

УДК 624.012.35:620.173

*Микитенко Сергій, к.т.н, доцент кафедри будівельних конструкцій  
ORCID: 0000-0003-0569-4091, e-mail: mukutas@gmail.com  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

## **ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН БЕЗКАПІТЕЛЬНО-БЕЗБАЛКОВОГО КАРКАСУ**

***Анотація:** Розглянуто розрахункову модель переходу напружено-деформованого стану від позацентрового стиску до косоного стискання залізобетонних колон безкапітельно-безбалкового каркасу. Враховуються особливості з'єднання перекриття з колонами в залежності від їх розташування в плані будівлі. Методика розрахунку несучої здатності позацентрово стиснутих та косо стиснутих залізобетонних колон у складі безкапітельно-безбалкового каркасу ґрунтується на використанні деформаційної моделі та нелінійної залежності між деформаціями та напруженнями стиснутої зони бетону. Задачі перевірки несучої здатності та розрахунку необхідної кількості поздовжньої арматури розв'язуються методами оптимізації. В якості цільової функції використовується залежність між деформацією максимально стиснутого бетону та сумою внутрішніх поздовжніх сил. Потреба в розробленні розрахунку базується на факті значного розповсюдження косоного стискання в порівнянні з позацентровим стисканням в практиці експлуатації будівельних конструкцій.*

***Ключові слова:** залізобетонна колона, позацентровий стиск, косо стискання, розрахункова схема, несуча здатність.*

*Mykytenko Serhii, candidate of technical sciences, assistant professor  
ORCID: 0000-0003-0569-4091, e-mail: mukutas@gmail.com  
National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»*

## **DESIGN OF CONCRETE COLUMNS OF THE FLAT PLATE FRAME**

***Abstract:** The design model of the transition of the stress-strain state from axial to biaxial bending of reinforced concrete columns of the flat plate frame is considered. Features of connection of overlapping with columns depending on their arrangement in the plan of the building are taken into account. The method of calculating the bearing capacity of axially and biaxially bended reinforced concrete columns in the flat plate frame is based on the use of deformation model and nonlinear strain-stress relationship in the compressed concrete area. The tasks of checking the bearing capacity and calculating the required number of longitudinal reinforcement are solved by optimization methods. The objective function is the relationship between the strain of the most compressed concrete and the sum of internal longitudinal forces. The need to develop a calculation is based on the fact of significant spread of biaxial bending in comparison with axial in the practice of building structures.*

***Key words:** reinforced concrete column, axial bending, biaxial bending, design scheme, bearing capacity.*

В практиці проектування безкапітельно-безбалкового каркасу слід урахувати специфічні відмінності при розв'язанні окремих задач [1, с. 43]. Особливо це стосується відповідності прийнятих моделей відображенню дійсної роботи конструктивної системи, котра розглядається. Аналіз існуючих методів розрахунку показує, що вони не враховують

особливості вузла з'єднання колон з надколонними плитами, а саме, він може спричинити виникнення косоного стискання у колонах каркасу [2, с.172].

Несуча здатність елемента при позацентровому та косому стисканні описується поверхнею, котра обмежує деякий об'єм  $\Omega$  (рис. 1). Кожна точка на цій поверхні описується трьома координатами  $N, M_x, M_y$ . Ці координати визначають кут силової площини  $\beta$ . При  $M_x=M_y$  кут силової площини  $\beta = 45^\circ$ . Якщо значення параметрів  $N_i, M_{xi}, M_{yi}$  такі, що точка з такими координатами потрапляє в середину об'єму  $\Omega$ , то несуча здатність такого елемента буде забезпечена.

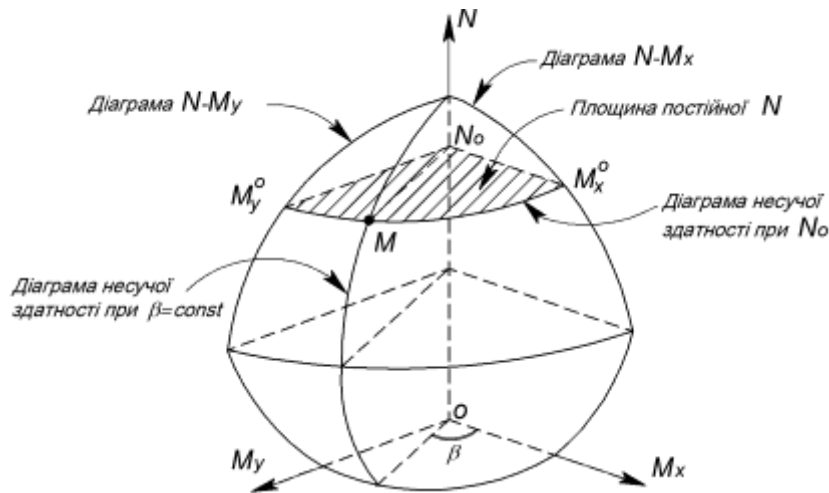


Рис. 1 – Форма поверхні несучої здатності при косому стисканні

Розрахунок колон на косий стиск у загальному випадку, з урахуванням п.4.2 [3, с.20], пропонується виконувати із умови рівноваги стиснутого елемента згідно розрахункової схеми, представленій на малюнку 2. Наведена схема відповідає куту силової площини  $\beta = 45^\circ$ , який є найбільш не вигідний, так як несуча здатність на зовнішній межі площини постійної  $N$  (рис. 1) буде мінімальною ( $M_x=M_y=min$ ). Розрахунок виконується для колон квадратного перерізу з розміром грані  $h$ . Розглядаються колони з симетричним армуванням в обох напрямках.

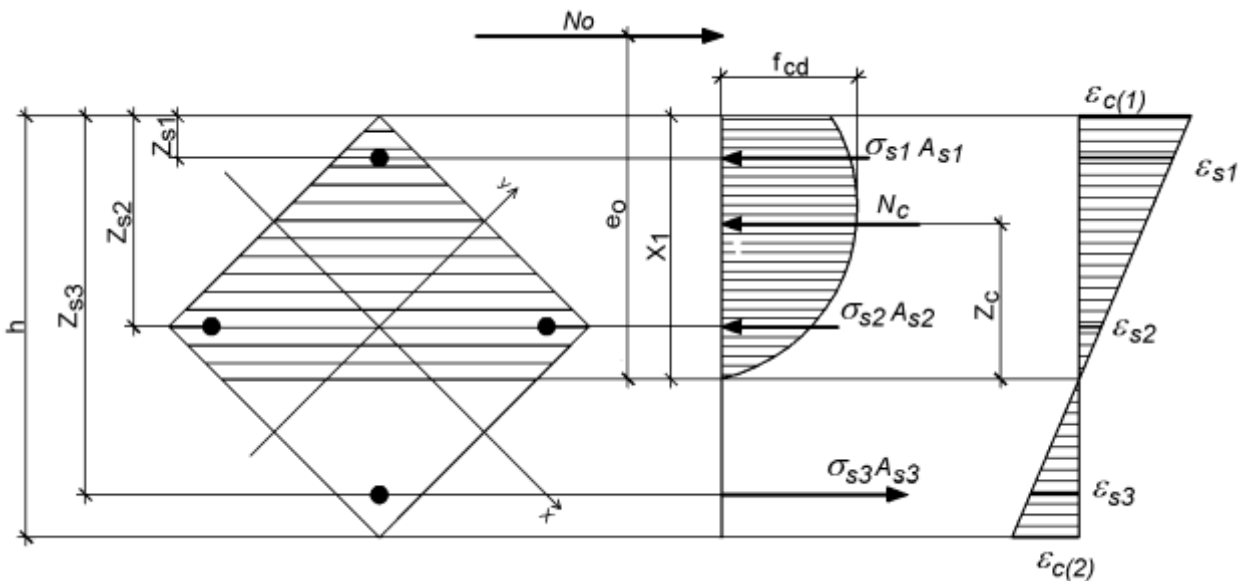


Рис. 2 – Розрахункова схема напружено деформованого стану колони при косому стисканні

Рівновага стиснутого елемента визначається двома рівняннями. Перше рівняння – це сума моментів відносно нейтральної осі

$$N_0 \cdot e_0 = f_{cd} S_c - \sum k_{si} \sigma_{si} S_{si}, \quad (1)$$

де  $e_0$  – відстань від лінії дії прикладеної поздовжньої сили  $N_0$  до осі, котра проходить через нейтральну лінію перерізу;

$S_c$  – статичний момент площі стиснутої зони бетону відповідно до п.3.1.4 [4, с.19] відносно нейтральної лінії,

$$S_c = z_c \int_0^{\varepsilon_{c(1)}} \frac{k\eta - \eta^2}{1 - (k-2)\eta}; \quad (2)$$

$\sigma_{si}$  – напруження в  $i$ -му стержні поздовжньої арматури;

$S_{si}$  – статичний момент  $i$ -го стержня поздовжньої арматури відносно нейтральної лінії;

$z_c$  – відстань від точки прикладання рівнодійної напружень в бетоні стиснутої зони  $N_c$  до нейтральної лінії.

Знак напружень  $\sigma_{si}$  в арматурних стержнях визначається коефіцієнтом  $k_{si} = (x_1 - Z_{si}) / |x_1 - Z_{si}|$ : плюс означає розтяг, а мінус – стиск.

Друге рівняння – це сума внутрішніх та зовнішніх зусиль на поздовжню вісь колони.

$$f_{cd} \int_0^{\varepsilon_{c(1)}} \frac{k\eta - \eta^2}{1 - (k-2)\eta} - \sum k_{si} \sigma_{si} A_{si} - N_0 = 0. \quad (3)$$

Висоту стиснутої зони  $X_1$  і напруження  $\sigma_{si}$  визначають зі спільного розв'язання рівняння (1) та (3)

Задачі перевірки несучої здатності та розрахунку необхідної кількості поздовжньої арматури розв'язуються методами оптимізації. В якості цільової функції використовується залежності (1) та (2), де в змінною є деформація стиснутого бетону  $\varepsilon_{c(1)}$ . Метою розрахунку є також побудова діаграми  $N-M_x-M_y$  при  $\beta = 45^\circ$ .

### Література

1. Сучасні конструктивні системи будівель із залізобетону. Монографія. / А.М. Павліков, Д.К. Балясний, О.В. Гарькава, О.О. Довженко, С.М. Микитенко, Н.М. Пінчук, Д.Ф. Федоров – м. Горішні Плавні : ФОП Олексієнко В.В., 2017. – 156 с.
2. Микитенко С.М. Аналіз основних розрахункових положень збірно-монолітного безбалкового безкапітельного каркаса / С.М. Микитенко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полт. нац. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка: – Вип.4(39).- Полтава: ПНТУ ім. Юрія Кондратюка, 2013. – С.171–178.
3. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків та споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 118 с.
4. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків та споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.