

НАУКОВІ ОСНОВИ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

Постановка проблеми. Світова енергетична криза 70-х років ХХ сторіччя привела до появи нового науково-експериментального напрямку в будівництві, пов'язаного з проектуванням будинків з ефективним використанням енергії, в яких за рахунок архітектурних і інженерних конструктивних рішень забезпечується максимальна економія енергетичних ресурсів. З часом розширювався об'єкт вивчення і центр тяжіння переноситься на вирішення проблеми ефективного використання енергії, коли пріоритет віддається тим інженерним конструктивним рішенням, які одночасно не тільки знижують енергоспоживання будинків, але і сприяють підвищенню якості мікроклімату.

Аналіз основних досліджень. Важлива увага в усіх країнах приділяється директивним вимогам до енергоефективності будинків. Так Європейським Парламентом та Радою ЄС була прийнята Директива 2002/91/ЄС [1], яка набрала чинності з першого січня 2003 року і її головною метою є реалізація потенціалу економії енергії, який оцінюється в 50% від існуючих витрат, а також зниження викидів CO₂ в атмосферу на 45 млн. тон в рік. В 2010 р. прийнятий новий директивний документ - Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 On the Energy Performance of Buildings.

В Україні з 2006 р. здійснюється системне реформування нормативної бази із забезпечення енергоефективності будівельних об'єктів [2-5]. Розроблені та введені в дію ряд принципово нових нормативних документів [6-11], що встановлюють правила проектування та будівництва за характеристиками енергоефективності.

Постановка завдання. Метою статті є розгляд основних наукових положень, що закладені в розробку та створення вітчизняної нормативної бази з енергоефективності будівельних об'єктів.

Основна частина. Забезпечення енергоефективності будівель здійснюється за рахунок розвитку наступних напрямів:

- удосконалення методології проектування енергоефективних будівель на основі системного аналізу, що направлений на пошук альтернативних рішень з визначенням та обґрунтуванням оптимальних варіантів, які встановлюються на підставі співвідношення між початковими енергетичними витратами на виготовлення будівельних об'єктів та експлуатаційними енергетичними витратами на протязі розрахункового терміну їх служби;

- удосконалення нормативно-правової бази щодо енергоефективності;
- здійснення та впровадження процедур енергоаудиту та енергопаспортизації будинків.

В основу методології проектування енергоефективних будівель покладено розгляд будинку, як єдиної енергетичної системи, що складається з незалежних підсистем, які формують тепловий режим будівлі та її енергетичні показники (рис.1). Основний вплив на формування теплового режиму і, відповідно, енергетичного статусу будинку (енергетичних витрат на забезпечення необхідного теплового режиму) належить теплоізоляційній оболонці. Від властивостей цієї енергетичної підсистеми залежить вибір параметрів підсистеми опалення.

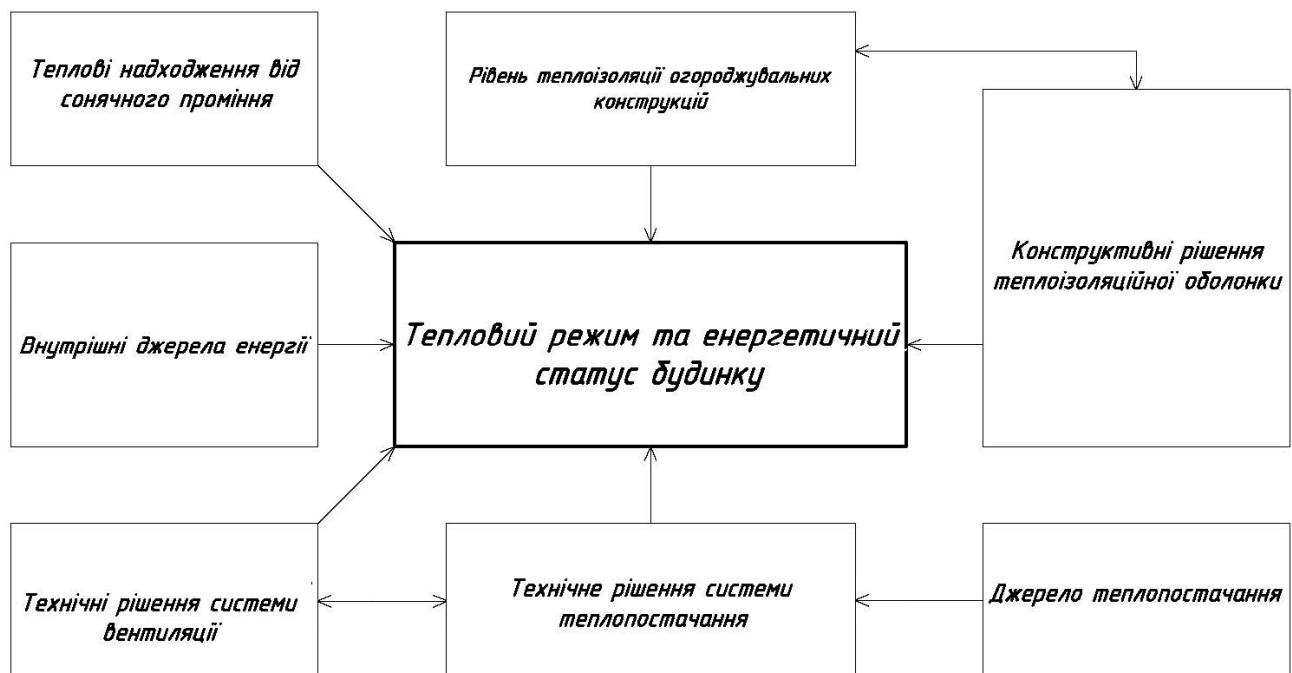
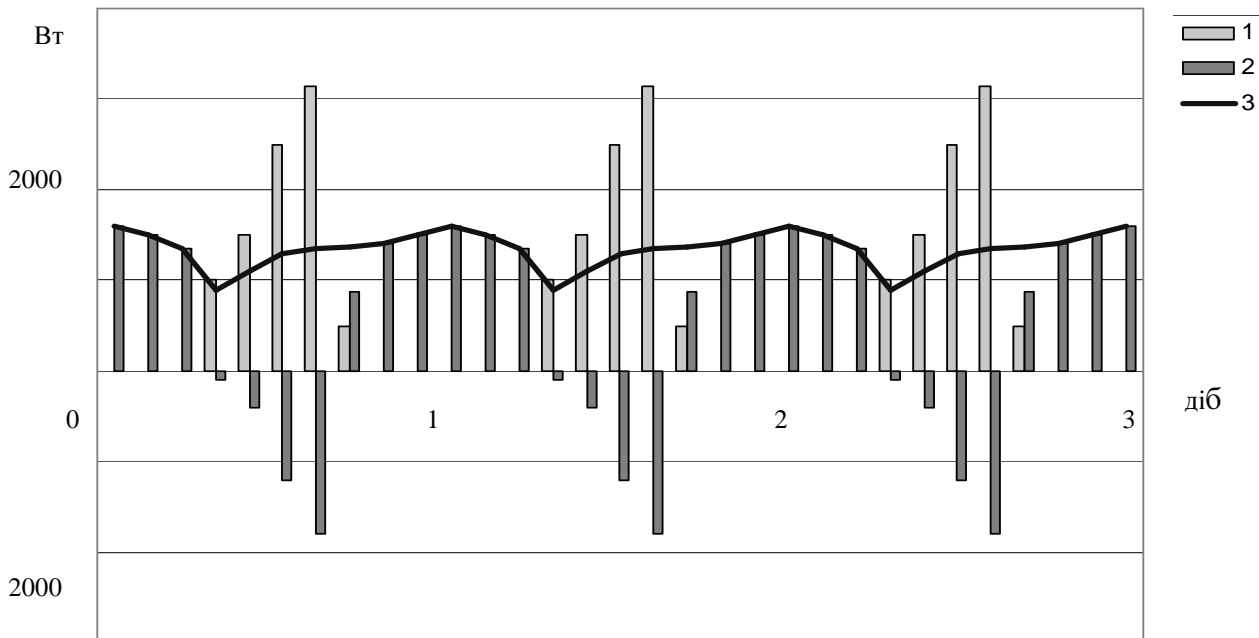


Рис.1 – Схема енергетичної взаємодії основних підсистем будинку

Об'ємно-планувальне рішення будівлі та конструктивні принципи теплоізоляційної оболонки обумовлюють і ступінь корисного використання енергії сонця при кліматизації внутрішнього простору будинку. Саме підсистема, яку називають теплоізоляційною оболонкою [7], має найбільший потенціал в підвищенні енергоефективності будинків житлового та громадського призначення.

Параметри підсистеми вентиляції будинку визначаються санітарно-гігієнічними вимогами до повітря приміщень. Кількість та якість повітря обумовлена фізіологічними потребами людини, але термодинамічні його параметри можуть регулюватися конструктивними елементами підсистеми, ефективність роботи яких впливає на загальну енергоефективність будинку.

Необхідну кількість енергії для забезпечення нормального теплового режиму приміщень слід встановлювати з урахуванням кліматичних впливів, як це наведено на рис.2, де представлений графік тридобової зміни необхідної потужності системи опалення, коли в сонячний час доби необхідна її потужність має від'ємне значення, тобто опалення повинно відключатися на кілька годин, що і дозволить здійснювати економію енергії.



*Рис.2 – Графік регулювання системи опалення для забезпечення комфортного теплового режиму приміщень південно-західної орієнтації
1 – потужність сонячної енергії, що потрапляє на вертикальну поверхню за умов хмарності; 2 – необхідна потужність системи опалення; 3 – графік роботи системи опалення*

Сучасні огорожувальні конструкції практично завжди є термічно неоднорідними, що потребує обов'язкового застосування під час їх проектування методів математичного моделювання процесів тепломасопереносу. В нормах [7] встановлено, що тепловий режим огорожувальних конструкцій оцінюється на підставі експериментальних їх досліджень або результатів моделювання дво- або тримірних температурних моделей. На рис.3 наведений приклад температурного поля конструкції комбінованого світлопрозорого фасаду, на підставі якого встановлюється відповідність теплових характеристик нормативним вимогам [7]. Для більш складних конструктивних рішень слід застосовувати тривимірні моделі, як це показано на рис.4.

При виконанні вимог [7] вже на стадії проектування можливо встановити, що наведене технічне рішення не відповідає умовам нормальної експлуатації і розробити відповідні коригувальні дії. На рис.5 показано до чого призводить нечітке виконання нормативних

вимог, коли на внутрішній поверхні стіни житлової квартири утворюються зони конденсату і, відповідно, цвілі, які повністю повторюють картину, що була отримана під час моделювання теплової роботи цієї конструкції.

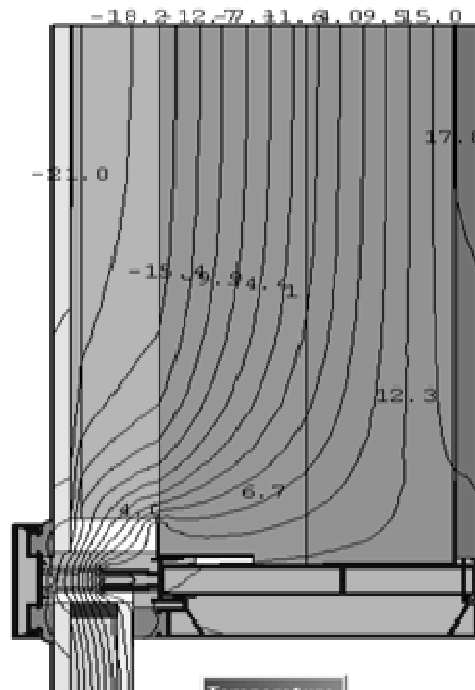


Рис.3 – Температурне поле конструкції світлопрозорого комбінованого фасаду із параметрами, що відповідають нормам

Рис.4 – Температурне поле кутової зони конструкції із недопустимо низькими температурами внутрішньої поверхні (світлі ділянки)



Рис.5 – Фактичний тепловий стан конструкції

Якщо на значення опору теплопередачі не впливає порядок розташування шарів в огорожувальній конструкції, то на вологісний режим саме послідовність шарів по напрямленню теплового і, відповідно, вологісного потоків, є визначальною. На рис.6 показаний розподіл температури та парціального тиску водяної пари в товщі конструкції, в якій не утворюється конденсат, що забезпечує нормальний експлуатаційний режим огороження згідно положень [7]. Якщо під час проектування такої перевірки не здійснено, то це може призводити до таких наслідків, що показані на рис.7, коли було невірно визначений конструктивний принцип розташування теплоізоляційного та конструктивного шарів, що незважаючи на достатньо високе значення опору теплопередачі, обумовило виникнення конденсації в товщі конструкції з подальшим розповсюдження грибкових утворювань на всю поверхню стіни житлової кімнати.

Обов'язковою умовою енергоефективності є умова теплової надійності – не може бути будинок енергоефективним, якщо його теплоізоляційна оболонка не є надійною за теплотехнічними показниками. Зміна конструктивних принципів теплоізоляційної оболонки – перехід від одношарових цегляних або бетонних стін до багатошарових стін [2], що обумовлено саме вимогами енергоефективності, потребує і принципової зміни оцінювання експлуатаційної придатності сучасних огорожувальних конструкцій.

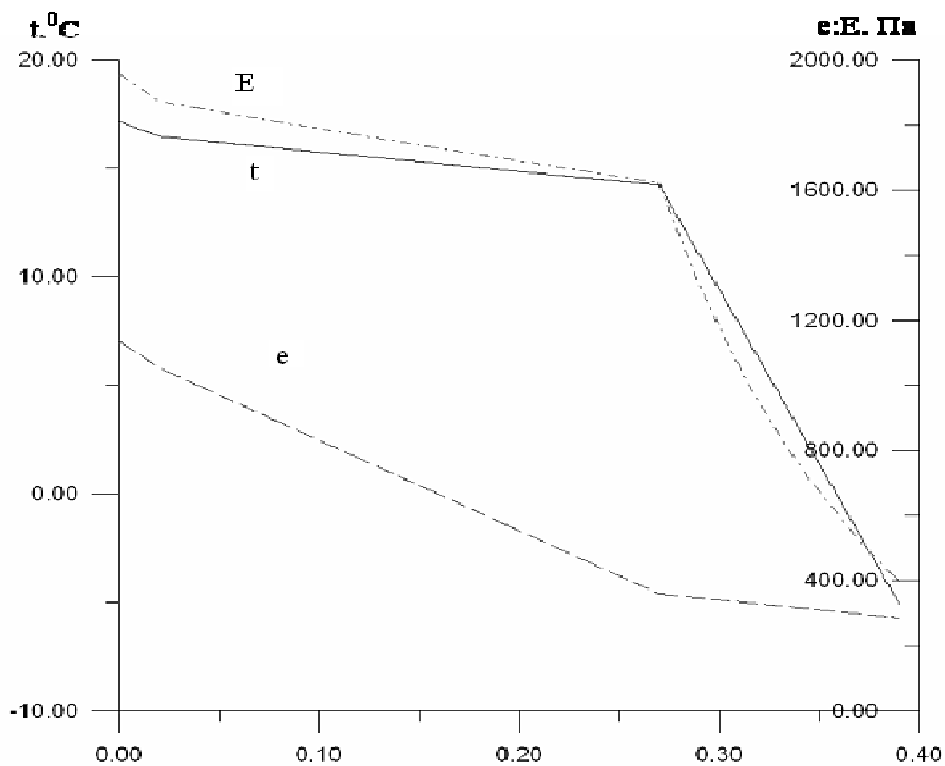


Рис.6 – Тепловологісне поле стінової багатошарової конструкції, що відповідає нормативним вимогам



Рис.7 – Експлуатаційний стан конструкції з внутрішнім утепленням

Для цегляних та бетонних огорожувальних конструкцій довговічність були апріорі високою, тому для них показники теплової надійності не розглядалися та не оцінювалися. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією є складними інженерними системами,

які потребують обов'язкової оцінки за показниками їх теплової надійності. Тому розвитку положень щодо експериментального визначення цих показників приділяється особлива увага в загальній системі нормативних документів із забезпечення енергоефективності будівель [3-5].

Включення вимог до довговічності будівельних виробів у відповідні нормативні документи встановлено в ДБН В.1.2.-11-2008 [6]. Реалізація цих вимог здійснена у системних нормах ДБН В.2.6-31:2006 [7], у ДБН В.2.6-33:2008 [8], та у ДСТУ Б.В.2.6-34:2008 [9], ДСТУ Б.В.2.6-35:2008 [10], ДСТУ Б.В.2.6-36:2008 [11].

ДБН В.2.6-31:2006 [7] встановлюють вимоги до показника довговічності – терміну ефективної експлуатації теплоізоляційних матеріалів, який повинен бути не менш ніж 25 умовних років експлуатації.

Термін ефективної експлуатації або розрахункова довговічність теплоізоляційних виробів це характеристика виробів, яка визначає їх здатність зберігати теплоізоляційні властивості на рівні проектних характеристик протягом заданого терміну експлуатації будівлі, яка підтверджена результатами лабораторних випробувань і виражена в умовних роках експлуатації (терміну служби). Вимоги стосовно довговічності не слід інтерпретувати як гарантії виробника. Їх слід розцінювати як допоміжний засіб для вибору будівельного виробу відповідно до економічно обґрунтованого терміну служби будівельних об'єктів. Крім того, гарантії виробника стосуються терміну фактичної експлуатації виробу, а характеристика довговічності прив'язана до умовних років експлуатації і залежить від методики експериментального її визначення.

Методика експериментального визначення терміну ефективної експлуатації встановлена в ДСТУ Б В.2.7-182:2010 [12]. Методи, що встановлені у цьому стандарті, поширюються на всі будівельні матеріали, які застосовуються в якості ізоляції (термічної, вологісної) огорожувальних конструкцій від кліматичних впливів зовнішнього середовища.

Суть методу полягає в тому, що матеріал, який випробовується, піддають циклічним кліматичним впливам, що імітують умови експлуатації матеріалу в огорожувальних конструкціях, та визначають зміни теплофізичних характеристик матеріалу. За результатами вимірювань теплофізичних характеристик оцінюють термін ефективної експлуатації матеріалу в залежності від конструктивного рішення теплоізоляції огорожувальних конструкцій.

Для теплоізоляційних матеріалів термін ефективної експлуатації оцінюють за зміною теплопровідності в стандартних умовах випробувань. Для повітроізоляційних матеріалів термін ефективної експлуатації оцінюють за зміною коефіцієнту паропроникності та повітропроникності матеріалу. Для теплоізоляційних матеріалів конструкцій фасадної теплоізоляції з вентиляльованим повітряним

прошарком термін ефективної експлуатації оцінюють за зміною теплопровідності в стандартних умовах випробувань та зміною лінійних розмірів.

Об'єктами випробувань є будівельні ізоляційні матеріали та вироби, що використовуються при влаштуванні конструкцій теплоізоляційної оболонки будинку. Випробування проводять на зразках продукції, що виготовлена відповідно до вимог нормативних документів на ці матеріали та вироби. Під час випробувань на дослідні зразки здійснюють температурні впливи, що є характерними для умов експлуатації виробів під час їх експлуатації в складі огорожувальних конструкцій (рис.8).

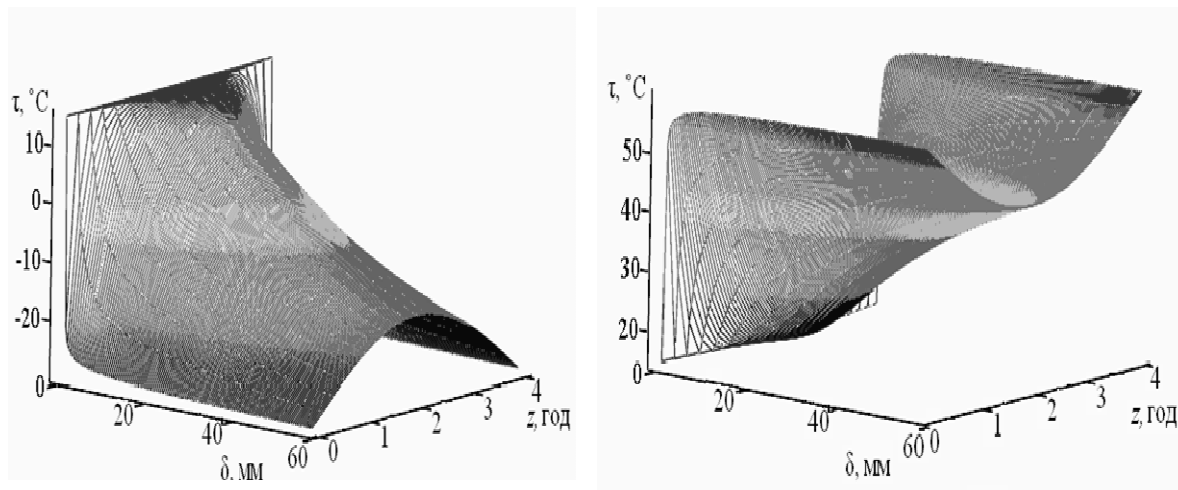


Рис.8 – Зміна температурних полів дослідних зразків під час проведення випробувань терміну ефективної експлуатації теплоізоляційних матеріалів

Інтенсивність кліматичної деструкції в процесі експлуатації теплоізоляційного матеріалу залежить не тільки від його властивостей – хімічного, мінералогічного складу, структури, форми пор, їх розмірів, сорбційних властивостей тощо, але і від того де цей матеріал знаходиться у складі огорожувальної конструкції [13,14]. Тому в залежності від конструктивного типу огорожувальної конструкції в [12] наведені різні коефіцієнти масштабності, що враховують відповідність умов лабораторних випробувань зразків умовам експлуатації теплоізоляційних виробів.

Таким чином, випробування за методикою [12] дозволяють оцінити властивості теплоізоляційного матеріалу за характеристикою його довговічності.

Висновки.

Розроблені методичні положення на підставі розвитку положень класичної будівельної фізики системно вирішують проблему підвищення енергоефективності будинків та споруд, дозволяють здійснювати оцінку показників довговічності сучасних теплоізоляційних виробів та конструктивних принципів на їх основі.

Список літератури

1 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.

2 Фаренюк Г.Г. Функціональне проектування сучасних огорожувальних конструкцій //Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка – 2007, №25, с.109-113.

3 Фаренюк Г.Г. Енергетичні аспекти безпеки експлуатації будівель / Фаренюк Г.Г. // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА. – 2009. – Вип.54. – С.5-14.

4 Фаренюк Г.Г. Метод посередньої оцінки показників теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г.Г.Фаренюк // Реконструкція житла – 2009. – Вип.11. – С.187-192.

5 Фаренюк Г.Г. Нормативне забезпечення при застосуванні конструкцій фасадної теплоізоляції житлових та громадських будинків / Фаренюк Г.Г. // Будівництво України. – 2009. - № 1-2. – С.12-16.

6 ДБН В.1.2-11:2008 “Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Основні вимоги до будівель та споруд. Економія енергії”

7 ДБН В.2.6-31:2006 “Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель”

8 ДБН В.2.6-33:2008 “Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації

9 ДСТУ Б В.2.6-34 “Конструкції будинків та споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Класифікація й загальні технічні вимоги ”

10 ДСТУ Б В.2.6-35 “Конструкції будинків та споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустриальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови”

11 ДСТУ Б В.2.6-36 “Конструкції будинків та споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Загальні технічні умови ”

12. ДСТУ Б В.2.7-182:2010 «Будівельні матеріали. Методи визначення терміну ефективної експлуатації та теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів у розрахункових та стандартних умовах».

13 Соколов А.М. Метод оценки перехода температуры через ноль в разных слоях стены за время отопительного периода / Соколов А.М., Фаренюк Г.Г. // Будівельні конструкції. - 2008. - Вип.68, -С.102-108.

14 Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г.Г.Фаренюк. – К.: Гама-Принт, 2009. – 216 с.