

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ УТЕПЛЕННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Агєєва Г.М.

Національний авіаційний університет  
м. Київ, Україна

**АНОТАЦІЯ:** Наведено результати теоретичних досліджень низки конструктивних заходів з теплової ізоляції, які реалізуються під час реконструкції великопанельного п'ятиповерхового житлового будинку.

**АННОТАЦИЯ:** Представлены результаты теоретических исследований ряда конструктивных мероприятий по тепловой изоляции, реализуемых в процессе реконструкции крупнопанельного пятиэтажного жилого здания.

**ABSTRACT:** The paper presents the results of theoretical research of a number of design measures for heat insulation implemented in the process of redesigning of a large-panel five-storey residential building.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Житловий будинок, масова забудова, тепла ізоляція

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Для житлового фонду масової забудови України найбільш характерними є великопанельні житлові будинки. Подальше підвищення вимог до енергоспоживання у житловому секторі України, загострення проблем експлуатації саме цієї частини фонду потребують значних капіталовкладень в теплову модернізацію та реконструкцію будівель. Проектування теплової ізоляції регламентується [1]. Ці норми встановлюють мінімальні вимоги до теплотехнічних показників будинків та відображають сучасний рівень науково обґрунтованих підходів до визначення енергетичної ефективності експлуатації житла.

Масова забудова потребує пошуку оптимальних технічних рішень теплової модернізації з урахуванням досвіду проектування, будівництва та реконструкції об'єктів-представників найбільш поширених типових серій.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Сучасні норми проектування надають можливість проектування теплової ізоляції житлових будинків, що опалюються, за:

- теплотехнічними показниками елементів теплоізоляційної оболонки будинку;
- тепловитратами будинку на опалення [1].

У разі проведення реконструкції вимоги до мінімально допустимих значень опору теплопередачі огорожувальних конструкцій  $R_{q\ min}$  можуть бути знижені до:

- $0,8R_{q\ min}$  для непрозорих огорожувальних конструкцій (при проектуванні за теплотехнічними показниками елементів);

-  $0,75R_{q \min}$  для непрозорих частин зовнішніх стін і до  $0,8R_{q \min}$  для інших огорожувальних конструкцій (при проектуванні за тепловитратами будинку за умовами, коли виконується низка вимог до питомих тепловитрат на опалення будинку, величин температурного перепаду між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, мінімального значення температури внутрішньої поверхні в зонах теплопровідних включень в огорожувальних конструкціях).

Пошук конструктивного рішення теплової ізоляції можна вести кількома шляхами, та він може бути спрямований на вирішення низки питань. Наприклад, під час проектування реконструкції п'ятиповерхового великопанельного житлового будинку розглядали та оцінювали низку варіантів покращення показників теплової ізоляції [2]. Серед них були маловитратні та затратні комплексні заходи. Проектування комплексного рішення виконувалось за тепловитратами будинку на опалення, а теплотехнічні показники усіх елементів прийнятого варіанту мали величини, які дорівнювали або перевищували мінімально допустимі нормами значення. Отримані результати надали можливість наочно оцінити, що масове впровадження окремих, насамперед, малозатратних, заходів з енергозбереження надає можливість забезпечити вимоги норм до опору теплопередачі окремих конструкцій та скоротити витрати теплової енергії на опалення, але у більшості випадків це не є ефективним рішенням для досягнення нормативного рівня теплової ізоляції будинку в цілому.

Пошук оптимального рішення теплоізоляційної оболонки окремої секції дев'ятиповерхового великоблочного будинку, виконаний за максимально допустимим питомим витратам, дозволив отримати конструктивне рішення з пониженими величинами опору теплопередачі та запропонувати відповідний алгоритм виконання розрахунків [3]. З набранням чинності Зміни №1 до [4] з 1.07.2013 р. проектування теплоізоляційної оболонки будинків здійснюється в нових умовах температурного зонування території України; враховує збільшені величини мінімально допустимих значень опору теплопередачі огорожувальних конструкцій та максимально допустимих значень питомих тепловитрат на опалення тощо.

**Об'єкт дослідження** – представник однієї з найбільш поширених перших масових серій - великопанельний п'ятиповерховий житловий будинок на 120 квартир, розташований у I температурній зоні України [1, 4].

За даними теоретичних досліджень будинок мав наступні експлуатаційні показники:

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

- питомі тепловитрати  $q_{б\gamma d}=48,12$  кВт·год/м<sup>3</sup>, які на 50,38% перевищували максимально допустиме нормами значення питомих тепловитрат на опалення для п'ятиповерхових будинків  $E_{max}=32,00$  кВт·год/м<sup>3</sup> [1];

- клас енергетичної ефективності «Е» [2].

Комплексне конструктивне рішення його теплової ізоляції розроблялось з дотриманням вимог [1], забезпечувало оптимальні теплові умови мікроклімату у приміщеннях та оцінювалось класом енергетичної ефективності «В».

Після надбання чинності Зміни №1 до [4] виникла потреба у проведенні додаткового аналізу проектного рішення.

**Мета статті** – оприлюднення результатів теоретичних досліджень конструктивних заходів з комплексної теплової ізоляції житлового будинку в нових умовах температурного зонування території України та нормування тепловитрат; оцінка рівня енергетичної ефективності запроектованої раніше теплової оболонки.

**Метод дослідження** – визначення та аналіз величин розрахункових питомих витрат на опалення впродовж опалювального періоду, встановлення класу енергетичної ефективності експлуатації будівлі.

Для досягнення поставленої цілі вирішуються наступні завдання:

- оцінка відповідності теплотехнічних показників окремих елементів системи теплової ізоляції мінімально допустимим значенням;
- оцінка відповідності інтегрального показника (питомих тепловитрат на опалення) максимально допустимому значенню;
- визначення класу енергетичної ефективності.

Реалізація комплексу заходів з енергозбереження (заміна заповнень віконних та дверних заповнень, утеплення горищного перекриття, перекриття над підвалом, стін), розроблених у відповідності до вимог ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», дозволила скоротити тепловитрати на опалення будинку на 19,41 кВт·год/м<sup>3</sup> (40,34%) та забезпечити нормативні вимоги щодо опору теплопередачі окремих конструкцій. При цьому для двох складових системи теплової ізоляції наявне перевищення по елементних вимогах (резерв) на рівні 9,09% (горищне перекриття) та 21,46% (стіни).

Це, насамперед, підтверджує висновки експертів, які оцінюють економію енерговитрат у процесі експлуатації реконструйованих житлових будинків на рівні 30...40% [5]. По-друге, дозволяє розглядати інвестиції в модернізацію житлового фонду як вигідне вкладання капіталу, а отримані результати, які не суперечать даним експертів [5, 6], використовувати в подальших дослідженнях масових забудов та окремих будинків, побудованих за аналогічним типовим проектом.

З набуттям чинності Зміни №1 [4]:

а) для п'ятиповерхових будинків максимально допустиме нормами значення питомих тепловитрат на опалення  $E_{max}$  збільшене в 1,72 рази та складає 55,0 кВт·год/м<sup>3</sup>, що в 1,72 рази перевищує  $E_{max}=32,0$  кВт·год/м<sup>3</sup>;

б) **поелементні вимоги:**

- виконуються тільки для зовнішніх стін, площа яких складає 76,30% площі вертикальних огорожувальних конструкцій та 40,34% загальної площі огорожувальних конструкцій будинку (перевищення складає 3,00%);

- не виконуються для перекриттів, заповнень віконних та дверних прорізів. В системі теплоізоляційної оболонки проектного рішення занижені значення опору теплопередачі (по відношенню до  $R_{q\ min}$ ) мають:

- горищні перекриття на рівні 73,47%,
- перекриття над підвалом на рівні 74,67%,
- прозорі частини зовнішніх стін на рівні 66,67%;

в) проектне рішення забезпечує виконання **основної умови проектування за тепловитратами на опалення**, тобто розрахункове значення питомих тепловитрат  $q_{б\text{уд}}=28,71$  кВт·год/м<sup>3</sup>, задовольняє оптимальним тепловим умовам мікроклімату. Відхилення складає:

$$\frac{q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}}{E_{\text{max}}} \cdot 100\% = \frac{28,71 - 55,00}{55,00} \cdot 100\% = -47,80\%,$$

що відповідає класу енергетичної ефективності «В».

## ВИСНОВКИ

1. Комплекс конструктивних заходів проектного рішення теплової ізоляції, розроблення якого виконувалось з урахуванням вимог до теплової ізоляції, встановлених ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», дозволяв забезпечити

оптимальні теплові умови мікроклімату в приміщеннях та віднести будівлю до класу енергетичної ефективності «В».

Проектне рішення забезпечувало допустимі теплові витрати будинку без зниження поелементних норм.

2. Після набуття чинності Зміни №1 до ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» розрахункові значення питомих тепловитрат на опалення проектного рішення реконструкції будинку не перевищують максимально допустимих значень. Але окремі складові системи теплової ізоляції (заповнення віконних та дверних прорізів, перекриття) мають знижені значення опору теплопередачі на рівні 66,67...74,67% від  $R_{q\ min}$ . Це є порушенням п.п.3 ДБН, та потребує коригування проектного рішення з доведенням значень опору теплопередачі конструкцій перекриттів та заповнень віконних та дверних прорізів до рівня, не нижче, ніж 80% від  $R_{qmin}$ .

### ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ДАНОМУ НАПРЯМКУ

1. Оцінка відповідності кількісних показників енергетичної ефективності проектного рішення сучасним нормативним вимогам до теплової ізоляції п'ятиповерхового житлового будинку є початковим етапом пошуку оптимального рішення.

2. Пошук та вибір конструктивного рішення, яке б задовольняло вимогам норм проектування, планується здійснити за відповідним критерієм (періодом окупності) у процесі подальших досліджень.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – На заміну СНиП II-3-79. – [Чинні від 2007-04-01]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 65 с.
2. Г.М. Агеєва Підвищення енергетичної ефективності житлового будинку – пріоритетне завдання реконструкції / Г.М.Агеєва, Н.В.Марченко // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – Харьков, 2010. - №9 (79), сентябрь 2010. – С. 9-15.
3. Тимофеев Н.В. Проектирование теплоизоляционной оболочки по максимально допустимым удельным теплотерям здания / Н.В. Тимофеев, С.А. Сахновская // Реконструкция жилья. – Вып.12. – 2011. – С. 149-155.
4. Теплова ізоляція будівель. Зміна №1: ДБН В.2.6-31:2006. [Чинна від 2013-07-01], 2013. – С. 3 – 11.
5. Энергосбережения у жилому фонді: проблеми, практика, перспективи: довідник. – К., 2006. – 144 с.
6. Принципові технічні рішення термореконструкції фасадів житлових будинків 1960-1995 р.р. забудови. – К.: ДП НДІБК, 2012. – 50 с.

### REFERENCES

1. Thermal isolation of building: DBN B.2.6-31:2006. – On replacement SNiP II-3-79. – [Operating from 2007-04-01]. – Kyiv: Minbud Ukraine, 2006. – 65 p.
2. G.M. An increase of power efficiency of dwelling-house is foreground job to the reconstruction / G.M.Agieieva, N.V. Marchenko. - Energy-savings. Energy. Energyaudit. – Kharkiv, 2010. - №9 (79), September 2010. – P. 9 - 15.
3. Timofeev N.V. Planning of heat-insulation shell on the maximally possible specific thermal losses of building / N.V. Timofeev, S.A. Sachnovskaya // Reconstruction of accommodation. – Number 12. – 2011. – P. 149 - 155.
4. DBN B.2.6-31:2006 Thermal isolation of building. Change №1. - [Operating from 2013-07-01], 2013. - №5. – P. 3 - 11.
5. Energy-savings in a housing fund: problems, practice, to the prospect: reference book. – K., 2006. – 144 p.
6. Fundamental technical decisions of thermal reconstruction of facades of dwelling-houses of 1960-1995 building. – Kyiv: NDIBK, 2012. – 50 p.

Стаття надійшла до редакції 07.04.2014 р.