

# ВПЛИВ ВОДИ НА РУЙНУВАННЯ БЕТОННИХ СТРУКТУР І ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ БЕТОНІВ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

У доповіді розглянуто основні аспекти та проаналізовано механізми впливу води на процеси руйнування бетону та залізобетону в будівельних конструкціях. Наведено класифікацію та схему різновидів механізмів руйнувань будівельних конструкцій з бетону та залізобетону під впливом води. Запропоновано застосування перспективної технології виготовлення будівельних виробів для покращення показників водонепроникності та морозостійкості бетонів, що призведе до зменшення впливу води на термін їх експлуатації.

**Ключові слова:** бетон, залізобетон, вода, волога, руйнування, руйнація, капіляри, пори, морозостійкість, просочування, насичення, імпрегнування.

## Abstract

The report considers the main aspects and analyzes the mechanisms of water influence on the processes of destruction of concrete and reinforced concrete in building structures. The classification and diagram of various mechanisms of destruction of building structures made of concrete and reinforced concrete under the influence of water is given. It is proposed to use a promising technology for the production of construction products to improve the waterproofing and frost resistance of concrete, which will lead to a reduction in the impact of water on their service life.

**Keywords:** concrete, reinforced concrete, water, moisture, destruction, destruction, capillaries, pores, frost resistance, seepage, saturation, impregnation.

## Вступ

Одними із ключових критеріїв в ході експлуатації бетонних та залізобетонних елементів в будівельних конструкціях є їхня довговічність, яка залежить від багатьох факторів. Одним із них є механічна та хімічна руйнація бетонних елементів будівельних конструкцій. Вищевказані види руйнувань бетонів часто є спричиненими впливом та накопиченням вологи в об'ємі будівельних конструкцій і напряду залежать від таких властивостей бетону, як морозостійкість та водонепроникність. Дане дослідження передбачає аналіз основних механізмів руйнування бетонів під впливом дії на них води.

## Результати дослідження

Бетони мають складну, часом неоднорідну структуру, що складається з безлічі капілярів, пор різних розмірів, а також мікротріщин, які містяться по всій товщі матеріалу [1-4]. Така структура бетонів зумовлена технологією його виробництва. Пори, капіляри та мікротріщини можуть мати різну геометричну будову, наприклад, бути відкритими або закритими (рис. 1).

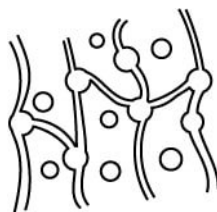


Рисунок 1 – Розподіл капілярів та замкнених і розімкнених пор в товщі бетону

В той же час, їхня наявність сприяє всмоктуванню та накопичуванню рідини (у більшості випадків води) в товщі бетонних та залізобетонних виробів. На рис. 2 показано проникнення рідини в товщу бетону.

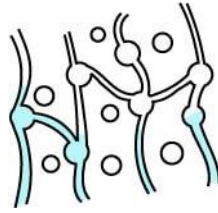


Рисунок 2 – Всмоктування рідини в капілярно-пористу структуру бетону

В ході експлуатації будівельних конструкцій існують різні шляхи насичення бетону водою. Поширеним можна назвати капілярний підйом води в бетоні. Цей ефект особливо проявляється при безпосередньому контакт бетону з ґрунтом чи водою, внаслідок порушення гідроізоляції. Крім того, як вже зазначалося вище, пориста структура бетону відкриває шляхи для проникнення водяної пари, що міститься в атмосфері, а також води, що вбирається з поверхні бетону під час дощових та снігових опадів.

Вода, що потрапляє та утримується у порах бетону, може створює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, таких як бактерії, грибки та пліснява. Ці організми зазвичай знаходять умови для розвитку в умовах вологості та підвищеної температури, що виникають у внутрішніх структурах бетону під впливом води. Під час життєвого циклу даних мікроорганізмів утворюються продукти метаболізму, що містять у своєму складі етанол та органічні кислоти, такі як сульфатна кислота. Кислотність, що виникає в структурі бетону створює агресивне середовище по відношенню до лужного середовища бетону з високими показниками рН (12...14) [5]. Вплив сульфатної кислоти та її солей (сульфатів) проявляється у здатності реагувати з гідроксидом кальцію, яке є одним з основних компонентів бетону. Внаслідок хімічних реакцій можуть утворюватися розчини карбонатів кальцію та інші сполуки, такі як крейда, еттрінгіди і таумасіти [5]. Розчини карбонатів кальцію понижають загальний рівень рН будівельного виробу, що в подальшому призводить до корозії сталевих арматур в залізобетоні. Утворення інших елементів має вагомий вплив на збільшення об'єму та внутрішнього тиску в середині бетону. Це призводить до утворення тріщин з подальшим розшаруванням, втрати цілісності бетонної структури з подальшим зниженням міцності будівельної конструкції. Дані процеси мають ключовий вплив на зниження довговічності бетону та залізобетону, а також його стійкості до подальших зовнішніх впливів.

Крім розгляданого вище випадку, кислотне середовище в товщі бетону може утворюватися і без дії мікроорганізмів. Дія атмосферних опадів, таких як кислотні дощі та кислотні сніги, протижелезних складів [6] зумовлює протікання в товщі бетонних конструкцій хімічних реакцій цементного каменю з кислотами та солями, що зі збільшенням об'єму та внутрішнього тиску, а також кородуванням арматури призводить до руйнування будівельних конструкцій та значного зниження довговічності.

Разом з тим варто відзначити негативний вплив води, що потрапила в товщу бетону на морозостійкість будівельного виробу. Такий вплив проявляється під час циклів заморожування-розморожування, коли вода, яка проникає в пори бетону, замерзає під впливом низьких температур, збільшуючись в об'ємі, що може призводити до розширення та пошкодження пор бетону. Заморожування води викликає такі фізичні руйнування, як тріщини та відшарування, що посилюються при подальшому розморожуванні. Такі пошкодження знижують міцність та цілісність бетонних структур. Вплив на руйнування бетону позначено на рис. 3.

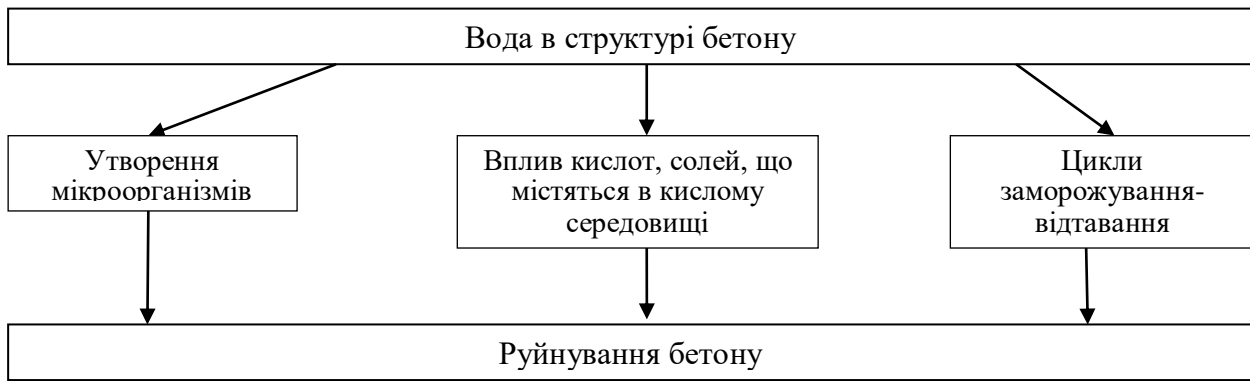


Рисунок 3 – Шляхи впливу води, що накопичилася в товщі бетону на руйнування його структури

Зменшення впливу води на руйнування бетонних структур безпосередньо пов'язане з такими властивостями бетонів, як морозостійкість та водонепроникність. Технологія, що полягає у циклічному гідротермічному насиченні бетонних та залізобетонних виробів спеціальними рідинами з використанням пристрою для створення імпульсів тиску та устаткування для її реалізації [7] дозволяє покращити показники водонепроникності та морозостійкості таких виробів, що у свою чергу підвищує довговічність бетонів.

### Висновки

Аналіз шляхів проникнення та впливу води на руйнування бетонних та залізобетонних будівельних конструкцій дозволяє вжити заходів щодо підвищення їхньої довговічності. Запропонована технологія виготовлення будівельних виробів та устаткування для її реалізації дозволяють надати високі показники морозостійкості та водонепроникності, що підвищує довговічність бетонних і залізобетонних конструкцій.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гоц В.І. Бетони і будівельні розчини / В.І. Гоц. – К.:ТОВ УВПК, 2003. – 472 с.
2. Кропивницька Т.П. Мезоструктура та міцність модифікованих будівельних розчинів / Т. П. Кропивницька // Науковий вісник НЛТУ України. — 2012. — № 3 (22). — С. 123-127.
3. Małolepszy J. Wybrane zagadnienia z trwałości betonów. Wybrane zagadnienia z trwałości betonów / J. Małolepszy // Konferencja Dni Betonu. 2000. Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Kraków, 2000.
4. Halbiniak J. Research on the Frost Resistance of Concretes Modified with Fly Ash / J. Halbiniak, B. Langier // Teka. Commission of motorization and energetics in agriculture. – 2014. — Vol. 14, № 4. — P. 23–30.
5. Технологія і організація ремонтно – будівельних робіт: [Текст]: конспект лекцій / уклад. Н.З.Пігулко – Любешів: Любешівський технічний коледж Луцького НТУ. — 2020. — 179 с.
6. Седов А.В. Дослідження причин передчасного руйнування залізобетонних елементів мостів та шляхопроводів при використанні хлористих протиожеледних матеріалів / А. В. Седов, О. О. Фоменко // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. — 2023. — №19. — С. 183-191.
7. Устаткування для циклічного гідротермічного насичення бетонних та залізобетонних виробів: пат. 140195 Україна № u201907557; заявл. 05.07.2019 ; опубл. 10.02.2020, Бюл. № 3. – 5 с. : кресл.

**Олег Олегович Горюн** – асистент кафедри інженерних систем в будівництві, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії. Вінницький національний технічний університет, Україна, м. Вінниця, e-mail: oleggoriun@vntu.edu.ua.

**Oleh O. Horiun** — assistant of the department of engineering systems in construction, faculty of construction, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail : oleggoriun@vntu.edu.ua.