

Експериментальне дослідження підсилення залізобетонних балок за допомогою попередньо напружених канатів

Дмитро Сморкалов, доц., канд.техн.наук¹(ORCID: 0000-0001-7890-2686),
Володимир Винокур, здобувач¹(ORCID: 0009-0002-3218-5620)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

АНОТАЦІЯ

У роботі представлено методику проведення експериментального дослідження ефективності підсилення монолітних залізобетонних балок із застосуванням попередньо напружених арматурних канатів. Запропонований підхід базується на принципі зовнішнього підсилення, що дозволяє підвищити несучу здатність конструкцій без необхідності їх демонтажу або суттєвого втручання в існуючу структуру. Методика передбачає використання високоякісних канатів, які закріплюються на поверхні балки та піддаються попередньому натягу за допомогою гідравлічного обладнання. Такий спосіб підсилення є технологічно гнучким і може бути адаптований до різних типів конструкцій, що особливо важливо в умовах реконструкції або аварійного відновлення. Експериментальна частина дослідження, яка включає виготовлення серій зразків, їх навантаження та аналіз напружено-деформованого стану. Очікується, що результати дозволять кількісно оцінити ефективність запропонованої технології та сформулювати рекомендації для її практичного застосування в будівельній галузі.

Ключові слова: залізобетон, підсилення, попереднє напруження, канати, експеримент, методика.

1. ВСТУП

Проблема підсилення існуючих залізобетонних конструкцій є надзвичайно актуальною в умовах реконструкції та відновлення інфраструктури, яка зазнає впливу як тривалих експлуатаційних навантажень, так і зовнішніх деструктивних факторів, зокрема воєнних дій. У багатьох випадках традиційні методи підсилення вимагають значних обсягів демонтажних робіт, збільшення перерізів або маси конструктивних елементів, що призводить до додаткових витрат і ускладнює подальшу експлуатацію об'єктів.

Одним із перспективних напрямів вирішення цієї проблеми є застосування зовнішніх попередньо напружених канатів. [1, 2, 3] Такий метод дозволяє ефективно підвищити несучу здатність елементів, зменшити їх деформації, забезпечити контрольований перерозподіл внутрішніх зусиль та знизити ймовірність утворення й розвитку тріщин. Важливою перевагою є мінімальне втручання в існуючу структуру конструкцій, що робить технологію особливо цінною при роботах на об'єктах, які перебувають в експлуатації та не можуть бути виведені з користування на тривалий час.

Застосування попередньо напружених канатів забезпечує комплексне вирішення одразу декількох завдань: підвищення надійності, продовження терміну служби конструкцій, а також економічну доцільність у порівнянні з традиційними методами підсилення. У результаті цей підхід розглядається як один із найбільш ефективних сучасних засобів модернізації та відновлення будівельних об'єктів.

Попередньо напружені арматурні канати є ефективним засобом збільшення несучої здатності конструкцій та підвищення їхньої стійкості до дії навантажень. Такий метод дозволяє зменшити утворення тріщин, знизити деформації та покращити загальну жорсткість елементів конструкції [1, 2, 3]. Однак для забезпечення належної точності розрахунків

і ефективного проектування підсилення необхідне використання спеціалізованих програмних комплексів.

2. МЕТА РОБОТИ

Розробка та апробація методики експериментального дослідження підсилення монолітних залізобетонних балок попередньо напруженими арматурними канатами.

3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Програма експерименту передбачає виготовлення та випробування двох серій однопролітних залізобетонних балок.

Балки виготовлялися з бетону класу C20/25, з робочою арматурою Ø10 A500C. Підсилення здійснювалося зовнішніми попередньо напруженими канатами діаметром Ø15,7 мм, які закріплювалися в анкерних пристроях і натягувалися до розрахункового зусилля.

Схема випробувань полягає у прикладанні двох зосереджених сил в середині прольоту для утворення чистого згину. Така схема навантаження дозволяла створити умови роботи елементів на чистий згин у середній частині прольоту, де згинальний момент досягає максимального значення, а поперечні сили відсутні.

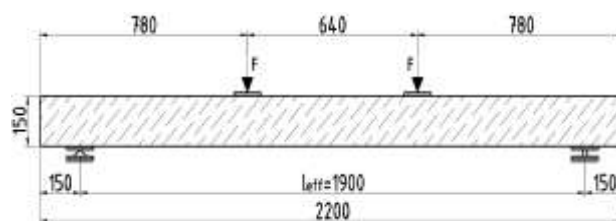


Рисунок 1. Принципова схема чистого згину

Серія I – контрольні балки без підсилення

Ця серія використовується як еталон для порівняння результатів випробувань. Вона дозволяє визначити несучу здатність і роботу залізобетонних балок без додаткових заходів підсилення.

Розміри балки - 300x150(h)x2200 м

Завдання I серії:

- Зафіксувати залежність між прикладеним навантаженням, прогинами та розвитком тріщин.
- Зафіксувати момент утворення перших тріщин і простежити закономірності їх розвитку під дією зосередженої сили.
- Оцінити жорсткість і несучу здатність контрольних балок як вихідну базу для подальшого порівняння із зразками, підсиленими попередньо напруженими канатами

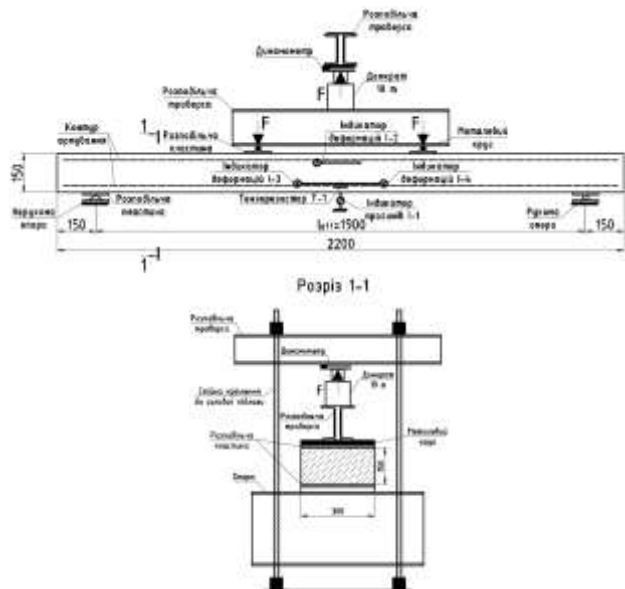


Рисунок 2. Схема випробування контрольної балки

Серія II – балки, підсилені попередньо напруженими канатами.

Ця серія спрямована на дослідження впливу підсилення попередньо напруженими канатами на роботу елементів у чистому згині. Такий підхід дозволяє встановити закономірності перерозподілу внутрішніх зусиль у залізобетонних балках при поєднанні традиційного армування та зовнішнього попереднього напруження.

Розміри балки - 300x150(h)x2200 м.

Завдання II серії:

- Дослідити вплив зовнішнього попереднього напруження на момент утворення та розвиток тріщин у зоні чистого згину.
- Визначити зміни у напружено-деформованому стані та несучій здатності балок у порівнянні з контрольними зразками (Серія I).
- Проаналізувати механізм сумісної роботи елементів системи «бетон – внутрішня арматура – зовнішні канати» та встановити характер їхньої взаємодії під навантаженням.

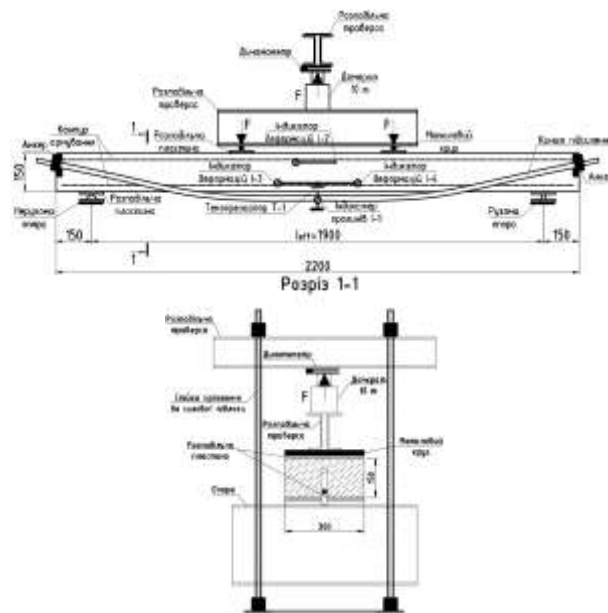


Рисунок 3. Схема випробування підсиленої балки

4. ВИСНОВКИ

Запропонована методика дозволяє оцінити ефективність підсилення залізобетонних балок попередньо напруженими канатами. Очікувані результати експерименту мають підтвердити покращення тріщиностійкості, жорсткості та несучої здатності елементів.

Отримані дані стануть основою для практичних рекомендацій щодо застосування технології в умовах реконструкції та відновлення споруд.

Список літератури

[1] Сморкалов Д.В., Затилюк Г.А., Винокур В.С. Підсилення монолітних залізобетонних Конструкцій з використанням попередньо Напружених арматурних канатів. // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. Луцьк, ЛНТУ. 2024, Випуск 21, С. 224-234. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11\(21\)-24](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11(21)-24)

[2] Сморкалов Д.В. Винокур В.С. (2022). Методики розрахунку монолітних залізобетонних конструкцій з попереднім напруженням арматурних канатів. Будівельні конструкції. Теорія і практика, (12), 73–83. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.12.2023.73-83>

[3] Сморкалов, Д., & Винокур, В. (2024). Методи розрахунку підсилення залізобетонних конструкцій із застосуванням попередньо напружених канатів з використанням програмних комплексів. Будівельні конструкції. Теорія і практика, (15), 41–53. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.15.2024.41-53>