

УДК 624.012.36

## РОЗРАХУНОК ЗАЛИШКОВОЇ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН ТА ЇХ ПІДСИЛЕННЯ

Клименко Є. В., д. т. н., професор

Одеська державна академія будівництва та архітектури,  
list@ogasa.org.ua

**Постановка проблеми.** Залізобетонні колони є ефективними конструкціями з точки зору раціональності використання матеріалу. Однак в ході бойових дій вони зазнають пошкоджень. Частіше за все це – обрив частини стержнів поздовжньої робочої арматури та руйнування бетону в частині поперечних перерізів по висоті елемента. Дослідженням роботи пошкоджених у процесі експлуатації стиснутих бетонних та залізобетонних конструкцій присвячено чимало робіт, наприклад [1–3]. Пошкодження у вигляді зменшення площі перерізу робочої арматури можна прямо оцінити в розрахунку, але рекомендації щодо врахування втрати частини бетонного перерізу відсутні в науковій та нормативній літературі [4].

Найбільш ефективним і швидким методом підсилення пошкоджених залізобетонних колон є встановлення сталевих обойм без бетонування пошкодженого перерізу бетону. Однак в цьому випадку постає питання визначення залишкової несучої здатності пошкодженого поперечного перерізу з врахуванням роботи додаткової арматури обойми.

**Мета дослідження.** розроблення методики визначення залишкової несучої здатності залізобетонних стиснутих елементів двотаврового поперечного перерізу при пошкодженні під кутом та підсиленні сталевими обоймами, яка б базувалась на основних положеннях чинних норм та розвивала їх дію на роботу косостиснутих залізобетонних елементів, підсиленні металевою обоймою.

**Досягнуті результати.** На підставі проведених [2; 3] натурних випробувань і обробки отриманих результатів удалося проаналізувати параметри напружено-деформованого стану залізобетонних колон різного поперечного перерізу та гнучкості, з пошкодженнями в перерізі та сформулювати основні передумови розрахунку залишкової несучої здатності.

Прийняті основні передумови розрахунку та допущення:

1. Має місце гіпотеза плоских перерізів: перерізи, що розглядаються, плоскі і нормальні до осі колони, деформації залишаються плоскими і нормальними до її осі до і після деформації, а за висотою перерізу деформації змінюються за лінійною залежністю.

2. Напруження в стиснутій зоні розподіляються рівномірно з інтенсивністю  $\eta f_{cd}$ .

3. Напруження в арматурі приймаються залежно від висоти стиснутої зони бетону. Зусилля у розтягнутій зоні сприймаються арматурою і не більші за розрахунковий спротив розтягу  $f_t$ .

4. Робота розтягнутого бетону не враховується.

5. Приймаємо умову паралельності силових площин: площина дії зовнішніх і внутрішніх сил співпадають або паралельні залежно від розрахункового випадку.

6. Враховуємо оголення арматурних стрижнів  $\sigma_{кр}$  (за необхідності).

7. Вводяться поняття пошкодження під кутом. Фронт пошкодження – пряма лінія.

При розгляді розрахункового перерізу стержнева арматура розглядалася в комплексі з жорсткою (з відповідними характеристиками міцності), тобто жорстка арматура приводилась до гнучкої. Таким чином, в кожному куті перерізу

розташовувалась арматура, площа якої була приведена до площі робочої арматури колони.

Як відомо, руйнування косостиснутих елементів за нормальним перерізом відбувається за вдома схемами: за розтягнутою арматурою, коли потечуть усі або більшість розтягнутих стержнів і за стиснутою зоною, коли руйнування починається зі стиснутого бетону. Першу схему руйнування ми можемо побачити у випадку великих ексцентриситетів, другу – при малих ексцентриситетах.

У випадку пошкодження під кутом є декілька варіантів положення нейтральної лінії. Нейтральна лінія буде під кутом, відмінним від кута пошкодження, тобто, стиснута зона може включати в собі частину і ребра, і полки. Можливо багато варіантів форми стиснутої зони, при розрахунку будемо задаватися найбільш ймовірними, а у випадку, якщо результати розрахунку не будуть задовольняти нашим обмеженням, що витікають з фізичної роботи конструкції, необхідно переглянути форму стиснутої зони і повторити розрахунок з новою площею. Кут нахилу нейтральної лінії, на відміну від руйнуючої сили і висоти стиснутої зони, може бути від'ємним, що означає що він відраховується в протилежну сторону від прийнятого напрямку.

Такий підхід до визначення залишкової несучої здатності пошкоджених залізобетонних колон, підсилених металевою обоймою дає можливість проводити відновлювальні роботи без використання мокрих процесів та втрати часу на твердіння бетону замонолічування.

**Висновок.** Несуча здатність – один з основних показників експлуатаційної придатності конструкції, тобто, знаючи значення несучої здатності, можемо розрахунковим (а не експертним) методом визначити технічний стан окремих конструкцій, а значить, і будівлі чи споруди в цілому. Розроблений та доведений до рівня можливості практичного використання аналітичний метод визначення залишкової несучої здатності пошкоджених стиснутих залізобетонних колон різного поперечного перерізу, підсилений сталеву обоймою, який базується на основних положеннях норм та розширює їх дію на розрахунок найбільш складного перерізу та методу підсилення. Прийняті передумови, які є обґрунтованими або загально прийнятими. Створена системи рівнянь, які враховують усе різноманіття форм та розмірів поперечного перерізу елемента в цілому, форм та розмірів стиснутої зони бетону. Співставлення результатів аналітичного визначення залишкової несучої здатності з отриманими в ході статистично достовірного експерименту показав добру збіжність відхилення цих величин (відсоток варіації склав 12,5 %, що дає основу для рекомендації методу розрахунку для практичного використання.

На підставі визначеного технічного стану можна приймати аргументовані (розрахунком) рішення щодо подальшої експлуатації будівель: ремонт, підсилення, демонтаж або, навіть невжиття жодних заходів.

### Список використаних джерел

1. Клименко Є. В. Технічний стан будівель та споруд : монографія. Одеса : ОДАБА, 2010. 284 с.
2. Klímenko Yev., Kos Z., Grynyova I., Crnoja A. Damaged reinforced concrete columns of various flexibility : research i calculation : monograph. Varaždin, Croatia, 2020. 179 p.
3. Klímenko Yev., Kos Z., Grynyova I., Maksiuta O. Operation of Damager H-Shaped Columns. Springer Nature Switzerland AG 2021, LNCE 100. Pp. 192–201. 2021. URL: <https://doi.org/10.10007/978-3-030-57340-924>.
4. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 71 с.