

ПІДБІР РАЦІОНАЛЬНОГО КОНСТРУКТИВНОГО РІШЕННЯ МОНОЛІТНОЇ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ У СПОРУДАХ ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі виконано підбір раціонального конструктивного рішення монолітної плити перекриття у споруді подвійного призначення шляхом прикладання навантаження від ударної хвилі та зміни товщини плити перекриття і марки бетону. Проведено порівняльний розрахунок плит перекриття з різними товщинами в програмному комплексі ЛІРА-САПР. Проаналізовано вплив вибухової хвилі на плиту перекриття та зміни після коригування товщини плити перекриття та марки бетону.

Результати показали, що збільшення відсотка армування по верхній грані плити суттєво впливає на зменшення згинальних моментів та підвищення тріщиностійкості, тоді як армування нижньої грані забезпечує рівномірність роботи плити та зниження прогинів. Оптимальне співвідношення товщини плити, класу бетону та відсотка армування дозволяє досягти раціонального конструктивного рішення з точки зору надійності та матеріаломісткості.

Ключові слова: підбір, конструктивне рішення, монолітна плита перекриття, багатоповерхова будівля, споруди подвійного призначення, розподіл навантажень, ударна хвиля, економічність.

Abstract

The paper presents a selection of rational structural solutions for monolithic floor slabs in dual-purpose buildings by applying shock wave loads and varying the thickness of floor slabs and concrete grades. A comparative calculation of floor slabs with different thicknesses was performed in the LIRA-CAD software package. The effect of the shock wave on the floor slab and changes after adjusting the thickness of the floor slab and concrete grade were analyzed.

The results showed that increasing the percentage of reinforcement on the upper edge of the slab significantly reduces bending moments and increases crack resistance, while reinforcing the lower edge ensures uniform slab performance and reduces deflection. The optimal ratio of slab thickness, concrete grade, and reinforcement percentage allows for a rational design solution in terms of reliability and material consumption.

Key words: selection, structural design, monolithic floor slab, multi-story building, dual-purpose structures, load distribution, shock wave, cost-effectiveness.

Вступ

Сучасна будівельна галузь перебуває в умовах постійного зростання вимог до надійності, економічності та екологічної ефективності конструкцій. Особливої актуальності набуває проектування споруд подвійного призначення, які мають забезпечувати функціонування як у звичайних умовах, так і в екстремальних ситуаціях — зокрема, як захисні укриття. У таких спорудах монолітні плити перекриття відіграють ключову роль у забезпеченні несучої здатності, жорсткості та тріщиностійкості конструктивної системи [1].

У межах дослідження проведено аналіз трьох варіантів плити перекриття зі змінними товщинами, марками бетону та з наданням впливу від вибухової хвилі на дану плиту перекриття. Порівняння виконано за основними показниками роботи конструкції: значеннями згинальних

моментів, прогинів та обсягом необхідного армування. Це дозволяє оцінити ефективність запропонованого підходу та визначити його практичну доцільність для застосування в проєктуванні багатоповерхових будівель з спорудами подвійного призначення.

Виклад основного матеріалу дослідження

Підбір раціонального конструктивного рішення плити перекриття передбачає аналіз армування плити перекриття, що виникає при додаткових навантаженнях від ударної хвилі та при зміні товщини плити перекриття і марки бетону. Для забезпечення достовірності розрахунків та врахування реального розподілу навантажень, дослідження виконувалось на основі просторової моделі повної будівлі, створеної у програмному комплексі ЛІРА-САПР. Модель представляє собою 10-поверховий житловий будинок із технічним поверхом та підземним паркінгом, що дозволяє врахувати вплив вертикальних та горизонтальних навантажень на плиту перекриття в умовах реальної експлуатації.

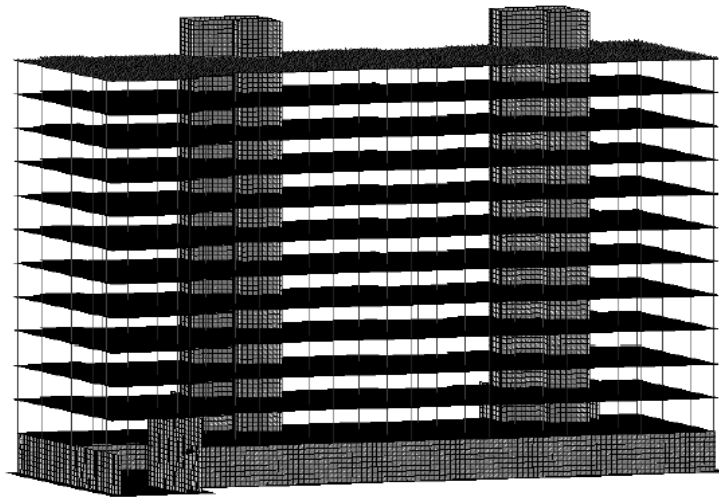


Рис. 1. Просторова розрахункова модель будівлі в середовищі ПК «ЛІРА САПР»

Було проведено порівняльне моделювання трьох варіантів плити перекриття в програмному комплексі ЛІРА-САПР: плита перекриття з товщиною 400 мм та маркою бетону В25, 350мм та маркою бетону В25 та 350мм та маркою бетону В30 та навантаженням на плиту перекриття від ударної хвилі [2].

1. Аналіз вихідної моделі плити перекриття товщиною 400мм, маркою бетону В25.

На першому етапі виконано моделювання монолітної плити перекриття у багатоповерховій будівлі з монолітним каркасом [3]. Модель включала елементи жорсткості, навантаження від конструкцій надземної частини та ударної хвилі.

При моделюванні базового варіанту плити перекриття, плита товщиною 400 мм і маркою бетону В25, було прикладено навантаження від ударної хвилі та виконано розрахунок армування даної плити. З представлених розрахунків видно необхідну площу армування для цього варіанту.

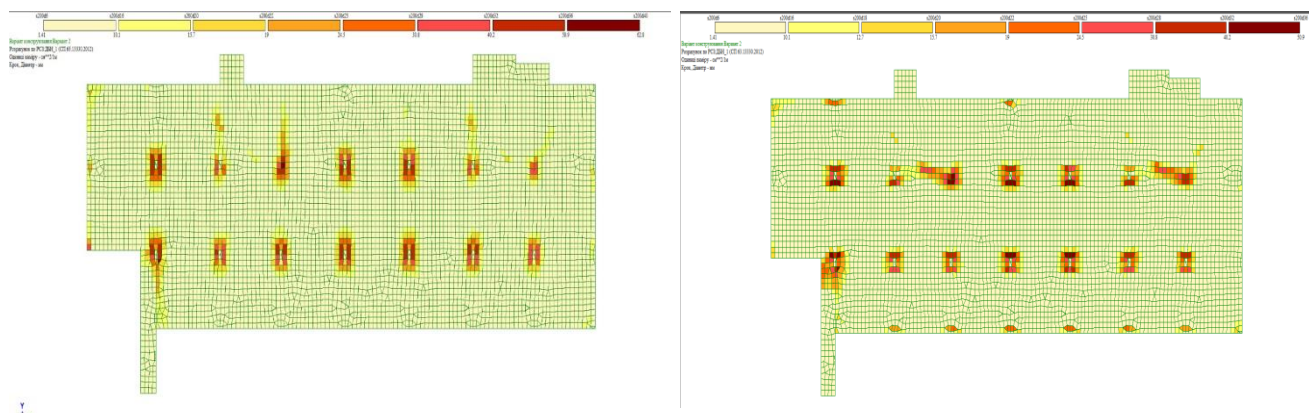


Рис. 2. Мозаїка верхнього армування плити перекриття товщиною 400 мм та маркою бетону В25 по осі X,Y

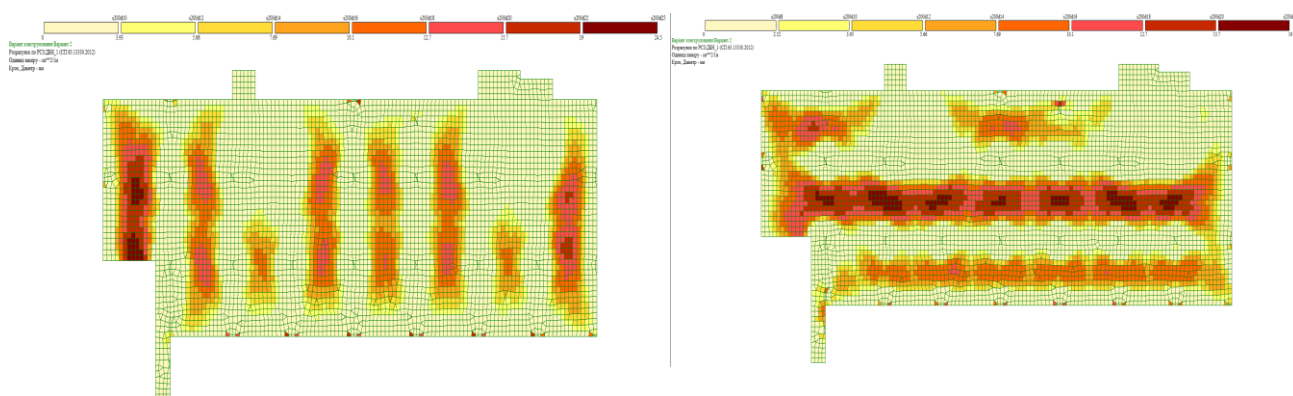


Рис. 3. Мозаїка нижнього армування плити перекриття товщиною 400 мм та маркою бетону В25 по осі X,Y

2. Аналіз моделі плити перекриття товщиною 350 мм, маркою бетону В25.

На основі попередніх розрахунків відбулось зменшення товщини для того ,щоб проаналізувати армування та визначити оптимальний варіант. До плити перекриття було прикладено навантаження від ударної хвилі та виконано розрахунок даної плити.

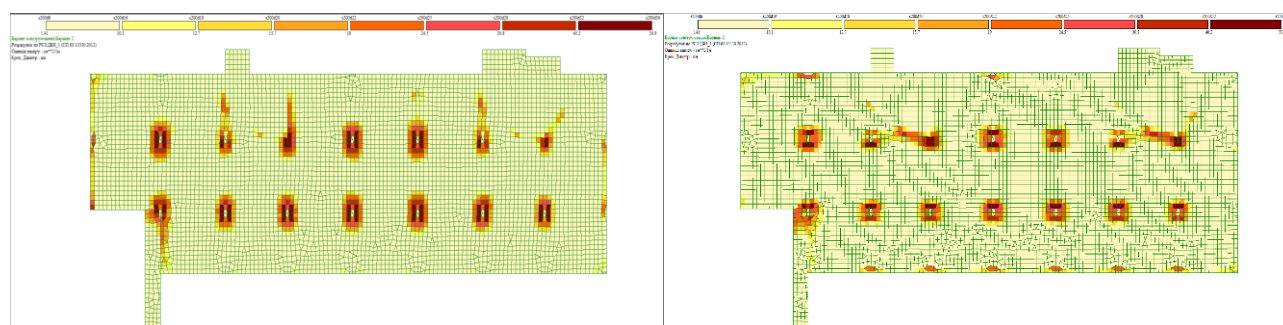


Рис. 4. Мозаїка верхнього армування плити перекриття товщиною 350 мм та маркою бетону В25 по осі X,Y



Рис. 5. Мозаїка нижнього армування плити перекриття товщиною 350 мм та маркою бетону В25 по осі X,Y

2. Аналіз моделі плити перекриття товщиною 350 мм, маркою бетону В30.
В даному розрахунку відбулась зміна товщини плити перекриття та збільшення марки бетону для того, щоб проаналізувати армування та визначити оптимальний варіант. До плити перекриття було прикладено навантаження від ударної хвилі та виконано розрахунок даної плити.

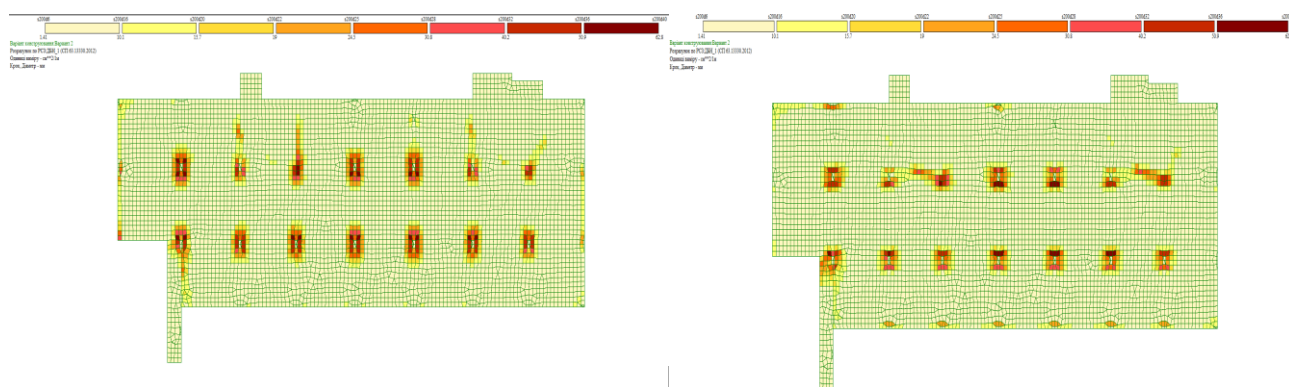


Рис. 6. Мозаїка верхнього армування плити перекриття товщиною 350 мм та маркою бетону В30 по осі X,Y

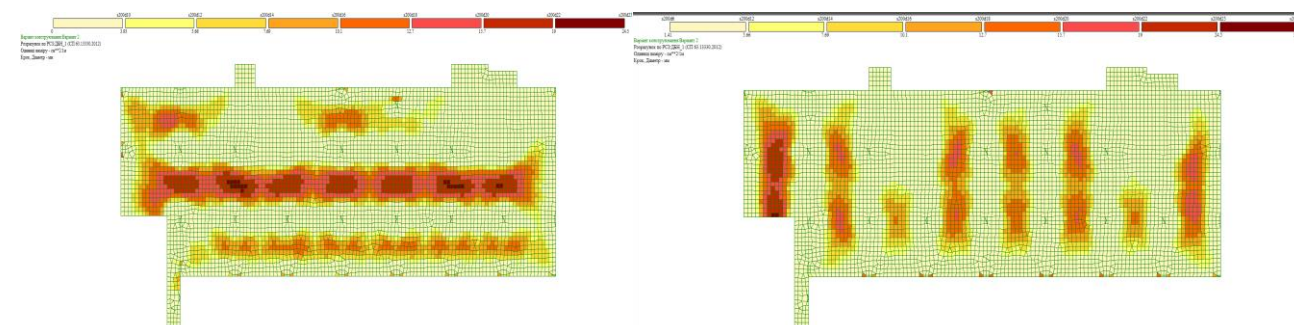


Рис. 7. Мозаїка нижнього армування плити перекриття товщиною 350 мм та маркою бетону В30 по осі X,Y

3. Порівняння трьох варіантів конструктивного рішення плит перекриття

Для оцінки впливу конструктивних параметрів на роботу плити перекриття було побудовано діаграму розподілу відсотка армування по верхній та нижній гранях у напрямках x та y , що дозволило здійснити порівняльний аналіз трьох варіантів плит за критеріями жорсткості, тріщиностійкості та матеріаломісткості.

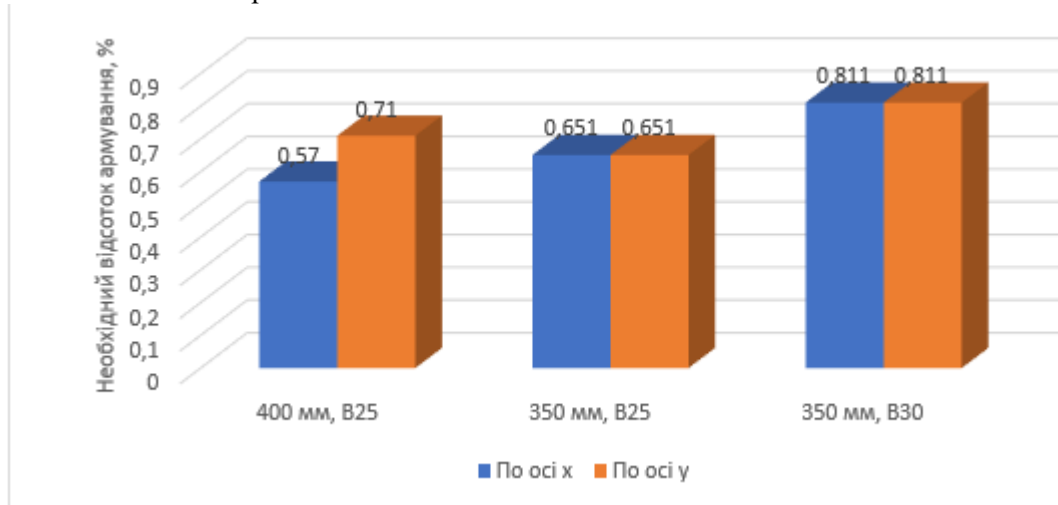


Рис. 8. Середнє значення відсотку армування у верхній грані плити перекриття при різній товщині плити та марці бетону

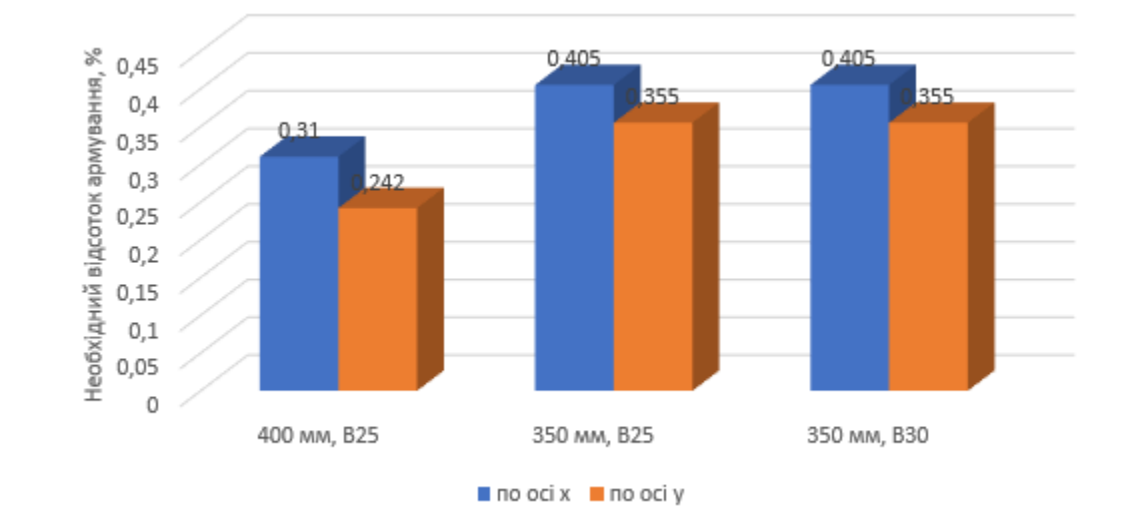


Рис. 9. Середнє значення відсотку армування у нижній грані плити перекриття при різній товщині плити та марці бетону

Плита товщиною 400 мм з бетону B25 (варіант 1) забезпечує базову несучу здатність, однак характеризується підвищеною матеріаломісткістю та меншою ефективністю використання арматури. Незважаючи на допустимі показники прогинів і напружень, нижчий клас бетону та мінімальне армування нижньої грані обмежують її тріщиностійкість.

Плита товщиною 350 мм з бетону B25 (варіант 2) продемонструвала оптимальний баланс між товщиною, рівномірним армуванням (верхня грань: 0,651%, нижня: до 0,405%) та

економічністю. Вона забезпечує рівномірний розподіл напружень, зменшення прогинів і відповідає нормативним вимогам для цивільних споруд.

Плита товщиною 350 мм з бетону В30 (варіант 3) з підвищеним армуванням верхньої грані (0,811%) показала найкращі результати з точки зору тріщиностійкості, жорсткості та резерву несучої здатності. Такий варіант є доцільним для використання у спорудах подвійного призначення, де важлива надійність при аварійних чи екстремальних навантаженнях.

Таким чином, раціональним конструктивним рішенням для перекриттів у спорудах подвійного призначення є плита товщиною 350 мм з бетону В30 із підвищеним армуванням верхньої грані, що забезпечує необхідну жорсткість, тріщиностійкість та експлуатаційну безпеку при помірному рівні матеріаломісткості.

Даний підхід дозволяє досягти оптимального співвідношення між надійністю, економічністю та експлуатаційною безпекою, що є ключовими критеріями при проєктуванні сучасних будівель із підвищеними вимогами до міцності та довговічності.

Висновки

У межах дослідження було здійснено поетапний аналіз трьох варіантів монолітних плит перекриття для споруд подвійного призначення з урахуванням різної товщини, класу бетону та відсотка армування. Результати моделювання в середовищі ЛІРА-САПР показали, що конструктивні характеристики плити суттєво залежать від поєднання геометричних параметрів і раціонального розміщення арматури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту. – Київ: Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023.
2. ДБН В.1.2-2:2006. *Навантаження і впливи. Норми проєктування*. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2006.
3. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009.

Ткачук Аліна Андріївна — студентка 2-го курсу магістратури, група 1Б-24м, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: alinatkachukk@gmail.com

Науковий керівник: **Блашук 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 Andriivna — 2nd year master's student, group 1B-24m, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: alinatkachukk@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