

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу **Мусіяки Івана Вікторовича**

на тему: «Технологія відновлення функціональної придатності пустотних залізобетонних плит», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» в галузі знань 19 «Архітектура та будівництво»

1. Актуальність обраної теми дослідження та її зв'язок з державними програмами

У сучасній будівельній практиці збірні залізобетонні пустотні плити є розповсюдженими елементами перекриттів та покриттів житлових, громадських та промислових будівель завдяки їх високій індустріальності та економічній ефективності. Однак, з огляду на актуальні наукові парадигми та виклики сьогодення, значна частина існуючого житлового та промислового фонду потребує відновлення функціональної придатності внаслідок дії позапроектних впливів, серед яких особливе місце посідають пошкодження, спричинені військовими діями на території України.

Враховуючи емпіричні дані технічних обстежень, значна кількість будівель (понад 70% обстежених об'єктів у звітах здобувача) мають пошкодження конструкцій перекриттів. Традиційні методи ремонту та/або підсилення часто передбачають або демонтаж плит, що є технологічно складним та вартісним процесом, або встановлення громіздких розвантажувальних систем, що змінюють просторово-габаритні параметри внутрішніх приміщень будівель і споруд.

Таким чином, розробка науково обґрунтованої технології, що дозволяє комплексно відновити несучу здатність та геометрію пошкоджених пустотних плит без їх демонтажу, шляхом використання внутрішнього простору порожнин для встановлення додаткового армування та заповнення їх високотекучою бетонною сумішшю, є актуальним та своєчасним завданням для будівельної галузі.

Робота виконана відповідно до наукових програм Київського національного університету будівництва і архітектури, зокрема в межах НДР «Технологічні

основи виконання будівельних робіт та процесів будівельного виробництва» (Державний реєстраційний номер 0119U000544) та «Розробка технології швидкотверднучих бетонних сумішей для оперативного відновлення залізобетонних конструкцій» (Державний реєстраційний номер 0125U000608).

2. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій сформульованих у дисертаційній роботі

Достатній рівень обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і практичних рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі, забезпечується: використанням комплексного підходу до аналізу проблематики дослідження; підтвердженням правильності обраних конструктивно-технологічних рішень результатами натурних досліджень та апробаціями технології у будівельній практиці.

У процесі роботи здобувачем використано наступні методи наукових досліджень: аналіз (при опрацюванні науково-технічної літератури з напрямку дослідження та результатів експериментів); проведення експериментів (лабораторних та натурних), вимірювання, порівняння (при проведенні досліджень у лабораторних та натурних умовах).

Наукове дослідження, що висвітлене у роботі, проведено згідно із загальноприйнятими науковими постулатами. При його проведенні використано актуальні методики та сучасне обладнання.

3. Наукова новизна отриманих результатів і їх теоретичне та практичне значення

Наукова новизна дисертації полягає у наступних положеннях:

- Уперше виявлено вплив технології відновлення функціональної придатності пустотних плит способом встановлення додаткового армування та вкладання бетонної суміші у їх порожнини на проектні показники відремонтованої конструкції, що підтверджено залежностями розповсюдження бетонної суміші у порожнинах, міцності зчеплення нового бетону з конструкцією, що

відновлюється, від технологічних чинників, що виникають в процесі відновлення: реологічні властивості бетонної суміші, методи розподілення суміші, спосіб підготовки бетонної поверхні;

- Вдосконалено методичні засади дослідження технології ремонту залізобетонних конструкцій, зокрема методику експериментальних досліджень та розширено перелік технологічних чинників, які потрібно враховувати під час виконання відновлювальних робіт;
- Набули подальшого розвитку теоретичні положення технології відновлення пустотних плит, сутність яких полягає у визначенні допустимих меж параметрів технологічних чинників, що забезпечують досягнення проєктних показників відновленої конструкції в процесі її ремонту.

4. Повнота викладених наукових положень, висновків і рекомендацій, наведених у дисертаційній роботі

Результати дисертаційної роботи опубліковано у 21 наукових працях, з них 4 статті входять до наукометричних міжнародних баз даних Scopus та/або Web of Science, 2 входять до переліку вітчизняних фахових видань, 1 патент на корисну модель та 14 публікацій мають апробаційний характер у вигляді тез доповідей.

5. Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення отриманих результатів дисертаційної роботи Мусіяки І.В. на тему «Технологія відновлення функціональної придатності пустотних залізобетонних плит» полягає у розробці та впровадженні науково обґрунтованих технологічних рішень, що дозволяють здійснювати комплексне відновлення пошкоджених конструкцій без їх демонтажу. Значимість результатів дисертаційної роботи підтверджується наявністю довідок про апробацію результатів дослідження у будівельній практиці на двох об'єктах: при ремонтно-відновлювальних роботах громадської будівлі в Київській області (Довідка про апробацію наукового дослідження здобувача Мусіяки Івана Вікторовича №11/18 від 18.11.2025 року); при роботах із підсилення пустотних плит перекриття громадської частини будівлі

у Дніпровському районі міста Києва (Довідка про апробацію наукового дослідження здобувача Мусіяки Івана Вікторовича №26/11 від 26.11.2025 року).

6. Оцінка змісту та структури дисертації

Дисертаційна робота складається із наступних структурних елементів: анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків до кожного із розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Обсяг дисертації становить 170 сторінок, із них 114 основного тексту. Список використаних джерел налічує 73 пункти і має обсяг 9 сторінок. Робота містить 56 рисунки, 11 таблиць. 3 додатки обсягом 12 сторінок.

У **вступі** автор обґрунтував актуальність обраної тематики дисертації, визначив мету і завдання роботи, предмет і об'єкт дослідження, зазначив методи дослідження, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, крім того, виокремив особистий внесок.

У **першому розділі** автор виконав аналіз стану наукових досліджень з тематики відновлення функціональної придатності конструкцій, за результатами чого зробив висновок, що всі дослідження спрямовані на ремонт або підсилення будівельних конструкцій, а методів які б дозволяли комплексно відновити функціональну придатність пошкодженої (утому числі значно) плити не виявлено. У зв'язку із цим, запропоновано робочу гіпотезу – відновлення функціональної придатності пошкоджених залізобетонних пустотних плит можливе, шляхом: переопирання пошкоджених (аварійних) конструкцій на окремі опорні стійки або столи; встановлення опалубки (за потреби); очищення конструкції від пилу бруду та пошкоджених частин; влаштування штроб та отворів вздовж порожнин плити; підготовкою внутрішньої поверхні тіла плити; монтажем у порожнини додаткової арматури; заповнення їх високотекучою самоущільнювальною бетонною сумішшю.

У зв'язку із цим автор провів аналіз науково-технічної літератури з метою виявлення чинників, що призводять до погіршення технічного стану конструкцій та дослідив конструктивно-технологічні чинники, які впливають на якісні

показники відновлення плит та можуть сформувати технологію відновлення функціональної придатності залізобетонних пустотних плит. З-поміж них виокремив найважливіші для подальших досліджень. До таких чинників віднесено наявність робочого шва бетонування; усадка бетонної суміші; підготовка основи; легкоукладальність та спосіб розподілення суміші.

У **другому розділі** автором розроблено загальну методику досліджень. У її основу покладено завдання виконати комплекс теоретичних та експериментальних досліджень, які дозволять сформувати технологію відновлення функціональної придатності пустотних плит. Зокрема наведено методи експериментальних досліджень виявлених технологічних чинників, які безпосередньо впливають на якісні показники відновленої конструкції та на формування самої технології. Дослідження впливу чинників виконувалося у лабораторних умовах на модельних стендах. Зважаючи на необхідність перевірки коректності прийнятих технологічних рішень в умовах, близьких до реального будівельного майданчику, здобувач розробив план проведення натурних експериментальних досліджень із визначення ефективності технології.

Третій розділ автор присвятив дослідженню технології відновлення функціональної придатності пустотних плит. Для цього проведено серію лабораторних та натурних експериментальних досліджень. У межах лабораторних досліджень встановлено вплив наступних чинників на якісні показники відновленої конструкції: консистенція бетонної суміші; спосіб розподілення бетонної суміші; підготовка контактної поверхні.

На першому етапі експериментальних досліджень автор виявив, що підвищення легкоукладальності бетонної суміші веде до збільшення довжини її розповсюдження всередині порожнин плити. В результаті аналізу отриманих залежностей зроблено висновок, що для заповнення порожнин плити рекомендовано використовувати спеціально розроблену бетонну суміш із розпливом конуса 810 мм та маркою консистенції F6. Вона дозволяє досягнути розподілення суміші всередині плити на довжину в 200 см.

Окрім того, на першому етапі автором досліджено вплив способів розподілення бетонної суміші на її розповсюдження по довжині макету порожнини. За результатами експерименту встановлено, що використання окремих методів розподілення дозволили підвищити заповнення перерізу порожнини з 70 % (для контрольного експерименту без використання способів розподілення) до 90 – 91 % для проштовхування та вібрування відповідно, на відстані в 200 см від місця вкладання бетонної суміші. Зважаючи на одержані дані автор удосконалив методику заповнення порожнин таким чином, що у найвіддаленішій точці від місця подавання суміші необхідно влаштувати отвір діаметром 50-80 мм, через який подають невеликий обсяг суміші для остаточного заповнення порожнини (за необхідності).

На другому етапі експериментальних досліджень визначено усадку обраної бетонної суміші, яка становить 0,39 %. Це дозволило зробити висновок, що використання даної бетонної суміші забезпечить спільну роботу елементів відновлення з існуючим бетоном плити, завдяки властивості суміші зберігати свої геометричні розміри.

На третьому етапі лабораторних досліджень автор виявив залежності впливу способів підготовки основи на міцність зчеплення шарів бетону. За результатами експериментальних досліджень, рекомендовано застосування лише тих способів, при яких розрив при визначенні міцності зчеплення був когезивним. З поміж таких способів підготовки основи наступні: механічна обробка, знепилення та зволоження, механічна обробка та знепилення, знепилення із нанесенні суміші Marefer 1k, механічна обробка у поєднанні із знепиленням і нанесенням суміші Marefer 1k.

На четвертому етапі проведено натурні дослідження, серед яких: дослідження ефективності запропонованої та дослідженої технології відновлення функціональної придатності пустотних плит; встановлення ефективності застосування зовнішнього підсилення розтягнутої зони залізобетонної пустотної плити для зменшення її прогинів у процесі експлуатації; дослідження ефективності

заповнення порожнин плити в межах приопорних зон як підсилення на дію поперечної сили.

Аналіз результатів натурних досліджень підтверджує ефективність запропонованої технології відновлення функціональної придатності пустотних залізобетонних плит. Зокрема, автору вдалося відновити функціональну придатність пустотної плити із суттєвими структурними пошкодженнями і при цьому підвищити її несучу здатність у понад 1,7 рази. Окрім того, використання вуглецевих ламелей як підсилення розтягнутої зони дозволяє збільшити жорсткість плити на 28 % і більше порівняно з новою плитою. Підсилення приопорних зон плити на дію поперечної сили дозволило збільшити несучу здатність перерізу в понад 1,93 рази.

У четвертому розділі сформувано технологію відновлення функціональної придатності пустотних залізобетонних плит. Створено систему вибору способу відновлення функціональної придатності пустотних залізобетонних плит. Вихідними даними для якої є: проведене технічне обстеження, встановлені пошкодження конструкції плит та необхідні якісні показники відновленої конструкції.

Технологія відновлення функціональної придатності пошкоджених пустотних залізобетонних плит складається із наступних процесів: встановлення інвентарних стійок (або, за необхідності, опалубки); влаштування штроб; підготовки внутрішньої поверхні пустот; встановлення арматурних каркасів із подальшим заповненням порожнин високотекучою самоущільнювальною бетонною сумішшю; після набору міцності бетоном виконують демонтаж інвентарних стійок чи опалубки. Разом із тим, сформовано технологію підсилення приопорних ділянок пустотних плит на дію поперечної сили. Дана технологія реалізується шляхом послідовного виконання наступних процесів: влаштування штроб в межах ділянки підсилення; влаштування пробок для попередження витікання бетонної суміші; підготовки внутрішньої поверхні порожнин; заповнення приопорних ділянок порожнин бетонною сумішшю.

Досліджену технологію апробовано на двох об'єктах будівництва. Для першого об'єкту було поставлено завдання виконати відновлення 3-х попередньо напружених пустотних плит перекриття, суттєво пошкоджених внаслідок позапроектних впливів, спричинених військовими діями, що і було успішно виконано. Для другого об'єкту виникла необхідність у збільшенні навантажень на дві пустотні плити перекриття. Результати перевірочних розрахунків показали, що плити не здатні сприймати навантаження без досягнення груп граничних станів. Після підсилення, плити успішно експлуатуються протягом тривалого часу. Успішні апробації є підтвердженням ефективності розробленої технології відновлення експлуатаційної придатності пустотних залізобетонних плит.

7. Відповідність дисертації встановленим вимогам

Текст дисертаційного дослідження відповідає вимогам Постанови Кабінету міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р. зі змінами № 507 від 03.05.2024 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» та Наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 зі змінами № 759 від 31.05.2019 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації». Викладений в роботі матеріал відповідає напрямку спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» та галузі знань 19 «Архітектура та будівництво».

8. Зауваження до дисертаційної роботи

За результатами ознайомлення із текстом дисертаційної роботи надано зауваження, які не є принциповими і не знижують наукову значимість результатів роботи, серед них:

1. У розділі 2, за результатами лабораторних досліджень, для заповнення порожнин пустотних плит автор рекомендує використовувати бетонну суміш із маркою консистенції F6 (розплив конуса 810 мм). При цьому, в межах досліджень

розглядали лише марки бетонної суміші за розпливом конуса F1 та F6. Було б доречним в межах роботи дослідити й інші марки бетону за розпливом конуса.

2. У розділі 3 на рисунку 3.32, сторінка 118, зображено процес виконання натурних досліджень з підсилення приопорних зон. Із тексту роботи незрозуміло, чому виконується підсилення для обох торців, адже, за схемою проведення експерименту, підсиленню підлягає тільки один торець. Це потребує пояснення в тексті роботи.

3. Незважаючи на дослідження відсотку заповнення поперечного перерізу порожнин плити по їх довжині у лабораторних умовах, відсутнє підтвердження суцільності заповнення для натурних умов.

4. У роботі висвітлено результати натурних досліджень із перевірки ефективності технології на дію статичних навантажень, проте їх варто було б розширити перевіркою на циклічні та / чи вібраційні впливи.

5. У роботі бракує теоретичної моделі перерозподілу напружень між існуючою частиною плити та новоутвореними елементами.

6. У запропонованій здобувачем технології використовується самоущільнювальний бетон, який має вартість вищу, ніж звичайний. Тому, доречним було б виконати комплексне техніко-економічне порівняння з іншими відомими технологіями відновлення / ремонту пустотних залізобетонних конструкцій.

7. У роботі варто було б надати аналіз впливу збільшення власної ваги плити після повного заповнення порожнин на несучу здатність нижчерозташованих несучих конструкцій.

9. Загальний висновок щодо відповідності дисертації встановленим вимогам

Дисертація Мусіяки Івана Вікторовича «Технологія відновлення функціональної придатності пустотних залізобетонних плит» є завершеною науковою працею, що вирішує важливе завдання будівельної галузі на поточному етапі її розвитку.

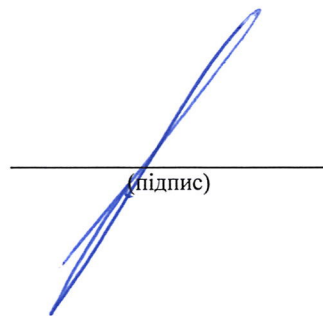
Результати отримані у дисертаційній роботі були апробовані та впроваджені у будівельну практику. Виклад матеріалу дисертаційної роботи відповідає вимогам наукового стилю.

Автором доведено оволодіння наступними компетентностями: здатність до системного аналізу науково-технічної інформації з формулюванням висновків відповідно до цілей дослідження; обробляти й отримувати, впроваджувати результати у виробничу практику; здатність висвітлювати результати досліджень у вигляді публікацій.

На основі проведеного аналізу дисертаційної роботи Мусіяки Івана Вікторовича «Технологія відновлення функціональної придатності пустотних залізобетонних плит», вважаю, що дисертація заслуговує схвальної оцінки, а її автор Мусіяка Іван Вікторович – присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» у галузі знань 19 «Архітектура та будівництво».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук,
професор, професор кафедри
технології та організації
будівельного виробництва
Харківського національного
університету міського
господарства ім. О.М. Бекетова


(підпис)

Алевтина АЛЕЙНИКОВА



Рисненю