

## АНОТАЦІЯ

*Мусіяка І.В.* Технологія відновлення функціональної придатності пустотних залізобетонних плит. - Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (19 - Архітектура та будівництво). – Київський національний університет будівництва та архітектури (КНУБА) України, Київ, 2026.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню задачі відновлення функціональної придатності пошкоджених залізобетонних пустотних плит. Дана задача вирішується 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.

Аналіз наукових джерел показав, що у будівельній практиці комплексного рішення для відновлення пошкоджених залізобетонних пустотних плит (у тому числі й таких, що мають значні структурні пошкодження, через які повністю чи частково втрачено несучу здатність) не існує.

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної тематики дисертації, встановлено мету і завдання роботи, виокремлено предмет і об'єкт дослідження, зазначено методи дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, крім того, виокремлено особистий внесок здобувача.

У **першому розділі** виконано аналіз стану наукових досліджень з тематики відновлення функціональної придатності конструкцій. За результатами аналізу зроблено висновок про те, 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.

Насамперед було проведено аналіз науково-технічної літератури з метою виявлення чинників, що призводять до погіршення технічного стану конструкцій та досліджено конструктивно-технологічні чинники, які впливають на якісні показники відновлення плит та можуть сформувати технологію відновлення функціональної придатності залізобетонних плит. З-поміж яких виокремлено найважливіші для подальших досліджень. До таких чинників віднесено наявність робочого шва бетонування; усадка бетонної суміші; підготовка основи; легкоукладальність; спосіб розподілення.

У **другому розділі** розроблено загальну методика 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. Передбачено, що дослідження кожного окремого чинника виконуватиметься у лабораторних умовах на модельних стендах, що імітують реальні умови. Зважаючи на необхідність перевірки коректності прийнятих технологічних рішень в умовах, близьких до реального будівельного майданчику, у межах методики також заплановано проведення натурних експериментальних досліджень із визначення ефективності технології.

**Третій розділ** присвячено дослідженню технології відновлення функціональної придатності пустотних плит. Для цього проведено серії

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 виявлено, 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 виявили 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 було удосконалено методику заповнення порожнин таким чином, що у найвіддаленішій точці від місця подавання суміші, влаштувати отвір діаметром 50-80 мм, через який подати невеликий обсяг суміші для остаточного заповнення порожнини (за необхідності).

На другому етапі експериментальних досліджень визначили усадку обраної бетонної суміші. Вона становить 0,39 %. Це дало можливість 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 встановлено 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 методів підготовки основи наступні: механічна обробка, знепилення та зволоження (міцність зчеплення 2,4 МПа), механічна обробка та знепилення (міцність зчеплення 2,39 МПа), знепилення із нанесенні суміші Marefer 1k (міцність зчеплення 1,85 МПа), механічна обробка у поєднанні із знепиленням і нанесенням суміші Marefer 1k (міцність зчеплення 2,05 МПа).

На четвертому етапі проводили 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 технології відновлення функціональної придатності пустотних залізобетонних плит. Зокрема, 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** остаточно сформовано технологію відновлення експлуатаційної 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 експлуатаційної 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 плита не здатна 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.

**Ключові слова:** технологія; дослідження; залежності; експерименти; залізобетонні конструкції; пустотні плити; дефекти та пошкодження; позапроектні впливи; функціональна придатність; технологічні чинники; відновлення функціональної придатності.