

**РОЗРАХУНОК НА ОСНОВІ ДБН В.2.6-98:2009  
ПОЗДОВЖНЬОЇ АРМАТУРИ КОЛОН ЗБІРНО-  
МОНОЛІТНОГО БЕЗКОНСОЛЬНО-БЕЗКАПІТЕЛЬНО-  
БЕЗРИГЕЛЬНОГО КАРКАСУ**

Павліков А.М., Федоров Д.Ф., Григорова О.В., Шандиба Ю.А.

Полтавський національний технічний університет  
імені Юрія Кондратюка  
м. Полтава, Україна

**АНОТАЦІЯ:** Запропоновано інженерний метод розрахунку необхідної площі робочої арматури в колонах збірно-монолітного безконсольно-безкапітельно-безригельного каркасу на основі нелінійної деформаційної моделі.

**АННОТАЦИЯ:** Предложен инженерный метод расчета площади рабочей арматуры в колоннах сборно-монолитного бесконсольно-бескапительно-безригельного каркаса на основе нелинейной деформационной модели.

**ABSTRACT:** The algorithm of longitudinal reinforcement area practical calculation of columns of precast console-capital-girder-free frame is proposed. It is based on nonlinear deformation model.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** залізобетон, колона, тріщина, діаграми стану матеріалу.

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ**

На сьогоднішній день у житловому та громадському будівництві надзвичайно актуальними є конструктивні вирішення будівель у вигляді безконсольно-безкапітельно-безбалкових каркасів. Вони мають малі габарити перекриття та дозволяють легко змінювати внутрішнє планувальне рішення без складних архітектурно-будівельних проекту-

вальних робіт і з мінімальними трудовитратами на оздоблення. Розповсюдженим на сьогодні є монолітний за способом зведення варіант виконання такого каркасу. Проте, як показує практика будівництва, більш економічними при зведенні є будівлі збірно-монолітні (рис. 1), оскільки виготовлення елементів каркасу у заводських умовах дозволяє прискорити спорудження об'єктів, зменшити вірогідність похибок у готовій продукції. Крім того, застосування уніфікованих елементів дозволяє оптимізувати витрати матеріалів на їх виготовлення і тим самим зменшити вартість будівлі в цілому.

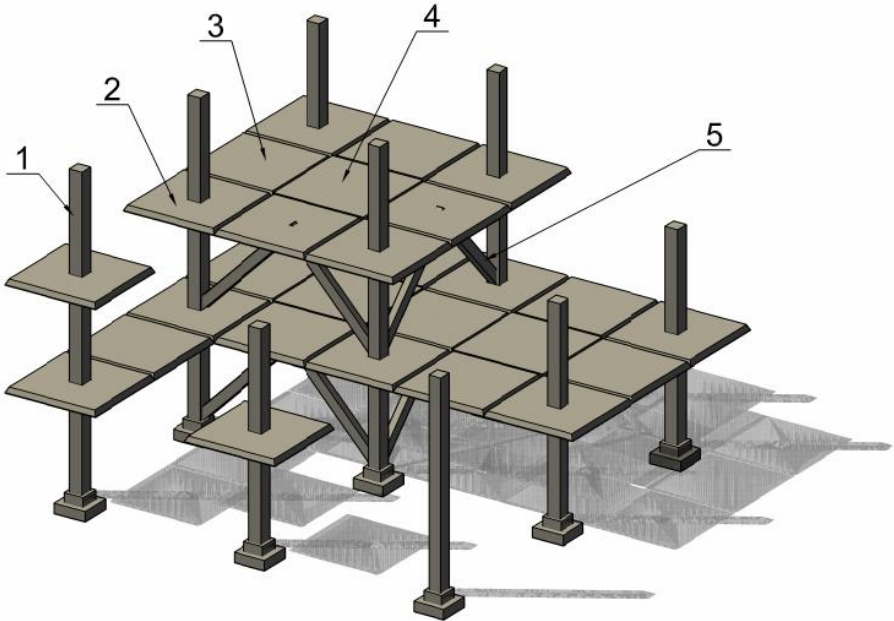


Рис. 1. Конструктивна схема безконсольно-безкапітельно-безригельного каркаса: 1 – колона; 2 – надколонна плита; 3 – міжколонна плита; 4 – середня плита; 5 – вертикальна в'язь

Розрахунки елементів безконсольно-безкапітельно-безбалкових каркасів у практиці їх проектування застосовуються досить давно [1, 2], але і на сьогодні існує значна кількість невирішених задач. Особливо це стосується підвищення точності аналітичних моделей дійсної роботи таких конструктивних систем [3, 4]. Як показують результати експериментально-теоретичних досліджень [5], елементи сучасної конструкції розглядуваних каркасів мають значні запаси міцності, що свідчить про надлишкові витрати арматурної сталі.

Одним із напрямів підвищення точності розрахунку колон каркасів є застосування нелінійної деформаційної моделі [6, 7], котра запроваджена у вітчизняних нормативних документах [8, 9]. Однак, переважна більшість існуючих досліджень, котрі базуються на цій моделі, присвячені розв'язанню задачі перевірки несучої здатності колони в нормальному перерізі. Задачі ж визначення необхідної площі арматури при заданому розрахунковому сполученні навантаження приділено менше уваги.

**Метою роботи** є розроблення на основі нелінійної деформаційної моделі інженерного методу розрахунку необхідної кількості поздовжньої робочої арматури для проектування колон безкапітельно-безбалкових каркасів.

## РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ

Принципова конструкція збірних колон безконсольно-безкапітельно-безбалкового каркасу наведена на рис. 2.

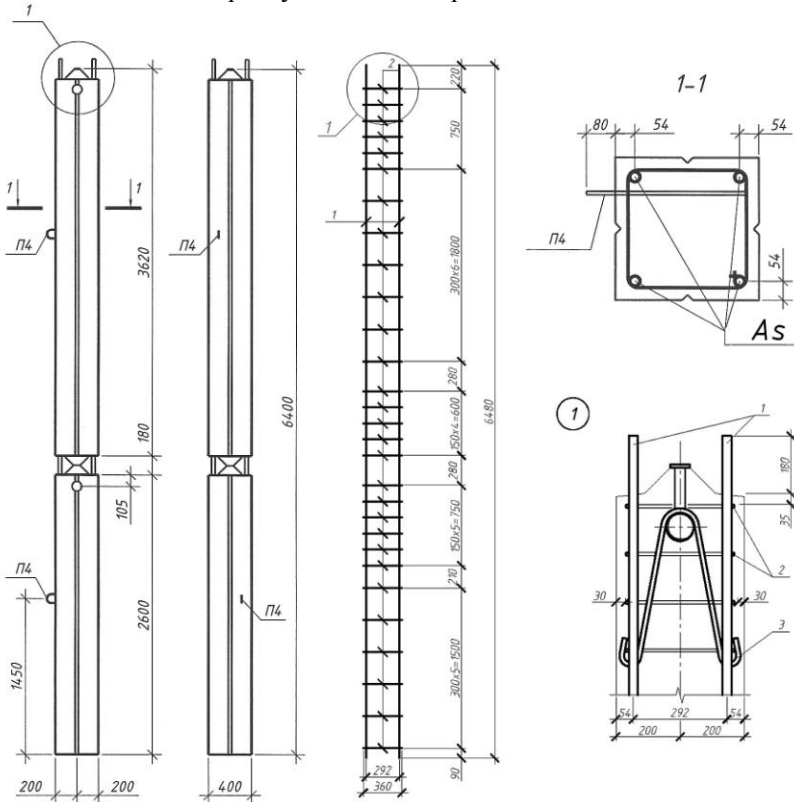


Рис. 2. Схема армування колони:

1 – поздовжня робоча арматура; 2 – поперечна арматура

Армування нормального перерізу колони приймається симетричним. При визначенні потрібної площі  $A_s$  перерізу арматури відомими параметрами є розміри поперечного перерізу, клас бетону та клас арматурної сталі, а також розрахункова комбінація зовнішніх зусиль, що діють на колону. Відповідно до положень ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення» критеріями вичерпання несучої здатності колони в нормальному перерізі є:

– втрата рівноваги між внутрішніми та зовнішніми зусиллями (досягнення максимуму на діаграмах момент-кривизна (прогин) або стискальна сила – прогин) – екстремальний критерій;

– руйнування стиснутого бетону при досягненні фібровими деформаціями граничних значень  $\epsilon_{cu1}$ ,  $\epsilon_{cu2}$ , або розрив усіх розтягнутих стрижнів арматури внаслідок досягнення в них граничних деформацій  $\epsilon_{ud}$ .

Розрахунок виконується за деформаційною методикою, сутність якої полягає у тому, що враховується приріст не зусиль (дій), а деформацій у перерізі. Приймається таке правило знаків: для стиску як бетону, так і арматури, знак додатний, для розтягу – від'ємний.

Таким чином, мінімально необхідною кількістю поздовжньої арматури можна вважати таку, при якій заармований переріз має несучу здатність, рівну зовнішньому впливу.

Для випадку нормального перерізу колони, зображеного на рис. 2, на основі [8] складено розрахункові схеми, наведені на рис. 3.

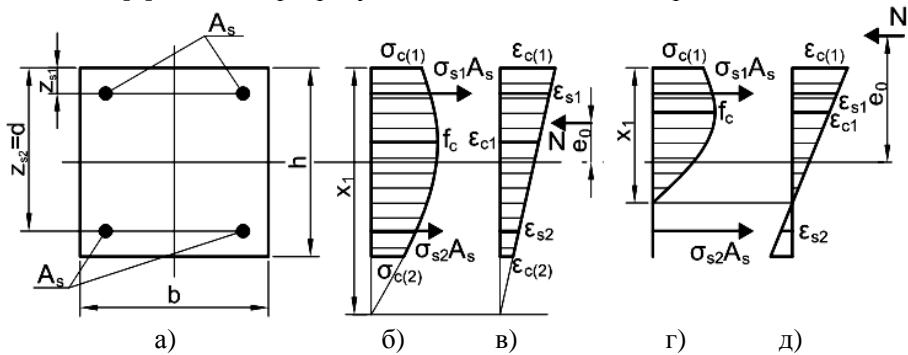


Рис. 3. Напружено-деформований стан поперечного перерізу колони: а – поперечний переріз; б – епюра напружень для першої форми рівноваги; в – епюра деформацій для першої форми рівноваги; г – епюра напружень для другої форми рівноваги; д – епюра деформацій для другої форми рівноваги

Відповідно до розрахункової схеми можливі два випадки розрахунку перерізу:

перший – коли увесь бетон стиснутий, тоді рівняння рівноваги запишуться наступним чином

$$bf_{cd}x_1 \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+1} \left( \frac{\varepsilon_{c(1)}^k}{\varepsilon_{c1}^k} - \frac{\varepsilon_{c(2)}^{k+1}}{\varepsilon_{c1}^k \varepsilon_{c(1)}} \right) + A_s \sum_{i=1}^2 \sigma_{si} - N = 0; \quad (1)$$

$$bf_{cd}x_1^2 \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+2} \left( \frac{\varepsilon_{c(1)}^k}{\varepsilon_{c1}^k} - \frac{\varepsilon_{c(2)}^{k+2}}{\varepsilon_{c1}^k \varepsilon_{c(1)}^2} \right) + A_s \sum_{i=1}^2 \sigma_{si} (x_1 - z_{si}) - Ne_0 = 0; \quad (2)$$

другий – коли наявна розтягнута зона бетону, рівняння рівноваги в цьому випадку мають такий вигляд

$$bf_{cd}x_1 \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+1} (\varepsilon_{c(1)}/\varepsilon_{c1})^k + A_s \sum_{i=1}^2 \sigma_{si} - N = 0; \quad (3)$$

$$bf_{cd}x_1^2 \sum_{k=1}^5 \frac{a_k}{k+2} (\varepsilon_{c(1)}/\varepsilon_{c1})^k + A_s \sum_{i=1}^2 \sigma_{si} (x_1 - z_{si}) - Ne_0 = 0, \quad (4)$$

де  $x_1$  – висота стиснутої зони перерізу;

$\varepsilon_{c(1)}$ ,  $\varepsilon_{c(2)}$  – деформації бетону крайньої стиснутої та осередненої розтягнутої фібри бетону;

$N$  – значення зовнішньої нормальної сили, що прикладена з розрахунковим ексцентриситетом  $e_0$ .

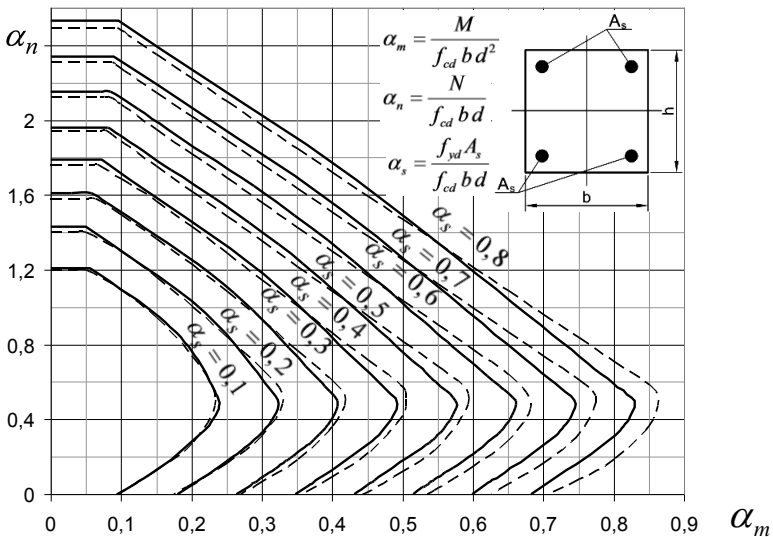


Рис. 4. Графіки несучої здатності колон прямокутного перерізу із симетричною арматурою:

— — — за СНиП 2.01.04; — за ДБН В.2.6-58:2009

За результатами розрахунків залізобетонних колон прямокутного профілю з різною кількістю арматури за алгоритмом, наведеним у додатку А ДСТУ [9], було отримано графіки несучої здатності позацентрово стиснутих колон прямокутного профілю (рис. 4).

## ВИСНОВКИ

При проектуванні позацентрово стиснутих елементів прямокутного перерізу з симетрично розташованою арматурою надзвичайно зручним є застосування графіків несучої здатності таких елементів.

Користуючись цими графіками, можна швидко визначити необхідну площу поперечного перерізу поздовжньої арматури  $A_s$  колон збірно-монолітного безконсольно-безкапітельного-безригельного каркасу при будь-якій комбінації зовнішніх зусиль  $N$  і  $M$ .

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дорфман А.Э. Проектирование безбалочных безкапительных перекрытий / А.Э.Дорфман, Л.Н.Левонтин. – М. : Стройиздат, 1975.
2. Унифицированная система сборно-монолитного безригельного каркаса. Основные положения по расчету, монтажу и компоновке зданий: рабочий проект в 9-ти выпусках. Серия КУБ-2,5 / Фирма «КУБ» СП «ИНЭКС» / Научно-проектно-строительное объединение монолитного домостроения. – М.: 1990. – 49 с.
3. Жарко Л.О. Натурні випробування фрагмента перекриття багатоповерхового житлового будинку на основі системи «КУБ-2,5» / О.Л. Жарко, Н.С. Петренко // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – Вип. 74: в 2-х кн. - кн. 2. – К. : ДП НДІБК, 2011. – С. 590 – 597.
4. Висновок за результатами натурних випробувань фрагмента перекриття багатоповерхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями соціального призначення по бульвару Боровиковського, 11 в м. Полтава / ДП НДІБК – К. : ДП НДІБК, 2009. – 21 с.
5. Жарий С.С. Розрахунок прольотного згинального моменту надколонної плити безригельно-безконсольно-безкапітельного перекриття / С.С. Жарий // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Рівне : НУВГП. - 2012. – Вип. 23. – С. 233 – 238.
6. Павліков А.М. Нелінійна модель напружено-деформованого стану косозавантажених залізобетонних елементів у закритичній стадії / А.М. Павліков. – Полтава: ПолтНТУ, 2007. – 259 с.
7. Бамбура А.М. Експериментальні основи прикладної деформаційної теорії залізобетону : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.23.01 / А.М. Бамбура. – Харків : ХДТУБА, 2006. – 39 с.
8. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98:2009. – К.: Мінрегіобуд України, 2011. – 71 с. 9. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б В.2.6-156:2010 – К.: Мінрегіобуд України, 2011. – 118 с.

Стаття надійшла до редакції 01.03.2013 р.