

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

**СИДОР ОКСАНА АНДРІЇВНА**

УДК 699.866

**ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ  
ФАСАДНОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ  
БУДІВЕЛЬ**

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2018

**Дипломною роботою магістра є рукопис**

Робота виконана в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник**

кандидат технічних наук  
**Козак Катерина Миколаївна,**  
старший викладач кафедри електричної інженерії  
Тернопільського національного технічного  
університету імені Івана Пулюя

**Рецензент**

кандидат технічних наук  
**Габрусєва Ірина Юрїївна,**  
старший викладач кафедри вищої математики  
Тернопільського національного технічного  
університету імені Івана Пулюя

**Захист відбудеться** 28 грудня 2018 р. о 17:00 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 38 з атестації здобувачів ступеня вищої освіти магістр спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» при Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя МОН України за адресою: 46000, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, аудиторія 404.

З авторефератом дипломної роботи магістра можна ознайомитись в інституційному репозиторії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (ELARTU) за адресою: <http://elartu.tntu.edu.ua/>.

*Секретар*  
*екзаменаційної комісії № 38*

Коцорко Р.В.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** У зв'язку зі складною екологічною ситуацією, енергетичними проблемами у житлово-комунальному господарстві, а також підвищенням вимог щодо рівня теплоізоляції огорожувальних конструкцій будинків, проблема енергозбереження та термомодернізації житлового фонду є актуальною для нашої країни.

Важливим напрямом у галузі будівництва України є впровадження енерго-, ресурсозберігаючих технологій та термомодернізації існуючого житлового фонду. Одним із шляхів реалізації даного напрямку є теплова ізоляція фасадів будівель із застосуванням сучасних теплоізоляційних матеріалів. Перспективним конструктивним рішенням теплоізоляції зовнішніх стін в Україні є фасадна теплоізоляція з опорядженням штукатуркою. Цей тип теплоефективної стіни може застосовуватися як при новому будівництві, так і при реконструкції й термомодернізації будівель існуючого житлового фонду.

Система фасадної теплоізоляції з тонкошаровою штукатуркою повинна тривалий період зберігати первинні теплозахисні й гідрозахисні властивості при експлуатаційних діях на рівні, передбаченому проектом. Більшість розробників конструкцій фасадної теплоізоляції визначають безремонтний термін служби для своїх систем у межах 30–40 років. Проте в експлуатаційних умовах спостерігаються ознаки відмов системи теплоізоляції вже через декілька років.

Фасадна теплоізоляція з штукатурним шаром – новий вид конструкції, що з'явилася у кінці ХХ століття. Тому вдосконалення методики розрахунку температурно-вологісного режиму з урахуванням річного циклу експлуатації та методики випробувань довговічності окремих елементів фасадної теплоізоляції й системи в цілому в Україні достатньою мірою не розроблені. Не існує перевірки практикою критеріїв для оцінювання експлуатаційних характеристик фасадної конструкції та методів випробування цих показників, також не розроблені критерії визначення оптимальних технічних рішень фасадної теплоізоляції.

Рекламна документація вітчизняних та зарубіжних фірм використовує приклади масштабного вживання таких систем утеплення в різних країнах, але не містить відомостей про результати визначення змін властивостей теплоізоляційних і опоряджувальних матеріалів та системи в цілому в процесі експлуатації. Відсутність методик випробувань приводить до того, що в наш час технічні свідоцтва про придатність систем утеплення зовнішніх стін до використання в будівництві на території нашої країни оформляються без повних досліджень їх температурно-вологісного режиму, експлуатаційних характеристик та довговічності.

Ключовим моментом у забезпеченні тепловологісного стану та довговічності системи фасадної теплоізоляції є стійкість фасадних штукатурок у процесі експлуатації до дії кліматичних факторів. Для штукатурних покриттів існує проблема розтріскування й втрати зчеплення з основою при дії усадки штукатурного шару й перепадів температур. Найважливішою характеристикою штукатурних покриттів, поряд з міцністю на розтяг і адгезією до основи, що визначає їх тріщиностійкість та впливає на довговічність, є гранична розтяжність штукатурок, кількісні значення якої не представлені в паспортних характеристиках жодним

виробником штукатурних сумішей та систем фасадної теплоізоляції.

Актуальним також є питання забезпечення температурно-вологісного режиму фасадної теплоізоляції з уникненням можливого накопичення вологи в товщі стіни за річний період її експлуатації й наднормативного зволоження конструкції з випаданням конденсату за період з негативними середньомісяч-ними температурами зовнішнього повітря. Це може привести до зниження теплоізоляційних властивостей фасадної системи, поперемінного заморожування-відтавання у весняно-осінній період і зниження довговічності огорожувальної конструкції, з точки зору морозостійкості. Таким чином, стосовно систем фасадної теплоізоляції існують декілька актуальних питань, пов'язаних із забезпеченням температурно-вологісного режиму, експлуатаційної надійності та довговічності, що вимагають додаткових досліджень і рішень.

**Метою роботи** є розроблення способів оцінювання експлуатаційних показників та довговічності конструкцій фасадної теплоізоляції та встановлення їх теплофізичних властивостей.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- виконати аналіз фізичних процесів, які характеризують формування температурно-вологісного режиму, експлуатаційних властивостей та довговічності конструкцій фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатурками;

- запропонувати критерії з оцінювання експлуатаційних властивостей та довговічності конструкцій фасадної теплоізоляції, встановити характерні деструктивні фактори впливу й причини виникнення теплових відмов;

- виконати дослідження показників стійкості конструкцій фасадної теплоізоляції до кліматичних впливів та теплової надійності за умови безвідмовності;

- провести дослідження динаміки ширини розкриття тріщин декоративно-штукатурного шару фасадної системи залежно від змін параметрів навколишнього середовища;

- удосконалити алгоритм розрахунку температурно-вологісного режиму конструкцій фасадної теплоізоляції з урахуванням річного циклу експлуатації.

**Об'єкт дослідження** – експлуатація стінових конструкцій фасадної теплоізоляції з тонкошаровою штукатуркою.

**Предмет дослідження** – теплофізичні характеристики та показники надійності та довговічності огорожувальних конструкцій з фасадною теплоізоляцією.

**Методи дослідження:** аналітичні та експериментальні методи досліджень теплових показників огорожувальних конструкцій, методи статистичного аналізу впливу випадкових факторів.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

- вперше проведено дослідження динаміки ширини розкриття тріщин декоративно-штукатурного шару фасадної системи залежно від зміни параметрів навколишнього середовища та температурних деформацій теплоізоляційних матеріалів;

- удосконалено алгоритм розрахунку температурно-вологісного режиму фасадної системи з урахуванням річного циклу експлуатації.

**Практичне значення одержаних результатів.** Результати дипломної роботи магістра можуть бути впровадженні при проектуванні енергозберігаючих конструктивних рішень у будівництві та при термомодернізації зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель.

**Особистий внесок магістранта:** проаналізовано конструктивні рішення температурно-вологісного режиму огорожувальних конструкцій фасадної теплоізоляції; досліджено кліматичні фактори впливу на фасадну систему; проаналізовано дію температури зовнішнього повітря на розкриття тріщин штукатурного шару фасадної системи теплоізоляції.

**Публікації.** Основні положення та результати дипломної роботи магістра доповідалися на VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів ТНТУ імені Івана Пулюя «Актуальні задачі сучасних технологій» (28-29 листопада 2018 року, м. Тернопіль).

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається зі вступу, 9 розділів, висновків та списку використаних джерел. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 137 аркушів формату А4, графічна частина – 9 аркушів формату А1.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та основні задачі досліджень, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено дані про особистий внесок здобувача, публікації, апробацію та впровадження результатів роботи.

**В першому розділі** проведено літературний огляд за напрямком магістерської роботи, зокрема, подано: стан вивчення питань експлуатаційної надійності та довговічності теплоізоляції будинків; аналіз існуючих методів розрахунку температурно-вологісного режиму огорожувальних конструкцій; конструктивні принципи термомодернізації будівель із застосуванням фасадної теплоізоляції.

**В основній частині** приведено дослідження експлуатаційних властивостей конструкцій фасадної теплоізоляції та тепловологісного режиму огорожувальних конструкцій, дано оцінку експлуатаційних якостей фасадних систем зі штукатурним шаром.

**В спеціальній частині** подано методи дослідження температурних полів огорожувальних конструкцій, описано програмні пакети ELCUT та ANSYS.

**В частині «Обґрунтування економічної ефективності»** виконано аналіз техніко-економічних показників конструкцій фасадної теплоізоляції.

**В частині «Охорона праці»** описано проблемні питання охорони праці в Україні та вимоги техніки безпеки при виконанні робіт із улаштування теплоізоляції фасадів будівель.

**В частині «Безпека в надзвичайних ситуаціях»** розглянуто класифікацію надзвичайних ситуацій та забезпечення безпеки життєдіяльності в умовах надзвичайного стану.

**В частині «Екологія»** описано основні положення національної системи

екологічної сертифікації об'єктів будівництва та екологічні будівельні й теплоізоляційні матеріали.

У загальних висновках описано прийняті в роботі технічні рішення та організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення, що можуть бути впроваджені у виробництво; техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

В графічній частині приведено креслення, ілюстрації, графіки, діаграми та таблиці, що доповнюють пояснювальну записку дипломної роботи магістра.

## ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз фізичних процесів, які характеризують формування температурно-вологісного режиму, експлуатаційних властивостей та довговічності конструкцій фасадної теплоізоляції з опорядженням штукатурками.

2. Запропоновано критерії з оцінювання експлуатаційних властивостей та довговічності конструкцій фасадної теплоізоляції, впливу властивостей опоряджувального шару на інтегральні теплофізичні параметри конструкцій. Встановлено класифікацію деструктивних факторів впливу та причин виникнення теплових відмов.

3. Проведено дослідження та встановлено залежності динаміки ширини розкриття тріщин декоративно-штукатурного шару фасадної системи залежно від змін параметрів навколишнього середовища та температурних деформацій теплоізоляційних матеріалів.

4. Удосконалено алгоритм розрахунку температурно-вологісного режиму конструкції фасадної теплоізоляції, що дозволяє більш точно описати тепловологісні процеси в багатошарових конструкціях у річному циклі експлуатації та здійснювати розрахунки можливої конденсації вологи для кожного місяця року.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

Сидор О.А. Аналіз енерговитрат в житлово-комунальному фонді України [Текст] // Тези доповіді на VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів ТНТУ імені Івана Пулюя «Актуальні задачі сучасних технологій» (28-29 листопада 2018 року, м. Тернопіль). – Тернопіль, ТНТУ, 2018. – С. 78.

## АНОТАЦІЯ

У магістерській роботі отримані нові результати, що стосуються встановлення експлуатаційних властивостей конструкцій фасадної теплоізоляції з тонкошаровою штукатуркою та спрямовані на вирішення важливої для України задачі по зниженню енерговитрат на опалення будівель.

**Ключові слова:** ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ФАСАДНА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ, ТОНКОШАРОВА ШТУКАТУРКА, ТЕПЛОВА НАДІЙНІСТЬ, ДОВГОВІЧНІСТЬ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ, ОПІР

**ANNOTATION**

The master's thesis received new results concerning the establishment of operational properties of facade heat insulation structures with thin-layer plaster and aimed at solving an important problem for Ukraine to reduce energy consumption for heating buildings.

**Key words:** ENERGY SAVING, ENERGY EFFICIENCY, FACADE INSULATION, THIN-LAYER PLASTER, THERMAL RELIABILITY, DURABILITY, PERFORMANCE PROPERTIES, HEAT TRANSFER RESISTANCE, HEAT-FLOW MODE