УДК 624.012.25

ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОБОТИ СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНИХ ЗГИНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗА ДІЇ ЗНАКОЗМІННИХ НАВАНТАЖЕНЬ

ЗАДАЧИ И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАБОТЫ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЗНАКОПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗОК

TASKS AND METHODS OF THE EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE WORK OF STATIC-INDEFINITE BENDING ELEMENTS BY ACTION OF ALTERNATING LOADS

Масюк Г.Х., к.т.н., проф., Кутєпов І.Є., аспірант (Національний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне).

Масюк Г.Х., к.т.н., проф., Кутепов И.Е., аспирант (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ривне).

Masyuk G.H., candidate of technical sciences, professor, Kutepov I.E., postgraduate (National university of water management and nature resources use, Rivne).

Наведена методика експериментальних досліджень роботи статично невизначених згинальних елементів за дії знакозмінних навантажень, а саме двопролітної нерозрізної балки.

Приведена методика экспериментальных исследований работы статически неопределенных изгибаемых элементов под воздействием знакопеременных нагрузок, а именно двопролетной неразрезной балки.

Methods of the experimental research of the work of static-indefinite bending elements by action of alternating loads are given, specifically double-span continious beam.

Ключові слова:
Знакозмінне навантаження, нерозрізна балка.
Знакопеременная нагрузка, неразрезная балка.
Alternating load, continious beam.

Стан питання та мета дослідження. При експлуатації велика кількість залізобетонних конструкцій зазнає дії малоциклових знакозмінних

навантажень, вплив яких на міцність, деформативність і тріщиностійкість вивчено недостатньо. Вплив таких навантажень на елементи прямокутного та таврового профілю досліджувався науковцями кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд, а саме Караваном В.В., Бабичем Є.М., Погореляком А.П., Філіпчуком С.В., Бабичем В.Є., Григорчуком А.Б., Корнійчуком О.І., Масюком Г.Х. та ін. Проте вплив малоциклових знакозмінних навантажень на роботу статично невизначених елементів не досліджувався.

Метою дослідження роботи є визначення несучої здатності і напруженого стану згинальних залізобетонних статично невизначених балок при дії малоциклових знакозмінних навантажень, та удосконалення методики їх розрахунку з врахуванням зазначених впливів.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні задачі:

- дослідити вплив мало циклового знакозмінного навантаження на зміну міцнісних та деформативних характеристик важких бетонів;
- експериментально встановити вплив мало циклового знакозмінного навантаження на несучу здатність перерізів, процеси тріщино утворення, розвитку та зміни ширини розкриття тріщин статично невизначених залізобетонних елементів, що згинаються;
- дослідити вплив деформативних властивостей бетону при визначенні ширини розкриття тріщин в місцях перетину з поперечною та поздовжньою арматурою;
- удосконалити методику розрахунку несучої здатності перерізів та ширини розкриття тріщин згинальних статично невизначених залізобетонних елементів за дії знакозмінних навантажень

Дослідні зразки та методика дослідження. Основу експериментальних досліджень складають зразки статично невизначених залізобетонних двопролітних балок. Довжина балок складає 3000 мм, розміри поперечного перерізу 100×160 мм. Балки армовані чотирма робочими стержнями з арматури класу А400С діаметром 10 мм, розташованими в один ряд по висоті поперечного перерізу симетрично відносно осі балки (рисунок 1). Товщина захисного шару бетону прийнята 15 мм, клас бетону С16/20.

Для армування кожної балки використаний просторовий каркас, що складається з двох плоских. В плоский каркас за допомогою контактного точкового зварювання об’єднані робочі та поперечні стержні, а між собою плоскі каркаси об’єднані в просторовий за допомогою монтажних стержнів. Поперечними стержнями є дротова арматура класу Вр-1 діаметром 5 мм, розташована з кроком 100 мм на приопорних ділянках, а посередині прольотів між точками прикладання сили F крок 200 мм. Монтажними стержнями є дротова арматура класу Вр-1 діаметром 4 мм. Схема каркаса, умовна епюра згинальних моментів, умовна епюра поперечних зусиль та статична схема балки наведена на рисунку 2.

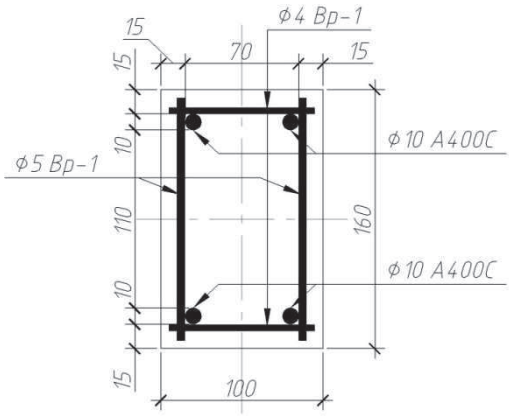

Рис. 1. Поперечний переріз балок

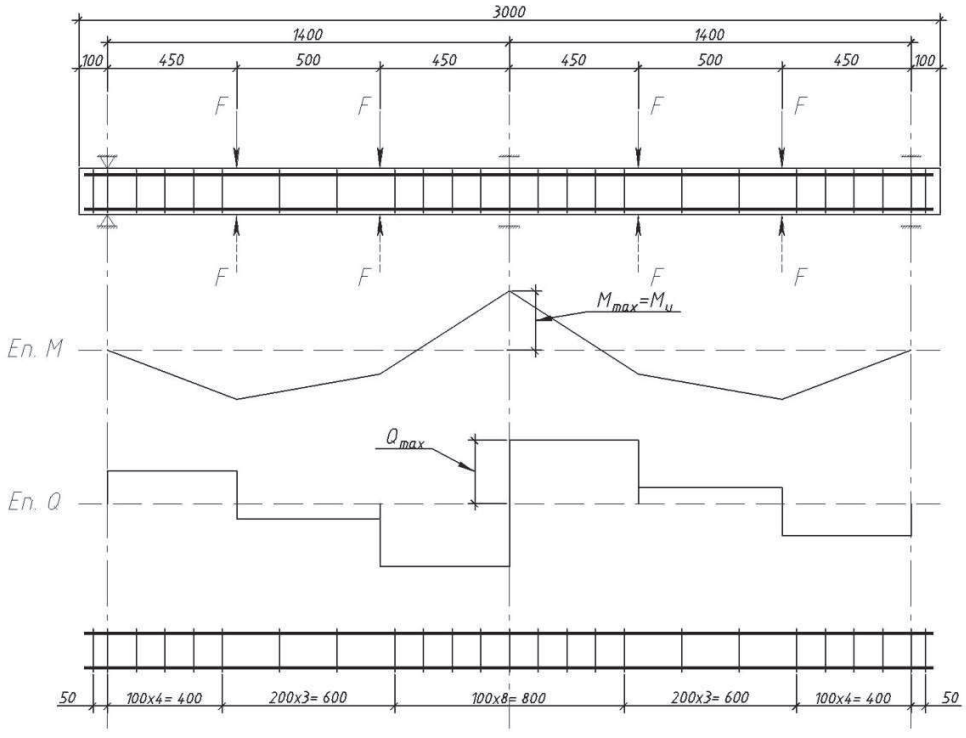

Рис. 2. Статична схема, схема армування та схема каркасу балок

Зосереджені сили прикладені на відстані 450 мм від опор, що приблизно рівне третині прольоту, симетрично в обох прольотах.

Для випробовування двохпрольотних нерозрізних балок у якості силової рами використовується спеціально розроблена дослідна установка, принципова схема якої зображена на рис. 3. Дана установка дозволяє створювати знакозмінне навантаження в зразках без зміни їх положення.

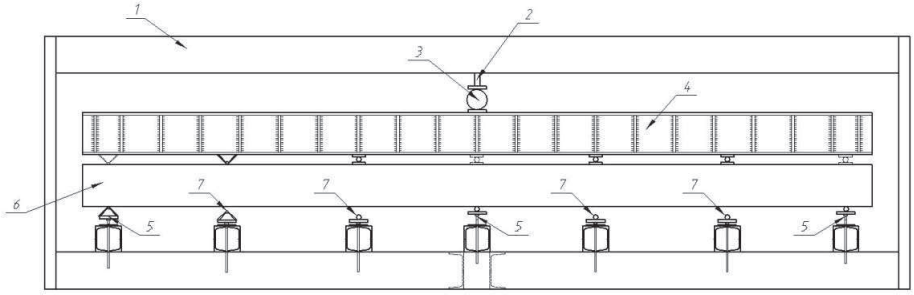

Рис. 3. Принципова схема дослідної установки:
1 – рама установки; 2 – домкрат; 3 – динамометр; 4 – траверса; 5 – опора;
6 – дослідний зразок; 7 – наконечник.

Навантаження в установці створюється за допомогою гідравлічного домкрату (поз. 2), його рівень контролюється динамометрами (поз. 3). Знакозмінне навантаження, що діє на дослідний зразок, створюється за рахунок зміни допоміжних опор на траверсі (поз. 4) та опускання-піднімання рухомих гвинтів із наконечниками (поз. 7) на опорах (поз. 5). Використання дослідної установки дасть можливість контролювати рівень навантаження на кожній ступені завантаження та розвантаження дослідних зразків.

На еталонні балки навантаження здійснюється одноразово короткочасно до руйнування для визначення руйнівного навантаження. Наступні зразки досліджуватимуться при дії повторних малоциклових навантажень рівня η=0,65/0,3…0,65/0,65 (із довантаженням до рівня 0,8F_u після 5-го циклу) та η=0,85. Режими завантаження балок показані на рис. 4. Кількість циклів навантаження n=10. Цикл складається з двох напівциклів: а – верхня зона розтягнута, нижня стиснута; б – верхня зона стиснута, нижня розтягнута в прольотах, а на середній опорі навпаки.

Під час випробувань дослідні дані планується отримувати за допомогою наступних контрольно-вимірювальних приладів. Деформації бетону фіксувати індикаторами годинникового типу 1МИГ та 2МИГ, розташованими у верхній та нижній зонах зразків посередині прольоту, а також за допомогою тензодатчиків з базою 50 мм, наклеєних рівномірно по висоті перерізу. Дослідні дані про деформації арматури одержати за допомогою тензометрів

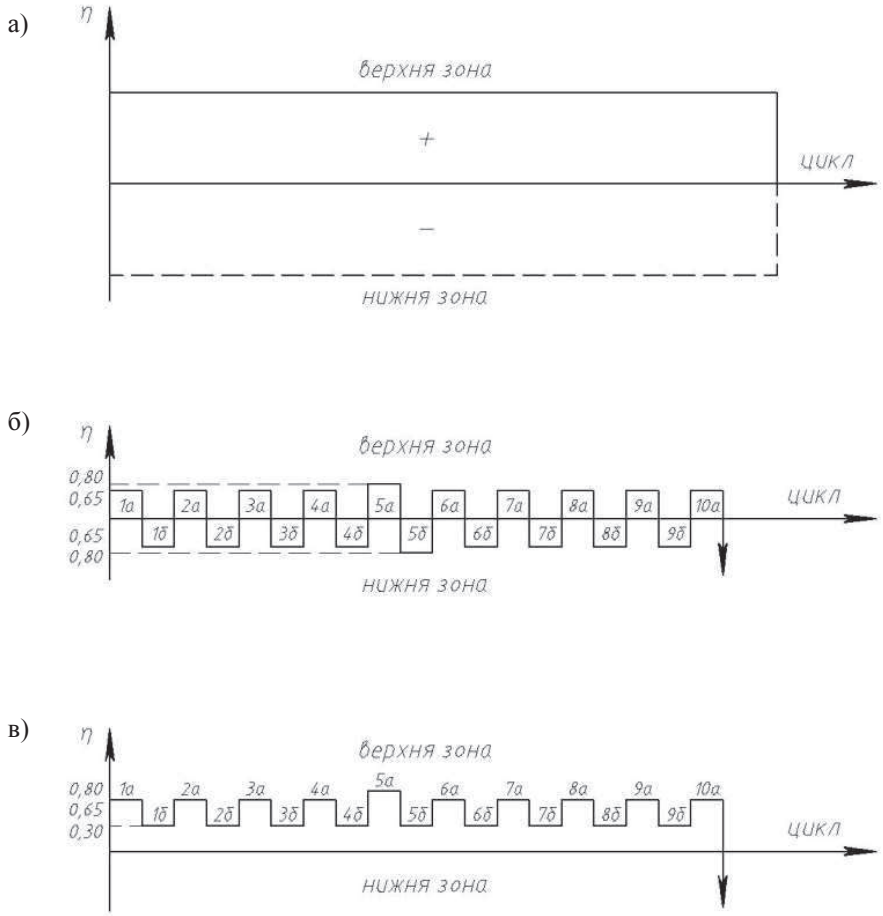

Рис. 4. Режими завантаження балок:
а) постійне навантаження; б) знакозмінне навантаження; в) мало циклове навантаження.

Гугенбергера та тензодатчиків з базою 20 мм, встановлених на арматурі верхньої та нижньої зон зразків. Прогини балок фіксувати прогиномірами системи 6ПАО, розташованими посередині прольотів. За утворенням, розвитком і шириною розкриття нормальних і похилих тріщин планується слідкувати за допомогою мікроскопу МПБ-3. Розміщувати прилади планується симетрично відносно центральної опори, тому їх розташування на рис. 5 показане для одного прольоту.

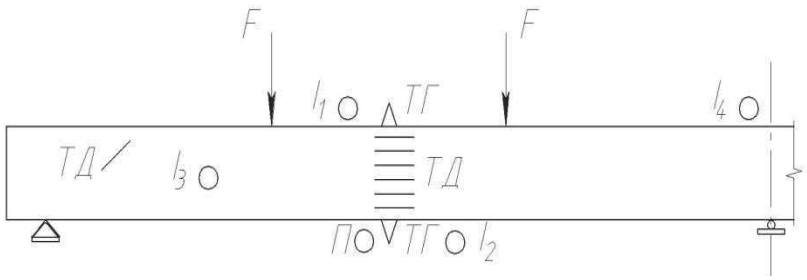

Рис. 5. Розміщення вимірювальних приладів на половині прольоту:

І – індикатор годинникового типу 1МИГ та 2МИГ; ТГ – тензометр Гугенбергера; ТД – тензодатчики з базою 50 мм; П – прогиномір годинникогвого типу 6ПАО.

1. Караван В.В. Деформативність і тріщиностійкість залізобетонних елементів при дії знакозмінного навантаження: дис. канд. техн. наук: 05.23.01 / В.В. Караван. – Рівне, 2004. – 149 с. **2**. Григорчук А.Б. Вплив знакозмінних навантажень на міцність нормальних перерізів залізобетонних елементів, що згинаються: дис. канд. техн. наук: 05.23.01 / А.Б. Григорчук. – Рівне, 2001. – 164 с. **3.** Корнійчук О.І. Міцність та тріщиностійкість похилих перерізів згинальних залізобетонних елементів при дії малоциклових знакозмінних навантажень: дис. канд. техн. наук: 05.23.01 / О.І. Корнійчук. – Рівне, 2009. – 191 с. 4. Масюк Г.Х. Особенности сопротивления бетона при знакопеременных напряжениях растяжения-сжатия и их учёт при расчёте железобетонных элементов: дис. канд. техн. наук: 05.23.01 / Г.Х. Масюк. – Ровно, 1984. – 288 с. **5.** Масюк Г.Х., Караван В.В. Задачі та методика експериментальних досліджень деформативності та тріщиностійкості згинальних залізобетонних елементів, що зазнають впливу малоциклового короткочасного знакозмінного навантаження // Вісник Українського державного університету водного господарства та природокористування. Збірник наукових праць. – Рівне. – 2002. – Вип. 4 (17). – С. 174-179. **6.** Масюк Г.Х., В.В. Караван. Робота згинальних залізобетонних елементів при дії малоциколвих знакозмінних навантажень // Будівельні конструкції. Науково-технічні проблеми сучасного залізобетону. Збірник наукових праць у 2-х томах. – Київ: НДІБК. – 2005. – Том 1. – С. 189-196. **7.** Григорчук А.Б., Масюк Г.Х. Задачі та методика експериментальних досліджень міцності і деформативності залізобетонних елементів, що знаходяться під дією знакозмінного навантаження // Вісник РДТУ. Випуск 2, частина 3. – Рівне: РДТУ. – 1999. – С. 51-54. **8.** ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови / Мінрегіонбуд України – К.: 2010. – С. 109.