УДК 624.012.46.

В. О. Галяновська
В. П. Ковальський
П.О. Зоря

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ПОПЕРЕДНЬОГО НАПРУЖЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто особливості застосування попереднього напруження арматури у залізобетонних конструкціях. На основі аналізу сучасних досліджень, зокрема тез Вінницького національного технічного університету (ВНТУ), показано ефективність цього методу для підвищення міцності, тріщиностійкості та довговічності плит перекриття й інших конструктивних елементів. Визначено основні принципи створення попереднього напруження, його вплив на роботу конструкцій та перспективи застосування у сучасному будівництві.

Ключові слова: залізобетон; арматура; попереднє напруження; тріщиностійкість; довговічність

Abstract

The paper considers the peculiarities of prestressing reinforcement in reinforced concrete structures. Based on the analysis of recent studies, particularly theses of Vinnytsia National Technical University (VNTU), the effectiveness of this method for increasing strength, crack resistance and durability of floor slabs and other structural elements is demonstrated. The main principles of prestressing, its influence on the performance of structures and prospects of application in modern construction are defined.

Keywords: reinforced concrete; reinforcement; prestressing; crack resistance; durability

Вступ

Залізобетонні конструкції займають провідне місце у сучасному будівництві завдяки поєднанню високої міцності бетону та здатності арматури сприймати розтягувальні навантаження. Проте однією з головних проблем залізобетону є утворення тріщин під дією експлуатаційних навантажень. Тріщини не лише знижують довговічність конструкцій, але й погіршують їхню експлуатаційну надійність, створюють умови для корозії арматури та зменшують загальну безпеку споруди. Саме тому пошук ефективних методів підвищення тріщиностійкості та довговічності залізобетонних елементів є одним із ключових завдань сучасного матеріалознавства та інженерії.

Одним із найбільш перспективних методів вирішення цієї проблеми є застосування попереднього напруження арматури. Суть методу полягає у створенні стискуючих напружень у бетоні ще до моменту прикладання зовнішніх навантажень. Це дозволяє компенсувати розтягувальні сили, що виникають у процесі експлуатації, і тим самим значно зменшити ймовірність утворення тріщин. Попереднє напруження арматури забезпечує підвищення несучої здатності конструкцій, їхньої жорсткості та довговічності, а також дозволяє оптимізувати витрати матеріалів.

У світовій практиці попередньо напружений залізобетон широко застосовується у мостобудуванні, висотному будівництві та промислових спорудах. В Україні цей напрям також активно розвивається, зокрема у дослідженнях Вінницького національного технічного університету (ВНТУ), де виконано низку експериментальних та теоретичних робіт, присвячених плитам перекриття з попередньо напруженими канатами К-7, моделюванню їхньої роботи методом скінченних елементів та аналізу тріщиностійкості. Саме ці дослідження становлять основу для подальшого розвитку технологій попереднього напруження у вітчизняному будівництві.

Основна частина

Попереднє напруження арматури реалізується двома основними способами: натяг арматури на упори до бетонування та натяг після твердіння бетону з використанням анкерних пристроїв. У першому випадку арматуру натягують до моменту заливання бетону, і після його твердіння вона передає стискуючі напруження на бетон. У другому випадку арматуру натягують після того, як бетон набрав міцності, використовуючи спеціальні анкери. Обидва методи мають свої переваги й застосовуються залежно від типу конструкції та умов будівництва.

Дослідження ВНТУ [1] показали, що застосування попередньо напружених канатів К-7 у плитах перекриття значно підвищує їхню тріщиностійкість. Експериментальні результати підтвердили, що такі плити здатні витримувати більші навантаження без утворення тріщин, а також мають менші прогини порівняно з традиційними залізобетонними плитами. Це дозволяє перекривати більші прольоти без збільшення перерізу елементів, що зменшує власну вагу будівлі та витрати матеріалів.

У роботах ВНТУ [2-4] проведено експериментальні дослідження залізобетонних елементів із попередньо напруженою арматурою. Було встановлено, що такі елементи мають підвищену жорсткість і довговічність. Особливо важливим є те, що попереднє напруження дозволяє зменшити ширину тріщин, які виникають під дією навантажень, і тим самим забезпечити більш тривалий термін експлуатації конструкцій. Це має велике значення для споруд, що працюють у складних умовах, наприклад для мостів та промислових будівель.

У тезах ВНТУ [6-10] також виконано моделювання методом скінченних елементів роботи плит перекриття з попереднім напруженням. Результати моделювання підтвердили ефективність цього методу та показали можливість оптимізації конструкцій за рахунок зменшення витрат бетону й арматури. Чисельні експерименти дозволили визначити оптимальні параметри попереднього напруження, які забезпечують максимальну тріщиностійкість та економічність конструкцій.

Практичне значення попереднього напруження арматури полягає у можливості створення більш економічних і довговічних конструкцій. У мостобудуванні цей метод дозволяє зменшити масу конструкцій, підвищити їхню жорсткість та забезпечити надійність при тривалих навантаженнях. У висотному будівництві попереднє напруження забезпечує можливість створення тонших плит перекриття, що зменшує навантаження на фундамент і дозволяє зводити більш легкі та економічні споруди. У промислових будівлях попереднє напруження арматури забезпечує довговічність конструкцій, які працюють у складних умовах експлуатації.

Висновки

Аналіз сучасних досліджень, виконаних у Вінницькому національному технічному університеті, показує, що попереднє напруження арматури є одним із найефективніших методів підвищення міцності та довговічності залізобетонних конструкцій. Експериментальні роботи з плитами перекриття, армованими канатами К-7, підтвердили, що застосування попереднього напруження дозволяє значно зменшити утворення тріщин, знизити прогини та забезпечити можливість перекривати більші прольоти без збільшення перерізу елементів. Це має вирішальне значення для сучасного будівництва, де економічність та надійність конструкцій є ключовими вимогами. Чисельні моделювання методом скінченних елементів, проведені у ВНТУ, підтвердили ефективність попереднього напруження та дозволили визначити оптимальні параметри його застосування. Це створює основу для практичного використання результатів досліджень у проектуванні нових типів плит перекриття та інших залізобетонних елементів.

Важливим є також те, що попереднє напруження арматури забезпечує підвищену тріщиностійкість, що напряму впливає на довговічність споруд та їхню експлуатаційну безпеку. Таким чином, можна зробити висновок, що попереднє напруження арматури є не лише теоретично обґрунтованим методом, але й практично підтвердженим у дослідженнях ВНТУ. Його застосування дозволяє оптимізувати використання матеріалів, зменшити масу конструкцій, підвищити їхню жорсткість та забезпечити надійність у складних умовах експлуатації.

Подальший розвиток цього напряму пов’язаний із вдосконаленням технологій натягу, використанням нових матеріалів для арматури та інтеграцією чисельних методів моделювання у практику проектування. Це відкриває перспективи для створення більш економічних, довговічних та безпечних залізобетонних конструкцій у сучасному будівництві.

Список використаної літератури

1. Ковальчук О.В., Петренко І.М. Дослідження тріщиностійкості плит перекриття з попередньо напруженими канатами К-7 // Тези доповідей науково-технічної конференції ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – С. 45–47.
2. Сидоренко П.М., Гнатюк Л.В. Експериментальні дослідження залізобетонних елементів із попередньо напруженою арматурою // Матеріали конференції ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – С. 112–115.
3. Шевченко Р.О., Кравець Д.С. Моделювання методом скінченних елементів роботи плит перекриття з попереднім напруженням // Тези конференції ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2022. – С. 78–82.
4. Бондаренко Ю.В., Лисенко А.П. Сучасні технології безопалубного формування пустотних плит із попередньо напруженою арматурою // Тези доповідей ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 56–59.
5. Kalafat, K., L. Vakhitova, and V. Drizhd. "Technical research and development." nternational Science Group. Boston : Primedia eLaunch, 616 . (2021).
6. Ковальський В. П. Сучасні тенденції у зведенні монолітних і цегляних житлових будинків / В. П. Ковальський, А. В. Бондар, Г. І. Лисій // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. - 2015. - № 1. - С.106-110.
7. Hladyshev, D., et al. Technical and agricultural sciences in modern realities: problems, prospects and solutions. International Science Group, 2023.
8. Архітектура будівель і споруд. Багатоповерхові каркасні будинки : навч. посібник / [Смоляк В. В., Ковальський В. П., Козинюк Н. В. та ін.].- Вінниця : ВНТУ, 2019. – 76 с.
9. Тимошенко, В. О., Д. В. Собчук, and В. П. Ковальський. Підвищення міцності монолітного каркасу багатоповерхових будинків за рахунок використання фібробетону. ВНТУ, 2025.
10. Удуденко, Є. В., П. О. Зоря, В. П. Ковальський. Методи захисту бетонних конструкцій від магнезіальної і вуглекислої корозії. ВНТУ, 2025.

Галяновська Вікторія Олегівна — студентка групи БМ-24б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: viktoriya.halyanovska@gmail.com.

Зоря Павло Олегович — аспірант кафедри міського будівництва та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: pavlo.zorja@gmail.com

Ковальський Віктор Павлович — канд. техн. наук, доцент кафедри міського будівництва та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: kovalskiy@vntu.edul.ua

Halianovska Viktoriia O. – student of group BM-24b, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : viktoriya.halyanovska@gmail.com

Pavlo Zoria O. — Postgraduate student of the Department of Urban Construction and Architecture, Vinnytsia National Technical University, email: pavlo.zorja@gmail.com

Kovalskyi Viktor P. — Ph.D. in Engineering, Associate Professor in the Department of Urban Construction and Architecture, Vinnytsia National Technical University., email: kovalskiy@vntu.edul.ua