'ятому поверсі. Температура поверхні дорівнює 3,1 °С, неутепленої частини - 6,2 °С, що на 3,1°С більше, а значить, стіна більше віддає тепла. Утеплення зовнішньої стіни зсередини покращило ( $t_{\text{внп}}$ ) тепловий режим приміщення, але не ліквідувало містки холоду. Так, температури на поверхні стелі ( $t_{\text{в стелі}}$ ), а особливо підлоги ( $t_{\text{в під}}$ ) мають такі ж значення, що і в немодернізованій квартирі № 25.

При роботі з тепловізором виявилась необхідність в розробці спеціальних ДСТУ, оскільки ГОСТ 26629-85 [4], що був написаний за радянських часів, не відображає сучасних можливостей тепловізійної техніки. Треба встановити методику та визначати сучасні вимоги до технічних засобів, отриманих результатів, програм, за якими обробляються результати спостережень. Результати спостережень наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Температурний режим в трикімнатній квартирі

Дата	№ квартири	По-верх	Вн. повітря	Температура поверхні, °С				Зовн. повітря	Опір теплопередачі, м²К/Вт	
				$t_{\text{в}}$	$t_{\text{в ст}}$	$t_{\text{в під}}$	$t_{\text{в стелі}}$		$t_{\text{в сп}}$	$t_{\text{з}}$
22.02.09	17	5	21,0	18,6	15,9	17,4	20,6	-8	2,0	0,55
22.02.09	25	7	17,8	11,1	15,6	17,1	12,1	-8	0,6	0,46

3. Встановлення температурного режиму в сходовій клітині для уточнення тепловитрат з метою підвищення енергоефективності будинку.

В сходовій клітині зафіксовано позитивні температури, не вважаючи на те, що на поверхні скління та стінах температура нижче за розрахункову. В тамбурах утворюється додаткова буферна зона, що дає можливість збільшити загальний приведений опір теплопередачі цієї частини будинку.

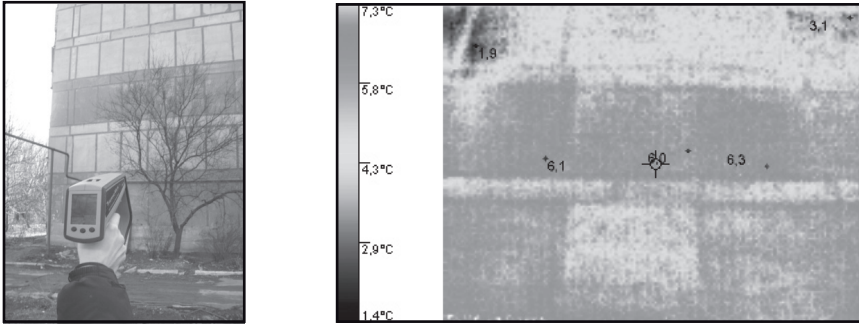


Рисунок 2. Результати тепловізійної зйомки торцевої стіни 3-5 поверхів

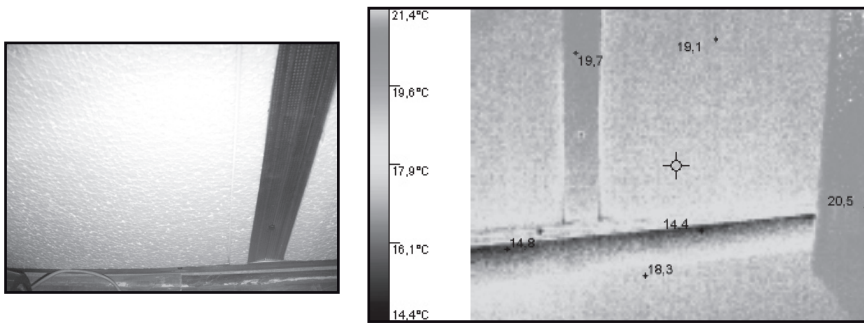


Рисунок 3. Температурні поля у куті (стіна – підлога) квартири № 17

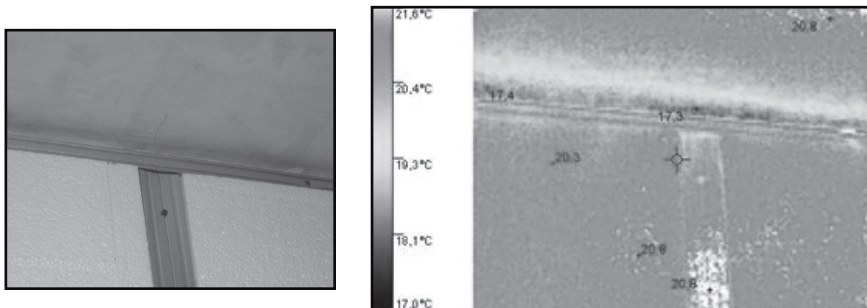


Рисунок 4. Температурні поля у куті (стіна – стеля) квартири № 17

За проектом такий опір становить  $0,4 \text{ m}^2\text{K/Wt}$ , але при утепленні зовнішньої стіни до нормативного значення (2,8) та встановлення енергоефективного скління можна прогнозувати температуру в сходовій клітині рівною  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Це свідчить про мінімальний перепад температур між квартирами та сходовою клітиною і можливість виключення сходової клітини з розрахунку загальних тепловитрат.

### Розрахунки ефективності будинку

Перший розрахунок було виконано для варіанту проектного рішення. При нормативному значенні питомих тепловитрат  $E_{max} = 79 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$  будинок має  $q_{\text{буд}} = 246 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$ , що в 3,1 рази перевищує норматив. Потім були виконані поелементні утеплення огорожень і розраховані відповідні енергетичні паспорти. Діаграма на рисунку 5 демонструє отримані результати.

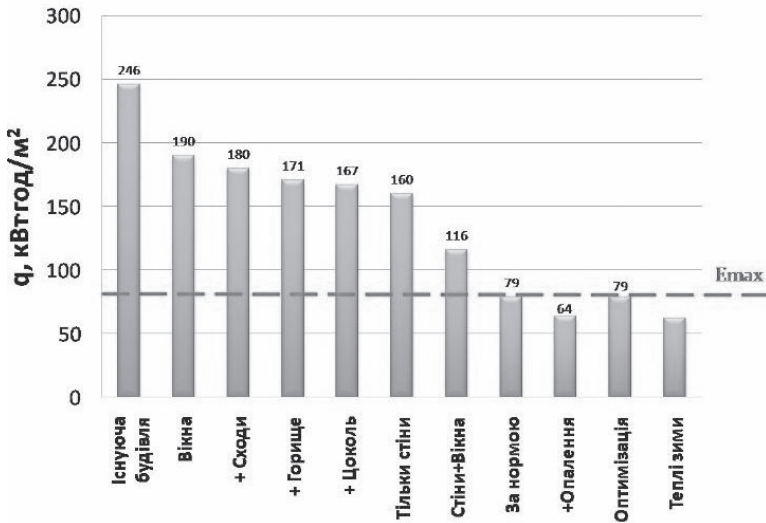


Рисунок 5. Діаграма енергоефективності при поелементному утепненні  
 Було розглянуто наступні варіанти утеплення будинку.

**Вікна.** Оскільки в існуючому будинку мешканці самостійно займалися зміною старої конструкції на металопластикові вікна, то цей варіант виглядає найголовнішим.

В розрахунок було прийняте нормативне значення опору теплопередачі  $0,6 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ , що не зовсім відповідає дійсності, коли нові склопакети (4-16-4) мають опір  $0,32 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ . Ефект від нормативного забезпечення рівня опору становить 23 %.

**Сходи.** До першого варіанту додано енергоефективні вікна (4-16-4i) в сходовій клітині, що дійсно підвищує температуру в сходовій клітині до  $18^\circ\text{C}$ . Зменшення тепловитрат досягає 27 %.

**Горище.** Передбачається додавання утеплювача до основної конструкції горищного перекриття, так щоб загальний опір теплопередачі складав  $3,3 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ . Тоді ефект утеплення з урахуванням попереднього варіанту становить 30%.

**Цоколь.** Передбачається утеплення зовнішньої поверхні стін та стін техпідпілля на глибину 1,0 м. Хоча ефект при цьому складає 32%, але в приміщеннях першого поверху слід чекати покращення температурних показників в кутах (стик підлоги зі стіною).

**Тільки стіни.** Таким засобом інколи передбачається виконувати часткову термомодернізацію за для поліпшення зовнішнього вигляду будинків. Ефект становить 35%, але енергоефективність будинку в цілому не вирішується.

**Стіни і вікна.** Такий варіант дозволяє знизити енерговитрати на 53%. Може розглядатися лише першим кроком в термомодернізації.

**За нормою.** Тут ставиться за мету знаходження таких значень опорів окремих елементів, щоб досягти нормативної величини тепловитрат. Досягти такого стало можливо лише при використанні спеціальної програми для ПЕОМ, що була придбана в НДІБК (м.Київ). Алгоритм розрахунку за такою програмою і приклад розрахунку за допомогою ПЕВМ міститься в [2].

**Опалення.** В цьому варіанті була прийнята система регулювання опалення за допомогою термостатів, на відміну від попереднього, де регулювання передбачалось в котельні. Зміна коефіцієнту ( $v$ ) з 0,7 на 0,95 дозволила знизити тепловитрати на 19%.

**Оптимізація.** Одержаний в попередньому варіанті ефект може бути залишеним або на цю різницю запропоновані інші конструктивні рішення. Згідно п.3.3 [1] можна застосувати зниження опору теплопередачі до рівня 75% для непрозорих та до 80% для світлопрозорих огорожень. Разом зі замовником термомодернізації слід передбачити оптимальний варіант остаточного конструктивного рішення.

**Теплі зими.** Згідно останніх кліматичних спостережень такі природні явища відбуваються частіше, а то тому і ефективність правильно утеплених будинків буде пропорційно збільшуватися.

## Висновки

1. Енергоефективність може бути досягнута лише за рахунок утеплення всіх огорожень будинку.

2. Засклення балконів і лоджій підвищує приведений опір теплопередачі. Це надає можливість не змінювати конструкцію вікон та балконних дверей і не утеплювати стіни за склінням.

3. Утеплена й засклена сходова клітина може бути виключена з загальних тепловитрат будинку, і тим самим підвищує його енергоефективність.

4. Підвищенню класу енергоефективності буде сприяти встановлення термостатів на системі опалення.

5. Враховуючи попередній висновок можна рекомендувати оптимізацію енергоефективності будинку за рахунок зниження опору теплопередачі деяких огорожень і забезпечення нормативних тепловитрат. Розрахунки з оптимізації, призначення скорегованих конструктивних рішень здійснюються ГАПом проекту при узгодженні із замовником.

### **Перспективи подальших досліджень**

В результаті розрахунків підмічено деякі моменти, що потребують подальшого обговорення і уточнення.

Вони стосуються, по-перше, правил визначення опалювальної площі і об'єму у випадку, коли сходові клітини утеплюються але не опалюються.

По-друге, способу врахування використання нетрадиційних джерел енергії в сумарному балансі тепловитрат будинку.

По-третє, нормативних вимог до будинків, які знаходяться в ланцюгу енергетичної системи підприємств (аглофабрик, металургійних комбінатів, тощо) і мають за рахунок цього знижені розцінки на енергоресурси.

Зазначене потребує уточнень в діючих нормативних документах та методиках розрахунків.

---

### **Перелік посилань**

---

1. **ДБН В 2.6-31:2006.** Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К., 2006.
2. **ДСТУ Н.Б.А. 2.2.5:2007.** Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції. – К., 2008.
3. **Тимофєєв, М.В.** Термомодернізація будинків серії 87-Б/М.В.Тимофєєв, С.О.Сахновська //Енергозберігаючі будівельні конструкції та вироби. – К.: НДІБК, 2008. - С.115-120.
4. **ГОСТ 26629-85.** Метод тепловизионного контролю качества теплоизоляции ограждающих конструкций.

Отримано 16.05.09