УДК 624.15

Д. О. Валько
А. А. Ткачук
Н. В. Блащук

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТУРКТИВНОГО РІШЕННЯ ФУНДАМЕНТНОЇ ПЛИТИ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ З МОНОЛІТНИМ ЗАЛІЗОБЕТОННИМ КАРКАСОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі розглянуто оптимізацію конструктивного рішення фундаментної плити для багатоповерхової будівлі з монолітним залізобетонним каркасом. Описано основні підходи до розрахунку і проектування фундаментів, зокрема важливість врахування взаємодії системи «будівля–фундамент–основа» для рівномірного розподілу навантаження і зменшення матеріаломісткості конструкції. Дослідження акцентує увагу на методах зниження витрат на бетон і арматуру, що сприяє економічності та довговічності споруд, а також на екологічних аспектах будівництва. Використання методу скінченних елементів дозволяє імітувати роботу фундаментної плити під різними навантаженнями, виявляти критичні зони напружень і оптимізувати армування.

Ключові слова: оптимізація, фундаментна плита, багатоповерхова будівля, монолітний залізобетонний каркас, розподіл навантажень, метод скінченних елементів, економічна ефективність, екологічність.

Abstract

This paper considers the optimization of the structural solution of a foundation slab for a multi-storey building with a monolithic reinforced concrete frame. The main approaches to the calculation and design of foundations are described, including the importance of taking into account the interaction of the building-foundation-base system for uniform load distribution and reduction of the material consumption of the structure. The study focuses on methods to reduce the cost of concrete and reinforcement, which contributes to the efficiency and durability of structures, as well as to the environmental aspects of construction. The use of the finite element method makes it possible to simulate the operation of a foundation slab under various loads, identify critical stress zones and optimize reinforcement.

Keywords: optimization, foundation slab, multi-storey building, monolithic reinforced concrete frame, load distribution, finite element method, economic efficiency, environmental friendliness.

Вступ

У сучасному міському будівництві спостерігається тенденція до зростання кількості багатоповерхових будівель, що створює значні вимоги до надійності їх конструкцій. Фундамент є одним із найважливіших елементів споруди, оскільки забезпечує передачу навантаження від будівлі на ґрунт. Для багатоповерхових будівель з монолітним залізобетонним каркасом фундаментна плита виступає ключовим елементом, який повинен поєднувати в собі високу несучу здатність, економічність та довговічність.

Враховуючи, що витрати на фундаменти можуть сягати до 40% від загальної вартості будівництва, оптимізація їх конструктивних рішень є вкрай важливою задачею. Проектування фундаментної плити повинно базуватися на аналізі взаємодії системи «будівля–фундамент–основа»,

що дозволяє враховувати вплив ґрунтових умов, навантажень і конструктивних особливостей споруди.

Основними завданнями оптимізації є зменшення матеріаломісткості плити, скорочення витрат на бетон і арматуру, забезпечення рівномірного розподілу навантажень та мінімізація нерівномірних осідань. Сучасні підходи до проектування передбачають застосування високоміцних бетонів, зонального армування та інноваційних конструктивних рішень, що дозволяють досягти високих техніко-економічних показників.

Таким чином, оптимізація конструктивного рішення фундаментної плити є одним із найважливіших напрямків у проектуванні багатоповерхових будівель, що сприяє підвищенню надійності споруд і зниженню витрат на будівництво.

Виклад основного матеріалу дослідження

Головна перевага плитних фундаментів – це їх здатність зменшити тиск на основу і перерозподілити зусилля на ґрунт: знижувати тиск на більш піддатливі ділянки й, навпаки, збільшувати тиск на ділянки більшої міцності [1].

Ребристі плити використовують, спрямовуючи ребра вверх або вниз. Поперечні і поздовжні ребра перекриття перетинаються в точках опори стійок каркаса, концентруючи армований бетон в місцях, найбільш схильних до навантажень. Плити перекриття з ребрами жорсткості, розташованими внизу, спрощують конструкцію підземних поверхів і скорочують обсяг земляних робіт. Навпаки, в плитах з піднятими ребрами необхідно буде заповнити проміжки між ребрами піском або бетоном, що спростить освоєння буріння [2].

Плоскі плити на багато простіше у виготовленні. В основному вони використовуються в умовах затоплених територій для сприйняття гідростатичного тиску. Жорсткість плитного фундаменту підвищується за рахунок з'єднання перекриттів над цокольним поверхом для проведення робіт. Розміри плитного фундаменту визначаються розмірами будівлі з урахуванням відносної консолі на зовнішній стіні або в ряду колон. Сполучення плитних фундаментів із колонами каркаса можна здійснювати за допомогою збірних або монолітних підколонників [2].

При проектуванні фундаментної плити необхідно враховувати взаємодію всіх елементів системи, адже плита не працює ізольовано, а є частиною більш складної системи. Врахування цієї взаємодії дозволяє рівномірно розподілити навантаження та уникнути локальних перевантажень, які можуть спричинити нерівномірні осідання або навіть руйнування окремих частин споруди [1].

Оптимізація геометричних параметрів фундаментної плити забезпечує економію матеріалів і знижує загальну вартість будівництва. Товщина плити та її розміри є ключовими параметрами, які можна оптимізувати [3].

Наприклад:

- Зменшення товщини плити з одночасним покращенням якості матеріалів.
- Використання зонального армування для зменшення витрат на арматуру.

При виборі товщини плити можливі такі принципові рішення:

1) товщина плити мінімальна, в місцях прикладання зосереджених навантажень від колон або стін влаштовуються утовщення у вигляді підколоників, що забезпечують відсутність продавлювання. При цьому в підколониках може бути або не бути потреба у встановленні поперечної арматури;

2) товщина плити підібрана з умови міцності на продавлювання і дію поперечної сили з врахуванням встановлення поперечної арматури;

3) товщина плити підібрана з умови міцності на продавлювання і дію поперечної сили без необхідності встановлення поперечної арматури.

Очевидно, що перший варіант буде кращим з точки зору відчутних витрат. Другий варіант вимагає більшого, він бетонний, але технічно простий і не вимагає засипки ущільненим грунтом під підлогою. Третій варіант може вигравати за рахунок зменшення кількості арматури не дивлячись на найбільші витрати бетону.

Економічний аспект оптимізації є не менш важливим він полягає в зниженні обсягу бетону та арматури скорочує загальну вартість будівництва. Економія матеріалів також позитивно впливає на екологію, зменшуючи викиди вуглекислого газу. У цьому контексті також доцільно використовувати бетони з частково заміненою сировиною, що знижує екологічне навантаження [4].

Невід'ємною частиною даного дослідження є математичне моделювання , метод скінченних елементів використовується для імітації поведінки фундаментної плити під різними навантаженнями. Це дозволяє виявити потенційні зони критичних напружень та оптимізувати розташування арматури. Вивчаються властивості високоміцного бетону, зокрема самоуплотнюючих та легких бетонів, які дозволяють зменшити масу конструкції, знизити осідання і покращити адаптивність фундаменту до різних ґрунтів. Завдяки використанню спеціальних алгоритмів вибираються оптимальні параметри фундаментної плити, включаючи товщину, діаметр арматури та тип бетонної суміші [5].

Висновки

Таким чином, оптимізація конструктивного рішення фундаментної плити дозволяє не тільки підвищити ефективність будівельних процесів, а й знизити експлуатаційні витрати. Сучасні методи дозволяють досягти більш раціонального використання матеріалів, покращити надійність та стабільність конструкцій, що є критичним для багатоповерхових будівель. Оптимізація конструктивного рішення фундаментної плити дозволяє не тільки підвищити ефективність будівельних процесів, а й знизити експлуатаційні витрати. Сучасні методи дозволяють досягти більш раціонального використання матеріалів, покращити надійність та стабільність конструкцій, що є критичним для багатоповерхових будівель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гевко, І. Б., та Баб’як, М. І. Основи розрахунку і проектування будівельних конструкцій з монолітного залізобетону. Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2018.
2. Козловський, В. Г. Інженерні основи оптимізації конструкцій фундаментних плит. Київ: НАУ, 2020.
3. Загородній, А. М. Розрахунок і проектування фундаментів з урахуванням оптимізації матеріалів. Львів: Вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 2019.
4. Гайдай, С. О., та Лисенко, А. В. Монолітні залізобетонні конструкції у сучасному будівництві. Харків: ХНУБА, 2017.
5. І. М. Меть, А. С. Моргун Моделювання сумісної роботи каркасних будівель з основами та фундаментами. Вінниця: ВНТУ, 2013.

Ткачук Аліна Андріївна — студентка 1-го курсу магістратури, група 1Б-24м, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: alinatkachukk@gmail.com
Валько Діана Олександрівна — студентка 1-го курсу магістратури, група 1Б-24м, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dianavalco12@gmail.com

Науковий керівник: ***Блащук Наталя Вікторівна*** — к. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: blaschuk@vntu.edu.ua

Tkachuk Alina Andriiivna - 1st year master's student, group 1B-24m, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: alinatkachukk@gmail.com

Valko Diana Oleksandrivna - 1st year master's student, group 1B-24m, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dianavalco12@gmail.com

Supervisor***: Natalia Blaschuk*** - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: blaschuk@vntu.edu.ua