

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИОПОРНИХ ДІЛЯНОК ЗГИНАЛЬНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ МАЛОЦИКЛОВОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Гайдаржи А.П., Гребенюк А.В., *студенти гр. КПЦБ-503м,
Сашин В.О., студент гр. ЗПЦБ-602м.*

Науковий керівник - Карпюк В.М., *д.т.н., проф. Наукові
консультанти - Албу К.І., здобувач; Кіцак О.К., Сьоміна Ю.А.,
аспіранти*

У даній статті виконується огляд та аналіз попередніх публікацій і досліджень міцності, тріщиностійкості та деформативності залізобетонних балок при циклічному навантаженні.

Вступ

Велика кількість прольотних залізобетонних конструкцій піддається впливу малоциклових повторних і знакозмінних навантажень в межах експлуатаційного рівня і вище. До таких навантажень можна віднести технологічні, сейсмічні, вітрові, а також вплив температур і вологи та ін.

Як правило, під дією зазначених навантажень відбувається зменшення несучої здатності залізобетонних згинальних елементів. Методи розрахунку міцності, тріщиностійкості та деформативності похилих перерізів і приопорних ділянок, в цілому, цих елементів постійно вдосконалюються. Однак, існуючі методики розрахунку, в тому числі рекомендовані діючими нормами проектування [1, 2], не дають можливості досить повно врахувати численні фактори, включаючи дію малоциклових повторних і знакозмінних навантажень, що впливають на їх працездатність, характер деформування і руйнування.

Виходячи з викладеного, накопичення експериментальних даних про роботу згинальних залізобетонних елементів при дії малоциклових знакозмінних навантажень, вивчення особливостей напружено-деформованого стану їх приопорних ділянок при зазначених навантаженнях, вдосконалення методики їх розрахунку є актуальним завданням.

Виклад основного матеріалу

Одним з перших дослідження згинальних залізобетонних елементів на дію знакозмінного навантаження провів Немирівський В.Я. (1949 рік).

У 1961 році проф. Макаренко Л.П. і його наукова школа (проф. Бабич Є.М., Битько М.М., Гергель О.В., Масліченко В.В., Масюк Г.Х., Рубель В.Н., Свинаренко І.Д., Фенко Г.А. та ін.) проводили систематичні дослідження в зазначеному напрямку.

Пізніші дослідження бетонних і залізобетонних елементів при дії малоциклового знакозмінного навантаження проф. Олександрівського В.С., Багрія В.Я., Барашикова А.Я., Блинкова В.В., Васильєва П.І., Войцеховського О.В., Григорчука А.Б., Каравана В.В., Карпенка Н.І., Кокорева А.М., Мирмухамедова Р.Х., Ржевського В.А., Чирви Т.Л. отримали міжнародне визнання.

Відповідно до рекомендацій проф. Бабича Є.М., Гвоздева О.О., Залесова О.С. та ін. малоцикловими прийнято називати навантаження, повторення яких на протязі граничного строку служби складає десятки, сотні, а іноді й тисячі разів. У роботах проф. Бабича Є.М. і Погореляка А.П. встановлено критерій для визначення граничного числа повторних навантажень: стабілізація деформацій у бетоні, коли абсолютний приріст деформацій подальшого навантаження несуттєво перевищує абсолютний приріст деформацій попереднього навантаження. Їх досліді показали, що стабілізація зазначених деформацій у досліджуваних елементах настає після перших 10-ти циклів.

В останні роки істотних успіхів у обраному напрямку досягли учні проф. Бабича Є.М., Масюка Г.Х., Борисюка А.П.: Корнійчук А.І. [3], Гомон П.С. [4], Мельник С.В. [5], Конончук А.П. [6] та ін., дослідження яких дозволили вивчити залежність міцності і тріщиностійкості похилих і нормальних перерізів згинальних залізобетонних елементів від класу бетону досліджуваних зразків, характеру поперечного армування, прольоту зрізу, рівня повторних навантажень, геометричних характеристик таврового перерізу, встановити доцільність посилення нормальних і похилих перерізів балочних конструкцій композитними матеріалами при дії малоциклових навантажень. (вуглепластиковими)

Існуючі експериментальні дані показують, що навантаження, яке багаторазово повторюється знижує тріщиностійкість залізобетонних балок в прольоті зрізу, сприяє прискоренню процесу накопичення обсягу мікроруйнування і розвитку тріщин. При цьому, відбувається послаблення похилого перерізу, тобто зменшується його

і виникають місцеві перенапруження і утворюються мікротріщини, якщо їх максимальні значення перевищують міцність бетону. Поява мікротріщин призводить до виникнення зон концентрації напруг, які призводять до появи і розвитку нових тріщин. Руйнування балки відбувається тоді, коли нетріснута частина бетону стає недостатньою для сприйняття чисто статичного навантаження, що дорівнює за величиною максимальному значенню багаторазово повторюваного навантаження.

Руйнування балок від впливу циклічних навантажень має різний характер і залежить від кількості поздовжнього армування, режиму та виду повторного навантаження.

У результаті дослідів, проведених Чангом і Кеслером, Чехавічюсом Р.П. [7] і Валіконісом І.Ю. в прольоті зрізу були отримані два види руйнування: роздавлювання бетону над похилою тріщиною і руйнування від зрізу. Руйнування бетону по похилому перерізу носило раптовий характер і наступало при меншому числі циклів навантаження.

У роботі Мирсаяпова І.Т. [8] зазначено, що руйнування балок з поперечною арматурою при циклічному навантаженні відбувається в результаті втомного розриву хомутів з подальшим руйнуванням бетону над похилою тріщиною. Зразки випробовувалися при $\rho_a = 0,4 = \eta$.

У роботах Гвоздева О.О., Кардовського Ю.Н, Білоброва І.У. відзначається, що чим менше коефіцієнт асиметрії циклу навантаження, тим більше розщільнення бетону в напрямку, перпендикулярному до дії сил при повному навантаженні. Як зазначається в роботі Левчича В.В. [9], найбільше розщільнення бетону мало місце при $0,2 - 0,3 R_b$, яке збільшується поступово із збільшенням кількості циклів навантаження.

Мирсаяпов І.Т. [8], визначив, що циклічне навантаження не призводить до нових якісних змін деформацій.

Левчич В.В. і Кваша В.Г., Юркша А.Б. встановили, що зростання деформацій бетону відбувається аж до руйнування і спостерігається при напруженнях, що перевищують межу витривалості. Якщо ці напруги нижче межі витривалості - то після певної кількості циклів деформації дещо стабілізуються.

Висновки

1. Зростання деформацій залежить від величини характеристик циклічного навантаження і від його максимального значення.

Відзначається, що при високих рівнях інтенсивність росту деформацій менше, ніж при середніх і низьких рівнях навантаження.

2. Циклічне навантаження призводить до розвитку деформацій віброповзучості в бетоні стиснутої зони і, як наслідок, накопичення залишкових деформацій.
3. Деформації бетону стиснутої зони найбільш інтенсивно розвиваються на протязі перших циклів навантаження, яке повторюється.
4. Зростання деформацій у бетоні аж до руйнування спостерігається при напруженнях, що перевищують межу витривалості. Якщо напруги нижче межі витривалості, то після певної кількості циклів деформації дещо стабілізуються.
5. Незважаючи на те, що накопичена значна дослідницька база щодо розглянутого питання, напружено-деформований стан залізобетонних елементів при циклічному знакопостійному і знакозмінному навантаженнях вивчено недостатньо. Через відсутність необхідного обсягу достовірних дослідних даних і обґрунтованих рекомендацій з розрахунку, в проектній практиці використовуються не цілком досконалі методи розрахунку, застосування яких призводить як до перевитрати матеріалів і ускладнення армування, так і до недостатньої надійності конструкцій, що проектуються. Виходячи з цього, планується проведення системних експериментальних досліджень у цьому напрямку, методика яких описана у статті «Планування експериментів у дослідженнях міцності, тріщиностійкості і деформативності згинальних залізобетонних елементів при малоцикловому навантаженні» авторів Албу К.І., Кіцак О.К., Сьоміной Ю.А., Гайдаржи А.П., Гребенюк А.В., Сашина В.О. під керівництвом Карпюка В.М.

Література

1. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування: ДБН В.2.6 - 98: 2009. - [Чинний від 2010 - 09 - 01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2009. - 97 с. - (Державні будівельні норми України)
2. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування: ДСТУ В.2.6

- 156: 2010. - [Чинний від 2011 - 06 - 01]. - К: Мінрегіонбуд України, 2011 . - 118 с. - (Національний стандарт України).
3. Масюк Г.Х, Корнійчук О.І. Напружено-деформованій стан похилих перерізів згинальних залізобетонних елементів, що зазнають дії малоциклових знакозмінних навантажень / Г.Х. Масюк, О.І. Корнійчук // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. - Рівне: НУВГП 2008 . - Вип 17 . - С. 204-211.
 4. Бабич Є.М., Гомон П.С. Визначення напружено-деформованого стану та розрахунок залізобетонних елементів таврового перерізу / / Є.М. Бабич, П.С. Гомон / Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб .наук. праць. - Рівне : НУВГП , 2011 . - Вип.21 . - С. 109-114.
 5. Бабич Е.М. Прочность наклонных сечений железобетонных балок, усиленных углепластиковыми / Е.М. Бабич, С.В. Мельник // Строительство в прибрежных курортных регионах: мат-лы 7^я международ. научно-практич. конф. – Сочи: Сочинский гос. ун-т, 2012. – с. 4-7.
 6. Конончук О.П. Розрахунок несучої здатності нормальних перерізів, підсилених згинальних залізобетонних елементів при дії на них малоциклових навантажень // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: ТОВ «Зовнішрекламсервіс», 2012. – Вип. 46. – с. 185-192.
 7. Чехавичюс, Р. П. Исследование трещиностойкости и прочности железобетонных балок в наклонных сечениях при действии статических и многократно повторяющихся нагрузок / Р.П.Чехавичюс. Автореферат дис.канд.техн.наук – Вильнюс, 1972. – 29 с.
 8. Мирсаяпов Ил.Т. Напряженно-деформированное состояние в приопорной зоне изгибаемых элементов при действии циклических нагрузок / Ил.Т.Мирсаяпов//Наука и язык. – Казань.- 2004, №2. – с.47-50.
 9. Левчич В.В. Исследование напряженно-деформированного состояния железобетонных изгибаемых элементов при действии многократно повторяющихся нагрузок. Дис.канд.техн.наук.-Львов, 1974. – 18 с.