

УДК 624.016:69.059

Л.І. Стороженко, д.т.н., професор

В.В. Муравльов, к.т.н.

С.О. Мурза, к.т.н.

Ф.С. Школяр, аспірант

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ З ВИНЕСЕНИМ АРМУВАННЯМ

Наведено результати експериментальних досліджень залізобетонних елементів з винесеним армуванням, розроблено методику проведення експерименту, отримано дані щодо несучої здатності, деформацій і характеру руйнування досліджуваних зразків.

Ключові слова: залізобетон, балка, винесене армування, експериментальне дослідження.

УДК 624.016 : 69.059

Л.И. Стороженко, д.т.н., профессор

В.В. Муравлев, к.т.н.

С.А. Мурза, к.т.н.

Ф.С. Школяр, аспирант

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ВЫНЕСЕННЫМ АРМИРОВАНИЕМ

Представлены результаты экспериментальных исследований железобетонных элементов с вынесенным армированием, разработана методика проведения эксперимента, получены данные о несущей способности, деформациях и характере разрушения исследуемых образцов.

Ключевые слова: железобетон, балка, вынесенное армирование, экспериментальное исследование.

UDC 624.016 : 69.059

L.I. Storozhenko, ScD, Professor

V.V. Muravlov, PhD

S.O. Murza, PhD

F.S. Shkolyar, post-graduate

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

EXPERIMENTAL RESULTS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES WITH EXTERNAL REINFORCEMENT

The article presents the results of experimental research concrete elements reinforced with the Examination, the technique of the experiment, the data on bearing capacity, deformation and fracture behavior of samples.

Keywords: concrete, beam, rendered reinforcement, experimental study.

Вступ. Сучасне будівництво характеризується розвитком залізо-бетонних конструкцій з винесеним армуванням. Пошук нових видів сполучень сталі й бетону - перспективний напрям, який забезпечує економію матеріалів та створює великий клас будівельних конструкцій, що різняться як за конструктивними ознаками, так і за ступенем використання фактора спільної роботи обох матеріалів. Існуючі тенденції розвитку потребують експериментальних досліджень, які стосуються вивчення несучої здатності, деформацій і характеру руйнування нових конструктивних форм. До складу таких конструкцій входять прокатні профілі, стрижнева арматура та бетон.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. На основі аналізу останніх тенденцій розвитку залізобетонних конструкцій з винесеним армуванням [1] та патентно-кон'юнктурних досліджень [2] стало відомо, що залізобетонні конструкції з винесеним армуванням отримали широке розповсюдження в усьому світі [3, 4]. Уже доведено, що їх раціонально використовувати для перекриття великих прольотів (плити, балки, ригелі, ферми і т.д.) як стійки, які сприймають значні навантаження (колоні промислових та цивільних будівель, стійки різного призначення, опори ліній електропередачі і т.д.), в інженерних спорудах. Поперечні перерізи таких конструкцій можуть бути найрізноманітнішими, деякі з них уже експериментально досліджено [5].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Проаналізований обсяг інформаційних джерел не дав позитивного результату в пошуку статей або наукових праць щодо аналізу експериментальних досліджень запропонованих авторами перерізів залізобетонних балок з винесеним армуванням. Також неповною мірою висвітлено характер руйнування та впливу зовнішніх факторів на роботу конструкцій, це ставить під питання ефективність розроблення й упровадження їх у виробництво.

Постановка завдання. У результаті виконання роботи необхідно розробити методику проведення експерименту для отримання необхідних експериментальних даних по несучій здатності, деформаціях і характеру руйнування досліджуваних зразків, отримання чіткої картини розвитку деформацій як у перерізі, так і в зоні дії поперечного зусилля та згинального моменту, переконатися що такі конструкції надійні в роботі й експлуатації та можуть знайти застосування в промисловому й цивільному будівництві.

Основний матеріал і результати. Сутність дослідних зразків серії Б-2 з армуванням трубою квадратного профілю (рис. 1), полягає у конструктивному рішенні поперечного перерізу, виконаного зі сталевих труби квадратного профілю, яка сумісно працює з лінійною залізобетонною складовою конструкції, що забезпечується за рахунок вертикальних трубчастих елементів квадратного профілю та анкерів

виконаних зі сталевих пластин. Конструкції зразків випробовувалися при досягненні проектної міцності бетону, але не раніше ніж через 28 діб після пропарювання. Перед випробуванням металеві поверхні зразків очищалися від напливів бетону і покривалися лаком за два рази. Випробування проводилося на пресі Амслера потужністю 60 т із ручним приводом.

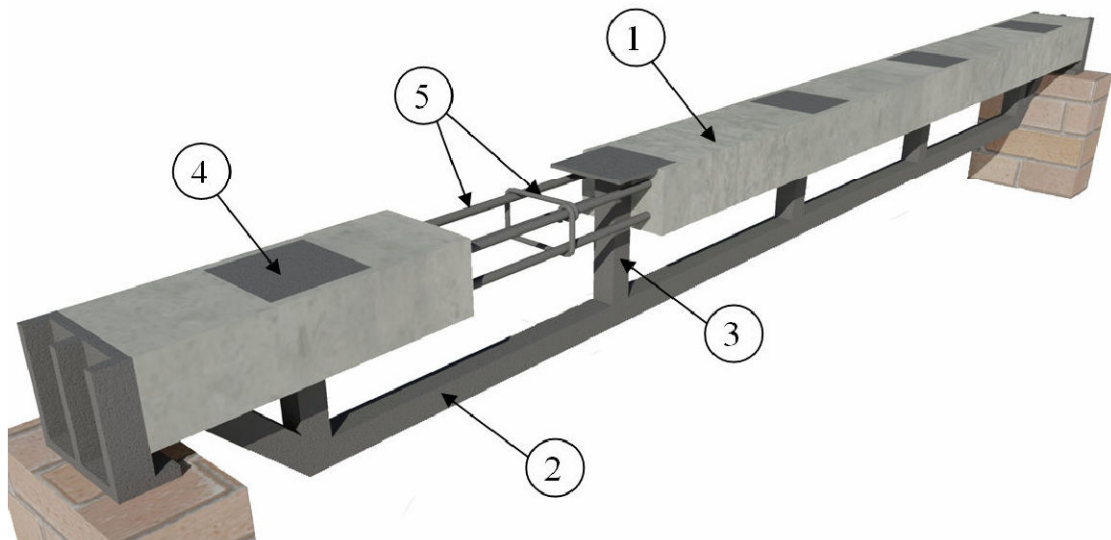


Рис 1. Загальний вигляд зразка серії Б-2Ж

**1 - залізобетонна лінійна складова; 2,3 - труби квадратного профілю;
4 - анкери; 5 - арматурна сітка**

У процесі експериментальних дослідження балки вимірювалися деформації зовнішньої поверхні металевих складових і бетону в найбільш напружених волокнах перерізу. Деформації металевих складових вимірювалися за допомогою електротензорезисторів типу 2ПКБ 20 – 200 В, зовнішньої поверхні бетону - за допомогою електротензорезисторів типу 2ПКБ 50 – 325 В. Відліки за тензорезисторами знімалися за допомогою приладу «АИД-4». Схема розміщення вимірювальних приладів для дослідження нормального перерізу (рис. 2).

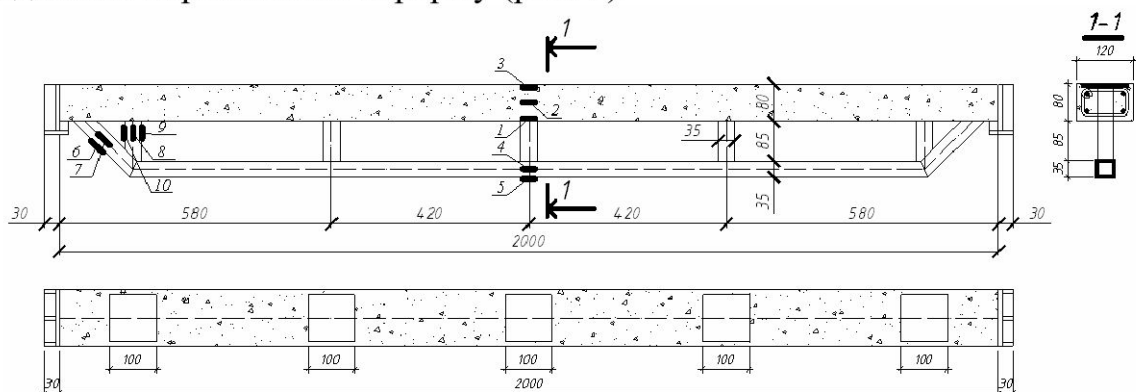


Рис 2. Схема розміщення тензорезисторів при випробуванні зразка серії Б-2 на дію згинального моменту

Згідно з прийнятою методикою проведення експериментальних досліджень несучої здатності й деформативності залізобетонних балок з винесеним армуванням випробування проводилися на дію зосередженої сили посередині прольоту (рис. 3).

У процесі досліджень нормальних перерізів експериментальних зразків під дією навантаження відмічався розвиток нормальних тріщин бетону, при підвищенні навантаження до критичного відбувалися руйнування бетонної полиці та спостерігалася текучість сталевих складових. Відмічалася також інтенсивність збільшення прогину на початку роботи балки в пластичній стадії.

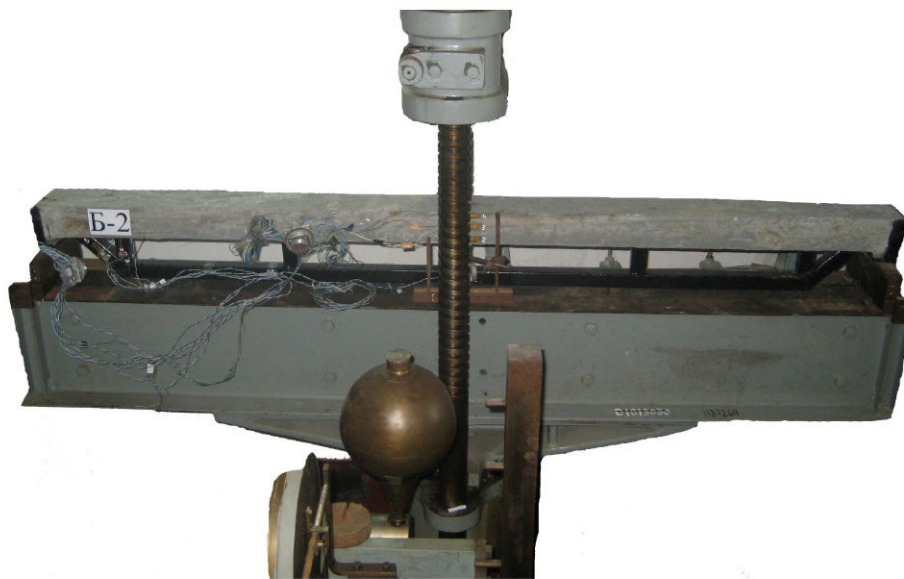


Рис 3. – Випробування зразка серії Б – 2

У результаті вимірювання переміщень посередині прольоту та виникнення мікротріщин у крайніх волокнах досліджуваних зразків за допомогою індикаторів годинникового типу, прогиноміра й електротензорезисторів отримано графіки залежності деформацій від навантаження. Посередині прольоту розміщувалися вимірювальні прилади – тензорезистори, наклеєні на арматурі та поличці, індикатори годинникового типу, які дублювали замір деформацій у найбільш стиснутих і розтягнутих волокнах, і прогиномір для визначення прогинів. Отримано графіки залежності деформацій від навантаження (рис. 4 – 11).

Із наведених графіків видно, що на початковій стадії навантаження виникають переважно пружні деформації. На наступних рівнях навантаження, котрі відповідають деформаціям, при яких спостерігається текучість та утворення тріщин на бетонній полиці, відбувається втрата несучої здатності зразка.

У цілому, балка на всіх ступенях завантаження працювала як єдина монолітна конструкція. На рис. 11 зображено епюру розподілу деформацій по висоті нормального перерізу зразків.

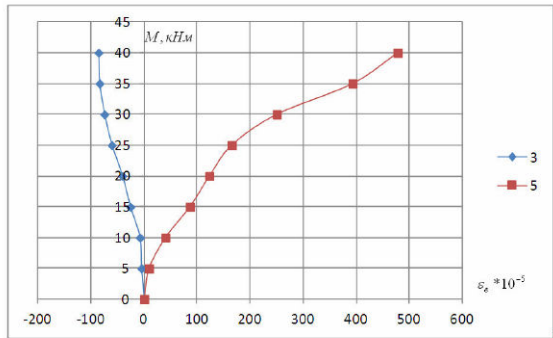


Рис 4. – Залежність поздовжніх деформацій від величини згинального моменту в крайніх волокнах досліджуваних зразків серії Б-2

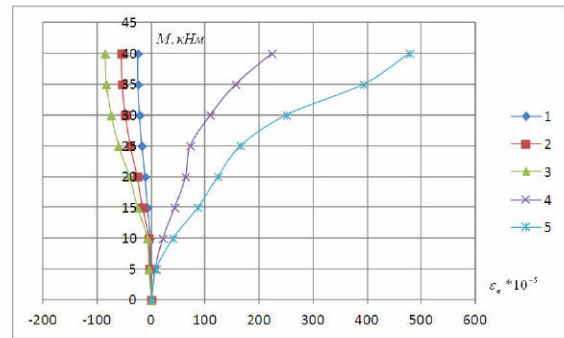


Рис 5. – Деформації в нормальному перерізі зразків серії Б-2, заміряні електротензорезисторами, розташованими по висоті перерізу

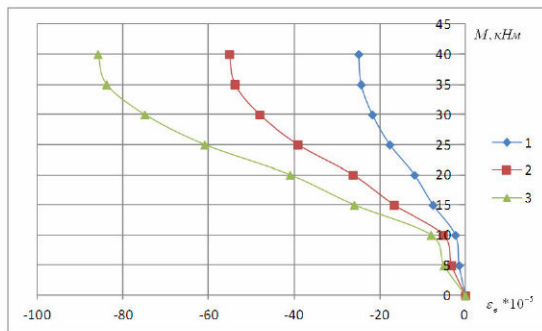


Рис 6. Деформації балки, заміряні електротензорезисторами (1, 2, 3 - номери тензорезисторів, розміщення яких показано на рис. 2)

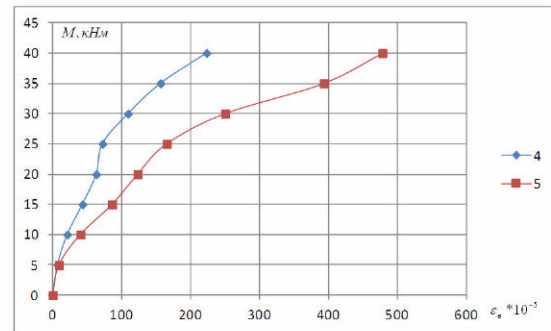


Рис 7. Деформації балки, заміряні електротензорезисторами (4, 5 - номери тензорезисторів, розміщення яких показано на рис. 2)

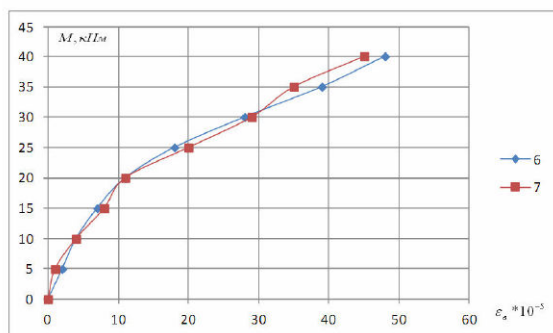


Рис 8. Деформації балки заміряні електротензорезисторами (6, 7 - номери тензорезисторів, розміщення яких показано на рис.2)

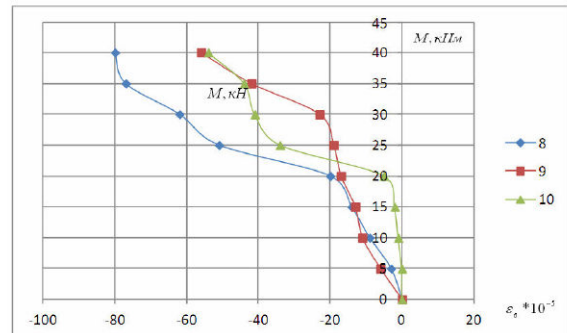


Рис 9. Деформації балки заміряні електротензорезисторами (8, 9, 10 - номери тензорезисторів, розміщення яких показано на рис.2)

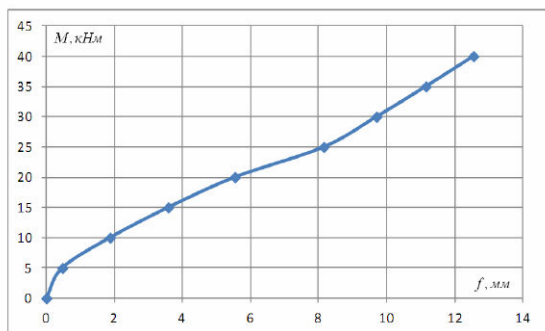


Рис 10. Залежність прогину від навантаження за прогиноміром

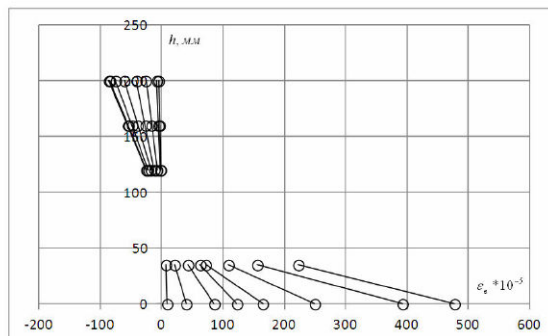


Рис 11. - Епюри розподілу деформацій по висоті нормального перерізу зразків

При деформації балки Б - 2 (рис. 4 – 11) спостерігалася пружна робота арматури і бетону до досягнення 75% навантажень від руйнівного. При досягненні навантажень, більших ніж 75% від руйнівного, почалися виникати значні тріщини в бетонній полиці, за рахунок чого відбувалося її повне руйнування посередині зразків. При навантаженнях, що відповідали руйнівним $M \leq M_u$, почали спостерігатися значні деформації балки, прогин досягнув 12,55 мм, після чого балка втратила свою несучу здатність. Крихке руйнування зразків не відмічалось, а навпаки, проходило пластично, що характерно для сталевих конструкцій. У цілому, досліджувана балка на всіх ступенях завантаження працювала як єдина монолітна конструкція.

Висновки. Сталезалізобетонні балки з винесеним армуванням на всіх ступенях і за різних умов завантаження працюють як єдина монолітна конструкція. Використані методика та вимірювальні прилади дозволяють отримати необхідні експериментальні дані по несучій здатності, деформаціях і характеру руйнування досліджуваних зразків. Використання різних схем у цих зразках дозволяють вивчити їх вплив на несучу здатність і деформативність. Застосовані для проведення експерименту вимірювальні прилади - електротензорезистори, індикатори годинникового типу, прогиноміри - дозволяють отримати детальну інформацію про деформування досліджуваних зразків у будь-який момент навантаження та отримати чітку картину розвитку деформацій як у перерізі, так і в зоні дії поперечного зусилля та згинального моменту. Характер розподілу поздовжніх деформацій по висоті поперечного перерізу майже на всіх стадіях напружено-деформованого стану близький до лінійного, що дає можливість використання при розрахунках гіпотези плоских перерізів. Результати експерименту свідчать про те, що ці конструкції надійні в роботі й експлуатації та можуть знайти застосування в промисловому й цивільному будівництві.

Література

1. *Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні конструкції: навчальний посібник / Л.І. Стороженко, О.В. Семко, В.Ф. Пенц . – Полтава, 2005. – 181 с.*
2. *Перспективи розвитку конструкцій із залізобетону / Стороженко Л.І., Муравльов В.В., Школяр С.П., Школяр Ф.С. // Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація: збірник наукових статей Вип. 9. – Кривий Ріг, 2011. – С. 185 – 189.*
3. *Стороженко Л.И. Сталежелезобетонные конструкции / Л.И. Стороженко, А.В. Семко, В.И. Ефименко. – К.: Четверта хвиля, 1997. – 158 с.*
4. *Johnson R.P. Composite structures of steel and concrete / Johnson R.P. // University of Warwick, 1994. – 188 p.*
5. *Стороженко Л.І. Експериментальні дослідження залізобетонних елементів з винесеним армуванням / Стороженко Л.І., Муравльов В.В., Школяр Ф.С. // Збірник наукових праць Галузеве машинобудування, будівництво Вип. 3(33). – Полтава, 2012. – С. 260 – 265.*

Надійшла до редакції 25.09.2013

© Л.І. Стороженко, В.В. Муравльов, В.В. Муравльов, Ф.С. Школяр