

## ДО ПИТАННЯ РОЗРАХУНКУ ПОШКОДЖЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН

© Клименко Є.В., Дуденко Т.А.

Викладено спосіб розрахунку залізобетонних колон, пошкоджених в процесі експлуатації. Наведено результати натурного експерименту з визначення несучої здатності колон.

**Ключові слова:** залізобетонні елементи, пошкодження, несуча здатність.

In this article the way of calculation of the ferroconcrete columns damaged in use is stated. The results of this experiment on determination of carrying capacity of columns are given.

**Key words:** ferroconcrete columns, damages, carrying capacity.

Нині внаслідок будівельного спаду та напередодні другої хвилі економічної кризи будується менше нових об'єктів, але реконструкція та підтримка старих будівель у належному стані є невідкладними справами. Вартість основних будівельних фондів України становить майже 850 млрд. грн. [1], а середня їх зношеність сягає 45 %, тому питання ремонту та реконструкції виходить на перший план. Питання визначення залишкової несучої здатності конструктивних елементів будівель та споруд є актуальним та потребує подальшого детального вивчення з метою підвищення якості робіт з реконструкції та зниження витрат на виконання цих робіт.

Для вивчення роботи стиснених залізобетонних колон з пошкодженнями під час експлуатації в Одеській державній академії будівництва та архітектури було виготовлено та апробовано 17 зразків з такими характеристиками (Рис. 1): розмір перерізу 200×250 мм, висота 1200 мм. Штучне пошкодження розташоване в середній третині зразка.

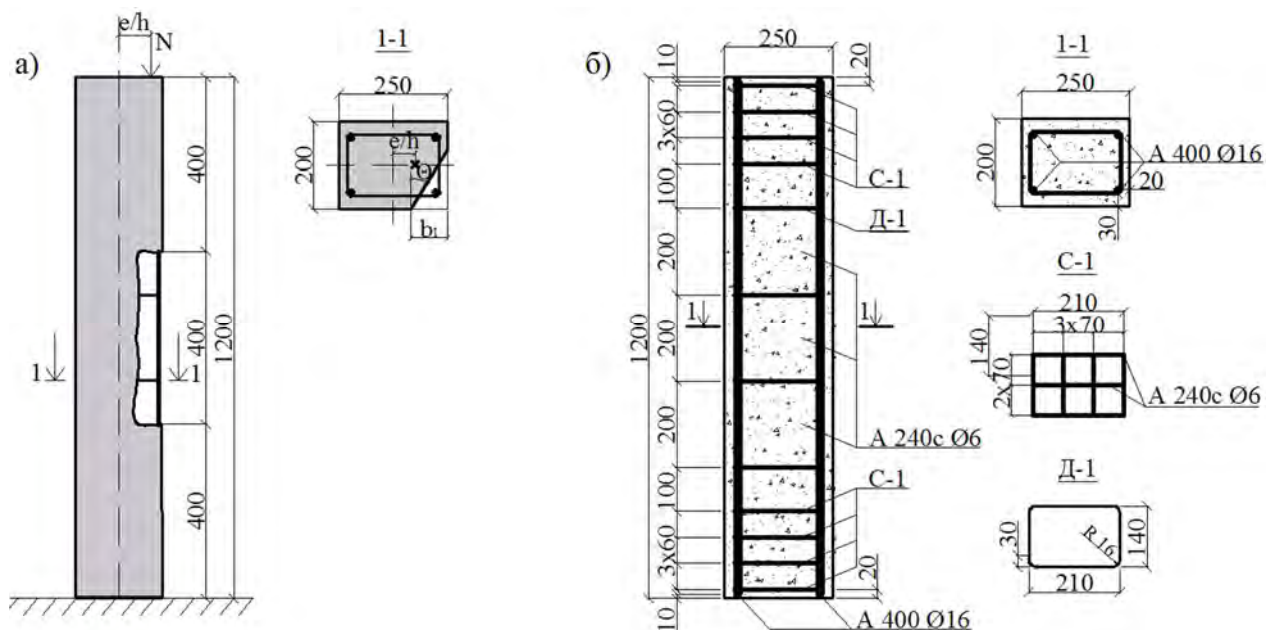


Рис. 1. Експериментальний зразок:  
а – загальний вигляд пошкодженого елемента;  
б – схема армування

Для виготовлення зразків було обрано бетон класу В 15 з бетонозмішувального вузла ТОВ «Югстрой» з такими характеристиками компонентів: пісок з Вознесенського кар'єра середньої фракції, щебінь 5...20 мм, цемент Миколаївського цементного заводу. Армування виконувалося у вигляді в'язаних каркасів. Робоча арматура А-III Ø16, поперечні хомути – А 240с Ø6, по торцях розміщено по 4 зварні сітки з кроком 60 мм. Схему армування наведено на рис. 1,б.

Для детального вивчення було обрано 3 фактори варіювання: кут відколу  $\Theta$ , висота відколу  $b_1$  та відносний ексцентриситет  $e_0/h$  (табл. 1), прийнято трирівневий, трифакторний план експерименту [2].

Таблиця 1

Фактори варіювання

Фактори У серії, які досліджуються		Рівні варіювання			Інтервал варіювання
Код	Натуральні значення	«-1»	«0»	«1»	
X <sub>1</sub>	Кут відколу $\Theta$ , градуси	0	30	60	30
X <sub>2</sub>	Висота відколу $b_1$ , см	2,5	7,5	12,5	5
X <sub>3</sub>	Відносний ексцентриситет $e_0/h$	0	1/2	1	1/2

Нині чинний ДБН В.2.6.- 2011 [3] розрахунок залізобетонних елементів вимагає виконувати з урахуванням нелінійного деформування бетону. Однак допускається застосування спрощеної залежності «напруження–деформації» бетону, якщо вона є еквівалентною або більш консервативною (результати розрахунку дають більший запас).

Під час виконання повіркових розрахунків прямокутних перерізів або близьких до нього, можна припускати рівномірний характер перерозподілу нормальних стискових напружень у стисненій зоні [3] (рис. 2).

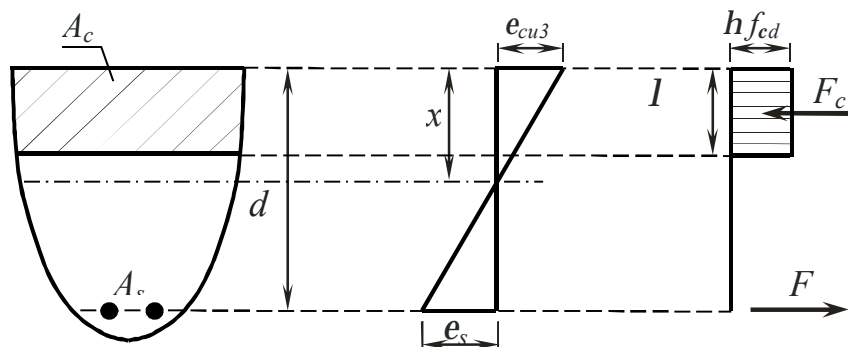


Рис. 2. Рівномірний характер розподілення напружень у стиснутій зоні

Залізобетонні колони, що описуються у статті, вважаємо пошкодженими під час експлуатації, тому їх розрахунок можна розглядати як повірковий, а отже, можливе використання спрощеної передумови рівномірного розподілення напружень за висотою стисненої зони.

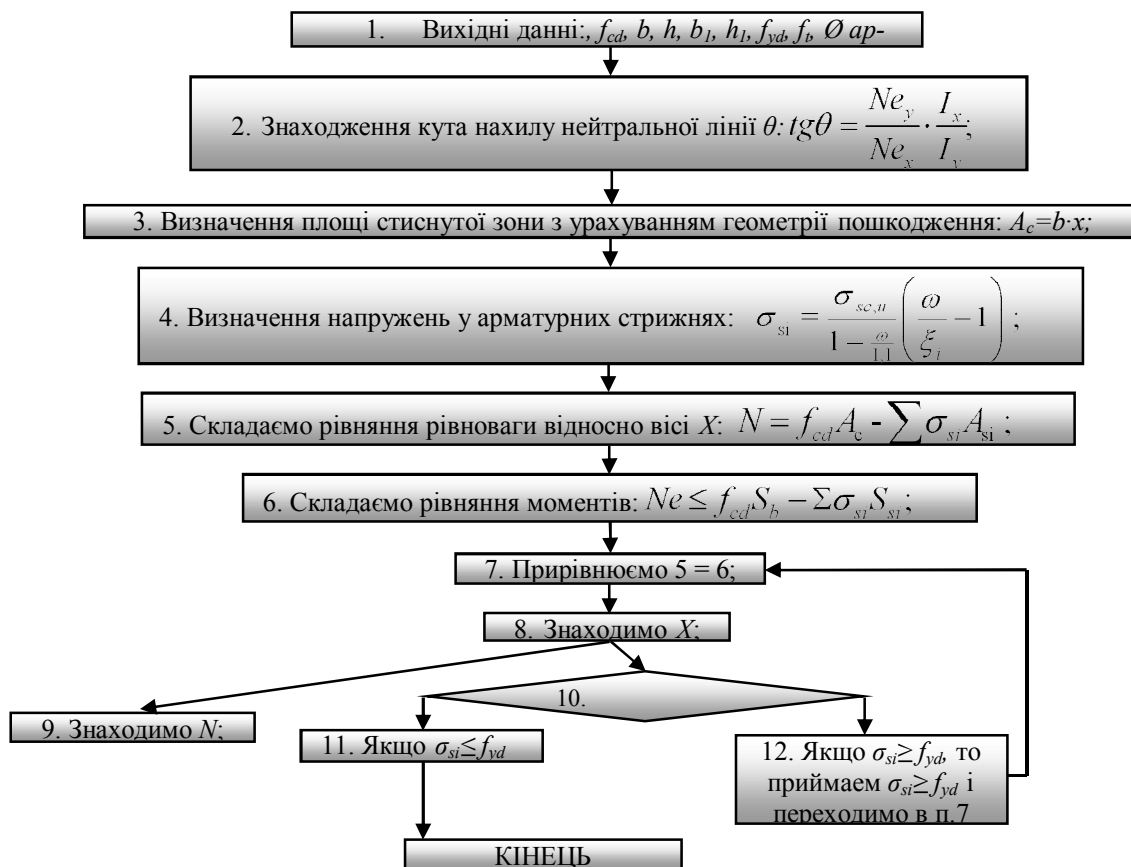
Оскільки внаслідок пошкодження колони замість центрального або позакцентрового стиску зазнають впливу косоного стиску, то нейтральна вісь, що обмежує стиснену зону, розташовується під кутом  $\theta$ , який є невідомою величиною. При розрахунку було прийнято припущення, що кут нахилу прямої  $\theta$ , постійний і дорівнює куту нахилу нейтральної осі, визначеної як для пружного матеріалу. Це припущення дає змогу отримати ще одне рівняння для визначення положення нейтральної осі.

Отже, можна скласти алгоритм визначення невідомих величин  $x$ ,  $N$ ,  $\sigma_{sb}$ ,  $\theta$  (рис. 3). За таким алгоритмом виконано числовий розрахунок для всіх 17 зразків, результати якого наведено у табл. 2.

## Результати експерименту

№ з/п	Маркування зразка	Несуча здатність $N_{\text{exp}}$ , тс	Несуча здатність $N_{\text{дбн}}$ , тс	$\frac{N_{\text{exp}}}{N_{\text{дбн}}}$	Розбіжність, %
1	-1-1-1	26,68	92,76	0,28	71,15
2	-1-1 1	3,35	25,18	0,13	86,74
3	-1 1-1	12,00	60,14	0,2	80,05
4	1-1-1	31,68	31,4	1,01	0,88
5	-1 1 1	4,669	11,97	0,39	60,99
6	1-1 1	4,002	5,6	0,71	28,54
7	1 1-1	37,35	44,5	0,84	16,07
8	1 1 1	6,003	10,6	0,57	43,37
9	1 0 0	13,01	21,81	0,6	40,35
10	-1 0 0	7,00	20,7	0,34	66,18
11	0 1 0	10,67	10,09	1,06	0,06
12	0-1 0	13,34	21,7	0,61	38,53
13	0 0 1	5,30	19,47	0,27	72,78
14	0 0-1	28,00	62,99	0,44	55,55
15	0 0 0	14,00	31,6	0,44	55,69
16	0 0 0	14,00	31,6	0,44	55,69
17	0 0 0	12,00	31,6	0,38	62,03

Проаналізувавши отримані величини (табл. 2), можна зробити висновок, що розрахунок за спрощеною схемою з [2] для елементів, що мають пошкодження, є неточним, існує значна розбіжність з натурним експериментом, а отже, необхідно внести корективи, які б в повному обсязі відображали б істинну роботу пошкоджених елементів.

Рис. 3. Алгоритм знаходження невідомих  $x, N, \sigma_{si}, \theta$

Насамперед, необхідно врахувати оголеність арматури, що спостерігається майже у половини експериментальних колон (рис. 4).



Рис. 4. Втрата стійкості оголених арматурних стрижнів. а – зразок -1-1-1; б – зразок 010.

Також необхідно реалізувати ще одну передумову для розрахунку косостиснених елементів: точка прикладання зовнішньої сили, рівнодіюча стискних зусиль у бетоні і рівнодіюча зусиль у розтягнутій арматурі лежать на одній прямій (рис. 5).

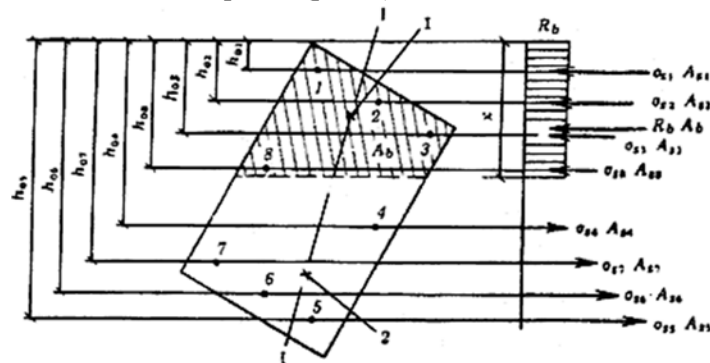


Рис. 5. Схема зусиль та еюра напружень у перетині, нормальному до повздожньої осі залізобетонного елемента у загальному випадку розрахунку за міцністю

На рис. 5:

I – I – площина, паралельна площині дії згинального моменту, або площина, що проходить через точки прокладення повздожньої сили та рівнодіючих внутрішніх стискних і розтягувальних зусиль;

1 – точка прикладення рівнодіючої зусиль у стисненій арматурі та в бетоні стисненої зони;

2 – точка прикладення рівнодіючої зусиль в розтягнутій арматурі.

Отже, реалізація цих передумов і є подальшим завданням для коректного розрахунку пошкоджених у процесі експлуатації колон.

1. Кривошеев П.І. Науково-технічні проблеми реконструкції будівель та споруд / П.І. Кривошеев // Будівельні конструкції: збірник наукових праць. – К.: НДІБК, 2001.– Вип. 54. – С. 11–17.
2. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В.А. Вознесенский. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.
3. Бетонні та залізобетонні конструкції (II-а ред.): ДБН В.2.6.-2011. – [Чинний від 2011-06-01]. – К.: МІНРЕГІОНБУД України, 2009. – 101 с. (Державні будівельні норми України).