

Розрахунок підсилення монолітних залізобетонних конструкцій з використанням попередньо напружених арматурних канатів за допомогою програмних комплексів

Дмитро Сморкалов, канд.техн.наук, доцент ¹(ORCID: 0000-0001-7890-2686),
Володимир Винокур здобувач III -го рівня вищої освіти (PhD) ¹, (ORCID: 0009-0002-3218-5620)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, 03037, м. Київ, проспект Повітряних Сил, 31, Україна

АНОТАЦІЯ

У наш час виникає потреба у підсиленні споруд, викликана зносом конструкцій, бойовими діями та збільшенням навантажень при переобладнанні приміщень. Особливу увагу також слід приділяти можливостям використання попередньо напружених канатів для підсилення існуючих будівель, що значно підвищує їх міцність і надійність. Використання програмних комплексів для моделювання підсилення допомагає оптимізувати технологічні процеси й підвищити ефективність конструкцій.

Ключові слова: підсилення, канати, попереднє напруження, розрахунок.

1. ВСТУП

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.

Сучасні програмні рішення, такі як LIRA, SOFiSTiK, SCAD Office та інші, дозволяють проводити точні розрахунки поведінки залізобетонних конструкцій з урахуванням складних факторів, включаючи нелінійність матеріалів, довготривалі ефекти, геометричну нестабільність тощо. Крім того, ці програмні комплекси дозволяють здійснювати моделювання процесів напруження арматурних канатів, що забезпечує високий рівень оптимізації та надійності підсилення конструкцій.

2. МЕТА РОБОТИ

Провести розрахунок підсилення залізобетонних конструкцій за допомогою попередньо напружених канатів в існуючих програмних комплексах.

3. РОЗРАХУНКОВІ ЕЛЕМЕНТИ

Основи розрахунку підсилення монолітних залізобетонних конструкцій за допомогою попередньо напружених арматурних канатів включають кілька ключових етапів.

- Важливо провести детальний аналіз існуючих умов конструкції, включаючи оцінку її розмірів, форми та поточного стану матеріалів.
- Визначення навантаження, які буде нести конструкція, з урахуванням як постійних, так і тимчасових навантажень.
- Механічні властивості матеріалів, зокрема міцність бетону та характеристики арматурних канатів, є критично важливими для точності розрахунку.
- Конфігурація підсилювальних елементів, таких як розташування та кількість канатів, повинна бути спроектована таким чином, щоб забезпечити

максимальну міцність та зменшити деформації конструкції.

- Сучасні програмні комплекси, що використовуються для розрахунку підсилення, автоматизують ці процеси, забезпечуючи можливість точного моделювання та оцінки різних варіантів підсилення, що є необхідним для досягнення ефективних та надійних результатів.

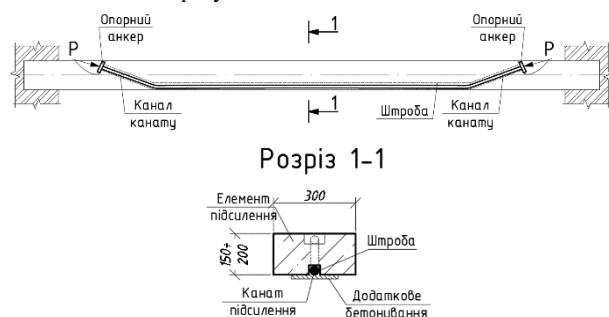


Рисунок 1. Принципова схема підсилення залізобетонних конструкцій

4. ПРОГРАМНІ КОМПЛЕКСИ

1. **LIRA-SAPR** — це популярний програмний комплекс для розрахунку будівельних конструкцій. Він дозволяє моделювати і проводити статичні та динамічні розрахунки для різних типів конструкцій, включаючи залізобетонні елементи. Програма підтримує функції розрахунку підсилення конструкцій за допомогою попередньо напружених арматурних канатів і включає спеціалізовані модулі для аналізу деформацій, тріщин та міцності.
 - Переваги: багатифункціональність, зручний інтерфейс, підтримка різних типів навантажень, наявність великих бібліотек матеріалів.
 - Недоліки: складність у навчанні для новачків.



Рисунок 2. Принципова схема підсилення залізобетонних конструкцій в ПК LIRA-SAPR

2. **SOFiStiK** — це німецький програмний комплекс, що спеціалізується на розрахунках будівельних і цивільних конструкцій. Він підтримує підсилення залізобетонних конструкцій попередньо напруженими арматурними канатами та надає можливість проводити точний аналіз деформацій, напружень і тріщиноутворень. Програма також включає спеціалізовані модулі для аналізу мостів і складних інженерних об'єктів.
- Переваги: висока точність, широкий набір функцій для аналізу складних конструкцій.
 - Недоліки: висока ціна та потреба в додатковому навчанні для роботи з програмою.

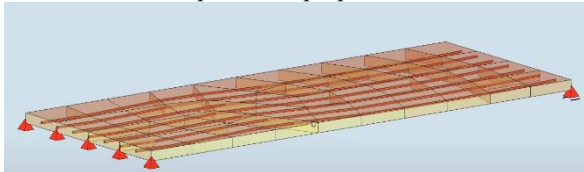


Рисунок 3. Принципова схема підсилення залізобетонних конструкцій в ПК SOFiStiK

3. **SCAD Office** — ще один популярний програмний комплекс для розрахунку та аналізу конструкцій. Він підтримує моделювання підсилення залізобетонних конструкцій з використанням попередньо напружених канатів, надаючи користувачам можливість проводити як лінійні, так і нелінійні розрахунки. Програма також включає функціонал для оцінки деформацій і аналізу тріщин у бетоні.
- Переваги: простий у використанні інтерфейс, доступність на ринку СНД, широкий набір функцій.
 - Недоліки: обмежена підтримка складних нелінійних моделей порівняно з іншими програмами.

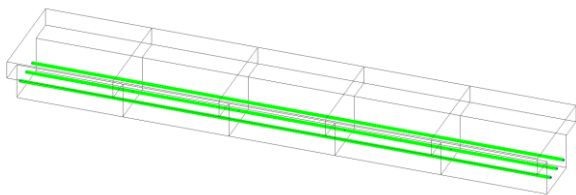


Рисунок 4. Принципова схема підсилення залізобетонних конструкцій в ПК SCAD Office

5. ПОРІВНЯННЯ

Порівняння функцій та можливостей різних програм:

SCAD Office і LIRA-SAPR є ефективними інструментами для розрахунку попередньо напружених елементів завдяки своїм зручним інтерфейсам і швидкому процесу моделювання. SCAD Office забезпечує інтуїтивно зрозумілий підхід до розрахунків, що робить його ідеальним для стандартних завдань. LIRA-SAPR також добре справляється з розрахунками і підтримує швидкість виконання, але може бути менш універсальним у випадках складних симуляцій.

SOFiStiK забезпечує глибокий рівень інтеграції з BIM-системами і потужні можливості для комплексного аналізу, що робить його відмінним вибором для великих і складних проектів. Проте, його складність і висока вартість можуть бути недоліками для новачків.

- Точність розрахунків: Програми, такі як SOFiStiK, забезпечують вищу точність завдяки потужним інструментам для нелінійного аналізу.
- Інтуїтивність: SCAD Office і LIRA-SAPR відомі простішим інтерфейсом і більшою доступністю для користувачів із країн СНД.
- Специфікація: SOFiStiK орієнтована на складні інженерні проекти та великі споруди, тоді як LIRA-SAPR і SCAD підходять для більш широкого кола задач.

6. ВИСНОВКИ

Розрахунок підсилення монолітних залізобетонних конструкцій з використанням попередньо напружених арматурних канатів є важливою частиною сучасного будівництва і ремонту. Застосування попередньо напружених арматурних канатів дозволяє значно підвищити міцність і довговічність конструкцій, що особливо важливо для забезпечення їх безпеки та експлуатаційних характеристик.

Використання програмних комплексів для розрахунку підсилення таких конструкцій є надзвичайно ефективним. Сучасні програмні засоби дозволяють здійснювати точний і швидкий розрахунок, враховуючи всі необхідні параметри і навантаження. Це не лише знижує ймовірність помилок, але й дозволяє оптимізувати проектування для досягнення найкращих результатів при мінімальних витратах.

Програмні комплекси забезпечують можливість моделювання складних конструктивних систем, що допомагає краще зрозуміти їхню поведінку під різними навантаженнями. Вони також дозволяють виконувати аналіз і оптимізацію конструкцій, враховуючи різні фактори, такі як зміни температури, усадки бетону, і вплив довкілля.

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. [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., & Винокур, В. (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. (2022). Монолітні залізобетонні конструкції з попередньо напруженими канатами. Будівельні конструкції. Теорія і практика, (10), 136–142. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.10.2022.136-142>