

## ЗАЛИШКОВА НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ПОШКОДЖЕНОЇ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ КОЛОНИ ДВОТАВРОВОГО ПЕРЕРІЗУ

**Бориско О., студент гр. ПЦБ-625м(н)**

*Науковий керівник – Клименко Є.В., д.т.н., проф. (кафедра Залізобетонних конструкцій та транспортних споруд, Одеська державна академія будівництва та архітектури)*

**Анотація.** З часом залізобетонні конструкції піддаються ряду факторів, що призводять до їх зносу. Такі фактори як карбонізація, висока вологість, гази, кислоти, грибки та рослини погіршують початкові показники залізобетонних конструкцій і вони поступово руйнуються. Підсумком поступового руйнування конгломерату, що складається з цементного каменю і великого заповнювача є втрата частини бетонного перерізу колони. Виходячи з цього, виникає необхідність визначення залишкової несучої здатності залізобетонних колон двотаврового перерізу.

**Актуальність.** Залізобетонні конструкції набули широкого застосування з моменту винаходу Жозефом Монье. Залізобетонні конструкції дають змогу оптимізувати фінансові витрати на зведення об'єкта. Завдяки поєднанню різних за своїми фізико-механічними характеристиками бетону та сталі стало можливим будівництво конструкцій, які здатні нести великі навантаження в порівнянні з конструкціями, які виконані з інших матеріалів.

Але як і інші метріали залізобетонні конструкції схильні до впливу різних факторів, які стають причиною його поступового руйнування. Серед них карбонізація, висока вологість, гази, кислоти, грибки та рослини. Алексеев С.Н. в [1] приділив увагу процесу карбонізації і основною причиною корозії бетону та арматури, що веде до руйнування тіла елемента є зниження показника рН який з рН = 11,5-12 знижується до рН = 9 і нижче. При такому показнику розчиняється пасивуюча плівка на поверхні арматури і арматурні стрижні починають іржавіти. У [2] причиною корозії арматури в тілі бетону є зниження показника рН. При значенні рН = 9 починається корозія арматури. Висока вологість сприяє карбонізації. Нейтралізація лужності в бетоні відбувається за впливу газів, наприклад, SO<sub>2</sub>. Кислоти при взаємодії з бетоном утворюють солі, які надалі солі разом з компонентами цементного каменю вимиваються. Грибки та рослини відносяться до біологічної корозії. Руйнування бетону відбувається внаслідок життєдіяльності організмів. Від біологічної корозії страждають залізобетонні конструкції будівель та споруд агропромислового комплексу – м'ясокомбінати, молокозаводи, хлібзаводи. На рис. 1 зображено як за допомогою фенолфталеїну визначено область прокарбонізованого бетону (кальцій карбонат) та лужне середовище, яке пофарбоване у насичено малиновий колір та втрату частину бетону конструкції.



Рис. 1. Карбонізована та не карбонізовані зони бетону і руйнування елемента

З усього перерахованого виникає необхідність визначення залишкової несучої здатності пошкодженого залізобетонного елемента. Не менш важливим є визначення несучої здатності

пошкоджених залізобетонних колон двотаврового перерізу. В [3] М.С. Торяник та його колеги та П.Ф. Вахненко [4] наводять приклади розрахунку залізобетонних колон двотаврового перерізу, які зазнають складних доформацій: косий позацентровий стиск. Плоский позацентровий стиск є окремим випадком косою позацентрового стику коли навантаження прикладено в одній із головних площин інерції. Косий позацентровий стиск виникає за рахунок ексцентричного прикладання навантаження у головних площинах інерції (головні осі інерції перерізу). Також розглядається різні випадки положення нейтральної лінії у верхній полиці, в ребрі і нижній полиці, але і можливі інші випадки. Далі на рис. 2 зображено випадки фронту пошкодження: а) косий фронт пошкодження та б) плоский фронт пошкодження.

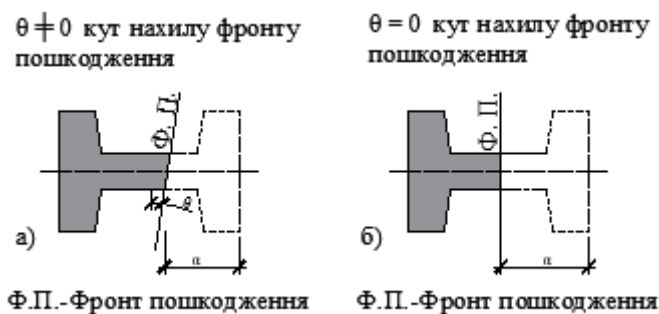


Рис. 2. Випадки фронту пошкодження а) – косо пошкодження; б) – плоске пошкодження

Але в [3-4] відсутні рекомендації щодо розрахунку міцності пошкоджених двотаврових перерізів.

Щоб отримати об'єктивну інформацію про несучу здатність пошкодженої залізобетонної колони двотаврового перетину та прийняти правильне рішення щодо подальшої її експлуатації, необхідно мати кількісні показники. Для вирішення цього завдання застосуємо статичні рівняння рівноваги.

Пошкоджені колони з косим фронтом пошкодження зазнають косою позацентрового стику не внаслідок ексцентриситету прикладання навантаження у двох напрямках, а через те, що фронт пошкоджений під кутом, випадок косою фронту пошкодження рис. 2а і коли фронт пошкодження паралельний одній з головних осей інерції нормального перерізу рис. 2б, випадок плоского фронту пошкодження і тоді колона працює на плоский позацентровий стиск. При косому позацентровому стику необхідно розв'язати систему рівнянь, що складається з: рівняння рівноваги проекції сил на поздовжню ось елемента, рівняння моментів відносно осі  $x$ , рівняння моментів відносно осі  $y$ , рівняння статичного моменту відносно стиснутої зони бетону ось  $x$ , рівняння статичного моменту відносно стиснутої зони бетону ось  $y$ . Нижче наведено систему рівнянь для випадку косою позацентрового стику.

1. Рівняння рівноваги проекції сил на поздовжню ось елемента:

$$N - f_{cd} \cdot A_c + \sum \sigma_{1-4} \cdot A_{1-4} = 0 \quad (1)$$

2. Рівняння моментів відносно осі  $x$ :

$$N \cdot e - f_{cd} \cdot A_c \cdot x_c - \sigma_{1-2} \cdot A_{1-2} \cdot h_0 + \sigma_{3-4} \cdot A_{3-4} \cdot a = 0 \quad (2)$$

3. Рівняння моментів відносно осі  $y$ :

$$N \cdot b \cdot \frac{1}{2} - \sigma_1 \cdot A_1 \cdot a - \sigma_2 \cdot A_2 \cdot (b - a) + \sigma_3 \cdot A_3 \cdot a + \sigma_4 \cdot A_4 \cdot (b - a) - f_{cd} \cdot A_c \cdot y_c = 0 \quad (3)$$

4. Рівняння статичного моменту відносно стиснутої зони бетону, вісь  $x$ :

$$S_x = A_1 \cdot y_1 - A_2 \cdot y_2 \quad (4)$$

5. Рівняння статичного моменту відносно стиснутої зони бетону, вісь  $y$ :

$$S_y = A_1 \cdot x_1 - A_2 \cdot x_2 \quad (5)$$

У разі плоского позацентрового стику відбувається зменшення кількості рівнянь з (1...5) до (1, 2). І необхідно розв'язати систему рівнянь (1, 2) яка складається з: рівняння рівноваги проекції сил на поздовжню вісь елемента, рівняння моментів відносно осі  $x$ .

Розв'язок системи рівнянь як у випадку косоного позацентрового стиску, так і у випадку плоского позацентрового стиску виконується шляхом ітерації. Для системи рівнянь косоного позацентрового стиску необхідно знайти корені рівнянь  $N$  – значення залишкової несучої здатності колони,  $x$  – висота стиснутої зони бетону,  $\gamma$  – кут нахилу нейтральної лінії, а для плоского позацентрового стиску  $N$  – значення залишкової несучої здатності колони,  $x$  – висоти стиснутої зони бетону.

Нормальні напруження поздовжніх арматурних стрижнів в рівняннях (1...3) визначаємо за допомогою емпіричної формули (6):

$$\sigma_{si} = \frac{\sigma_{sc,U}}{1 - \frac{\omega}{1,1}} \cdot \left( \frac{\omega}{\xi_i} - 1 \right) \quad (6)$$

де:  $\sigma_{sc,U}$  – граничне значення, яке приймають рівним 400 МПа,  $\omega$  – коефіцієнт повноти епюри стиснутої зони бетону, який розраховується за формулою (7),  $\xi_i$  – відносна висота стиснутої зони бетону, яку визначаємо за виразом (8):

$$\omega = \alpha - 0,008 \cdot f_{cd} \quad (7)$$

$\alpha$  – коефіцієнт, який приймається згідно з вказівками п.п. 3.12\* [5],  $f_{cd}$  – опір бетону на осьовий стиск, значення опору бетону на осьовий стиск підставляються у вираз тільки в МПа.

$$\xi_i = \frac{x}{h_0} \quad (8)$$

$x$  – висота стиснутої зони бетону,  $h_0$  – відстань від центру ваги арматурного стрижня до найбільш стиснутої грані перетину.

Необхідно прийняти раціональний та оптимальний варіант розподілу нормальних напружень у бетоні стиснутої зони. На рис. 3 наведено різні види епюр стиснутої зони бетону згідно вітчизняних та європейських норм.

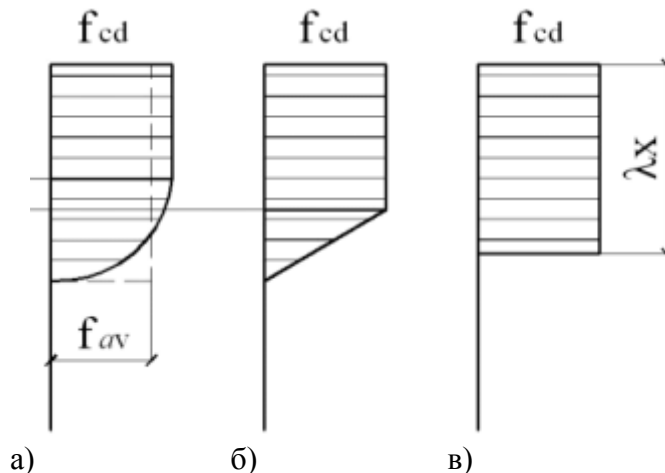


Рис. 3. Епюри напружень у бетоні для практичних розрахунків згідно EN, ДБН;  
 $f_{av}$  – середні напруження стиснутої зони (згідно EN 1992 -1-1 приймають  $f_{av} = 0,459 \cdot f_{ck}$ );  
 $\lambda$  – коефіцієнт, що визначає розрахункову висоту стиснутої зони (рекомендовано приймають  $\lambda = 0,8$ )

Епюри прямокутник парабола, прямокутник трикутник, прямокутник застосовуються для того щоб уникнути використання криволінійної епюри нормальних напружень у стиснутій зоні бетону яка ускладнює розрахунок та потребує більше часу та зусиль на виконання такого розрахунку. Але використання епюр прямокутник парабола та прямокутник трикутник (рис. 3. а, б), які є зіставними фігурами призведе до ускладнення розрахунку через значення центрів ваги цих епюр. Найбільш вигідною є епюра нормальних напружень стиснутої зони бетону у вигляді прямокутника, яка значно спрощує обчислення. І для того щоб уникнути значень  $N$ , які не відповідають дійсному значенню залишкової несучої

здатності пошкодженої двотаврової залізобетонної колони необхідно прибрати коефіцієнт  $\lambda = 0,8$ , що знижує висоту стиснутої зони бетону.

**Висновок та рекомендації.** Розв'язання системи рівнянь дасть змогу отримати об'єктивні кількісні показники залишкової несучої здатності пошкоджених двотаврових колон. Прямокутна форма епюри нормальних напружень в стиснутій зоні бетону спрощує розрахунок. В подальшому значення залишкової несучої здатності буде дуже цінним при реконструкції, переплануванні та зміні призначення об'єкта (будівлі або споруди). Це також дозволяє скоротити витрати суб'єктів господарської діяльності та сприятиме економічному росту.

#### Література:

1. Алексеев С. Н. Коррозия и защита арматуры в бетоне / Алексеев С. Н. – М.: Стройиздат, 1968. – 231с.
2. О. М. Пшінько, К. І. Солдатов, А. В. Краснюк, П. О. Пшінько Систематизація дефектів залізобетонних штучних споруд та способів їх усунення // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2008. – Вип. 22. – С. 106–113. – DOI: 10.15802/stp2008/15497.
3. М. С. Торяник Расчет железобетонных конструкций при сложных деформациях / М. С. Торяник, П. Ф. Вахненко, Л. В. Фалеев и др. // - М.: Стройиздат, 1974. - 297с.
4. П. Ф. Вахненко В22 Сучасні методи розрахунку залізобетонних конструкцій на складні види деформацій. - К.: Будівельник. 1992. - 112с. іл.
5. Бетонные и железобетонные конструкции. СНиП 2.03.01-84\*. – [Чинний від 1984-08-20]. – М.: Госстрой СССР, 1989. – 80 с.

УДК 502/504

## ОЦІНКА ВПЛИВУ АНТРОПОГЕННИХ ДЖЕРЕЛ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО СЕРЕДОВИЩА ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Бучацький К.В., студ. гр ТЕ-101**

*Науковий керівник – Олійник Т.П., к.т.н., доцент (кафедра Хімії та екології, Одеська державна академія будівництва та архітектури)*

**Анотація.** Дослідження рівня викидів у повітряний басейн мають велике значення для нормування антропогенного навантаження з метою його зменшення і розробки природоохоронних заходів. Аналіз кількості викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних і пересувних джерел для Одеської області за офіційними даними наведено в дослідженні. Основною метою моніторингу викидів є планування природоохоронної діяльності і розробка заходів, направлених на зменшення об'ємів забруднення і поліпшення стану повітряного басейну. Аналіз статистичних даних показав, що для Одеської області екологічні проблеми, пов'язані зі збільшенням кількості автотранспорту, на який доводиться 72% всіх викидів забруднюючих речовин. Для забезпечення екологічної безпеки атмосферного повітря міста Одеса від забруднення необхідно застосувати наступні заходи: організаційно-правові; архітектурно-планувальні; конструкторсько-технічні; експлуатаційні.

**Актуальність дослідження.** Деградоване міське середовище надає комплексну шкідливу дію на здоров'я населення внаслідок забруднення атмосферного повітря, дефіциту сонячного світла, води, а також стресових чинників, зумовленого напруженим ритмом життя, скупченістю населення, неоліком зелених насаджень і т.п. Основним напрямом