

УДК 624.012.44

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ  
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ НЕРОЗРІЗНИХ БАЛОК ІЗ ВИСОКОМІЦНИХ  
БЕТОНІВ**

*аспірант Лазарєва О.М.*

*Полтавський національний технічний університет  
імені Юрія Кондратюка, м. Полтава*

**Постановка проблеми.** Широке застосування в практиці мають залізобетонні балки як статично визначувані так і статично невизначувані. Вони використовуються у складі різноманітних надземних частин, так і в елементах нульового циклу будівель і споруд. У теперішній тенденції розвитку будівництва й застосування високоміцних бетонів для виготовлення залізобетонних конструкцій (ЗБК) та їх елементів, розрахунок міцності та несучої здатності яких потребує вдосконалення та напрацювання експериментальних даних з урахуванням властивостей та характеру їх роботи. Такі дослідження є актуальними та будуть доповненням до діючих норм [1, 2].

**Зв'язок з науковими і практичними завданнями та аналіз останніх досліджень і публікацій.** Із існуючих методик розрахунку міцності та несучої здатності ЗБК та їх елементів на основі деформаційних моделей (ДМ) можна виділити ДМ з екстремальним критерієм міцності (ЕКМ) [3-6], котра дає можливість точніше враховувати напружено-деформований стан (НДС) ЗБК, а також реальні діаграми роботи матеріалів (бетону та арматури) і аналітично отримувати граничну деформацію стиснутого бетону ЗБЕ завдяки врахуванню спадної гілки діаграми стиску [7], що відображає процес зниження несучої здатності матеріалу внаслідок наростання ступеня його зруйнованості.

Для підтвердження теоретичних розрахунків важливу роль відіграють експериментальні дослідження та їх дані на основі статистичного аналізу. Тому експериментальні дослідження роботи нерозрізних балок із високоміцних бетонів з урахуванням перерозподілу зусиль при утворенні в характерних перерізах умовних пластичних шарнірів [8] і визначення відповідних їм значень згинальних моментів, а також граничного навантаження є актуальною задачею.

**Метою** експериментальних досліджень є вивчення роботи статично невизначуваних залізобетонних балок на різних рівнях навантаження, включаючи й граничний стан з аналізом перерозподілу внутрішніх зусиль.

**Виклад основного матеріалу.** Для досягнення поставленої мети було випробувано 18 нерозрізних залізобетонних балок із різними процентами армування  $\rho_s = 2,37...2,99\%$  та класом бетону.

Призмova міцність бетону на стиск зразків серії Б-1-12-1...3, Б-1-14-1...3 дорівнювала 46,22 МПа, Б-2-12-1...3, Б-2-14-1 – 41,03 МПа, а серій Б-3-12-1...3, Б-3-14-1 – 48,21 МПа. За даними експериментальних досліджень був

виконаний аналіз граничних характеристик стиснутої зони бетону та міцності нормальних перерізів випробовуваних зразків.

Експериментальні зразки по довжині мали прямокутні поперечні перерізи. Висота та ширина їх була постійною й дорівнювала 180 x 120 мм (рис. 1), а співвідношення довжини прольоту до висоти перерізу  $V/h \geq 10$ .

Армування нерозрізних двопролітних балок було постійним по довжині і виконувалося стержнями класу А400С Ø 12 та 14 мм, а також звареними хомутами з арматури класу А240С, Ø 6,5 мм, із кроком 50 мм в опорних зонах для запобігання виникнення похилих тріщин та з кроком 100 мм по середині прольоту (рис. 1).

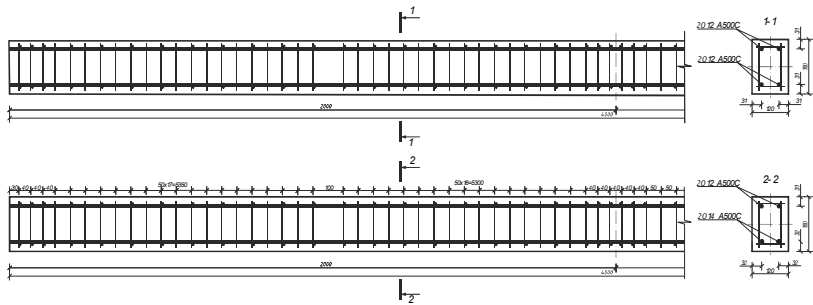


Рис. 1. Схема армування та геометричні розміри експериментальних зразків залізобетонних балок

Для вимірювання деформації на арматурних стержнях електротензодатчики базую 5 мм були розташовані з двох діаметрально протилежних сторін, а на бетоні в характерних перерізах – базую 50 мм (рис. 2).

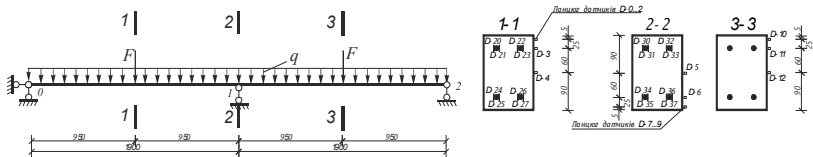


Рис. 2. Розрахункова схема та схема розташування електротензодатчиків на бетоні та арматурних стержнях балок

Відносні деформації на бетоні та арматурі вимірювалися багатоканальною тензометричною системою для статичних випробувань об'єктів ВВП-8М. Експериментальні зразки балок випробовувалися в установці зображеній на рис. 3. Навантаження прикладалося через два шарніри за допомогою двох паралельно підключених п'ятдесяти тоннних домкратів. Для розкриття статичної невизначуваності та визначення внутрішніх зусиль на крайніх опорах улаштувалися силові динамометри ДОСМ-5. Прогини в характерних перерізах фіксувалися прогиномірами

ПАО-6 «ЛИСИ». На кожній ступені навантаження знімалися покази за приладами та здійснювався огляд зразка, в ході якого велося спостереження за появою й розкриттям тріщин. Особлива увага приділялась визначенню граничних деформацій бетону та арматури в характерних перерізах балок.

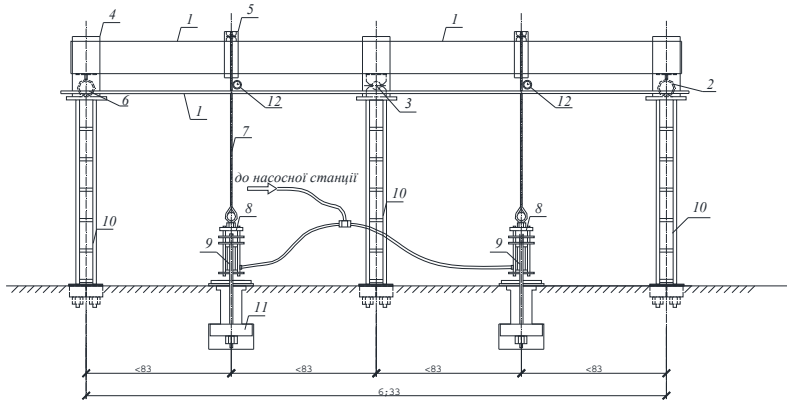


Рис. 3. Схема установки: 1) дослідний зразок балки; 2) силовий динамометр; 3) шарнірно нерухома опора; 4) завантажувальне кільце; 5) опорне кільце; 6) штанга для закріплення приладів; 7) металевий трос; 8) перетворювач зусиль стиску в зусилля розтягу; 9) гідравлічний домкрат; 10) опорна рама; 11) анкери силової підлоги; 12) прогиномір.

Усі зразки мали схожий характер руйнування та тріщиноутворення (рис. 4). Початкові тріщини з'являлися спочатку на середній опорі при рівнях навантаження  $0,1 - 0,3F_u$ .

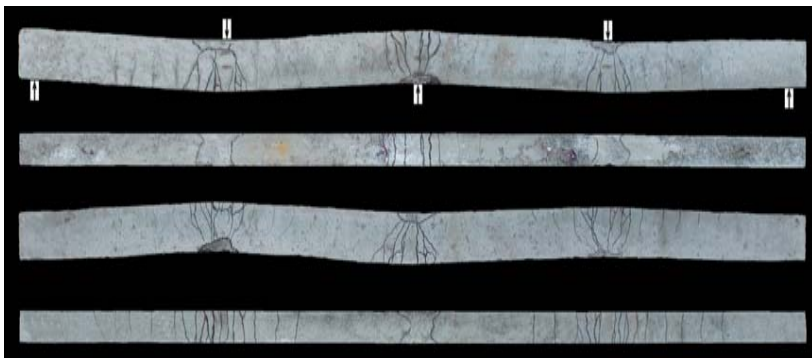


Рис. 4. Характер тріщиноутворення та руйнування зразків

Напруження в арматурі в наведених перерізах після перерозподілу зусиль на стадії руйнування досягали межі текучості.

Характер зміни відносних деформацій бетону та арматури в перерізах 1, 2 та 3 (рис. 2), одержаних за результатами випробувань експериментальних балок наведено на рис. 5 та 6 в залежності від рівня навантаження.

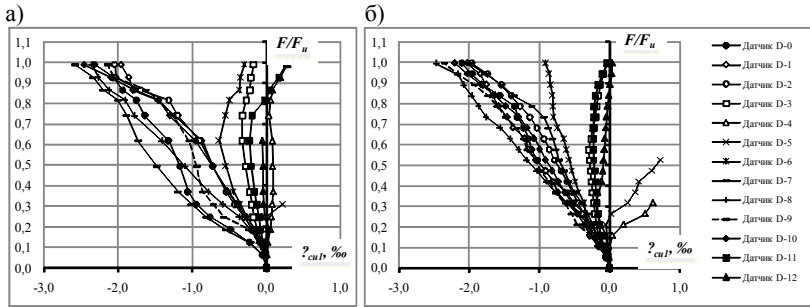


Рис. 5. Зміна відносних деформацій бетону в нормальному перерізі ЗБЕ при зміні рівня навантаженні зразків серій: а) Б-1-12 та б) Б-1-14 (кубікова міцність бетону 64,2 МПа)

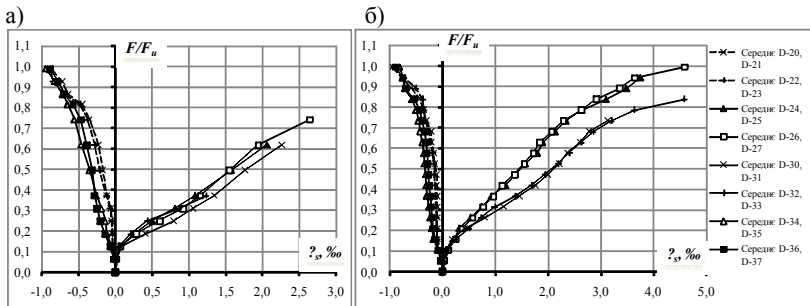


Рис. 6. Зміна відносних деформацій арматури в нормальному перерізі ЗБЕ при зміні рівня навантаження зразків серій: а) Б-1-12 та б) Б-1-14 (кубікова міцність бетону яких 64,2 МПа)

### Висновки

1. Експериментальні дослідження роботи статично невизначуваних залізобетонних балок із високоміцних бетонів при варіюванні процентів армування та класів бетону на різних рівнях навантаження дали можливість зробити висновок про те, що перерозподіл внутрішніх зусиль при досягненні граничних деформацій в арматурі та бетоні в перерізі на середній опорі проходив зі збільшенням приросту деформацій бетону та арматури в значній мірі в прольотних перерізах при цьому приріст деформацій на середній опорі призупинявся і був незначним.

2. При збільшенні кубикової міцності бетону від 57 до 67 МПа відносні деформації найбільш стиснутої грані бетону в характерних перерізах збільшувалися від 2,87 до 3,09 %.

3. Дані експериментальні дослідження дають можливість зробити висновок про застосування методу граничної рівноваги та деформаційної методики для розрахунку несучої здатності нерозрізних балок із високоміцних бетонів.

#### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6. 98:2009. - [Чинний від 01.06.2011]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 72 с.
2. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону / К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 168 с.
3. Митрофанов В.П. Практическое применение деформационной модели с экстремальным критерием прочности железобетонных элементов / В.П. Митрофанов // Коммунальное хозяйство городов. Серия: Архитектура и технические науки. Вып. 60. – К.: Техника, 2004. – С. 29 – 48.
4. Шкурупій О.А. Міцність залізобетонних конструкцій та їх елементів на основі деформаційної моделі з екстремальним критерієм / О.А. Шкурупій // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництва). – Вип. 74: В 2-х кн.: Книга 1. – Київ, ДП НДІБК, 2011.
5. Митрофанов В.П. Вплив міцності бетону та кількості арматури на граничні характеристики нормального перерізу залізобетонних елементів / В.П. Митрофанов, О.А. Шкурупій, Д.М. Лазарев, Б.П. Митрофанов // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. – Рівне: НУВГП, 2005. – Вип. 12. – С. 208–217.
6. Шкурупій О.А. Використання чисельних і оптимізаційних методів для розрахунку міцності нормальних перерізів залізобетонних елементів на основі деформаційної моделі з екстремальним критерієм / О.А. Шкурупій, Д.М. Лазарев // Коммунальное хозяйство городов : Сб. научных трудов. – К.: Техника, 2007. – Вип. 76. – С. 71–79.
7. Шкурупій О.А. Аналітичне визначення фізико-механічних характеристик бетону / О.А. Шкурупій, Є.М. Бабич // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. – Рівне: НУВГП, 2011. – Вип. 21. – С. 401–407.
8. Тихий М. Расчёт железобетонных конструкций в пластической стадии. Перераспределение усилий / М. Тихий, Й. Ракошник; пер. с чешск. – М.: Стройиздат, 1976. – 198 с.