

УДК 69.059.2

О.С. Молодід,
докт. техн. наук, професор
ORCID: 0000-0001-8781-6579

Н.В. Шарикіна,
аспірант
ORCID: 0000-0002-9778-378X

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

СПОСОБИ ВІДНОВЛЕННЯ (РЕМОНТУ) НИЖНІХ ПОВЕРХОНЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ФОРМУВАННЯМ СУМІШІ В ОПАЛУБКУ

В статті представлено технологічні рішення, що можна застосовувати при відновленні та підсиленні значних площ нижніх поверхонь прольотних залізобетонних конструкцій, а також, незначних глибоких пошкоджень нижньої поверхні залізобетонних конструкцій, а саме спосіб, що застосовують при ремонті фрагментарних пошкоджень нижніх поверхонь конструкцій.

Спосіб відновлення значних поверхонь полягає у подаванні високорухливої безусадкової бетонної суміші у простір між конструкцією, що відновлюється, та завчасно влаштованою опалубкою. Після підготовки основи, в найвищих точках пошкодженої ділянки, в конструкції пробурюють наскрізні отвори для подачі бетонної суміші та випускання повітря і контролю заповнення порожнини сумішшю. Закріплені опалубні щити повинні повністю закривати частину конструкції, що відновлюється, і частково виходити на неушкоджену поверхню конструкції. Приготовану бетонну суміш подають через ліжку в отвір до повного заповнення нею порожнини та отвору і виконують її вібрування. Через добу відновлену поверхню розпалублюють та зволожують протягом 3 діб.

Для ремонту незначних глибоких пошкоджень нижніх поверхонь залізобетонних конструкцій подавання високорухливої безусадкової суміші в простір між конструкцією, що відновлюється, та завчасно змонтованою опалубкою виконують за допомогою шприца для розчинних сумішей. В опалубці просвердлюють отвори для випускання повітря та подачі розчинної суміші. В отвори встановлюють гнучкі трубки. До гумової трубки під'єднують шприц з приготованим розчином та заповнюють порожнину. Після того, як через трубку для випуску повітря почне виходити суміш, її видаляють, а в отвір встановлюють заглушку. При повному заповненні порожнини фрагменту пошкодження, гумовий шланг перегинають та зафіксують у такому положенні, а шприц для розчину від'єднують. Через 5 годин виконують розпалублення відновленого фрагмента та доглядають за ним.

Запропоновані способи дозволяють якісно проводити ремонтні роботи на нижніх поверхнях прольотних конструкцій, не використовуючи спеціального обладнання, що знижує собівартість ремонтних робіт.

Ключові слова: ремонт, відновлення, опалубка, залізобетонна конструкція, ремонтна суміш.

Вступ. Бетон та залізобетон – це конструктивний матеріал, що має ряд технічних та економічних параметрів, які визнані оптимальними у світовому будівництві. В період експлуатації, під дією зовнішніх та внутрішніх чинників конструкції будинків та споруд зношуються та втрачають свої функціональні

характеристики. В результаті чого з'являються тріщини, сколи, відшарування бетону, каверни, корозія армування та бетону, що свідчать про пошкодження конструкцій. Аналізом науково-технічної літератури встановлено три основні групи чинників, що спричиняють руйнування бетонних та залізобетонних конструкцій: хімічні, фізичні та механічні. Хімічні чинники спричиняють корозію бетону та арматури внаслідок хімічних процесів, що проходять в тілі бетону [1]. До фізичних чинників відносяться температурні перепади, циклічне заморожування і відтавання бетону та усадкові процеси. Механічні чинники спричиняють руйнування залізобетонних конструкцій механічними діями.

Також однією з причин утворення дефектів в залізобетонних конструкціях є помилки при будівництві, до яких можна віднести неправильну установку опалубних конструкцій з відхиленням її від проектного положення, що призводить до утворення відкритого простору та витікання частини бетонної суміші, і в результаті – утворення щілин.

Несвоєчасне проведення ремонтно-відновлювальних робіт може призвести до значного руйнування конструкцій та в подальшому збільшення вартості виконання ремонтно-відновлювальних робіт. При цьому, важливою задачею є визначення впливу технологічних чинників, що впливають на якісні показники відремонтованих конструкцій та вибір правильної технології ремонту залізобетонних конструкцій [6], що збільшить термін експлуатації відремонтованих будівель і споруд та знизить витрати на капітальний ремонт.

Аналіз останніх досліджень. Відповідно до вітчизняних та європейських стандартів, ремонт бетонних та залізобетонних конструкцій виконують трьома основними способами, а саме: нанесення на пошкоджену поверхню ремонтного розчину вручну, методом набризку та відновлення геометрії конструкції сумішами з високою рухливістю методом вкладання ремонтного розчину в опалубку [3, 8].

Відомий і найбільш розповсюджений спосіб ремонту залізобетонних конструкцій вважається спосіб що передбачає відновлення пошкоджених поверхонь ремонтними розчинами вручну [4]. Полягає він в підготовці поверхні конструкції, а саме: видалення з поверхні пошкодженого крихкого шару бетону та очищення її від пилу та бруду; визначення стану оголеної арматури та її очищення від продуктів корозії, в разі потреби нанесення антикорозійного та контактного покриття з подальшим нанесенням шару ремонтної розчинної суміші та її розрівнюванням за допомогою шпателя або терки. При необхідності, на завершальному етапі виконують нанесення захисних покриттів. Перевагою відновлення залізобетонних конструкцій з використанням ручного інструменту є можливість ремонту незначних за площею та об'ємом пошкоджень, не використовуючи механізованого обладнання. Недоліком даної технології є те, що вона призначена для ремонту локальних пошкоджень конструкцій і не передбачена для відновлення значних площ пошкодження конструкцій.

Спосіб відновлення залізобетонних конструкцій з нанесенням ремонтних сумішей методом торкретування включає визначення зони пошкодження, видалення бруду та ушкодженого бетону і пошарового нанесення на неї торкрет-бетону (товщина кожного окремого шару – до 40 мм [2]). Перевагами способу торкретування є: можливість ремонтувати великі площі пошкоджень; подача ремонтного розчину на великі відстані; простота технологічного обладнання; використання на вертикальних та похилих поверхнях. Недоліками даного способу можна вважати втрати ремонтного розчину внаслідок відскоку від основи; неможливість використання торкрет-установки в обмеженому просторі або над водоймами, оскільки втрати при нанесенні суміші на нижні поверхні

горизонтальних конструкцій («відскок») можуть становити до 25 % та будуть потрапляти на підлогу чи у водойму. При сухому методі торкретування, високе пилоутворення, що негативно впливає на довкілля та здоров'я робітників. А також відремонтована поверхня методом торкретування має шороховату фактуру, що потребує подальшого опорядження.

Поширеним способом відновлення геометричних параметрів залізобетонних конструкцій є вкладання ремонтних сумішей в опалубку [7]. Такий спосіб досить широко використовується при ремонті верхніх поверхонь прольотних конструкцій та бокових поверхонь опорних конструкцій і майже не використовується при ремонті нижніх поверхонь прольотних конструкцій, що пов'язано з недостатньою кількістю наукових досліджень спрямованих на обґрунтування раціональних методів ремонту нижніх поверхонь прольотних конструкцій.

Для ремонту опорних конструкцій зі значними пошкодженнями застосовують спосіб вкладання ремонтної суміші в опалубку. Насамперед готують бетонну поверхню та відновлюють армування. По периметру конструкції встановлюють опалубку, яку жорстко закріплюють з метою запобігання її зміщення в процесі укладання, та герметизують всі стики, щоб уникнути витікання ремонтної суміші. В подальшому в опалубку подають високорухливу бетонну суміш через отвори або спеціальні муфти в опалубці, за допомогою бетононасосу чи вручну [5, 10]. Ремонтний розчин подають поступово і лише з одного боку, для запобігання утворення пустот. Після зняття опалубки виконують догляд за відремонтованою ділянкою.

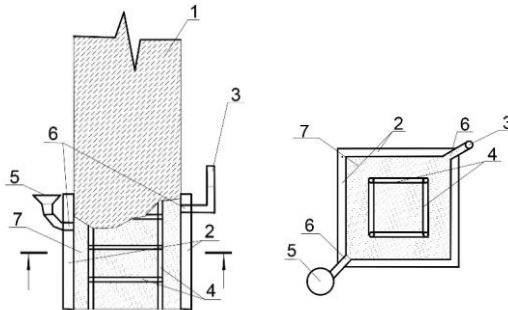


Рис. 1. Принципова схема відновлення конструкції способом вкладання ремонтної суміші в опалубку:

- 1 – відновлювальна конструкція; 2 – опалубка; 3 – патрубок для виходу повітря; 4 – оголена арматура; 5 – лійка для заливання ремонтного розчину;
- 6 – отвори в опалубці; 7 – ремонтний розчин

Вклад основного матеріалу. Запропоновані методи доречно застосовувати при ремонті горизонтальних (підлогових) та вертикальних поверхонь, тому що технологія відновлення нижніх поверхонь прольотних конструкцій вручну, при значних пошкодженнях, має високу трудомісткість та тривалість виконання робіт. Метод торкретування при відновленні нижніх поверхонь має значні втрати ремонтного розчину внаслідок відскоку і тим самим забруднює навколишнє середовище при ремонтних роботах над водоймами, а також роботи ускладнюються при виконанні їх в обмеженому просторі.

Значна частина пошкоджень в залізобетонних конструкціях виникає саме в нижній (стельовій) частині прольотних конструкцій. Для ремонту таких конструкцій авторами розроблено технологічні рішення, що дозволяють проводити відновлювальні роботи на поверхнях зі значними за площею пошкодженнями, та відновлювати їх монолітність і геометричні розміри. А також, технологічні рішення для відновлення незначних глибоких фрагментарних пошкоджень на нижніх поверхнях залізобетонних конструкцій.

За такими технологіями пропонується виконувати подання високорухливої безусадкової бетонної суміші у простір між конструкцією, що відновлюється, та завчасно влаштованою опалубкою через отвір в конструкції або опалубці (рис. 1).

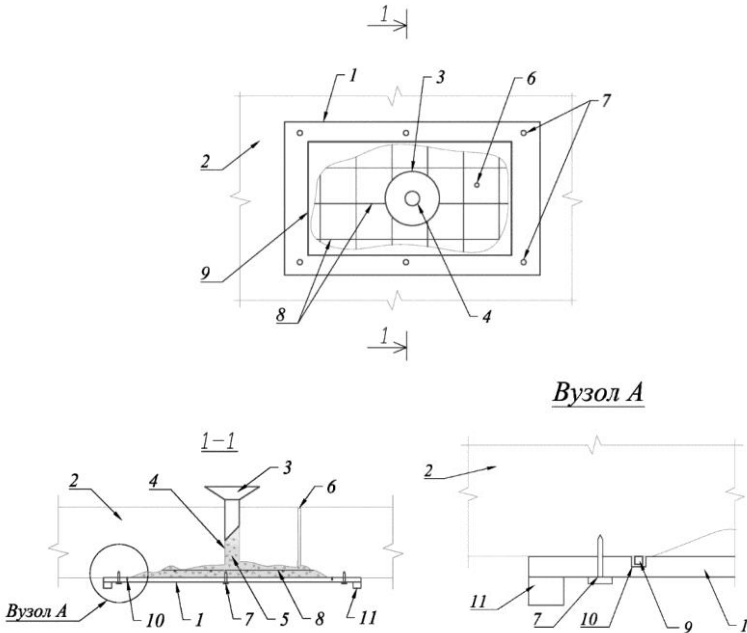


Рис. 1. Схема монтажу опалубки та допоміжного обладнання на конструкцію, що відновлюється: 1 – опалубка; 2 – бетонна конструкція; 3 – лійка для подачі суміші; 4 – отвір для подачі ремонтної суміші Ø 50 мм; 5 – ремонтна суміш;

6 – отвір для випуску повітря Ø 8 мм; 7 – анкерне кріплення; 8 – оголена арматура; 9 – гумовий ущільнювач; 10 – паз; 11 – ребра жорсткості опалубки

Підтвердженням ефективності запропонованого способу ремонту залізобетонних конструкцій є результати ряду проведених експериментальних досліджень [5, 9]. За таким способом відновлення конструкції відбувається таким чином: до початку ремонтних робіт виконують підготовку поверхні конструкції, що потребує відновлення, а саме видаляють крихкий та нестійкий бетон та очищують поверхню від пилу (бруду). В найвищій точці пошкодженої ділянки пробурюють отвір Ø 50 мм (діаметр залежить від крупності заповнювача в бетоні)

для подачі бетонної суміші в простір між опалубкою та бетонною конструкцією; крім цього, ще в одному місці просвердлюють наскрізний отвір в конструкції Ø 8 мм для випускання повітря та контролю заповнення порожнини бетонною сумішшю.

За потреби відновлюють армування методом вклеювання арматурних стержнів в бетон за допомогою хімічного анкера, наприклад Marefix VE SF виробництва компанії «МАПЕІ». В подальшому на арматурні стержні наносять антикорозійну суміш Marefer 1K на цементній основі, яка, крім того, покращує щеплення арматури з бетоном.

Надалі виконують підготовку опалубних конструкцій. Опалубні щити з ребрами жорсткості повинні повністю закривати частину конструкції, що відновлюється, і частково виходити на неушкоджену поверхню конструкції. По периметру опалубки, в місцях її прилягання до неушкоджених ділянок конструкцій, в паз вклеюють гумовий ущільнювач. Цю дію виконують для запобігання витікання бетонної суміші.

Безпосередньо перед встановленням опалубної конструкції виконують зволоження бетонної поверхні, що відновлюється.

Закріплення опалубки в проектному положенні виконують за допомогою анкерів або підпиранням опалубки стійками.

Для отримання високорухливої безсадкової бетонної суміші використовують спеціальні полімерні добавки Дунамон SR 3 (1,3 %) та Marcure SRA (1 %) виробництва компанії «МАПЕІ». Зазначені добавки забезпечують низьке водоцементне співвідношення, довготривале збереження осадки конуса, високу механічну міцність, зменшують гідралічну усадку.

Приготовану бетонну суміш подають через лійку в отвір до повного заповнення нею порожнини та отвору. Під час подавання бетонної суміші виконують її періодичне штикування через отвір. Рівень заповненості порожнини сумішшю контролюють сталевим стрижнем через отвір.

Після заповнення бетонною сумішшю найвищих точок порожнини, подачу суміші припиняють та виконують її вібрування, докладаючи зусилля перфоратора до опалубки, увімкненого в режимі «удар». Після вібрування подають ще невеликий обсяг бетонної суміші для заповнення пустот, що утворилися після вібрування. Через 24 години відновлену поверхню розпалублюють та зволожують водою двічі на день протягом 3 діб.

Для ремонту незначних глибоких пошкоджень нижніх поверхонь залізобетонних конструкцій з відновленням монолітності конструкцій автори пропонують виконувати подавання високорухливої безсадкової суміші в простір між конструкцією, що відновлюється, та завчасно змонтованою опалубкою за допомогою шприца для розчинних сумішей (рис. 2, 3).

Така технологія передбачає підготовку основи, відновлення армування, монтаж опалубки, вкладання ремонтної суміші, розпалублення конструкції та догляд за нею. При цьому підготовку основи та відновлення армування виконують за методикою, наведеною раніше.

В залежності від виду пошкодження, опалубна конструкція може мати різний вигляд. Опалубка повинна повністю закривати частину конструкції, що відновлюється, і частково виходити на неушкоджену поверхню конструкції. По периметру опалубки, в місцях її прилягання до неушкоджених ділянок конструкцій, в паз вклеюють гумовий ущільнювач. Цю дію виконують для запобігання витікання розчинної суміші.

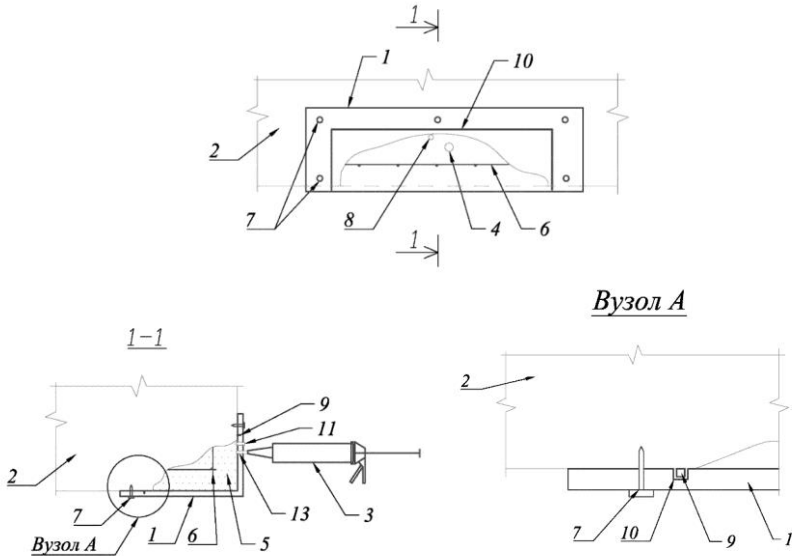


Рис. 2. Схема подавання суміші в опалубку змонтовану на кут конструкції, що відновлюється: 1 – опалубка; 2 – залізобетонна конструкція; 3 – шприц для подачі суміші; 4 – отвір для подачі ремонтної суміші Ø8 – 10 мм; 5 – ремонтна суміш; 6 – оголена арматура; 7 – анкерне кріплення; 8 – отвір для випуску повітря Ø 6 – 8 мм; 9 – гумовий ущільнювач; 10 – паз; 11 – гнучка трубка для випускання повітря; 12 – гумовий шланг

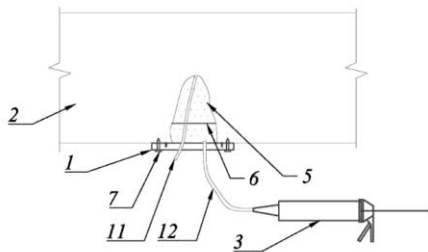


Рис. 3. Схема подавання суміші в опалубку змонтовану на плоску конструкцію з глибокою порожниною: 1 – опалубка; 2 – залізобетонна конструкція; 3 – шприц для подачі суміші; 5 – ремонтна суміш; 6 – оголена арматура; 7 – анкерне кріплення; 11 – гнучка трубка для випускання повітря; 12 – гумовий шланг

В разі ремонту конструкції з виходом на її бокову грань в опалубці, в найвищій точці пошкодженої ділянки, просвердлюють отвір $\varnothing 6 - 8$ мм та встановлюють в отвір гнучку трубку для випускання повітря (при великих площах відновлення конструкцій кількість отворів збільшують). Нижче просвердлюють отвір $\varnothing 8 - 10$ мм для подачі розчинної суміші в простір між опалубкою та бетонною конструкцією та встановлюють в отвір гнучку трубку.

Перед встановленням опалубної конструкції підготовлену бетонну поверхню, що контактуватиме з ремонтною сумішшю, промазують клеєм на епоксидній основі для надійного з'єднання старого бетону з новим. Для цього можна використовувати клей по типу Ерогір виробництва компанії «МАПЕІ».

Закріплення опалубки в проектному положенні виконують за допомогою анкерування кутиків закріплених до опалубки або підпіранням опалубки стійками.

До гумового шланга під'єднують шприц з приготованим розчином та заповнюють порожнини. Для заповнення відновлювальних ділянок використовують розчинну суміш, по типу Maregrout Hi-Flow виробництва компанії «МАПЕІ» (приготування суміші та роботи виконують за інструкцією заводу виробника). Після того, як через трубку для випуску повітря почне виходити суміш, її видаляють, а в отвір встановлюють заглушку. Під час видалення трубки виконують подавання розчину, щоб не утворилося порожнин. При повному заповненні порожнини фрагменту пошкодження, гумовий шланг перегинають та зафіксують у такому положенні, а шприц для розчину від'єднують.

Не раніше ніж через 5 годин виконують розпалублення відновленого фрагмента та доглядають за ним.

Висновки. Ремонт бетонних та залізобетонних конструкцій способом вкладання високотекучої ремонтної суміші в опалубку дозволяє проводити відновлювальні роботи на нижніх поверхнях горизонтальних конструкцій, що мають значні пошкодження з відновленням їх монолітності та геометрії. Даний спосіб пропонується виконувати подаванням бетонної суміші у простір між конструкцією, що відновлюється та завчасно влаштованою опалубкою, через наскрізний отвір в конструкції. Ремонт незначних глибоких пошкоджень нижніх поверхонь прольотних залізобетонних конструкцій, як і в попередньому випадку, полягає в нагнітанні за допомогою шприца для розчинних сумішей в простір між конструкцією, що відновлюється та опалубкою. Запропоновані способи дозволяють якісно проводити ремонтні роботи на нижніх поверхнях прольотних конструкцій, не використовуючи спеціального складного обладнання, що знижує собівартість ремонтних робіт.

Список літератури:

1. Бубенщикова Е.С. Влияние различных агрессивных факторов на состояние арматуры железобетонных изделий. Молодой ученый. 2020. № 17. С. 36–38.
2. Галушко В. А. Технологические основы инновации при ремонте и восстановлении зданий: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.08. Одесса, 2013.
3. ДСТУ Б В.3.1-2:2016. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд. На заміну ДБН В.3.1-1-2002; чинний від 2017-04-01. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 72 с.
4. Карапузов Є. К. Система матеріалів для ремонту та захисту бетону. *Будівельні матеріали і виробі: всеукраїнський науково-технічний виробничий журнал*. К.: ДП НДІБМВ, 2012. Т 1, № 72. С. 34 – 37.

5. Молодід О. С., Шарикіна Н. В. Експериментальні дослідження технології відновлення нижньої поверхні залізобетонних конструкцій з використанням опалубки. *Шляхи підвищення ефективності в будівництві в умовах формування ринкових відносин*, 2018. № 35. С. 173 – 181
6. Молодід О. С., Шарикіна Н. В. Технологічні чинники, які впливають на експлуатаційні показники відновлених залізобетонних конструкцій. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2019. № 41. С. 3–11.
7. Савицкий А. Н., Пшинько А. Н., Савицкий Н. В. Технология ремонта железобетонных конструкций высокоподвижными ремонтными смесями. *Строительство. Материаловедение. Машиностроение*. Серия: Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно гражданского, промышленного и транспортного назначения. 2006. № 37. С. 431–437.
8. EN 1504 Product and system for the protection and repair of concrete structures – Defines the general principles for the use of products and systems, for the repair and protection of concrete – Was approved by CEN on 2 June 2005. 214 p.
9. Galinsky O.M., Molodid O.S., Sharikina N.V. and Plokhuta R.O. Research of technologies for restoration of the concrete protective layer of reinforced concrete constructions during the reconstruction of the buildings and structures. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 907, Innovative Technology in Architecture and Design (ITAD 2020)* 21–22 May 2020, Kharkiv, Ukraine. 7 p. doi:10.1088/1757-899X/907/1/012056
10. Ruili He. (2014). Rapid repair of severely damaged RC columns under combined loading of flexure, shear, and torsion with externally bonded CFRP: PhD Thesis. 333p.

References

1. Bubenschikova, E.S. (2020). Vliyanie razlichnykh agressivnykh faktorov na sostoyanie armatury i jelezobetonnykh izdeliy. [Influence of various aggressive factors on the state of reinforcement of reinforced concrete products.] *Molodoy ucheniy*, vol. 17, pp. 36–38.
2. Galushko, V.A. (2013). Tehnologicheskie osnovy innovatsii pri remonte i vosstanovlenii zdaniy [Technological basis for innovation in the renovation and restoration of buildings] (PhD Thesis), Odessa. Ukraine.
3. *Remont i pidsylennia nesuchykh i ohorodzhuvalnykh budivelnykh konstruksii ta osnov budivel i sporud*. [Repair and maintenance of non-porous and garden furniture and construction structures and foundations of the building and construction]. (2017). DSTU B V.3.1-2:2016 from 2017-04-01. DP «UkrNDNTs», Kyiv. Ukraine.
4. Karapuzov, Ye.K. (2012). Systema materialiv dlia remontu ta zakhystu betonu. [System of materials for the repair and restoration of concrete] *Budivelni materialy i vyrobny: vseukrainskyi naukovo-tekhnichnyi vyrobnychy zhurnal*, Vol. 72, pp. 34–37.
5. Molodid, O.S., & Sharykina, N.V. (2018). Eksperimentalni doslidzhennia tekhnologii vidnovlennia nyzhnoi poverkhni zalizobetonnykh konstruksii z vykorystanniam opalubky. [Experimental advanced technologies for updating the lower surface of concrete structures with formwork]. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti v budivnytstvi v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, Vol. 35, pp 173-181.
6. Molodid, O.S., & Sharykina, N.V. (2019). Tekhnolohichni chynnyky, vaki vplyvaiut na ekspluatatsiini pokaznyky vidnovlennykh zalizobetonnykh konstruksii. [Technological factors affecting the performance of the restored concrete structures] *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, Vol. 41, pp 3-11.

7. Savvitskyi, A.N., Pshynko, A.N., & Savvitskyi, N.V. (2016). Tekhnolohyia remonta zhelezobetonnykh konstruktstsvi vysokopodvuzhnyumu remontnyumu smesiamy. [Repair technology for reinforced concrete structures with highly mobile repair mixes]. *Stroytelstvo. Materyalovedenye. Mashynostroenye*, Vol. 37, pp. 431-437.

8. EN 1504 Product and system for the protection and repair of concrete structures – Defines the general principles for the use of products and systems, for the repair and protection of concrete – Was approved by CEN on 2 June 2005. 214 p.

9. Galinsky, O.M., Molodid, O.S., Sharikina, N.V., & Plokhuta, R.O. (2020). Research of technologies for restoration of the concrete protective layer of reinforced concrete constructions during the reconstruction of the buildings and structures. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 907, Innovative Technology in Architecture and Design* (ITAD 2020) 21–22 May 2020, Kharkiv, Ukraine. 7 p. doi:10.1088/1757-899X/907/1/012056

10. Ruili, He. (2014). Rapid repair of severely damaged RC columns under combined loading of flexure, shear, and torsion with externally bonded CFRP: PhD Thesis. 333p.

А.С. Молодед, Н.В. Шарыкина

Способы восстановления (ремонта) нижних поверхностей железобетонных конструкций формированием смеси в опалубку.

В статье представлены технологические решения, которые могут применяться при восстановлении и усилении значительных площадей нижних поверхностей прелетных железобетонных конструкций, а также незначительных глубоких повреждений нижней поверхности железобетонных конструкций, а именно, способ, применяемый при ремонте фрагментарных повреждений нижних поверхностей конструкций. Представленные способы заключаются в подготовке основания, устройстве опалубочной конструкции и подаче ремонтной смеси в опалубку через отверстия в конструкции или в опалубке.

Способ восстановления значительных поверхностей заключается в подаче высокоподвижной безусадочной бетонной смеси в пространство между восстанавливаемой конструкцией и заранее устроенной опалубкой. После подготовки основания, в самых высоких точках поврежденного участка, в конструкции пробуривают сквозные отверстия для подачи бетонной смеси и выпуска воздуха и контроля заполнения полости смесью. Закрепленные опалубочные щиты должны полностью закрывать восстанавливаемую часть конструкции и частично выходить на неповрежденную поверхность конструкции. Приготовленную бетонную смесь подают через воронку в отверстие до полного заполнения ею полости и отверстия и выполняют ее вибрирование. Через сутки снимают опалубку и увлажняют в течение 3 суток.

Для ремонта незначительных глубоких повреждений нижних поверхностей железобетонных конструкций подачу высокоподвижной безусадочной смеси в пространство между восстанавливаемой конструкцией и заранее смонтированной опалубкой выполняют с помощью шприца для растворных смесей. В опалубке просверливают отверстия для выпуска воздуха и подачи растворной смеси. В отверстия устанавливают гибкие трубки. К резиновой трубке подсоединяют шприц с приготовленным раствором, и заполняют полость. После того как через трубку для выпуска воздуха начнет выходить смесь, ее удаляют, а в отверстие устанавливают заглушку. При полном заполнении полости фрагмента повреждения резиновый шланг перегибают и фиксируют в таком положении, а шприц для раствора отсоединяют. Через 5 часов выполняют распалубку восстановленного фрагмента и ухаживают за ним.

Предлагаемые способы позволяют качественно проводить ремонтные работы на нижних поверхностях пролетных конструкций, не используя специальное сложное оборудование, что снижает себестоимость ремонтных работ.

Ключевые слова: *ремонт, восстановление, опалубка, железобетонная конструкция, ремонтная смесь.*

O. Molodid, N. Sharikina

Rrestoration (Repair) Methods of the Lower Surfaces of Reinforced Concrete Structures by Forming a Mixture into a Formwork

The article presents technological solutions that can be used to restore and strengthen significant areas of the lower surfaces of span reinforced concrete structures, as well as minor deep damage of the lower surface of reinforced concrete structures. This method is used to repair fragmentary damage of the lower surfaces of structures. The presented methods consist in preparation of the base, arrangement of the formwork, and feeding repair mixture into the shuttering through the holes in the structure or in the shuttering.

The method of restoring large surfaces consists in feeding a high-mobility non-shrinkable concrete mixture into the gap between the restored structure and the previously arranged formwork. After preparing the base, at the highest points of the damaged structure through-holes are drilled to supply the concrete mixture, release air and control the filling of the cavity with the mixture. The fixed formwork panels must completely cover the restored part of the structure and partially extend onto the undamaged surface of the structure. The prepared concrete mixture is fed through a funnel into the hole until the cavity and holes are completely filled up with it and vibrate. After a day, the formwork is removed and moistened for 3 days.

To repair minor deep damage to the lower surfaces of reinforced concrete structures is performed by feeding a highly mobile non-shrinkable mixture into the space between the structure and pre-mounted formwork is performed using a syringe for soluble mixtures. Holes are drilled in the formwork to release air and supply the mortar. Flexible tubes are installed in the holes. A syringe with the prepared solution is connected to the rubber tube and filled the cavity. After the mixture begins to come out through the air release tube, it is removed, and a plug is installed in the hole. When the cavity of the damaged fragment is completely filled, the rubber hose is bent and fixed in this position, and the syringe for the solution is disconnected. After 5 hours, the restored fragment is stripped and looked after.

The proposed methods make it possible to carry out high-quality repair work on the lower surfaces of spans without using special complex equipment, which reduces the cost of repair work.

Keywords: *repair, restoration, formwork, reinforced concrete structure, repair mixture.*

Посилання на статтю

APA: Molodid, O., & Sharikina, N. (2021). Rrestoration (Repair) Methods of the Lower Surfaces of Reinforced Concrete Structures by Forming a Mixture into a Formwork. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 48 (1), 90-99.

ДСТУ: Молодід О.С. Способи відновлення (ремонту) нижніх поверхонь залізобетонних конструкцій формуванням суміші в опалубку / О.С. Молодід, Н.В. Шарікіна // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2021. – № 48(1). – С. 90-99.