

ВІДГУК
офіційного опонента доктора технічних наук, професора
НІКІФОРОВОЇ ТЕТЯНИ ДМИТРІВНИ

на дисертаційну роботу
ФІЛОНЕНКО ОЛЕНИ ІВАНІВНИ

«Динамічні теплові характеристики огорожувальних конструкцій будівель», поданої до спеціалізованої вченої ради Д 44.052.02 при Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – Будівельні конструкції, будівлі та споруди

Структура та обсяг роботи задовольняє вимогам, що висуваються до докторських дисертацій. Представлена дисертаційна робота складається із вступу, восьми розділів, висновків, списку використаних джерел та чотирьох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 406 сторінок, у тому числі 275 сторінок основного тексту, 85 таблиць, 180 рисунків, 32 сторінки списку використаних джерел із 280 найменувань та 54 сторінки додатків.

Актуальність теми дисертації. Від теплофізичних властивостей огорожувальних конструкцій залежить кількість теплоти, що втрачається будинком у холодну пору року і входить до нього в теплу. Це, в свою чергу, визначає навантаження на системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря і їхню вартість, впливає на сталість температурного режиму в об'ємі приміщення з часом (при зміні температури, швидкості повітря зовні будинку, тепловіддачі системи опалення, температури на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції). Вибір оптимальних теплофізичних характеристик огорожувальних конструкцій дозволяє виключити утворення конденсату на внутрішній поверхні, а також установити вологісний режим, що сприятливо впливає на теплозахисні властивості огороження, а також на температурний режим приміщень.

При розрахунках складних зовнішніх огорожувальних конструкцій виникають проблеми побудови їх розрахункових схем, адекватних їхньому реальному температуро-вологісному режимові. Невизначеними бувають характеристики зв'язків між елементами конструкцій, наявність теплопровідних включень, вплив неоднорідної структури конструкцій, динамічні характеристики параметрів внутрішнього та зовнішнього середовищ. При динамічних теплових розрахунках неадекватність розрахункових передумов може призвести до істотних відмінностей їх результатів від реальної роботи конструкцій, а отже, і до теплових відмов.

Таким чином, представлена дисертаційна робота є **актуальною**, так як спрямована на вирішення важливої науково-прикладної проблеми коректного оцінювання впливу динамічних теплових характеристик та конструктивних рішень огорожувальних конструкцій для забезпечення заданого теплового режиму приміщень, а також розроблення енергозберігаючих конструктивних рішень

зовнішніх огорожувальних конструкцій на основі теоретичних і натурних досліджень їх експлуатаційних якостей.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційні дослідження проведені в рамках виконання науко-дослідної роботи кафедри будівництва та цивільної інженерії за темами «Конструктивна і теплова надійність несучих і огорожувальних комплексних конструкцій» (державний реєстраційний номер 0115U002417), «Комплексні конструктивні рішення забезпечення енергоефективності громадських будівель в умовах євроінтеграції» (державний реєстраційний номер 0118U001097), «Ресурсоекономні технології відновлення й реконструкції житлових, громадських і виробничих будівель та захисних споруд цивільної оборони» (державний реєстраційний номер 0116U002567), «Енергоефективні конструктивні рішення елементів будівель» (державний реєстраційний номер 0121U109497) Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», а також при розробленні великої кількості проектно-кошторисної документації щодо максимальної енергоефективності запропонованих рішень на об'єктах будівництва та рекомендацій з подальшої експлуатації будівель для запобігання теплових відмов при технічних обстеженнях.

Основний зміст роботи.

У **вступі** обґрунтовано актуальність проблеми, що розв'язується, сформульовано мету та завдання досліджень, визначений об'єкт, предмет і методи досліджень, наведені наукова новизна, особистий внесок здобувача та практична цінність результатів роботи, а також дані про апробацію роботи, публікації, структуру та обсяг дисертації.

У **першому** розділі дисертації висвітлено критичний аналіз проблеми дослідження динамічних теплових характеристик конструкцій та будівель. Проведено огляд робіт присвячених дослідженню впливу параметрів навколишнього середовища на проектування енергоефективних будівель, визначенню поняття «пасивне будівництво», в якому будівля розглядається з енергетичної, екологічної та економічної точки зору, а також конструктивним заходам з підвищення енергоефективності та їх оптимізації. Проведено аналіз світового досвіду визначення параметрів теплового комфорту. На основі проведеного аналізу сучасного стану проблеми впливу динамічних теплових характеристик та конструктивних рішень огорожувальних конструкцій на тепловий режим приміщень сформульовано задачі та розроблено структурно-логічну схему досліджень.

Другий розділ роботи присвячено дослідженню й інтерпретації теплового комфорту. Обґрунтовано дослідження аспектів сертифікації теплового середовища приміщень, яка базується на індексах теплового комфорту як один з параметрів оцінювання загальної енергоефективності будівлі. Проаналізовано параметри локального температурного дискомфорту та методику його визначення.

Розроблено методику визначення розрахункових параметрів мікроклімату за критеріями місцевого теплового комфорту, яка дозволяє запроектувати приміщення з високою якістю повітряного середовища відповідно до категорій.

У **третьому** розділі досліджено динамічні теплові характеристики огорожувальних конструкцій. Визначено передумови розрахунку та теплові динамічні показники будівельних конструкцій. Динамічний метод моделює зміну теплового потоку через огороження та температуру середовищ зони будівлі. Розроблено методику щодо оцінки теплостійкості приміщення в зимовий період, які відповідають методиці визначення енергоефективності будинків та враховують всі теплові впливи, яким піддається будівля. Розроблено методику визначення теплостійкості огорожувальних конструкцій у літній період, яка перевіряє коефіцієнт загасання та часовий зсув теплових коливань, а також показника теплозасвоєння поверхнею підлоги, які більш детально досліджує теплові процеси у конструкції. Запропоновані методики увійдуть у нову редакцію ДСТУ-Н Б В.2.6-190.

Результат дослідження теплових динамічних показників буде враховано у ДСТУ Б ISO 13786:202X. Що підтверджується довідками про впровадження результатів дисертаційної роботи.

У **четвертому** розділі проведено порівняння динамічних теплових параметрів двох моделей дев'ятиповерхових житлових будинків, які мають однакові кондиціоновані площу і об'єм, та однакові вхідні параметри для визначення енергоспоживання. Доведено, що уточнення відповідних методик дозволяє більш точно прогнозувати теплостійкість конструкцій та приміщень. Наведені результати доводять, що запропонована методика дозволяє врахувати планувальне рішення будинку при оцінці його теплостійкості в зимовий період.

Визначено значний вплив коефіцієнта компактності будівлі на її енергоефективність.

У **п'ятому** розділі наведено результати дослідження динаміки зміни температурного режиму огорожувальних конструкцій в натурно-експериментальних та лабораторних умовах. Результат статистичної обробки вимірних величин дозволяє прийняти їх для подальшого порівняння з розрахованими даними. Натурно-експериментальні дослідження особливостей формування температурного поля огорожувальних конструкцій в нестационарних умовах теплопередачі відповідають тепловому режиму, розрахованому за досліджуваною методикою з параметрами, які відповідають реальним кліматичним умовам – коефіцієнт варіацій до 5-10%.

У **шостому** розділі досліджено особливості теплового режиму покриттів при експлуатації та проектуванні будівель. При обстеженні суміщених покриттів спостерігаються основні теплові відмови – конденсація вологи на поверхні стелі, промерзання та утворення плісняви. Більшість горищних дахів експлуатуються з порушенням вентиляційного режиму. Наслідками є гниття та ураження грибком дерев'яної кроквяної системи скатних дахів, а також руйнування карнизів. Розроблено рекомендації з експлуатації та проектування, які унеможливають виникнення теплових відмов.

Рекомендації по уточненню методики розрахунку коефіцієнта теплопередачі суміщеної покрівлі з шарами змінної товщини при визначенні теплопередачі трансмісією та уточнення розрахунку динамічних параметрів буде враховано у новій редакції ДСТУ-Н Б А.2.2-12. Впроваджено в практику утеплення типові

енергоефективні конструктивні вузли суміщених та горищних дахів. За результатами моделювання температурного поля цих вузлів визначено лінійні коефіцієнти теплопередачі.

У **сьомому** розділі на основі дослідження теплового режиму зовнішніх стін визначено основні дефекти та помилки при експлуатації та проектуванні. Удосконалено енергозберігаючі конструктивні рішення зовнішніх огорожувальних конструкцій за рахунок досягнення безперервності теплоізоляційного шару. За результатами моделювання температурного поля визначено лінійні коефіцієнти теплопередачі, які доповнять існуючу базу у новій редакції ДСТУ Б В.2.6-189. При зведенні та термомодернізації будівель застосування таких конструкцій дозволить мінімізувати вплив містка холоду, при цьому збільшивши загальний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій та зменшити витрати на опалення будівель.

У **восьмому** розділі досліджено тепловий режим підлоги при експлуатації та проектуванні. Наведено результати обстеження підлог по ґрунту, перекриттів над холодними підвалами та проїздами, дерев'яних підлог з технічним підпіллям. Розроблено конструктивні рішення з утеплення на основі безперервності теплоізоляційного шару та рекомендації з експлуатації, які попереджують теплові відмови. Визначено лінійні коефіцієнти теплопередачі на підставі розрахунків двомірних температурних полів, які можна застосовувати в інженерних розрахунках опору теплопередачі відповідних конструкцій.

Загальні висновки по роботі відображають наукову новизну, актуальність і практичну реалізацію.

В **додатках** наведено: список публікацій здобувача за темою дисертації; результати вимірювання в натурних умовах теплового потоку в розрахункових точках віконного блоку, збірної стінової панелі; довідки впровадження результатів дослідження.

Повнота викладу матеріалів роботи в опублікованих працях. Основні результати дисертаційної роботи викладені у 52 наукових працях (13 – одноосібно і 39 - у співавторстві), з них: 1 монографія, 1 нормативно-технічний документ, 29 – у наукових фахових виданнях рекомендованих МОНУ (з них 4 – у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз та 6 публікацій у іноземних виданнях); 17 праць у тезах доповідей матеріалів конференцій та 4 праці, які додатково відображають наукові результати роботи.

Аналіз публікацій Філоненко О. І. свідчить, що вони всебічно і достатньо повно висвітлюють наукові положення, висновки та рекомендації, що містяться в дисертації.

Зміст автореферату і основних положень дисертації – ідентичний та в достатній мірі, висвітлює її наукові положення, висновки і рекомендації.

У докторській дисертації не використовувались матеріали кандидатської дисертації.

Відповідність дисертації та автореферату встановленим вимогам. Дисертація і автореферат Філоненко Олени Іванівни викладені на достатньому науково-технічному рівні і оформлені у відповідності з вимогами щодо структури

і правил оформлення документації у сфері науки і техніки. Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій. Обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечено розв'язанням поставленої задачі з використанням репрезентативних вибірок результатів експериментальних досліджень; використанням при теоретичних дослідженнях фундаментальних закономірностей будівельної фізики, апробованих методів, способів, методик розрахунку двомірних температурних полів; співставленням отриманих даних з експериментальними результатами, як власними, так і інших дослідників, у тому числі закордонних; статистичною обробкою результатів, використанням нормованих показників енергоефективності.

Достовірність теоретичних положень, висновків та рекомендацій підтверджується впровадженням результатів дисертаційної роботи у нормативно-технічні документи та у практику проектування при розробленні енергоефективних рішень для запобігання теплових відмов на об'єктах будівництва у м. Полтава та Полтавській області.

Основні наукові положення і висновки дисертаційної роботи апробовані і пройшли обговорення на багатьох всеукраїнських та міжнародних науково-технічних конференціях (2011-2019 р.р.). У повному обсязі дисертаційна робота доповідалась у Державному підприємстві «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (2021 р.); Одеській державній академії будівництва та архітектури (2021 р.); Державному вищому навчальному закладі «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (2021 р.), Центральноукраїнському національному технічному університеті (2021 р.).

Наукова новизна отриманих результатів

Сформульовані цілі і задачі дослідження в дисертаційній роботі Філоненко Олени Іванівни вирішені на основі отриманих нових наукових результатів. Найважливішими з них є:

Уперше:

- розроблено методологію визначення розрахункових параметрів мікроклімату за критеріями місцевого теплового комфорту для забезпечення комфортного мікроклімату повітряного середовища відповідно до категорій приміщень;

- розроблено метод оцінювання теплостійкості приміщення/будівлі в зимовий період із урахуванням усіх впливів, яким піддається будівля згідно з положенням щодо визначення енергоефективності будинків;

- розроблено метод оцінювання теплостійкості огорожувальних конструкцій у літній період та метод визначення коефіцієнта теплозасвоєння поверхні підлоги з урахуванням динамічних теплових параметрів;

- розроблено методологічні положення з оцінювання проектних пропозицій будівель на основі дослідження їх внутрішньої теплоємності для порівняння енергоефективності різних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень.

Отримали подальшого розвитку:

- гармонізація національних будівельних норм щодо енергоефективності з відповідною нормативною базою ЄС;
- експериментальні дослідження особливостей формування температурного поля огорожувальних конструкцій у нестационарних умовах теплопередачі;
- удосконалено енергозберігаючі конструктивні рішення зовнішніх огорожувальних конструкцій за рахунок досягнення безперервності теплоізоляційного шару;
- номенклатура лінійних коефіцієнтів теплопередачі складних конструктивних вузлів на підставі розрахунків двовірних температурних полів для визначення приведенного опору теплопередачі та метод теплотехнічного розрахунку суміщеного покриття з шарами змінної товщини;
- рекомендації з ремонту й експлуатації зовнішніх огорожувальних конструкцій на основі теоретичних та натурних досліджень їх теплових характеристик для впровадження у будівництво.

Важливість отриманих автором дисертації результатів для науки і практики

Основним результатом дисертаційної роботи є вирішення проблеми коректного оцінювання впливу динамічних теплових характеристик та конструктивних рішень огорожувальних конструкцій на тепловий режим приміщень для забезпечення теплової надійності будівель при їх експлуатації, а також удосконалення енергозберігаючих конструктивних рішень зовнішніх огорожувальних конструкцій на основі теоретичних і натурних досліджень їх експлуатаційних якостей.

Впровадження результатів досліджень здійснено при розробці національних нормативних документів ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель» і ДСТУ Б ISO 13786: 202X «Теплові характеристики будівельних конструкцій. Динамічні теплові характеристики. Методи розрахунку»; нової редакції ДСТУ Б В.2.6-189 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель», ДСТУ-Н Б В.2.6-190 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосвоєння огорожувальних конструкцій», ДСТУ-Н Б А.2.2-12 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні».

Також результати роботи впроваджено у навчальний процес Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», зокрема у навчальні дисципліни спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» та курси з підготовки до атестації осіб, які мають намір провадити діяльність з енергетичного аудиту будівель.

Рекомендації щодо використання одержаних наукових результатів роботи. Одержані в дисертаційній роботі наукові результати можуть бути рекомендовані до використання для удосконалення національних нормативних документів в частині оцінки комфортності теплового режиму приміщень; при

виконанні науково-дослідних робіт аспірантами та науковими співробітниками, які займаються розв'язанням проблем, таких як забезпечення теплової надійності будівель, енергозбереження; у навчальному процесі при підготовці спеціалістів та магістрів за спеціальністю (код 192) – будівництво та цивільна інженерія.

Особистий внесок автора. Основні результати дисертаційної роботи одержано дисертантом самостійно. Участь автора у спільних публікаціях відображена в переліку опублікованих робіт.

Зауваження до змісту дисертації та автореферату дисертації.

Зауваження редакційного характеру

1. У Додаток А слід було винести відомості про апробацію результатів дисертації.

2. Не вірно визначена кількість сторінок основного тексту, яка складає 275 сторінок замість 289 сторінок.

3. Не на всі літературні джерела є посилання.

4. У дисертаційній роботі багато скорочених термінів, що ускладнює сприйняття матеріалу. Потрібно було винести терміни на окремий лист.

5. На стор. 57, після табл. 1.3 відсутня формула визначення показника теплового комфорту, а саме прогнозованої середньої оцінки (PMV). За текстом: «Розрахунок значення PMV виконують за формулою:» і далі йде нове речення.

6. По тексту дисертації, місцями, автор допускає некоректне вживання визначення для опису температурного режиму внутрішнього середовища, а саме «термальне середовище» (стор. 57, 67, 81 дисертації).

7. В роботі, по тексту зустрічаються орфографічні помилки.

Зауваження, які потребують дискусії і обговорення

1. Автор на захист виносить ряд розроблених нею методик, а саме: методика визначення розрахункових параметрів мікроклімату за критеріями місцевого теплового комфорту; методика оцінювання теплостійкості приміщення/будівлі в зимовий період; методика оцінювання теплостійкості огорожувальних конструкцій у літній період та визначення коефіцієнта теплосасвоєння поверхні підлоги з урахуванням динамічних теплових параметрів, методичні положення оцінювання проектних пропозицій будівель на основі дослідження їх внутрішньої теплоємності для порівняння енергоефективності різних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень. В той же час методика і методологія - тісно пов'язані між собою атрибутами науки. При цьому методологія визначає зміст і характер методики, а не навпаки. Тому, наукова новизна отриманих результатів потребує уточнення.

2. Не зрозуміло навіщо у першому розділі дисертації, автор, наводить аналіз публікацій (24 літературних джерела) щодо використання у будівельних системах матеріалів із фазовим переходом та геотермальної енергії, як засобів послаблення коливання температури повітря в приміщенні для уникнення їх перегріву у літній період, якщо далі у своїй роботі не розглядає ці питання.

3. Як саме, автор, використовувала отримані показники загального теплового відчуття і ступеня дискомфорту за методикою, наведеною у розділі 2 дисертації, у своїх подальших дослідженнях при проектуванні теплотехнічних показників

елементів теплоізоляційної оболонки будинку за ДБН В.2.6-31:2016 та енергопотреби для постійного опалення будівлі? Чи була забезпечена при цьому вимога щодо параметрів мікроклімату приміщення?

4. В третьому розділі наводяться методика оцінювання теплостійкості приміщення/будівлі в зимовий період, методика оцінювання теплостійкості огорожувальних конструкцій у літній період та методики визначення динамічних показників будівельних конструкцій. Слід було навести яким обчислювальним комплексом користувалась автор для визначення динамічних показників будівельних конструкцій, так як розрахунки за наведеними алгоритмами достатньо трудомісткі, а результати роботи буде впроваджено в національні будівельні норми щодо енергоефективності з метою гармонізації з нормативною базою Європейського Союзу, адже методика енергетичної сертифікації будівель в Україні і так має досить складний характер, а подальше її ускладнення, враховуючи відсутність єдиної програмної системи розрахунку, може призвести до ще більш проблематичного впровадження енергосертифікації будівель.

5. В роботі розглядаються динамічні параметри будівлі, які безпосередньо залежать від взаємодії «теплова інерція будівлі – система опалення/вентиляції». У четвертому розділі проведено порівняння динамічних параметрів на двох моделях дев'ятиповерхових житлових будинків, які мають однакові кондиціоновані площу й об'єм та однакові вхідні параметри (кліматичні умови, теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій), але за різних інженерних систем в будівлі розрахункові енергопотреби будівлі будуть різними. Тож досить сумнівними є ствердження щодо збільшення величини питомих показників: питома енергопотреба на опалення – до 5%; питома енергопотреба на охолодження – до 10% за інших інженерних систем.

6. У п'ятому розділі необхідно було б більш детально описати результати статистичної обробки вимірних величин теплового потоку та температур.

7. У шостому розділі проведено аналіз дефектів при експлуатації горищних та суміщених покрівель, пов'язаних з порушенням їх тепловологісного режиму, а рекомендації з безвідмовної роботи, які виділяє автор, представлені уривками. Потрібно було систематизувати рекомендації з подальшої безвідмовної експлуатації та представити їх окремим підрозділом.

8. У сьомому розділі при розгляді заходів з підвищення енергоефективності стінових конструкцій бажано було розглянути вплив повітропроникності на дійсне значення опору теплопередачі наведеної конструкції.

9. У восьмому розділі при визначенні лінійних коефіцієнтів теплопередачі на підставі розрахунків двомірних температурних полів, які можна застосовувати в інженерних розрахунках опору теплопередачі відповідних конструкцій (табл. 8.2-8.6 дисертації та табл. 5 і 6 автореферату), враховуючи те, що нормами проектування постійно підвищуються вимоги щодо теплового захисту будівель доцільно було розрахувати та навести лінійні коефіцієнти теплопередачі при товщині утеплювача 200 мм та більше для подальшого розвитку номенклатури лінійних коефіцієнтів теплопередачі складних конструктивних вузлів.

10. Загальні висновки до розділів дисертації подані дещо узагальнено, бажано було б конкретніше подати отримані результати та їх використання на практиці.

**Загальна оцінка дисертаційної роботи та висновок щодо відповідності
дисертації вимогам МОН України**

Наведені зауваження та побажання не знижують як теоретичного так і практичного значення дисертаційної роботи та можуть бути враховані при проведенні подальших досліджень.

Вважаю, що за обсягом проведених теоретичних і експериментальних досліджень та їх науковим рівнем, важливістю теоретичних і прикладних результатів та повнотою їх опублікування дисертація «Динамічні теплові характеристики огорожувальних конструкцій будівель» є завершеною науковою працею в якій розв'язано науково-прикладну проблему коректного оцінювання впливу динамічних теплових характеристик та конструктивних рішень огорожувальних конструкцій на тепловий режим приміщень, а також удосконалено енергозберігаючі конструктивні рішення зовнішніх огорожувальних конструкцій. Дисертаційна робота відповідає вимогам пунктів 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів ...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року із змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 656 від 19.08.2015р., № 1159 від 30.12.2015р., № 567 від 27.07.2016, а її автор, Філоненко Олена Іванівна, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент: доктор технічних наук,
професор, декан будівельного факультету
Придніпровської державної академії
будівництва та архітектури



Тетяна НІКІФОРОВА

Підпис Нікіфорової Т.Д. засвідчує
вчений секретар Придніпровської
державної академії будівництва
та архітектури



Анастасія ГАЙДАР