

УДК 699.841

О.В. Бондаренко

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9056-2802>

Кафедра Залізобетонних конструкцій та транспортних споруд
Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, Одеса, Україна, 65029

О.Ф. Майстренко*

к.т.н., доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2941-4149>

Кафедра Залізобетонних конструкцій та транспортних споруд
Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, Одеса, Україна, 65029

Т.І. Марченко

інженер-консультант, ТОВ «ТЕХНАГЛЯДБУД», вул. Дідріхсона, 27, офіс 1, Одеса, Україна, 65029

О.М. Іванова

головний інженер, КП «БУДОВА», вул. Осипова, 25, Одеса, Україна, 65012

*автор-кореспондент, e-mail: maystrenkoof@gmail.com

Проблеми експлуатаційної надійності монолітних будівель та споруд при недотриманні вимог послідовного бетонування

Цитувати як:

Бондаренко, О. В., Майстренко, О. Ф., Марченко, Т. І., Іванова, О. М. (2025). Проблеми експлуатаційної надійності монолітних будівель та споруд при недотриманні вимог послідовного бетонування. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 23, 57-65. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13\(23\)-06](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13(23)-06)

© 2025, Бондаренко, О. В., Майстренко, О. Ф., Марченко, Т. І., Іванова, О. М.

Анотація. Одним із найважливіших процесів при зведенні будівлі є послідовне бетонування конструкцій. Але фактично зведення будівлі виконується поступово, отже, на стиках конструкцій виникають зони, де при технологічному процесі виконують перерви в бетонуванні, що призводить до виникнення тонкого шару цементної плівки, який не відповідає технічним характеристикам бетону та повинен бути видалений перед укладанням бетонної суміші наступного шару. Як показує практика, будівельники не завжди виконують дані вимоги, що може призвести до аварійних випадків. У статті наведені випадки, що виявляли автори на будівельних майданчиках.

На одному з будівельних майданчиків був проведений огляд конструкцій, підготовлених до закриття опалубкою та подальшого бетонування. Було зафіксовано, що на поверхні плити перекриття цементна плівка не захищалася, а на поверхню плити, в зоні перерізу стін, натекло мастила, яким змащували опалубку. В іншому випадку інженер з авторського нагляду зафіксував ситуацію, коли цементна плівка не була захищена і залишився будівельний бруд. Ще один приклад: бетонування колон на одній з ділянок було призупинено і розкрита опалубка. На поверхні бетону в зоні перерізу колони було виявлено багато залишків

після зварювальних робіт й не була захищена цементна плівка.

У всіх цих випадках після укладання бетонної суміші в конструкцію та її затвердіння умови суцільності бетону не були дотримані. Як показала практика, з часом це може призвести до аварії. Далі, як приклад, наведено ситуацію на одній з котельнь міста Одеси, де у 2023 році трапилась аварія із руйнацією димової труби. Після огляду зруйнованих частин труби було зафіксовано, що руйнування відбувалося чітко вздовж швів бетонування. Як показало обстеження, однією з причин аварії була відсутність грамотної організації «холодного шва» бетонування.

Отже, під час проведення бетонних робіт важливо забезпечити відсутність перерв під час заливання бетону та забезпечити контроль за виконанням робіт, а також ретельно пояснити інженерам та робітникам важливість підготовки поверхні під час заливання бетону.

Ключові слова: залізобетонні конструкції, експлуатаційна надійність, аварійний стан, шов бетонування, опалубка.

Вступ

Аналіз літературних джерел і постановка проблеми. Експлуатаційна конструктивна надійність є найважливішим критерієм життєвого циклу монолітних будівель і споруд. Під терміном "експлуатаційна конструктивна надійність", як правило, розуміють можливість будівлі або споруди відповідати проєктним характеристикам напротязі всього життєвого (експлуатаційного) циклу.

Для відповідності вимогам експлуатаційної придатності конструкція повинна мати такі початкові властивості, щоб із «належним ступенем надійності для різних розрахункових впливів не утворювалися або надмірно не розкривалися тріщини, а також не виникали надмірні переміщення, коливання та інші пошкодження, які ускладнюють нормальну експлуатацію (порушення вимог комфорту щодо перебування людей, до зовнішнього вигляду конструкції, технологічних вимог за умов нормальної роботи обладнання, механізмів, конструктивних вимог щодо спільної роботи елементів та інших вимог, встановлених для проєктування» [1].

Для дотримання вимог безпеки конструкції повинні мати такі початкові властивості, щоб із необхідним ступенем надійності для різних розрахункових ситуацій у процесі будівництва та експлуатації будівель і споруд була виключена можливість руйнування будь-якого характеру або порушення експлуатаційної придатності, пов'язаних із завданням шкоди для життя або здоров'я людини, майна або навколишнього середовища [1].

Щоб будівля або споруда відповідала цим критеріям, необхідно дотримуватись усіх вимог нормативних документів, технічних регламентів, технологічних карт тощо.

Розрахунок залізобетонних, а також бетонних конструкцій повинен забезпечувати та гарантувати необхідний ступінь надійності від досягнення граничних станів на всіх стадіях: виготовлення, транспортування, зведення

та експлуатації.

Під час проектування та розрахунків проєктувальник приймає ідеалізовану розрахункову модель конструкції або споруди та в розрахунках використовує цілий ряд різноманітних гіпотез та допущень.

Розрахунок залізобетонних і бетонних конструкцій ґрунтується на розрахункових ситуаціях, що визначаються розрахунковою схемою (або моделлю) конструкції та сукупністю відповідних навантажень, впливів, включно з впливом навколишнього середовища. Дуже важливо, щоб розрахункова модель і базові передумови розрахунку відображали реальні умови роботи конструкцій, враховуючи їхнє положення в загальній системі споруди, фізичну та геометричну нелінійність, характер утворення тріщин тощо, що відповідає обраному граничному стану.

Викладені вище відомості носять теоретичний характер і повинні відповідати дійсним умовам, що виникають безпосередньо на будівельному майданчику. В свою чергу виконання робіт на будівельному майданчику не повинно суперечити вимогам проєкту, вимогам нормативних документів, технічних регламентів, технологічних карт та здоровому глузду. Але, на жаль, деякі процеси при виконанні робіт при проведенні бетонування монолітних конструкцій дуже суперечливі і ставлять під сумнів прийняті в розрахунках принципи моделювання будівлі або споруди. І, як показує практика, іноді порушення цих принципів і процесів призводить до аварій.

Одним з таких важливих процесів є послідовне бетонування конструкцій в процесі зведення будівлі. У розрахунках монолітний залізобетон розглядається як суцільне середовище, яке не має дефектів у вигляді тріщин, швів тощо. Але фактично, зведення будівлі виконується поступово, і як наслідок, при бетонуванні будівлі на стиках конструкцій виникають так звані «холодні шви» – зони, де автоматично, за потреби технологічного процесу виконуються перерви бетонування. Це, як правило, верхня або нижня площа перекриття.

Одним із таких важливих процесів є послідовне бетонування конструкцій у процесі зведення будівлі. В розрахунках монолітний залізобетон розглядається як суцільне середовище, яке не має дефектів у вигляді тріщин, швів тощо. Але фактично, зведення будівлі виконується поступово, і як наслідок, при бетонуванні будівлі на стиках конструкцій виникають так звані «холодні шви» – зони, де автоматично, за потреби технологічного процесу, виконуються перерви бетонування. Це, як правило, верхня або нижня площа перекриття.

Після укладання бетонної суміші, її ущільнення та затвердіння у верхній площині конструкції виникає тонкий шар цементної плівки, який не відповідає технічним характеристикам бетону і повинен бути видалений перед укладання бетонної суміші наступного шару. Ця дія нормована і викладена в ДСТУ-Н Б В.2.6-203-2015 «Настанова з виконання робіт при виготовленні будівельних конструкцій» [2].

В чинних українських нормах ДБН В.2.6-98:2009 [1] замість терміну «холодний шов» найчастіше використовують термін «робочій шов».

Рекомендації щодо укладання бетонних сумішей передбачають (пункт 5.3 [2]):

«5.3.1 Перед бетонуванням скельні основи, горизонтальні і похилі бетонні поверхні робочих швів мають бути очищені від сміття, забруднення, мастил, снігу і льоду, цементної плівки тощо. Безпосередньо перед укладанням бетонної суміші очищені поверхні мають бути промиті водою і просушені струменем повітря.

5.3.2 Всі конструкції і їх елементи, що закриваються в процесі подальшого виконання робіт (підготовлені основи конструкцій, арматура, закладні вироби тощо), а також правильність встановлення і закріплення опалубки і елементів, що її підтримують, приймаються відповідно до ДБН А.3.1-5 [3]» [2, с. 8].

На жаль, як показує практика, на будівельних майданчиках при виконанні будівельних робіт із зведення будівель та споруд з монолітного залізобетону будівельники та виконавці робіт не завжди виконують дані вимоги.

Результати та обговорення

При огляді конструкцій, підготовлених до бетонування, нерідко можна побачити ситуацію, яка наведена на рис. 1. На одному з об'єктів будівництва був проведений огляд конструкцій, підготовлених до закриття опалубкою та подальшого бетонування. Після огляду було зафіксовано, що на поверхню плити перекриття цементна плівка не була зачищена, крім того, на поверхню плити, в зоні перерізу стін натекло мастило, яким змащували опалубку.



Рис. 1. Підготовлені до закриття опалубки стіни

В іншому випадку інженера з авторського нагляду було викликано для прийняття конструкцій для закриття опалубки, де була зафіксована ситуація, що наведена на рис. 2. Було виявлено, що не тільки цементна

плівка не була зачищена, але ще й не було прибрано будівельне сміття.

Ще як один приклад – було призупинено бетонування колон на одному з об'єктів й розкрита опалубка. Ситуація зі швом бетонування на поверхні плити наведена на рис. 3. На поверхні бетону в зоні перерізу колони залишилися багато залишків після зварювальних робіт, а також не була зачищена цементна плівка.



Рис. 2. Підготовлені до закриття опалубки стіни



Рис. 3. Опалубка колони, розкрита перед бетонуванням

В усіх наведених випадках, після укладання в конструкцію бетонної суміші та її затвердіння, умови суцільності бетону не були дотримані. Отже, проєктні та розрахункові моделі фактично перестають відповідати зведених будівлі.

До чого можуть призвести такі, на перший погляд, «незначні» відхилення від проєктних рішень? Як показала практика, з часом це може призвести до аварії або стати складовою причини, через яку трапилась чи може трапитись аварія.

Як приклад до вищеприписаного, можна навести ситуацію, яка трапилась у 2023 році на одній з котелень у місті Одеса: сталася аварія, в результаті якої була зруйнована димова труба (рис. 4).



Рис. 4. Загальний вигляд зруйнованої димової труби

Після огляду зруйнованих частин труби було зафіксовано, що руйнація сталася чітко по швах бетонування. Зруйнована частина труби склалась по блоках, кожен з яких був обмежений цими швами. На рис. 5 наочно видно, що зруйнована частина має чітку горизонтальну площу руйнування. Як показало обстеження, аварія сталась з декількох причин, але однією з них стала відсутність грамотної організації «холодного шва» бетонування.



Рис. 5. Зруйнована частина димової труби

Висновок

Під час дослідження всіх вищезазначених ситуацій на будівництві встановлено, що були порушені правила послідовного бетонування конструкцій. У випадках, представлених на рис.1,2,3, були надані рекомендації щодо усунення недоліків. Отже, як показує практика, при проведенні бетонних робіт треба дуже уважно ставитись до перерв під час бетонування, посилювати контроль за виконанням робіт і ретельно доводити як до інженерного складу на будівельному майданчику, так і до виконавців робіт, важливість підготовки поверхонь при подальшому бетонуванні.

Конфлікти інтересів

Автори заявляють, що у них немає конфлікту інтересів щодо поточного дослідження, включаючи фінансовий, особистий, авторський чи будь-який інший, який міг би вплинути на дослідження, а також на результати, наведені в цьому документі.

Фінансування

Дослідження проводилося без фінансової підтримки.

Доступність даних

Усі дані доступні в цифровій або графічній формі в основному тексті статті.

Використання штучного інтелекту

Автори підтверджують, що при створенні поточної роботи вони не використовували технології штучного інтелекту.

References

1. DBN V.2.6-98:2009 Betonni ta zalizobetonni konstruktсии. Osnovni polozhennia. – K.: Minrehion Ukrainy, 2011. – 71 s.
2. DSTU-N B V.2.6-203-2015 Nastanova z vykonannia robot pry vyhotovleni budivelnnykh konstruktсии. – K.: Minrehion Ukrainy, 2015. – 56 s.
3. DBN A.3.1-5:2016 «Orhanizatsiia budivelnnoho vyrobnytstva». – K.: Ministerstvo rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy, 2016. – 46 s.

Література

1. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К.: Мінрегіон України, 2011. – 71 с.
2. ДСТУ-Н Б В.2.6-203-2015 Настанова з виконання робіт при виготовленні будівельних конструкцій. – К.: Мінрегіон України, 2015. – 56 с.
3. ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва». – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. – 46 с.

Відомості про статтю:	Article information:
Отримано 06.05.2025	Received 06.05.2025
Отримано у доопрацьованому вигляді 25.05.2025	Received in revised form 25.05.2025
Прийнято 04.06.2025	Accepted 04.06.2025
Опубліковано 25.06.2025	Published 25.06.2025

O. V. Bondarenko

Ph.D. in Engineering, Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9056-2802>
Department of Reinforced Concrete Structures and Transport Facilities
Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrichson St., 4, Odesa, Ukraine, 65029

O. F. Maistrenko*

Ph.D. in Engineering, Associate Professor, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2941-4149>
Department of Reinforced Concrete Structures and Transport Facilities
Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrichson St., 4, Odesa, Ukraine, 65029

T. I. Marchenko

Consulting Engineer, LTD «TEKHNAHLIADBUD», Didrichson St., 27, office 1, Odesa, Ukraine, 65029

O. M. Ivanova

Chief Engineer, CC «BUDOVA», Osypova St., 25, Odesa, Ukraine, 65012

*corresponding author, e-mail: maystrenkoof@gmail.com

Problems of operational reliability of monolithic buildings and structures in case of non-compliance with the requirements of sequential concreting

How to Cite:

Bondarenko, O. V., Maistrenko, O. F., Marchenko, T. I., Ivanova, O. M. (2025). Problems of operational reliability of monolithic buildings and structures in case of non-compliance with the requirements of sequential concreting. *Modern technologies and methods of calculations in construction*, 23, 57-65. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13\(23\)-06](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2025-13(23)-06)

Abstract. Operational and structural reliability is the most important criterion for the life cycle of monolithic buildings and structures.

One of the most important processes in the construction of a building is the sequential concreting of structures. In fact, the construction of a building is carried out gradually; therefore, at the joints of structures, there are zones where, during the technological process, breaks in concreting are performed, which leads to the appearance of a thin layer of cement film, which does not meet the technical characteristics of concrete and must be removed before laying the concrete mixture of the next layer. Unfortunately, as practice shows, builders do not always comply with these requirements, which can lead to accidents.

The article presents real cases of such situations in construction.

At one of the construction sites, an inspection was conducted of the structures prepared for closing the formwork and subsequent concreting. It was noted that the previous cement surface of the floor slab was not cleaned properly, and grease, which is used to lubricate the formwork, had leaked onto the surface of the slab. In another case, the technical engineer recorded a situation where the previous cement surface was not cleaned off the objects, and construction dirt and spots remained. For another example, the concreting of columns at one of the sites was suspended, and the formwork was opened. Many welding residues were found on the concrete surface in the column area and other defects. In all other cases, after placing the concrete mix in the structure and its hardening, we cannot speak about the integrity of the concrete. Therefore, design and calculation models do not work.

What are the consequences of such deviations from the design? As practice has shown, over time, this can lead to an accident or become part of the reason why an accident occurred. As an example, we can consider the situation that happened in the year 2023 at one of the boiler houses in the city of Odessa. After examining the destroyed parts and the corresponding reports, it was noted that the destruction occurred clearly along the concreting seams. The destroyed part of the chimney was divided into blocks, each of which is limited by these seams. As the examination showed, the accident occurred for several reasons, but one of them was the lack of a competent organization of the concreting seam.

Therefore, when carrying out concrete work, it is important to ensure that there are no interruptions during concrete pouring and to ensure that the control over the breakdown of the work is carefully explained to engineers and workers, as well as the importance of surface preparation during concrete pouring.

Keywords: reinforced concrete structures, operational reliability, emergency condition, concreting seam, formwork.