

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу

Шарикіної Наталії Володимирівни «Технологія відновлення захисного шару залізобетонних конструкцій»,

поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія

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

Постійно існує необхідність виконання ремонтно-відновлювальних робіт як на будівлях чи спорудах загалом, так і на окремих будівельних конструкціях для відновлення їх проектних параметрів. Відтак, можна стверджувати про високу актуальність представленої роботи. Особливо гостро питання постає в сучасних умовах, коли в Україні значна кількість будівель і споруд потребують відновлення після руйнування внаслідок збройної агресії РФ. Слід зазначити, що останнім часом актуальним є питання відновлення пошкоджених залізобетонних конструкцій, а зокрема їх захисних шарів, оскільки захисний шар бетону перший сприймає термічний вплив від пожеж, зазнає пошкоджень від вибухів та осколків, кліматичних та інших впливів. Оголене армування в залізобетонних конструкціях може виключатися з роботи конструкції та під впливом зовнішніх чинників зазнає корозії; його перетин зменшується, що не припустимо для експлуатаційної придатності конструкції.

На даний час існує достатня кількість методів ремонту захисних шарів на верхніх та бокових поверхнях залізобетонних конструкцій. Проте для ремонту нижніх поверхонь пролітних залізобетонних конструкцій існує обмежена кількість методів, які здебільшого передбачають ремонт ручними методами поверхонь невеликих обсягів. Саме тому авторка дисертаційної роботи взяла за мету розробити науково-обґрунтовану технологію ремонту захисних шарів залізобетонних конструкцій, у тому числі, і на нижніх поверхнях пролітних конструкцій. При цьому, така технологія повинна мати конкурентні техніко-економічні показники.

Наукові дослідження, викладені в дисертаційній роботі виконано відповідно до напряму наукової діяльності кафедри будівельних технологій Київського національного університету будівництва і архітектури за темою «Технологічні основи виконання будівельних робіт та процесів будівельного виробництва» (ДР № 0119U000544).

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

Обґрунтованість та достовірність результатів дисертаційної роботи забезпечено детальним аналізом науково-технічної літератури; використанням методів системного підходу і узагальнення, абстрагування, планування експерименту, достатнім обсягом теоретичних та

експериментальних досліджень з кількісним, якісним та порівняльним аналізом результатів досліджень; відповідністю експериментальних натурних та напівнатурних результатів, які підтверджуються двома довідками про впровадження результатів наукових досліджень.

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

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у положеннях, що винесені на захист:

- *уперше* виявлено вплив технології відновлення захисного шару залізобетонної конструкції способом вкладання ремонтної суміші в опалубку на проєктні показники конструкції після її ремонту;

- *уперше* досліджено техніко-економічні показники удосконаленої та відомих технологій відновлення захисного шару нижніх поверхонь пролітних конструкцій та встановлено технологічну та економічну ефективність запропонованої;

- *удосконалено* методичні підходи до вивчення технології ремонту залізобетонних конструкцій, а саме: методика експериментальних досліджень, розширено межі технологічних чинників, що виникають в процесі ремонтних робіт;

- *отримали подальший розвиток* теоретичні положення технології відновлення захисного шару залізобетонних конструкцій, основна суть яких полягає у встановленні меж параметрів технологічних чинників, що забезпечать в процесі відновлення необхідні проєктні параметри відновленої конструкції.

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

Основні результати досліджень, наведених у дисертаційній роботі, опубліковано у 14 друкованих працях. З них 1 стаття – у міжнародному виданні, що індексується у наукометричній базі даних Scopus; 5 статей – у вітчизняних фахових виданнях; 1 патент України на корисну модель; 7 публікацій апробаційного характеру у збірниках матеріалів наукових конференцій.

5. Практичне значення одержаних результатів

Практична цінність результатів дисертаційної роботи полягає у можливості використання дослідженої та вдосконаленої технології відновлення захисного шару залізобетонних конструкцій способом вкладання високорухливої ремонтної суміші в опалубку на будівельних об'єктах, що засвідчується двома довідками про впровадження наукових результатів, а саме:

- проведення ремонтно-відновлюваних робіт на об'єкті «Торговельний центр в передмісті м. Києва» (довідка про впровадження наукових досліджень № 22 від 15 вересня 2021 року);

відновлення захисного шару бетону у підземному переході по вул. Лермонтова у м. Кривий Ріг (довідка про впровадження наукових досліджень від 28 вересня 2021 року).

6. Оцінка змісту і структура дисертації

Дисертація складається з анотації (українською та англійською мовами), списку опублікованих праць здобувача, вступу та чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, що налічує 123 найменування, які розміщено на 14 сторінках та шести додатках на 23 сторінках. Загальний обсяг дисертації становить 190 сторінок, з них основного тексту 153 сторінки. Також у роботі міститься 22 таблиці та 69 рисунків.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та завдання, що необхідні для її досягнення, зазначено об'єкт та предмет дослідження, розкрито наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів. Відзначено особистий внесок здобувача в наукових працях, надано дані щодо апробації результатів дисертаційної роботи.

У **першому розділі** наведено детальний аналіз науково-технічної літератури щодо відомих технологій відновлення захисних шарів залізобетонних конструкцій із зазначенням їх переваг та недоліків. У результаті аналізу літератури виявлено та класифіковано чинники, що погіршують стан залізобетонних конструкцій та технологічні чинники, які впливають на проектні параметри відновлених конструкцій.

Другий розділ дисертаційної роботи присвячено теоретичним дослідженням, які спрямовані на визначення важливості технологічних чинників, які мають найбільший вплив на проектні параметри відновлених залізобетонних конструкцій. За ступенем важливості чинники розподілено наступним чином (у міру зниження їх важливості): рухливість суміші, спосіб підготовки ремонтної поверхні, положення ремонтної ділянки відносно лінії горизонту, стан поверхонь бетонних зразків (ремонтна поверхня не зачищена; зачищена, з насічками; штучно зруйнована), вологість ремонтної поверхні (суха, волога, мокра), тривалість вібрування опалубки, температура навколишнього середовища при виконанні відновлюваних робіт і товщина відновлюваного шару. Авторкою сформовано та розроблено загальну методику досліджень, яка містить як теоретичні, так і експериментальні дослідження. Описано: рецептурний склад; спосіб приготування ремонтних сумішей і методи виготовлення дослідних зразків; обладнання, що використано при дослідженнях; методи випробувань дослідних зразків.

У **третьому розділі** представлено методику експериментальних досліджень, за якою вони в подальшому виконувалися. Крім того, виконано аналітичні дослідження з визначення техніко-економічних показників технологій відновлення нижніх пролітних конструкцій, а саме: ручним способом виконання робіт, торкретуванням та технологією відновлення в опалубку, запропонованою авторкою.

Експериментальні дослідження розділено на п'ять етапів.

На *першому етапі* визначено вплив рухливості ремонтного розчину, способу підготовки відновлюваної поверхні та її просторового положення на

міцність зчеплення відновлюваного шару з поверхнею бетонних зразків та на заповнення порожнини в опалубній конструкції.

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що відновлення нижніх поверхонь зразків можливе із застосуванням високорухливої ремонтної суміші, що має розплив конуса – 55–60 см.

При визначенні впливу способу підготовки бетонної поверхні, де в якості контактного шару використали полімерні клеї, проведено відновлення звичайною та високорухливою модифікованою бетонною сумішшю. Встановлено, що найвищі показники міцності зчеплення шарів на нижніх поверхнях отримано при відновленні зразків високорухливою модифікованою бетонною сумішшю, де при випробуваннях спостерігалось адгезійно-когезійне руйнування, на відміну від решти серій зразків, де розрив був адгезійний або ж взагалі відсутнє зчеплення. Отже, подальші експериментальні дослідження передбачено виконувати модифікованою бетонною сумішшю.

Другий етап експериментальних досліджень полягав у визначенні впливу стану підготовки поверхонь бетонних зразків та просторового положення ремонтної поверхні на міцність зчеплення шарів конструкції. У процесі експерименту встановлено, що найкраща міцність зчеплення спостерігалась при відновленні верхніх поверхонь. Найгірша – при відновленні нижніх. У результаті встановлено, що при зміні стану підготовки поверхонь бетонних зразків, міцність зчеплення може змінюватися приблизно на 14 %. При відновленні верхніх горизонтальних поверхонь показники міцності зчеплення при різних станах підготовки основи становили в межах 2,5–2,8 МПа, та спостерігався когезійний розрив. У разі відновлення вертикальних бокових поверхонь міцність зчеплення становила в межах 2,3–2,5 МПа з адгезійно-когезійним розриванням. При відновленні нижніх горизонтальних поверхонь найвищий показник був на зачищеній основі – 2,1 МПа. Менші показники міцності зчеплення спостерігались на не зачищеній основі, з насічками та штучно зруйнованій – 1,8–1,85 МПа.

Третій етап експериментальних досліджень спрямовано на виявлення впливу вологості бетонної поверхні та тривалості вібрування опалубки при відновленні зразків на проектні параметри відновленої конструкції.

Виявлено залежність міцності зчеплення шарів при відновленні нижніх поверхонь, за якою найвищі результати спостерігались при відновленні вологих поверхонь – 2,1–2,2 МПа. Найгірші результати отримано при відновленні сухих поверхонь.

Встановлено залежність міцності зчеплення шарів від тривалості вібрування опалубки, згідно з якою міцність зчеплення шарів становитиме 2,1–2,2 МПа, якщо вібрування триватиме протягом 30–35 с. При збільшенні тривалості вібрування до 55–60 с, або зменшенні до 10–15 с показник міцності зчеплення може зменшуватися на 14 %.

На *четвертому етапі* експериментальних досліджень авторкою визначено залежність міцності зчеплення ремонтного шару з основою від його товщини. Дослідні зразки відновлено на нижніх поверхнях, при цьому змінено

товщину відновленого шару з 1,5 см до 7 см. Результати дослідів дозволили авторці встановити, що зі збільшенням товщини ремонтного шару зменшується міцність зчеплення шарів.

Крім того, виконано дослідження з визначення впливу температури навколишнього середовища на міцність зчеплення шарів конструкції. Для цього проведено відновлення на нижніх поверхнях бетонних зразків при різних температурних режимах: +4 – +7 °С; +20 – +23 °С; +30 – +35 °С. Визначено, що оптимальна температура при виконанні відновлюваних робіт та твердінні ремонтної суміші повинна становити 20 ± 2 °С при відносній вологості повітря 50 ± 5 %.

На *п'ятому етапі* досліджено техніко-економічні показники вдосконаленої технології відновлення та альтернативних технологій ремонту захисного шару нижніх пролітних залізобетонних конструкцій. За результатами таких досліджень встановлено найоптимальнішу технологію з економічної та технологічної точки зору.

Аналітичними дослідженнями техніко-економічних показників запропонованої технології відновлення захисного шару на нижніх поверхнях пролітних залізобетонних конструкцій та альтернативних виявлено найменш трудомісткий спосіб, а саме – вкладання суміші в опалубку, що доводить економічну доцільність досліджуваної технології.

У **четвертому розділі** розроблено та викладено основні положення технології відновлення захисного шару залізобетонних конструкцій способом вкладання ремонтної суміші в опалубку. Технологія полягає у підготовці основи конструкції, монтажі опалубної конструкції, наповненні її ремонтним розчином, розпалубленні та догляді за відновленою поверхнею.

На основі теоретичних та експериментальних досліджень вдосконалено технологію відновлення захисного шару нижніх поверхонь пролітних залізобетонних конструкцій способом вкладання ремонтної суміші в опалубку через отвори в плитах перекриття, в якій враховано вплив технологічних чинників, що досліджувалися в третьому розділі.

Виконано перевірку технології в напівнатурних (модельних) умовах та виконано впровадження результатів наукових досліджень у будівельну практику на двох об'єктах. А саме: проведення ремонтно-відновлювальних робіт із заповнення щілини в дні басейну на об'єкті «Торговельний центр в передмісті м. Києва» та на об'єкті по вул. Лермонтова у м. Кривий Ріг, де здійснено ремонтні роботи з відновлення захисних шарів залізобетонних стін та плит перекриття.

У **загальних висновках** наведено основні результати дисертаційного дослідження, що повною мірою відображають зміст отриманих наукових та практичних результатів.

7. Відповідність дисертації встановленим вимогам

Дисертаційна робота за стилем та мовою оформлення відповідає вимогам МОН України № 40 від 12 січня 2017 року. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (з наступними змінами) і «Порядку присудження

ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12.01.2022 р. Дисертаційне дослідження виконане відповідно до спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», галузь знань 19 – «Архітектура і будівництво».

8. Зауваження до дисертаційної роботи

Детальне ознайомлення із змістом дисертації дозволило сформулювати ряд зауважень, які не носять принциповий характер та не знижують наукову значущість представленої роботи. А саме:

1. У підрозділі 2.1 (стор 63) доцільним було надати характеристики залучених експертів, які визначали важливість технологічних чинників при відновленні захисного шару залізобетонних конструкцій способом вкладання в опалубку ремонтної суміші.

2. У дисертаційній роботі не проводилися експериментальні дослідження, які б визначили максимальну відстань, на яку розтікалася модифікована ремонтна суміш. Результати таких досліджень могли б значно вплинути на трудомісткість ремонтних робіт внаслідок зменшення або збільшення пробурювання отворів в плитах перекриття при відновленні нижньої поверхні горизонтальних пролітних конструкцій.

3. У розділі 3 при проведенні експериментальних досліджень модифікована ремонтна суміш в рецептурному складі містить цемент марки М500, а в розділі 4 (перевірка в напівнатурних (модельних) умовах) застосована суміш, у склад якої входить цемент марки М400, що, у свою чергою, знижує показник міцності зчеплення ремонтного розчину з основою. Для досягнення вищих результатів варто було використовувати в дослідженнях з відновлення балок модифіковану ремонтну суміш, рецептурний склад якої містить цемент марки М500.

4. У підрозділі 4.1 на стор. 134 вказано, що технологія призначена для відновлення захисних шарів верхніх, нижніх та бокових поверхонь пролітних залізобетонних конструкцій і бокових поверхонь вертикальних конструкцій з однаковими геометричними параметрами вздовж конструкції. Не зрозуміло, що саме мається на увазі під терміном «однакові геометричні параметри вздовж конструкцій»?

5. Рукопис дисертації містить окремі орфографічні та стилістичні помилки.

Усі зазначені зауваження, наведені у даному відгуку, не знижують загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

9. Загальний висновок щодо відповідності дисертації встановленим вимогам

Дисертаційна робота Шарикіної Наталії Володимирівни «Технологія відновлення захисного шару залізобетонних конструкцій» є завершеною науковою працею, у якій шляхом проведення низки аналітичних та

експериментальних досліджень, отримано нові науково-обґрунтовані результати, що дозволили розробити технологію ремонту захисного шару залізобетонних конструкцій. Запропонована технологія дозволяє зменшити трудомісткість та вартість ремонтних робіт у порівнянні з іншими відомими способами і при цьому забезпечити відновлення проектних параметрів конструкції.

Результати, отримані у дисертаційній роботі, були апробовані та впроваджені у будівельну практику. Виклад матеріалу дисертаційної роботи відповідає вимогам наукового стилю та вимогам ДСТУ з оформлення наукової та науково-технічної документації.

Авторкою доведено оволодіння наступними компетентностями: здатність до системного аналізу світової науково-технічної інформації з формулюванням висновків відповідно до цілей дослідження; здатність проводити експериментальні дослідження; обробляти й отримувати, впроваджувати їх результати в практику виробництва; здатність презентувати результати досліджень у вигляді публікацій, оформлювати довідки про впровадження результатів наукових досліджень.

На основі детального аналізу дисертаційної роботи Шарикіної Наталії Володимирівни «Технологія відновлення захисного шару залізобетонних конструкцій» вважаю, що дисертація заслуговує позитивної оцінки, а її автор Шарикіна Наталія Володимирівна заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», галузь знань 19 – «Архітектура та будівництво».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук (05.23.08), професор
завідувач кафедри кібербезпеки
та інформаційних технологій

Харківського національного економічного
університету імені Семена Кузнеця



Ольга СТАРКОВА