

ВИБІР КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ ЗОВНІШНІХ СТІН МОНОЛІТНО-КАРКАСНИХ БУДИНКІВ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

*Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних
конструкцій» (ДП НДІБК), Україна*

Вступ

В останній час спостерігається постійне зростання вартості електричної та теплової енергії, що робить особливо актуальною необхідність здійснення енерго- та ресурсозберігаючих заходів при проектуванні, будівництві та експлуатації будинків. Реалізація цього завдання полягає у зведенні енергоефективних будинків, в яких забезпечується сумарний ефект енергозбереження від архітектурних та інженерних рішень, направлених на максимальну економію енергетичних ресурсів.

Методологія проектування енергоефективних будівель полягає в системному аналізі або дослідженні операцій, направленому на пошук альтернативних конструктивних рішень та кількісному обґрунтуванні оптимальних їх варіантів. Завдання оптимізації для енергоефективного будинку зводиться до визначення показників архітектурних та інженерних рішень, що забезпечуватимуть мінімальні витрати енергії на створення оптимальних параметрів мікроклімату приміщень [1].

Під архітектурними рішеннями в даному випадку необхідно розуміти вибір оптимальної архітектурної форми та розмірів будинку, його орієнтації та оптимальних характеристик огороджувальних конструкцій.

В статті розглядаються загальні питання пов'язані з вибором оптимального конструктивного рішення зовнішніх стін монолітно-каркасних будинків, як частини їх теплоізоляційної оболонки.

Основна частина

Згідно з [2] енергетична ефективність будинку – це властивість теплоізоляційної оболонки будинку та його інженерного обладнання забезпечувати оптимальні мікрокліматичні умови приміщень при фактичних або розрахункових витратах теплової енергії на опалення будинку.

На сьогодні в Україні, як і в країнах ЄС, Білорусії, Росії основною характеристикою енергоефективності будинку в цілому є величина питомих витрат на його опалення за опалювальний період [2, 3, 4, 5]. Дана величина є комплексним показником енергоефективності будівельного об'єкту, який встановлює граничні межі енергоспоживання, і використовується при проектуванні, будівництві, здачі в експлуатацію, а також у подальшій експлуатації будинку.

У [2] вимоги представлені у наступному вигляді:

$$q_{\text{буд}} \leq E_{\text{max}}, \quad (1)$$

де $q_{\text{буд}}$ – розрахункове значення питомих тепловитрат на опалення за опалювальний період, кВт·год/м² або кВт·год/м³;

E_{max} – максимально допустиме значення питомих тепловитрат, що встановлюється в залежності від призначення будинку, його поверховості та температурної зони експлуатації.

Визначення показника питомих тепловитрат на опалення здійснюється під час розроблення та складання енергетичного паспорта будинку відповідно до методики встановленої в [6]. Порівнюючи розрахункове значення тепловитрат з нормативним значенням визначається клас енергетичної ефективності будинку відповідно до [2].

Додатковими показниками, що визначають енергетичну ефективність будинку є такі показники:

- приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку $k_{\Sigma\text{пр}}$, Вт/(м²·К);
- умовний коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку $k_{\text{інф}}$, Вт/(м²·К), що враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації та вентиляції;
- коефіцієнт скління фасадів будинку $m_{\text{ск}}$;
- показник компактності будинку $\Lambda_{\text{к буд}}$, м⁻¹.

В основі забезпечення нормативної вимоги (1) лежить принцип альтернативного проектування теплоізоляційної оболонки будинку – визначення інтегральної характеристики будинку в цілому (питомих тепловитрат на опалення), величина яких залежить від об'ємно-планувальних рішень будинку та конструктивних особливостей його окремих елементів. Згідно з цим принципом регламентуються вимоги не до окремих елементів теплоізоляційної оболонки будинку (стіни, покриття, вікна, тощо), що формують тепловий баланс будинку, а вимоги до будинку в цілому з енергетичної точки зору. При виконанні цього нормативного принципу можна:

- не виконувати жорстко вимоги [2] щодо обов'язкового забезпечення величини приведенного опору теплопередачі окремих типів огорожувальних конструкцій будинку;
- мати можливість більшого вибору проектних рішень, в тому числі і конструкцій зовнішніх стін, при проектуванні в порівнянні із поелементним нормуванням, що обумовлює підвищення якості проектування.

Це означає, що рівень теплоізоляції для окремих зовнішніх конструкцій може бути нижче, рівним або вище поелементного рівня. Інша можливість – це компенсація зниженого рівня, в порівнянні із поелементним рівнем, теплоізоляції для одних елементів теплоізоляційної оболонки за рахунок підвищення для інших.

Перелічені можливості можуть широко застосовуватись при проектуванні монолітно-каркасних будинків. В цих будинках несучу здатність забезпечує монолітний каркас, в той час як зовнішні стіни, що влаштовуються з

поповерховим спиранням на диски перекриттів, виконують лише огорожувальні (тепло- та звукоізоляційні) функції. Поряд з тим, монолітно-каркасні будинки не мають обмежень за архітектурною формою і можуть бути запроєктовані з оптимальними, з точки зору забезпечення енергоефективності, об'ємно-планувальними показниками (формою, розмірами, поверховістю, орієнтацією). Це, в свою чергу, дозволяє на стадії проектування здійснювати оптимальний вибір конструктивного принципу влаштування зовнішніх огорожень вже з урахуванням архітектурних особливостей фасадів будинку.

Таким чином, проектування за показниками енергоефективності, зводиться до вибору архітектурної ідеології фасадних конструкцій, теплоізоляційні характеристики яких є величиною заданою на основі розрахункової оцінки питомих тепловитрат на опалення будинку. Після чого вже визначаються параметри теплоізоляційного шару (товщина, марка) конструкції.

Вищезазначене можливо проілюструвати розглянувши наступний приклад. Згідно з [2] при виконанні умови (1), допускається застосовувати непрозорі конструкції зовнішніх стін зі зниженим значенням опору теплопередачі до рівня 75 % від нормативного. Тобто, забезпечивши виконання вимоги щодо енергоефективності будинку в цілому (за рахунок оптимальних об'ємно-планувальних рішень, підвищених рівнях теплоізоляції покриття або інших огорожень, тощо), можливо використовувати зовнішні стіни з характеристикою приведенного опору теплопередачі на рівні 2,1 (м²·К)/Вт (для І-ої температурної зони України згідно з [2]). Подальше проектування конструкції зовнішніх стін здійснюється вже на вказану характеристику.

Згідно з [7] в якості конструкцій зовнішніх стін в монолітно-каркасних будинках можуть використовуватися:

- зовнішні стіни із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатуркою (клас А);
- зовнішні стіни із фасадною теплоізоляцією та опорядженням цеглою (клас Б);
- зовнішні стіни із фасадною теплоізоляцією з вентильованим повітряним прошарком та опорядженням індустріальними елементами (клас В);
- зовнішні стіни із фасадною теплоізоляцією та опорядженням прозорими елементами (клас Г).

До вказаного переліку також слід додати конструкції одношарових зовнішніх стін на основі великорозмірних блоків (газобетонних, керамічних, тощо), що широко застосовуються в монолітно-каркасних будинках, однак не знайшли свого відображення у класифікації згідно [7].

Кожний із зазначених конструктивних типів має свої особливості, що наведені у [8], і вибір конструктивного типу необхідно проводити з їх урахуванням.

Так, товщину теплоізоляційного шару необхідно визначати з урахуванням теплотехнічної неоднорідності конструктивного рішення зовнішніх стін. Цей фактор є особливо визначальним для монолітно-каркасних будинків, в яких

основним теплопровідним включенням є міжповерхові диски перекриття. За результатами проведених досліджень [9] встановлено, що термічна неоднорідність зменшується при влаштуванні теплоізолюючого шару по торцевій поверхні перекриття. Технічно, це виконується в конструкціях фасадної теплоізоляції класів А, В та Г. Для конструкцій фасадної теплоізоляції класу Б та конструкцій одношарових зовнішніх стін врахування теплотехнічної неоднорідності призводить до значного збільшення товщини теплоізолюючого шару.

Необхідно також зазначити, що при проектуванні конструкцій зовнішніх стін за показниками енергоефективності особливу увагу при їх виборі необхідно приділяти забезпеченню санітарно-гігієнічних вимог та вимог теплової надійності, які є взаємопов'язаними з показниками, що визначають енергоефективність будинку. Так, оптимізація конструктивного рішення зовнішніх стін за характеристикою коефіцієнта скління фасадів будинку тісно взаємопов'язана із необхідністю забезпечення вимог щодо допустимого температурного перепаду між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції. Оптимізація за показником умовного коефіцієнту теплопередачі огорожувальних конструкцій будинку – взаємопов'язана з вимогою щодо опору повітропроникності огороження.

Наведений підхід по вибору оптимальної конструкції зовнішніх стін оснований на забезпеченні технічних характеристик конструктивного рішення. Такий підхід є підходом по технічній оптимізації і не враховує питання економічної оптимізації теплозахисту зовнішніх стінових огорожень будинку. Аналіз питання економічної оптимізації з урахування його сучасного стану наведено в роботі [10].

Висновок

Описаний принцип дає проектувальникам потенційно великі можливості для оптимізації (варіації) при виборі технічних рішень зовнішніх огорожень, однак дуже рідко застосовується на практиці. Це обумовлено, перш за все, консервативними підходами при проектуванні, коли проектування огорожувальних конструкцій ведеться поелементно або на основі типових рішень. Виходячи з вищезазначеного, необхідно здійснення більш детальних досліджень у вказаному напрямку для встановлення залежностей між показниками, що визначають енергоефективність будинку, на основі яких повинні бути надані рекомендації та типові рішення з об'ємно-планувальних та конструктивних рішень зовнішніх стінових огорожень монолітно-каркасних будинків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Табунщиков Ю.А. Научные основы проектирования энергоэффективных зданий / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач – М.: АВОК, 1998.

2. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинний з 01.04.2007].- К.: Мінбуд України, 2006. – 64 с. – (Державні будівельні норми України).
3. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.
4. ТКП 45-2.04-43-2006 (02250). Строительная теплотехника.
5. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the Energy Performance of Buildings // Official Journal. 04.01.2003.- P.65-70.
6. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. – [Чинний з 01.07.2008].- К.: Мінрегіонбуд України, 2008. - 43 с. – (Державний стандарт України).
7. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги: ДСТУ Б В.2.6-34:2008. – [Чинний з 01.06.2009 р.] – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 13 с. – (Державний стандарт України).
8. Колесник Є.С. Фасадна теплоізоляція / Колесник Є.С. // Энергосбережение –2010. – №8. – С.8-12.
9. Фаренюк Г.Г. Визначення лінійного коефіцієнту теплопередачі термічно неоднорідних огорожувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк, Є.С. Колесник // Будівельні конструкції – 2008. – вип. 68. – С.138-147.
10. Івлева Н.П. Техніко-економічний аналіз підвищення рівня теплозахисту зовнішніх стін існуючого житлового фонду / Н.П. Івлева, Є.С. Колесник // Збірник наукових праць «Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин» – 2010. – вип.23. – С.52-63.

Аннотация: В статье изложены общие положения по принципу выбора конструкций наружных стен монолитно-каркасных зданий по показателям энергоэффективности. Раскрыты особенности альтернативного принципа проектирования теплоизоляционной оболочки здания. Приведены типы стеновых конструкций, используемых в монолитно-каркасном домостроении.

Abstract: The paper describes the general statements by a principle of a choice of monolithic-frame building's external walls on energy efficiency parameters. Alternative principle features of building's thermal insulation designing are presented. The external wall types which used in monolithic-frame building's construction are resulted.