

## АНОТАЦІЯ

*Плохута Р. О.* Технологія ремонту тріщин залізобетонних конструкцій полімерними композиціями методом поверхневого просочення – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Київський національний університет будівництва і архітектури, МОН України. Київ, 2021.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню задачі ремонту тріщин на нижній розтягнутій зоні плитних горизонтальних залізобетонних конструкцій, яка вирішується шляхом поверхневого просочення пошкодженої зони конструкції ремонтними ін'єкційними полімерними композиціями з використанням нового розробленого та запатентованого пристрою «лоточок».

У наукових працях спосіб просочення та спосіб ін'єктування, зазвичай, розглянуті окремо один від одного. Наразі алгоритм проведення ремонтних робіт з просочення та ін'єктування залізобетонних конструкцій залежно від технологічних та конструктивних чинників, що можуть впливати на технологію виконання робіт, відсутній. Після детального опрацювання наукових праць, встановлено, що аналіз важливих технологічних чинників, які впливають на якісні показники конструкцій, що ремонтуються майже не здійснювався. Зокрема це: вплив вологості та температури конструкції перед початком ремонтних робіт на її міцнісні показники після ремонту, тривалість та тиск нагнітання ремонтного розчину при ін'єктуванні та просоченні не враховує ширину розкриття тріщин. Крім цього, майже відсутні наукові дослідження присвячені просоченню нижньої зони горизонтальних конструкцій.

Слід зазначити, що дослідження таких важливих техніко-економічних показників як вартість, тривалість, трудомісткість просочення

та ін'єктування конструкцій взагалі відсутні. Тому з практичної точки зору актуальними є дослідження, які спрямовані на визначення впливу технологічних чинників на якісні показники відремонтованих конструкцій заповненням тріщин полімерними композиціями. З теоретичної точки зору актуальною задачею з дослідження техніко-економічних показників виконання робіт є розробка науково-обґрунтованої технології заповнення тріщин полімерними композиціями в залежності від впливу технологічних чинників, що виникають в процесі виконання робіт. Невід'ємною задачею цієї роботи є впровадження розробленої технології в будівельну практику.

У **вступі** проведено аналіз задачі з відновлення експлуатаційних властивостей залізобетонних конструкцій шляхом їх ремонту полімерними композиціями. Обґрунтовано актуальність теми дослідження. Сформульовано мету досліджень та основні способи досягнення цієї мети, визначено об'єкт і предмет дослідження розкрито наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів.

У **першому розділі** розглянуто передумови актуальності дослідження технології ремонту тріщин полімерними композиціями.

З метою встановлення стану досліджень за напрямком наукової роботи було виконано аналіз існуючих технологій ін'єктування та просочення тріщин залізобетонних конструкцій полімерними композиціями.

Аналіз наукових праць показав, що більшість технологій є ефективними в разі відновлення експлуатаційних властивостей конструкції (міцність на розтяг та стиск). Проте, з технологічної точки зору, такі технології трудомісткі та тривалі, потребують значних затрат матеріалів. Застосування технології ін'єктування доцільне під час ремонту глибоких та широких тріщин за їх невеликої кількості на конструкції. А застосування технологій просочення доцільно використовувати при первинному захисті

бетонних та залізобетонних конструкцій чи невеликих у розмірах конструкцій.

У **другому розділі** встановлено технологічні та конструктивні чинники, що можуть впливати на якісні показники відремонтованих конструкцій, та формувати технологію виконання робіт. Розроблено методику експериментальних досліджень у даному напрямку.

У якості ремонтного ін'єкційного матеріалу було обрано полімерні матеріали «Консолід 1» та «Едмок ін'єкційний» виробництва ТОВ «Композит», які вирізняються підвищеною в'язкістю, широким діапазоном температури експлуатації та адгезійною міцністю.

**Третій розділ** дисертаційної роботи присвячено експериментальним дослідженням технології ремонту тріщин залізобетонних конструкцій поверхневим просочуванням та ін'єктуванням полімерними композиціями а також аналітичним дослідженням залежностей тривалості, трудомісткості та заробітної плати від обсягу робіт за різними технологіями.

Згідно складеної у другому розділі *методики експериментальних досліджень* для виявлення впливу чинників на якісні показники відремонтованих конструкцій та технологію ремонту тріщин полімерними композиціями проведення експериментальних досліджень розділено на п'ять етапів.

На *першому етапі* експериментальних досліджень встановлено залежність глибини проникнення полімерної композиції, від способу її нанесення (валик, щітка, розпилювач). За результатами аналізу проведених досліджень встановлено, що максимальна глибина проникнення полімерної композиції в тіло бетону становить 2–3 мм (валик та щітка) а глибина проникнення композиції в тріщини збільшувалася зі збільшенням ширини розкриття тріщини і становила максимально 4–7 мм (валик). При цьому час нанесення розчину в три шари цими способами становив близько 37–39 хв. Оскільки глибина тріщин у розтягнутій зоні залізобетонних конструкцій

може бути значно глибша, виникла необхідність розробки нової технології заповнення тріщин, що дозволила б збільшити глибину проникнення полімерної композиції в тріщини та тіло бетону та значно скоротити тривалість виконання робіт.

Додатково, на даному етапі, було досліджено водопоглинання зразків після їх покриття полімерною композицією. Встановлено, що нанесення полімерної композиції на зразки в три шари забезпечує їх повний захист від безнапінного насичення водою.

На *другому етапі* досліджень встановлено залежність тиску та часу нагнітання полімерної композиції на глибину її проникнення в тріщини та тіло бетону за допомогою розробленого пристрою «лоточок», що складається із металевого лоточка по периметру якого наклеєно гумовий ущільнювач, ємності для ремонтного розчину та компресора. У лоточку передбачено два штуцери для входу та виходу ремонтного розчину. Дослідженнями встановлено, що найоптимальніші значення тиску та часу нагнітання полімерної композиції у тріщини залізобетонних зразків за допомогою системи «лоточок» становлять 0,5–0,6 атм та 5–10 хв. Додатково було визначено глибину просочення ремонтного розчину у тріщини, що становила 65 мм. Слід зазначити, що висота досліджуваних зразків становила 65 мм тому можна стверджувати, що глибина просочення тріщини може бути більшою.

*Третій етап* досліджень передбачав встановлення залежностей заповненості тріщин з різною шириною та глибиною розкриття під час поверхневого просочення на міцнісні характеристики відремонтованих конструкцій.

Отримані значення підтвердили, що використання системи «лоточок» є ефективною для заповнення тріщин, особливо для тріщин з шириною розкриття до 0,2 мм. У разі наявності тріщин з шириною розкриття 0,2–0,5

мм система ефективна для склеювання тіла бетону з арматурою у разі порушення їх зчеплення.

*Четвертий етап* досліджень виконано для встановлення залежностей вологості та температури залізобетонних зразків на якісні показники конструкцій після ремонту.

Після досягнення зразками заданої вологості (згідно з EN 1504-5:2013 розглядали три стани вологості – сухий, вологий та мокрий) та температури (20 °С, мінус 10 °С, мінус 20 °С) їх просочували полімерною композицією та поміщували в ті умови в яких вони перебували до просочення. Через три доби виконували повторне прикладання руйнівного зусилля та визначали міцність на згин.

Аналіз результатів досліджень показав, що за плюсових температур вологість конструкцій майже не впливає на величину руйнівних зусиль зразків після поверхневого просочення полімерною композицією та становило від 91 до 98 % від значень руйнівних зусиль отриманих до просочення. А от при зниженні температури до мінус 10 °С та мінус 20 °С збільшення вологості значно погіршує міцнісні показники відремонтованих конструкцій. Так за температури мінус 10 °С значення повторно прикладеного зусилля склало для сухої конструкції – 84 %, для вологої – 57 %, для мокрої – 51 %; за температури мінус 20 °С значення руйнівних зусиль становило для сухих зразків – 85 %, для вологих – 58 %, для мокрих – 38 % від значень руйнівних зусиль прикладених до зразків до їх просочення.

На кінцевому *п'ятому етапі* досліджень встановлено вплив ширини розкриття тріщин на технологію їх ремонту. Для цього було заплановано та проведено чотири серії експериментальних досліджень, під час яких змінювали ширину розкриття тріщин (від 0,1 до 0,7 мм з кроком 0,1 мм) та ін'єктували в них полімерні композиції та їх комбінації («Консолід 1», «Едмок ін'єкційний»).

Встановлено, що полімерна композиція «Консолід 1» та система «лоточок» ефективна для просочення тріщин з різною глибиною та тіла бетону для надання поверхневої міцності, а також для склеювання тріщин з шириною розкриття до 0,2 мм. Полімерна композиція «Едмок ін'єкційний» застосована за класичною технологією ін'єктування ефективно склеює тріщини з шириною розкриття від 0,3 до 0,8 мм. Найефективнішою технологією ремонту тріщин з шириною розкриття від 0,8 мм стала технологія просочення тріщин і тіла бетону полімерною композицією «Консолід 1» та ін'єктування полімерної композиції «Едмок ін'єкційний» в тріщини з дотриманням технологічної перерви між просоченням та ін'єктуванням у 24 год.

Проектно-аналітичними дослідженнями отримано залежності тривалості, трудомісткості та заробітної плати для ланок працівників задіяних на ремонтних роботах за різними технологіями та при різних обсягах робіт.

За допомогою проведених розрахунків (ТЕП) було встановлено, що найменш тривалою та трудомісткою є технологія поверхневого просочення незалежно від обсягів робіт, при цьому заробітна плата ланки робітників, задіяних на виконанні цих робіт, також найменша. Найбільш тривалою та трудомісткою є технологія ін'єктування у тріщини полімерних композицій. Застосування технології поверхневого просочення разом з технологією ін'єктування (комбінована технологія) значно скорочує тривалість та трудомісткість виконання робіт та зменшує заробітну плату ланки робітників.

У **четвертому розділі** розроблено та викладено основні положення технології заповнення тріщин залізобетонних конструкцій полімерними композиціями методом поверхневого просочення, що полягає у: підготовці основи конструкції, просоченні тріщин з використанням системи «лоточок» та завершальних роботах. При потребі ремонту тріщин з великим

діапазоном ширини розкриття доцільно користуватися комбінованою технологією.

На основі теоретичних та експериментальних досліджень розроблено технологію заповнення тріщин на нижніх поверхнях горизонтальних залізобетонних конструкцій їх просочуванням та ін'єктуванням полімерними композиціями в якій враховано вплив досліджуваних раніше технологічних та конструктивних чинників.

Результати лабораторних досліджень перевірено в натурних умовах під час проведення ремонтних робіт на нежитловому приміщенні у м. Києві, впроваджено під час ремонтних робіт водопідвідного лотка міні-ГЕС у Житомирській області та під час ремонтних робіт на конструкціях підземного переходу станції «Святошин» Святошинсько-Броварської лінії метрополітену.

**Ключові слова:** залізобетонні конструкції; тріщини; полімерні композиції; просочення; ін'єктування; технологічні та конструктивні чинники; міцнісні показники відремонтованих конструкцій; технологія заповнення тріщин.

## ABSTRACT

*Plokhuta R. O.* Technology of repair cracks of reinforced concrete structures with polymer compositions by surface soak method – Qualifying scientific work under manuscript copyright.

Dissertation for the degree Doctor of Philosophy (PhD) majoring in 192 “Construction and civil engineering”. – Kyiv National University of Construction and Architecture, Ministry of Education and Science of Ukraine. Kyiv, 2021.

The research dissertation is devoted to solving the problem of repair cracks in the lower stretched area of slab horizontal reinforced concrete structures, which is solved by surface impregnation of the damaged area of the structure with repair injection polymer compounds using a newly developed and patented device “tray”.

In scientific studies, the method of impregnation and the method of injection are usually considered separately from each other. Currently, there is no algorithm for repair work on impregnation and injection of reinforced concrete structure structures, depending on technological and structural factors that may affect the technology of work. After a detailed study of scientific works, it was found that the analysis of important technological factors that affect the quality of the structures under repair was almost not carried out. In particular, the effect of humidity and temperature of the structure before the start of repair work on its strength after repair, the duration and pressure of injection of the repair solution during injection and impregnation does not take into account the cracks width. In addition, there is almost no scientific research devoted to the impregnation of the lower zone of horizontal structures.

It is worth noting that there are no studies of such important technical and economic indicators as cost, duration, complexity of impregnation and injection of structures. Therefore, to all practical purposes, research is relevant to determine the influence of technological factors on the quality of repaired structures by repair cracks with polymer compounds. The development of a

scientifically sound technology for repair cracks with polymer compounds depending on the influence of technological factors arising in the process of work is, on the theoretical side, considered to be the urgent task of studying the technical and economic performance of works. The implementation of the developed technology in construction practice is regarded an integral task of this work.

The **introduction** analyzes the problem of restoring the performance properties of reinforced concrete structures by repairing them with polymer compounds. The relevance of the research topic is substantiated. The purpose of research and the main ways to achieve this goal are formulated, the object and subject of research are defined, the scientific novelty and practical value of the obtained results are revealed.

The prerequisites for the relevance of the study of the technology of repair cracks with polymer compounds is considered in the **first** section.

In order to establish the state of research in the field of scientific work, an analysis of existing technologies for injection and impregnation of cracks in reinforced concrete structures with polymer compounds was performed.

Analysis of scientific works has shown that most technologies are effective in the case of restoring the performance properties of the structure (tensile and compressive strength). However, from a technological point of view, such technologies are laborious and time-consuming, and require significant expenditure of materials. The use of injection technology is advisable when repairing deep and wide cracks with a small number of them on the structure. And the use of impregnation technologies should be used in the primary protection of concrete and reinforced concrete structures or small structures.

The technological and constructive factors which can influence qualitative indicators of the repaired designs, and to form technology of performance of works are established in the **second** section. The technique of experimental researches has been developed in this direction.

As repair injection materials “Konsolid 1” and “Edmok in’yektsiynyy” produced by LLC “Kompozit” were chosen. These materials are characterized by high viscosity, wide operating temperature range and adhesive strength.

The **third** section of the research dissertation is devoted to experimental research of the technology of filling reinforced concrete structures cracks with surface impregnation and injection of polymer compounds, as well as analytical study of the dependence of duration, labor and wages on the volume of work on different technologies.

According to the *methodology of experimental research* developed in the second section to identify the influence of factors on the quality of repaired structures and the technology of repairing cracks with polymer compounds, the experimental research is divided into five stages.

At *the first stage* of experimental researches the dependence of depth of polymeric compound impregnation, on a way of its drawing (roller, brush, spray) is established. According to the analysis of the research, it was found that the maximum depth of polymeric compound impregnation into the concrete structure is 2-3 mm (roller and brush) and the depth of impregnation of the compound into cracks increased with increasing crack opening width and was maximum 4-7 mm (roller). In this case, the time for applying the solution in three layers by these methods took 37-39 minutes. Since the depth of the crack in the tensioned zone of reinforced concrete structures can be much deeper, it became necessary to develop a new technology for filling cracks, which would increase the impregnation depth of the polymer compound into cracks and the concrete structure and significantly reduce the duration of work.

Additionally, at this stage, the water absorption of the samples after coating the polymer compound was researched. It is established that the application of the polymer compound on the samples in three layers provides their complete protection against pressureless water saturation.

*At the second stage* of research the dependence of pressure and time of injection of polymeric compound on depth of its penetration into cracks and a concrete structure by means of the developed device «tray» is established, it consists of a metal tray around the perimeter of which is glued a rubber seal, a tank for repair material and a compressor. The tray has two fittings for inlet and outlet of the repair material. Studies have shown that the most optimal values of pressure and injection time of the polymer compound in the cracks of reinforced concrete samples using the “tray” are 0,5-0,6 ATM and it took 5-10 minutes. Additionally, the depth of impregnation of the repair solution in the crack, which was 65 mm, was determined. It should be noted that the height of the studied samples was 65 mm, so it can be argued that the depth of impregnation of the crack may be bigger.

*The third stage* of research involved the establishment of the dependences of the filling of cracks with different width and depth of opening during surface impregnation on the strength characteristics of the repaired structures.

The obtained values confirmed that the use of the «tray» system is effective for filling cracks, especially for cracks with a width of opening up to 0.2 mm. In the case of cracks with a width of 0.2-0.5 mm, the system is effective for bonding the concrete structure with reinforcement in case of violation of their adhesion.

*The fourth stage* of research was performed to establish the dependences of humidity and temperature of reinforced concrete samples on the quality of structures after repair.

After the samples reached the specified humidity (according to EN 1504-5: 2013 three states of humidity were considered – dry, wet and moist) and temperature (20 °C, -10 °C, -20 °C). They were impregnated with a polymer compound and placed in conditions where they were before impregnation. Three days later, the destructive force was repeated and the flexural strength was determined.

Analysis of the research results showed that at positive temperatures the humidity of the structures has almost no effect on the destructive forces of the samples after surface impregnation with the polymer compound and ranged from 91% to 98% of the values of the destructive forces obtained before impregnation. But when the temperature drops to -10 °C and -20 °C, the increase in humidity significantly impairs the strength of the repaired structures. Thus, at a temperature of -10 °C, the value of re-applied force was 84% for dry construction, 57% for wet and 51% for moist; at a temperature of -20 °C, the values of the destructive forces for dry samples amounted to 85%, 58% for wet samples and 38% for moist from the values of the destructive forces applied to the samples from their impregnation.

At the final *fifth stage* of research, the influence of crack opening width on the technology of their repair was established. For this purpose, four series of experimental studies were planned and carried out, during which the crack opening width was changed (from 0.1 to 0.7 mm with a step of 0.1 mm) and injected into them polymer compounds and combinations there of («Konsolid 1», «Edmock i in'yektsiynyy» [Edmock for injection]).

It was found that the polymer compounds «Konsolid 1» and the «tray» system is effective for impregnating cracks of different depths and concrete structures to provide surface strength, as well as for gluing cracks with a width of opening up to 0.2 mm. The polymer compound « Edmock i in'yektsiynyy» [Edmock for injection]» used by the classic injection technology effectively glues cracks with a width of opening from 0.3 to 0.8 mm. The most effective technology for repairing cracks with a opening width of 0.8 mm was the technology of impregnation of cracks and concrete body with polymer compound «Konsolid 1» and injection of polymer compound « Edmock i in'yektsiynyy» [Edmock for injection]» into cracks with a technological break between impregnation and injection amounting to 24 hours. The design-analytical studies have determined the dependences of duration, labor intensity and wages for the units of employees

involved in repair work on different technologies and for different volumes of work.

With the help of calculations (Cost-performance ratio) it was found that the technology of surface impregnation is the least laboring and time-consuming, regardless of the amount of work, while the wages of workers involved in these works are also the lowest. The most laboring and time-consuming technology is the one of injecting polymer compounds into cracks. The use of surface impregnation technology together with injection technology (combined technology) significantly reduces the duration and complexity of the work and reduces the wages of workers.

The basic provisions of the technology of filling cracks of reinforced concrete structures with polymer compounds by the method of surface impregnation and combined technology are developed and stated in the **fourth** section. The technology consists in: preparation of the base of the structure, impregnation of cracks using the system "tray" and finishing works. If you need to repair cracks with a wide range of opening widths, it is advisable to use a combined technology.

Based on theoretical and experimental studies, the technology of filling cracks on the lower surfaces of horizontal reinforced concrete structures by impregnation and injection of polymer compounds has been developed, which takes into account the influence of previously studied technological and structural factors.

The results of laboratory tests were verified in kind during the repair work on a non-residential premises in Kyiv, implemented during the repair work of the water supply tray of a mini-hydroelectric station in Zhytomyr region and during repair works on the structures of the underground passage of the Sviatoshyn station of the Sviatoshynsky-Brovarska metro line.

**Key words:** reinforced concrete structures; cracks; polymer compounds; impregnation; injection; technological and constructive factors; strength indicators of repaired structures; crack filling technology.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Статті у фахових наукових виданнях України:

1. Молодід О. С., Плохута Р. О. Технологія ремонту тріщин в залізобетонних конструкціях залежно від ширини їх розкриття. *Зб. наук. пр.: Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. Вип. 39, частина 2. Київ, 2019. С. 154–162. ISBN 978-617-7748-27-3.

2. Плохута Р. О. Аналіз технологій ремонту тріщин залізобетонних конструкцій. *Зб. наук. праць: Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. Вип. 35. Київ, 2018. С. 144–151. ISSN .2707-501X.

3. Молодід О. С., Плохута Р. О. Експериментальні дослідження технології склеювання тріщин залізобетонних конструкцій просочуванням. *Міжнародний науково-технічний журнал: Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. Том 25. Вип. № 2. Вінниця, 2018. С. 45–50. ISSN 2311-1429.

4. Молодід О. С., Плохута Р. О. Експериментальні дослідження ремонту тріщин балочних залізобетонних конструкцій просочуванням. *Міжвідомчий науково–технічний збірник (технічні науки): Будівельне виробництво*. Вип. № 63/1. Київ: НДІБВ, 2017. С. 11–19. ISSN: 0135-1702.

5. Григоровський П. Є., Молодід О. С., Плохута Р. О. Підсилення балочних конструкцій зовнішнім армуванням методом наклеювання високоміцних тканин. *Міжвідомчий науково – технічний збірник (технічні науки) : Будівельне виробництво*. Вип. №61/1. Київ: НДІБВ, 2016. С. 13–18. ISSN: 0135-1702.

### Стаття у періодичному науковому виданні інших держав:

6. Молодід О. С., Плохута Р. О. Дослідження впливу технологічних чинників на якісні показники відремонтованих тріщин

залізобетонних плитних конструкцій просочуванням. East European Scientific Journal Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe «East European Science Journal». Vol. 8. № 7 (47). Warsaw, Poland, 2019. P. 59–66. ISSN: 2468-5380.

Стаття у науковому періодичному виданні, що включене до міжнародних наукометричних баз (Scopus):

7. О. М. Galinsky, O. S. Molodid, N. V. Sharikina and R. O. Plokhuta. 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.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

8. Галінський О. М., Молодід О. С., Шарикіна Н. В., Плохута Р. О. Експериментальні дослідження технологій відновлення захисного шару бетону залізобетонних конструкцій під час реконструкції будівель і споруд. *І міжнародна науково-практична конференція «Інноваційні технології в архітектурі і дизайні»*. Харків, 21–22 травня, 2020. С. 185–186.

9. Ivanchenko G., Molodid O., Plokhuta R., Tsap O., Sobczak-Piastka J. Technical and economic indicators of crack repairing in reinforced concrete structures. *28th Conference «Surveying, civil engineering, geoinformation in sustainable development»*. June 2–10, Bydgoszcz, Poland, 2020. <http://www.scegeo.utp.edu.pl/2020/06/01/poster-69/>

10. Молодід. О. С., Плохута Р. О. Дослідження впливу зміни температури на міцнісні показники відремонтованих конструкцій за їх різної вологості. *International scientific-practical conference of young scientists «Build master class»*. Kyiv, 27–29 november 2019. С. 218–219.

11. Молодід. О. С., Плохута Р. О. Вплив ширини розкриття тріщин в залізобетонних конструкціях на технологію їх ремонту. *IV міжнародна науково-технічна конференція «Ефективні технології в будівництві»*. Київ, 27–28 березня 2019. С. 151–154.

12. Плохута Р. О., Молодід О. С., Повх І. Дослідження впливу технологічних чинників на ремонт тріщин залізобетонних плитних конструкцій просочуванням. *I. Всеукраїнська науково-практична конференція студентів та молодих вчених «Сучасні проблеми енергоресурсозбереження в будівництві, містобудуванні, та житлово-комунальному господарстві»*. Запоріжжя, 6–8 грудня, 2018. С. 62–66.

13. Молодід. О. С., Плохута Р. О. Експериментальні дослідження склеювання тріщин залізобетонних конструкцій просочуванням. *III міжнародна науково-технічна конференція «Ефективні технології в будівництві»*. Київ, 28–29 березня 2018. С. 138–139.

14. Молодід. О. С., Плохута Р. О. Експериментальні дослідження ремонту тріщин балочних залізобетонних конструкцій просочуванням. *VI Міжнародна науково-практична конференція «Нові технології в будівництві»*. Київ, 24–26 травня 2017. С. 94–95.

15. Plokhuta R. International scientific-practical conference of young scientists «Build master class». Kyiv, 28.11–02.12.2017. Technological features of reinforced concrete structures cracks rehabilitation by method of injection. P. 205–206.

16. Молодід. О. С., Плохута Р. О. Дослідження проникнення ін'єкційного розчину в тріщини залізобетонних конструкцій. *II міжнародна науково-технічна конференція «Ефективні технології в будівництві»*. Київ, квітень 2017. С. 84–85.

Додаткові праці (патенти на корисну модель):

17. Спосіб підсилення залізобетонних конструкцій приклеюванням склосітки. пат. 114091 Україна: МПК E04B 1/62, E04G 23/02; заявл. 22.09.2016; опубл. 27.02.2017, бюл № 4.

18. Спосіб ремонту та захисту горизонтальних залізобетонних конструкцій з великою кількістю дрібних тріщин ін'єктуванням за допомогою «лоточка». пат. 114090 Україна: МПК E04B 1/62; заявл. 22.09.2016; опубл. 27.02.2017, бюл № 4.

19. Спосіб відновлення (ремонт) нижніх поверхонь залізобетонних плитних конструкцій. Пат. України МПК (2019.01) E04G 23/00. Дата подання 19.11.2018. Дата публікації 10.04.2019. Бюл. № 7. 4 с.

20. Спосіб ремонту незначних глибоких пошкоджень нижньої поверхні залізобетонних конструкцій. Пат. України МПК (2019.01) E04B 1/00, E04B 1/62 (2006.01). Дата подання 19.11.2018. Дата публікації 10.04.2019. Бюл. № 7. 4 с.