

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА
на дисертаційну роботу Лещенко Віталія Петровича
«Оптимізаційні розрахунково-конструктивні геометричні моделі
багатопустотних стінових блоків»,
подану до захисту на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук за спеціальністю
05.01.01 – прикладна геометрія, інженерна графіка

Актуальність та важливість теми кандидатської дисертації Лещенко Віталія Петровича «Оптимізаційні розрахунково-конструктивні геометричні моделі багатопустотних стінових блоків» пов'язана з тим, що в останні десятиріччя в зв'язку зі стрімкою вичерпністю природних ресурсів у всьому світі виникає необхідність у зведенні енергоефективних будівель і споруд. Відтак, задача вибору найбільш дієвих та ефективних підходів до проектування конструктивних елементів зовнішніх стін і системи фасадного утеплення є актуальною та виділяється як важливий напрямок будівельної діяльності.

Проектування енергоефективних будівель і споруд тісно пов'язане з вирішенням ряду задач будівельної фізики, що спрямовані на пошук ефективних методів уникнення надмірних тепловтрат огорожувальних конструкцій будівель. Таким чином, виникає необхідність в моделюванні взаємодії польових температурних структур з середовищем огорожувальних конструкцій, яке в змозі не тільки забезпечувати крайові умови задачі, що моделює процес теплопередачі, а і враховувати теплотехнічні та геометричні особливості огорожувальних конструкцій. Однак, розуміння того, які саме теплофізичні та геометричні параметри мають бути надані зовнішнім огорожувальним конструкціям і тепловій оболонці потребують розуміння специфіки процесів теплообміну між зовнішнім і внутрішнім середовищем крізь відповідні конструкції, та аналізу моделей і методів теплотехнічних

розрахунків для обґрунтування вибору найбільш дієвого та ефективного підходу до проектування конструктивних елементів зовнішніх стін та системи їх фасадного утеплення.

Проведення заходів, що спрямовані на розробку спеціальних геометричних та графоаналітичних моделей для вирішення різноманітних задач енергозбереження та енергоефективності у будівництві підтверджується низкою прийнятих на державному рівні законів, програм підтримки та проектів, що спрямовані на розвиток енергоефективних технологій у галузі будівництва та житлово-комунального господарства.

Вибраний напрямок досліджень відповідає Законам України «Про енергоефективність будівель» і «Про внесення змін до Бюджетного кодексу України щодо запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації» та ряду настанов та директив ЄС, що імплементуються в будівельну галузь України.

Отже, тема дисертації Лещенко Віталія Петровича «Оптимізаційні розрахунково-конструктивні геометричні моделі багатопустотних стінових блоків» є актуальною та відповідає практичним вимогам, що полягають у необхідності застосування оптимізаційних методів геометричного моделювання енергоефективних стінових багатопустотних блоків. Впровадження результатів дослідження надає змогу досягти підвищення теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій будівель. Створення алгоритмів та рекомендацій щодо практичного використання розробленого підходу до оптимізаційного геометричного моделювання конструктивних параметрів енергоефективних стінових блоків сприятимуть контролю тепловтрати крізь огорожувальні конструкції будь-якої конфігурації та форми.

Оцінка змісту дисертації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Повний обсяг

дисертації становить 153 сторінки, з яких 120 сторінок основного тексту, 39 рисунків, 10 таблиць та 3 додатки, а список літератури налічує 157 бібліографічних найменування.

У вступі надано загальну характеристику дисертаційного дослідження; обґрунтовано вибір теми дослідження; визначено об'єкт і предмет дослідження; сформульовано мету роботи та завдання, що потребують вирішення для успішного досягнення мети; показано актуальність теми та зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами; сформульовано наукову новизну отриманих результатів; розглянуто практичне значення отриманих в роботі результатів; представлено апробацію матеріалів дисертації і можливість вдосконалення процесу підвищення теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій будівель; наведено дані про публікації та особистий внесок здобувача в праці, що опубліковані в співавторстві.

У першому розділі проведено дослідження нормативно-технічної бази у галузі енергоресурсозбереження в будівництві та архітектурі, які показали зростання попиту на застосування новітніх енергозберігаючих будівельних матеріалів. Показано, що впровадження інноваційних матеріалів пов'язане з розробкою відповідних технологій, що супроводжується проблемами, які спричинені відсутністю достатнього досвіду щодо поведінки огорожувальних конструкцій будівель та споруд, які виготовлені з нових будівельних матеріалів.

Надано перелік нормативних документів, які вміщують основні вимоги до енергоресурсозберігаючих будівельних матеріалів, методи визначення їх властивостей, правила зберігання та транспортування та проаналізовано основні моделі і методи, які лежать в основі моделювання процесу теплопереносу через огорожувальні конструкції будівель і споруд. З'ясовано, що одним із головних завдань при розробці керамічних блоків є збереження несучої здатності огорожувальної конструкції, що побудована з

цих блоків, оскільки збільшення довжини смуг теплопередачі потребує звуження їх стінок, що натомість зумовлює послаблення міцності блоку.

Показано принципи розроблення керамічних блоків, обґрунтовано вибір методів дискретного геометричного моделювання процесів теплопередачі, визначено завдання дисертаційного дослідження та перспективні напрями подальших розробок.

У другому розділі представлено методи і засоби моделювання температурних полів у неоднорідному середовищі зовнішніх огорожувальних конструкцій, що виготовлені з стінових керамічних багатопустотних блоків. Показано, що в реальних зовнішніх огорожувальних конструкціях моделювання температурних полів ускладнюється наявністю теплопровідних включень у вигляді внутрішніх і зовнішніх виступаючих частин та примикань внутрішніх конструкцій, що призводить до виникнення в них складних дво- та тримірних температурних полів. Обґрунтовано перехід до дискретної форми представлення температурного поля, що поширюється в неоднорідному середовищі шляхом складання системи алгебраїчних рівнянь методу скінченних різниць або методу скінченних елементів.

Визначення теплофізичних параметрів стінового керамічного багатопустотного блоку показано на прикладі топологічного еквіваленту двовимірної дискретної моделі ділянки суцільного неоднорідного середовища із вільним краєм.

У третьому розділі розроблено основні положення щодо визначення оптимальної топологічної конфігурації та геометричних параметрів внутрішніх перегородок і пустот стінових блоків. Розглянуто підходи побудови геометричних моделей додаткових внутрішніх перегородок, що сполучають основні огорожувальні конструкції. Підходи досліджено з погляду мінімізації тепловтрат за рахунок трансмісійного переносу тепла через перегородки від внутрішніх приміщень будівлі до зовнішнього середовища. При цьому враховується, що на можливість формування тієї чи

іншої геометричної конфігурації як внутрішньої структури, так і зовнішніх параметрів блоків, значною мірою впливає матеріал, з якого їх зроблено, оскільки, фізико-механічні властивості матеріалів визначають не тільки теплотехнічні характеристики виробу, а й показники міцності конструкції в цілому.

У четвертому розділі запропоновано алгоритм оптимізації геометричних параметрів енергоефективних багатопустотних стінових блоків огорожувальних конструкцій, який передбачає моделювання плоского температурного поля. Алгоритм ґрунтується на аналізі ізоліній температурних полів та передбачає формування траєкторій найшвидших тепловтрат крізь тіло блоку. Використання запропонованого алгоритму дій при проектуванні внутрішньої топології та геометричних параметрів сітки перегородок, дозволить досягти оптимальних результатів при визначенні показників опору теплопередачі у стіновому багатопустотному блоці будь-якої форми та конфігурації. Відтак, послідовно застосовуючи цей алгоритм для оптимізації блоків, що мають розміщуватися у складі різних фрагментів огорожувальних конструкцій, надасть можливість запобігти виникненню містків холоду на відповідних ділянках.

Показано, що впровадження одержаних в дисертаційному дослідженні наукових результатів у виробництво теплових оболонок житлових будівель та освітній процес на кафедрі архітектурних конструкцій КНУБА при викладанні спецкурсу «Енергоефективність будівель» сприяє підвищенню ефективності здійснення процесу проектування стінових огорожувальних конструкцій, а також проведенню підготовки висококваліфікованих фахівців архітектурно-будівельного проектування енергоефективних огорожувальних конструкцій на основі створеного математичного апарату та методології, що ґрунтується на запропонованих розрахунково-конструктивних геометричних моделях.

Автором було запропоновано оптимізаційні розрахунково-конструктивні геометричні моделі багатопустотних стінових блоків.

Достовірність та обґрунтованість отриманих в дисертаційній роботі наукових положень визначається коректністю застосування методів та моделей прикладної геометрії та чисельного моделювання. Запропонований у роботі підхід ґрунтується на дослідженнях реальних конструкцій, що забезпечує адекватність одержаних результатів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробці оптимізаційних методів геометричного моделювання енергоефективних огорожувальних конструкцій, зокрема:

вперше:

- розроблено системний спосіб визначення оптимальних теплофізичних параметрів енергоефективних стінових блоків на основі комплексного аналізу їх геометричних моделей;

- запропоновано використання засобів геометричного моделювання для зменшення містків холоду зовнішніх огорожувальних конструкцій із багатопустотних стінових блоків;

- запропоновано оптимізаційний алгоритм дефініції геометричних параметрів внутрішньої структури енергоефективних стінових огорожувальних конструкцій;

удосконалено:

- комплексні розрахунково-конструктивні геометричні моделі внутрішньої структури будівельних модульних елементів на основі ізотерм та силових ліній температурних полів;

- методологію визначення раціональних теплофізичних параметрів багатопустотних стінових блоків, шляхом застосування засобів геометричного моделювання;

отримало подальший розвиток:

- теорія архітектурно-будівельного проектування енергоефективних огорожувальних конструкцій за допомогою використання оптимізаційних розрахунково-конструктивних геометричних моделей багатопустотних стінових блоків.

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій роботи в опублікованих роботах.

Повнота викладу основних результатів дисертації засвідчена публікаціями: 8 наукових публікацій, з них: 4 статті у наукових фахових виданнях з технічних наук, що включені до наукометричних баз даних; 3 публікації тез доповідей та матеріалів конференцій. Кількість та якість публікацій здобувача відповідає існуючим вимогам.

Відповідність дисертації та автореферату встановленим вимогам.

Стиль та мова викладення наукових положень дисертації та публікацій автора послідовні, спостерігається логічний зв'язок проблем, що досліджуються.

Дисертація та автореферат за всіма ознаками відповідають поставленим вимогам МОН України, викладені в науковому стилі з дотриманням послідовності подачі матеріалу. Автореферат дисертації повністю відповідає змісту дисертаційної роботи, висвітлює всі отримані результати, висновки та запропоновані рекомендації.

Вагомість результатів дисертації для науки і народного господарства. Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що: застосування запропонованих оптимізаційних методів геометричного моделювання енергоефективних стінових багатопустотних блоків дає змогу досягти підвищення теплоізоляційних властивостей огорожувальних конструкцій будівель; створені алгоритми та рекомендації щодо практичного використання розробленого підходу до оптимізаційного геометричного моделювання конструктивних параметрів енергоефективних стінових блоків сприяють контролю тепловтрати крізь огорожувальні конструкції будь-якої конфігурації та форми.

Упровадження подібних засобів дає змогу:

– зробити ефективнішим процес проектування елементів огорожувальних конструкцій, представлених стіновими багатопустотними блоками;

– здійснювати оптимізацію зовнішніх та за потреби, внутрішніх огорожувальних конструкцій, досягаючи необхідних техніко-економічних показників ще на етапі проектування будівель;

– досягти ефекту енергозбереження у розрізі економії теплової енергії при експлуатації будівлі у холодну пору року, а також економії електричної енергії при роботі систем охолодження в теплу пору року;

– автоматизувати розрахункові алгоритми корегування геометричних параметрів багатопустотних стінових блоків стінових огорожувальних конструкцій, з метою максимального їх залучення у практику проектування та зведення енергоефективних будівель.

Дисертаційна робота виконувалась в рамках наукових досліджень на кафедрі архітектурних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури при викладанні спецкурсу «Енергоефективність будівель» та у БНЕС-Центрі КНУБА при формуванні спецкурсу підготовки енергоаудиторів.

Зауваження до дисертаційної роботи. Загалом дисертація оформлена охайно, з дотриманням вимог до оформлення результатів науково-дослідних робіт. Однак, вважаємо за необхідне зауважити:

1. У 2-му розділі автором зазначається, що після виконання пошуку термічних опорів знайдених траєкторій поширення теплової енергії й перевірки цих опорів на предмет відповідності встановленому опору теплопередачі конструкції у цілому, необхідно здійснити розрахунок блоку на міцність і стійкість внутрішніх граней із застосуванням сучасних методів чисельного моделювання. Однак, автором не продемонстровано прикладів виконання відповідних розрахунків, що було б наочно та корисно з практичної точки зору.

2. В роботі автором детально аналізується принцип розрахунку та формоутворення геометричних параметрів внутрішніх матеріальних перегородок в середині багатопустотних стінових блоків з повітряними прошарками. При цьому автором зазначається, що відповідні повітряні

прошарки можуть бути заповнені ефективних утеплювачем (наприклад, мінераловатним утеплювачем або пінополіуретаном), але не наводиться прикладу розрахунку блоків такої конструкції. Було би доцільним показати у чому відмінності та прикладні аспекти у розрахунках блоків з повітряними прошарками та із заповненням цих прошарків ефективним утеплювачем.

3. Також у 2-му розділі дисертаційної роботи автором наводиться алгоритм процесу забезпечення нормативних або заданих теплотехнічних параметрів аналітично-геометричних моделей енергоефективних стінових блоків. Алгоритм застосовний для елементів одношарових огорожувальних конструкцій, складених виключно з багатопустотних блоків. Однак, з практичної точки зору, було б дуже корисним доповнити алгоритм рекомендаціями щодо того, як виконувати відповідну перевірку теплотехнічних параметрів огорожувальних конструкцій за умови наявності зовнішнього фасадного утеплення у складі теплової оболонки будівлі.

4. У 3-му розділі автором наведено основні принципи побудови додаткових перегородок, що сполучатимуть основні, на основі закономірностей для визначення тепловтрат за різними ймовірними траєкторіями в процесі формоутворення. При цьому розглядаються приклади формоутворення блоків, що відповідають різним за формою фрагментам огорожувальної конструкції, що утворюють містки холоду геометричної природи. В той же час автором не розглядаються варіанти формоутворення енергоефективних стінових багатопустотних блоків, які б містили містки холоду фізичної природи, зокрема спричинені наявністю теплопровідних включень (наприклад, залізобетонних колон, пілон, металевих анкерів тощо). Таке доповнення зробило б надані у роботі рекомендації більш повними та універсальними.

Висновки щодо відповідності дисертації встановленим вимогам

1. Дисертаційна робота Лещенка Віталія Петровича є завершеною науково-дослідною працею, яка містить нові науково обґрунтовані результати розв'язання важливої та актуальної наукової задачі.

2. Дисертація відповідає спеціальності 05.01.01 – прикладна геометрія, інженерна графіка.

3. Наведені зауваження не змінюють загальну позитивну оцінку наукової значимості і практичної цінності дисертаційної роботи.

4. За науковим рівнем, практичною цінністю, апробацією та публікаціями дисертація відповідає встановленим вимогам пп. 9, 11, 12 "Порядку присудження наукових ступенів", що висуваються щодо кандидатських дисертацій, а її автор – Лещенко Віталій Петрович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.01 – прикладна геометрія, інженерна графіка.

Офіційний опонент, доктор технічних наук, професор завідувач кафедри промислового та цивільного будівництва Інженерного навчально-наукового інституту Запорізького національного університету

І. А. Арутюнян

Вчений секретар



О.А. Проценко