

2. Ivanchenko, G., Getun, G., Bezklubenko, I., Solomin, A., Posternak, O. (2023). Influence of explosive loads on buildings and structures of the population civil protection. *Strength of Materials and Theory of Structures*, 111, 39-48. DOI: <https://doi.org/10.32347/2410-2547.2023.111>

3. Jawad A. M., Alamro L., Abdulrazak L., AbdelRahman A., Bezklubenko I. Camera efficiency and Image Resolution // *Proceedings of FRUCT'35 Tampere, Finland, 24-26 April 2024. FRUCT Oy, Finland*

4. Безклубенко І. С. Визначення області керованості потоків в автономних підграфах декомпозируємої інженерної мережі. // *Управління розвитком складних систем*. 2019. № 38. С. 33-36.

5. Безклубенко І. С. Завдання вектору переваги критеріїв при виборі варіанта проекту інженерної мережі. // *Управління розвитком складних систем К.*, №30 2017.

## **ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО АРМУВАННЯ ОПОРНИХ ЗОН МОНОЛІТНИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ БАГАТОПОВЕРХОВИХ КАРКАСНИХ БУДИНКІВ**

*Афанасьєва Л.В.<sup>1</sup>, Лаврінєнко Л.І.<sup>2</sup>*

*Київський національний університет будівництва та архітектури,  
E-mail: <sup>1</sup>afanasieva2709@gmail.com, <sup>2</sup>ludmila.lavrinenko@gmail.com*

У наземних конструкціях багатоповерхових каркасних будинків сприйняття та перерозподіл вертикальних і горизонтальних навантажень здійснюється плитами перекриття, які жорстко з'єднані з вертикальними несучими конструкціями. Для запобігання можливого продавлювання зазначених опорних зон плит перекриття визначають додаткове армування вузлового сполучення за результатами розрахунку з урахуванням контуру критичного перерізу.

Метою проведених досліджень [4,5,6,7,8] є визначення раціонального армування опорних зон плит перекриття, що відповідає експлуатаційним вимогам і не сприяє технологічним ускладненням при будівництві багатоповерхових каркасних будинків.

Вирішення поставленої задачі здійснювалось на підставі аналізу вихідних проектних даних каркасно-монолітної будівлі торгово-готельного комплексу в м. Києві.

Багатоелементна розрахункова модель будівлі створена за результатами чисельних досліджень з використанням ПК SCAD Soft 21 [4]. В результаті виконаних розрахунків отримані параметри

напружено-деформованого стану перекриття проектного об'єкту. Дослідженням піддавались розрахункові моделі з плитами перекриття товщиною 200 та 250 мм., що дозволило провести порівняльний аналіз статичної роботи конструкцій. Результати розрахунку дослідних моделей наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

**Результати розрахунків дослідних плит перекриття**

№	Показники	Плита t =200мм	Плита t =250мм	Різниця, %
1	Витрати бетону, м <sup>3</sup>	207,6	259,6	20,0
2	Власна вага, т	456,7	571,2	27,0
3	Згинальний момент M <sub>x</sub> , кН·м	31,7	38,9	18,4
4	Згинальний момент M <sub>y</sub> , кН·м	26,8	34,6	22,5
5	Відносний прогин плити перекриття, мм	37,6	34,9	-7,1
6	Переміщення каркасу будівлі по осі Y, мм	76,5	73,4	-4,2
7	Переміщення каркасу будівлі по осі X, мм	89,7	68,8	-30,5
8	Переміщення каркасу будівлі по осі Z, мм	80,5	63,1	-27,6
9	Навантаження на пілон, т	282,9	297,0	4,7
10	Площа перерізу поперечної арматури, см <sup>2</sup>	14,49	17,00	14,8

Порівняльний аналіз наведених показників свідчить, що влаштування перекриття товщиною 200 мм дозволяє заощадити до 20,0% витрат бетону в порівнянні з базовим варіантом перекриття товщиною 250 мм, Прогин дослідних плит становить 37,6 мм, що до 10,0 % перевищує прогин базових плит. Слід зазначити, що величина прогину плит товщиною 200 мм і 250 мм не перевищують допустиму величину 46,7мм, (L/150), регламентовану ДБН [1]. Горизонтальні переміщення каркасу будівлі відносно осей X і Y становлять відповідно 68,8 мм і 89,мм для плит товщиною 250 мм та 200 мм. Зазначені переміщення полегшених плит не перевищують їх допустиму величину (H /500) відповідно до вимог нормативів. Таким чином, параметри роботи полегшеного перекриття товщиною 200 мм відповідають експлуатаційним якість і використані для подальшого розрахунку на продавлювання опорних зон з метою визначення їх раціонального армування.

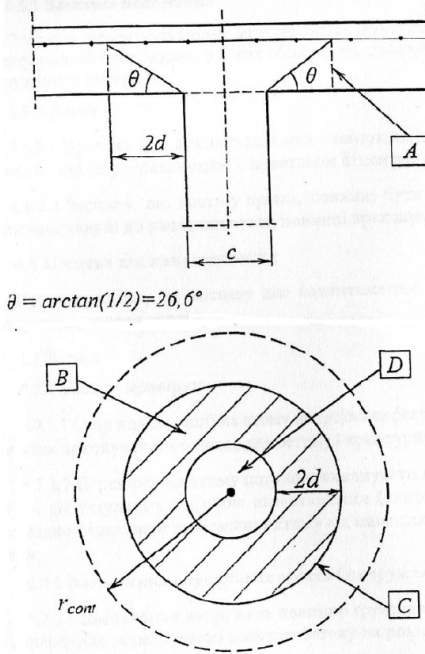
Розрахунок опору залізобетонного елемента на зріз при продавлюванні виконують за вимогами [1,2,3]. Опір зрізу перевіряється вздовж грані опори в межах основного контрольного

периметру  $u_1$ , форма якого прийнята за результатами експериментальних досліджень [2].

Конструювання контрольного периметру здійснюють з урахуванням його можливої мінімальної довжини. На підставі дослідних даних щодо форми периметра необхідно визначити відстань від межі периметру до площі навантаження. Відповідно до вимог [2] зазначена відстань встановлена дослідним шляхом і дорівнює  $2,0d$ , де  $d$ -приведена висота плити.

У разі потреби поперечного армування в межах першого контрольного периметру  $u_1$  визначають контрольний периметр  $u_{out,ef}$  [1, 2], за межами якого поперечне армування не вимагається.

Наведені передумови розрахунку прийняті відповідно до вимог нормативних документів і використані при розрахунку на зріз при продавлюванні дослідних полегшених плит перекриття товщиною 200 мм. Для розрахунку прийнята найбільш навантажений пілон розміром  $1500 \times 250$  мм на відм.+ 12,6 м. Розрахункова модель плити наведена на рис.1:  $A$  – базовий контрольний переріз;  $B$  – основна контрольна площа;  $C$  – основний контрольний периметр  $u_1$ ;  $D$  – площа навантаження,  $r_{cont}$  – радіус наступного контрольного периметру.



За результатами розрахунку отримані параметри роботи плит на продавлювання, що регламентовані нормативними документами [1,2,3]:  $V_{rd,max}$  – максимальний опір зрізу при продавлюванні в контрольному перерізі, що розглядається,  $V_{ed,\omega}$  – розрахунковий опір на зріз при продавлюванні без поперечного армування,  $V_{rd,cs}$  – те ж, з поперечним армуванням,  $V_{rd,max}$ , мінімальний розрахунковий опір плити при продавлюванні, що визначений з урахуванням рекомендацій [1, 2, 3]. Контрольний периметр дослідної плити перекриття наведений на рис. 2.

Рис. 1. Розрахункова модель плити

Площа перерізу поперечної арматури  $A_{sw}$  в зоні стику становить 1449,8 мм<sup>2</sup> (див. табл. 1).

Варіанти конструктивних рішень армування плити перекриття в місці розташування пілону відповідно до розрахунків наведені на рис. 3–5. Армуння стикового з'єднання поперечною арматурою ( 116 Ø 8 А 400С ) наведено на рис.3. Витрати сталі при армуванні опорної зони плити поперечною арматурою становлять 0,45 т.

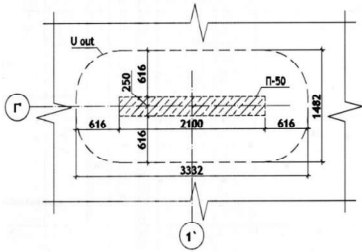


Рис. 2. Контрольний периметр дослідної плити перекриття в місці розташування пілону

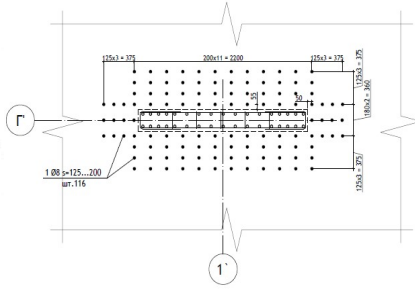


Рис. 3. Армуння опорної зони плити вертикальною поперечною стержньовою арматурою

На рис.4 наведено армування стикового з'єднання пластинами (6 шт.) розміром 1280×160×10 мм (4 шт.) та 3130×130×10 мм (2шт.). Металомісткість стику становить 4,99 т.

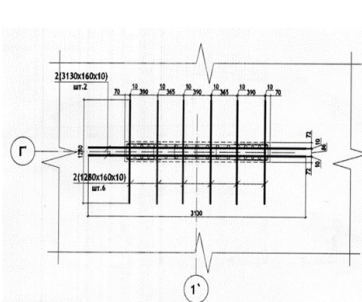


Рис. 4. Армуння опорної зони плити металевими пластинами

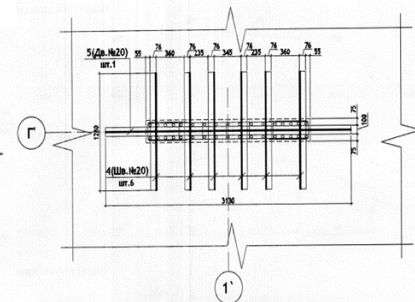


Рис. 5. Армуння опорної зони плити жорсткою арматурою з використанням металопрокату

На рис. 5 наведено армування з використанням жорсткої арматури: швелери № 20 (6 шт.) та двотавр № 20. Витрати сталевого прокату в зоні стику становлять 5,69 т.

Варіанти стикового з'єднання плити перекриття з вертикальними опорами, що розглянуті, найбільш поширені в практиці.

За витратами сталі використання поперечної арматури в опорній зоні стика плити (див. рис. 3) має суттєві переваги порівняно з вузлами з'єднання з використанням пластин, жорсткої арматури. Збільшення металомісткості в останніх двох варіантах (див. рис. 4; 5) доцільно у разі небезпеки руйнування внаслідок продавлювання в місцях спирання плит на вертикальні опори. При виборі конструктивного рішення стика необхідно також враховувати можливі технологічні ускладнення при його влаштуванні.

Проведені чисельні дослідження свідчать про можливе зниження до 20,0 % матеріаломісткості перекриття багатоповерхових каркасно-монолітних будинків. За результатами виконаних розрахунків встановлено, що зменшення товщини плити до 50,0 мм не вплинуло на експлуатаційні якості перекриття будівлі, виключивши можливість руйнування полегшеної плити внаслідок продавлювання.

Розглянуті варіанти армування полегшених плит в опорних зонах свідчать, що найменш матеріаломістким є стикове з'єднання з використанням поперечної арматури. При цьому для унеможливлення руйнування внаслідок продавлювання полегшених плит перекриття в зонах спирання на вертикальні опори потребують подальших досліджень можливих конструктивних рішень перекриття і їх опорних стикових з'єднань для впровадження в практику будівництва багатоповерхових каркасно-монолітних будинків.

### **Література**

1. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків та споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування. – Мінрегіонбуд України. Київ, 2011. – 71 с. – чинний з 01.06.2011.
2. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN1992 1-1:2004, ICDT): Зміна 1 ДСТУ-Н БЕН 1992-1-1:2010. Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2014. – 54 с. – чинний з 07.01.2014.
3. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. – Мінрегіонбуд України. Київ, 2018. – 30с. – чинний з 01.01.2019.

4. Афанасьева, Л., Москаленко, М. Дослідження ефективності монолітних плит перекриття багатоповерхових каркасних будинків. // Будівельні конструкції. Теорія і практика: зб. наук.пр. Київ, КНУБА, 2023. - Вип. 12. - С.139-148.

5. Афанасьева Л.В. Ефективність використання безбалкових плит перекриття в багатоповерхових каркасно-монолітних будинках. Збірник праць XVIII Міжнародної наукової конференції «Наука та освіта», м.Хайдусобосло, Угощина, 2024, - С.51-55.

6. Афанасьева Л.В. Особливості армування вузлових з'єднань монолітних плит перекриття з вертикальними елементами // Сучасні досягнення в науці та освіті: зб.пр XVI Міжнародної наукової конференції – Ізраїль, Нетанія, 2021. – С. 74–77.

7. Афанасьева Л.В., Невах О.В. Щодо матеріаломісткості плит перекриття каркасно-монолітних будинків. // Будівлі та споруди спеціального призначення: сучасні матеріали та конструкції. Тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції – К., КНУБА, 2023. - С. 108–109.

8. Бензель О.М., Лавріненко Л.І. (2021) Інформаційне моделювання сталевої будівлі з підвищеними вимогами жорсткості. Будівельні конструкції. Теорія і практика, (9), - С.30-44.

## **ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПРОЄКТУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ВОГНЕСТІЙКОСТІ**

*Лавріненко Л.І<sup>1</sup>, Афанасьева Л.В<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup>Київський національний університет будівництва і архітектури,  
E-mail: <sup>1</sup>[ludmila.lavrinenko@gmail.com](mailto:ludmila.lavrinenko@gmail.com), <sup>2</sup>[afanasieva2709@gmail.com](mailto:afanasieva2709@gmail.com)*

Розвиток розрахункових методів та проектних інструментів для оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій є підґрунтям для прогнозування їх пожежної безпеки, що сприяє більш впевненому їх використанню у сучасному будівництві. Необхідність впровадження та розвитку цих методів в даний час актуалізувалася з введенням 22.07.2022 року в Україні Закону № 2486-IX «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо забезпечення вимог цивільного захисту під час планування та забудови територій», який висуває нові вимоги щодо проектування та будівництва захисних споруд цивільного захисту, промислових споруд та споруд подвійного призначення для об'єктів будівництва класів наслідків СС2 та СС3.