

УДК 624.01

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ТА ДЕФОРМАТИВНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ НОВОЮ КОНСТРУКЦІЄЮ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ДЕФОРМАТИВНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК, УСИЛЕННЫХ НОВОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ

EXPERIMENTAL RESEARCH ON THE CARRYING CAPACITY AND DEFORMABILITY OF REINFORCED CONCRETE BEAMS STRENGTHENED BY A NEW SYSTEM

Чеканович М.Г., к.т.н., професор, Чеканович О.М., к.т.н., доцент Журахівський В.П., аспірант, асистент (Херсонський державний аграрний університет)

Чеканович М.Г., к.т.н., доцент, Чеканович Е.М., к.т.н., доцент Жураховський В.П., аспірант, асистент (Херсонський державний аграрний університет)

Chekanovych M.G., candidate of technical sciences, professor, Chekanovych O.M., candidate of technical sciences, associate professor Zhurakhivskiy V.P., post-graduate student, (Kherson State Agricultural university)

В статті наведено результати експериментальних досліджень залізобетонних балок, підсилені новою конструкцією, що включає зовнішню гнучку сталеву арматуру та жорсткі елементи. Запропонована регульована система підсилення дозволяє значно підвищити несучу здатність балок та зменшити їх деформативність.

В статье приведены результаты экспериментальных исследований железобетонных балок, усиленных новой конструкцией, которая включает внешнюю стальную арматуру и жесткие элементы. Предложенная регулируемая система усиления позволяет значительно увеличить несущую способность балок и уменьшить их деформативность.

The paper presents the results of experimental research on reinforced concrete beams, strengthened by a new system, which includes external steel

bar and rigid elements. The regulating strengthening system proposed allows a significant increase in beam carrying capacity and decrease in deformability.

Ключові слова:

Залізобетонна балка, підсилення, зовнішня сталевая арматура, несуча здатність, деформативність.

Железобетонная балка, усиление, внешняя стальная арматура, несущая способность, деформативность.

Reinforced concrete beam, strengthening, external steel bar, carrying capacity, deformability.

Сучасна будівельна галузь характеризується використанням ефективних способів підсилення вже існуючих залізобетонних згинаних елементів та створенням нових конструкцій, в яких би ефективно сумісно працювали бетон та сталь.

Як відомо, поширеним способом підсилення є збільшення поперечного перерізу конструкцій, застосування затяжок та шпренгелів, влаштування дублюючих елементів та розвантаження конструкцій. Підсиленню залізобетонних згинаних елементів зовнішньою арматурою присвятили свої праці: Абовський М.П., Ахмеднабієв Р.М., Гамбаров Г.А., Голишев А.Б., Гриневич Є.О., Губій М.М., Домбаєв І.А., Клименко Є.В., Клименко Ф.Е., Клименко В.З., Онуфрієв М.М., Перельмутер А.В., Салія Г.Ш., Семірненко Ю.І., Ткаченко І.Н., Фомиця Л.Н., Е. Шагін О.Л. [1-7] та ін., в яких відзначено широкий спектр можливостей зовнішніх систем підсилення.

Авторами була поставлена мета запропонувати, виконати і експериментально дослідити ефективну конструкцію підсилення залізобетонних балок, яка б могла регулювати зусилля в балковому елементі і компенсувати негативний вплив зовнішнього навантаження, при цьому в повній мірі використовуючи властивості бетону і сталі. Нове конструктивне рішення захищене повним патентом України [8]. Особливістю даної конструкції є можливість розвантаження стиснутої зони балки, на відміну від традиційних шпренгельних затяжок, що довантажують її. Крім цього, система ефективно працює при асиметричному навантаженні.

Згідно з патентом було виготовлено шість серій балок перерізом 100x200мм і довжиною 2100 мм, з яких п'ять - підсилені з різними параметрами конструкції та одна еталонна серія для порівняння. Кожна серія включала два зразка-близнюка. Як «БО» були позначені звичайні еталонні балки, а «БП» – підсилені балки.

Опалубні металеві форми і арматурні каркаси звичайних і підсилених балок представлені на рис. 1. Закладні деталі розташовувалися в місцях кріплення системи зовнішнього підсилення балок серій «БП». Балки супутні зразки призм та кубів після бетонування представлені на рис. 2.



Рис. 1. Загальний вигляд арматурних карасів із закладними деталями



Рис. 2. Зразки балок та супутні зразки призм та кубів після бетонування

В якості зовнішньої арматури підсилення використовувалася дрова арматура класу В-І номінальним діаметром 5 мм. Арматура розташовувалася симетрично у вигляді двох гілок по кінцям балки. Особливістю підсилення було зміцнення стиснутої зони бетону зусиллям розтягу від системи зовнішнього підсилення. Для збільшення сил реакції зовнішньої арматури від деформації балки під навантаженням застосовано жорсткі важелі. Аби зменшити втрати від сил тертя при передачі сил розтягу стиснутій зоні бетону балки, застосовано спеціальні направляючі біля торців балки.

Зовнішнє армування виконувалося трьох рівнів - один, два і три дроти у кожній гілці системи підсилення. Балки БП-І, БП-ІІ і БП-ІІІ були підсилені одним дротом класу В-І у кожній гілці. В серії балок БП-ІV було застосовано два дроти. В серії балок БП-V було передбачено три дроти. Конструкції балок

БП-I, БП-II і БП-III відрізнялися окресленням направляючих біля торців балок і діаметром котка розташованим посередині балки.

Схема випробування одно прольотної вільно опертій еталонної балки та балок, підсилених запропонованою системою, з розміщенням індикаторів годинникового типу наведена на рис. 3 та 4.

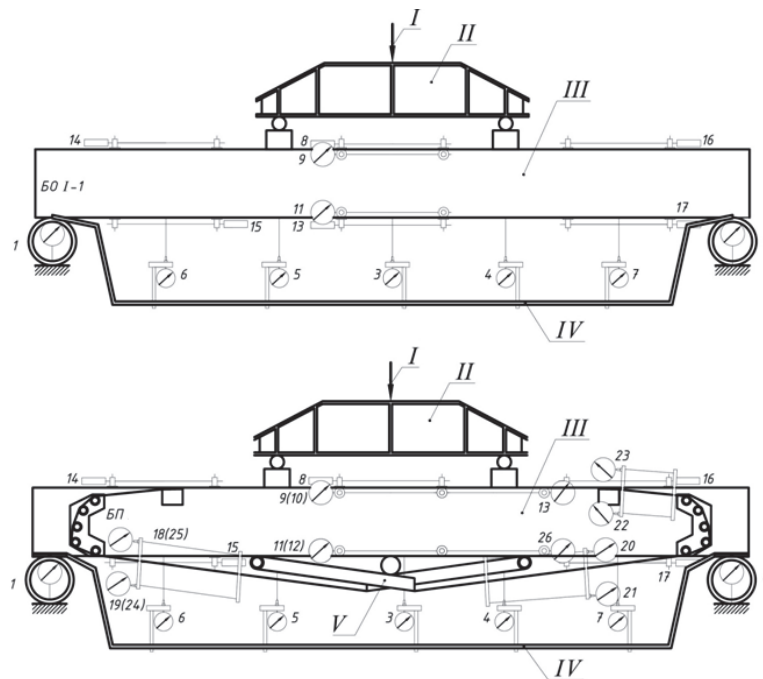


Рис. 3. Схема випробування звичайних БО та підсилених БП балок, запропонованою системою з розміщенням індикаторів годинникового типу:

I – напрямок дії гвинтового домкрату; II – траверса; III – балка; IV – рамка для прогиномірів; V – натяжна конструкція підсилення; 1, 2 – динамометри; 3-25 – індикатори для вимірювання прогинів балки, деформацій бетону та зовнішньої арматури

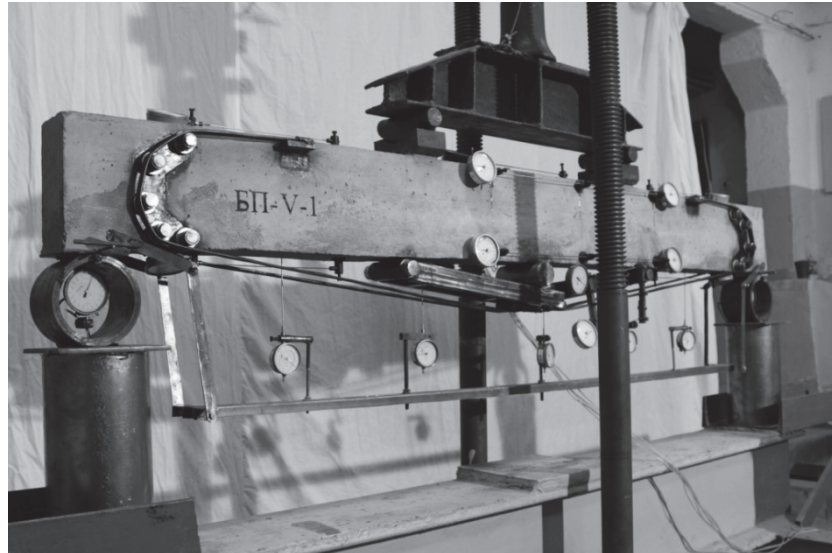


Рис. 4. Випробування балки, підсиленої запропонованою конструкцією

Результати експериментальних випробувань представлені в таблиці 1 та графіком залежності несучої здатності-прогинів для звичайних та підсиленних балок на рис. 5. В таблиці наведені максимальні досягнуті значення прогинів і моментів в експерименті та їх значення при фіксованому параметрі. В першому випадку- при фіксованому прогині 10 мм, а в другому випадку - при моменті, що відповідає несучій здатності звичайної балки.

Таблиця 1.

Результати випробування підсиленних та звичайних балок

Найменування балки	Згинальний момент, M , кНм		Прогин посередині прольоту w , мм	
	при w_{max}	при $w = \frac{1}{200} L_0$	при M_{max}	при $M=4,79 \text{ кНм}$
БО	4,79	4,772	14,29	14,29
БП-I	11,39	10,423	14,41	1,429
БП-II	11,96	11,878	9,22	0,718
БП-III	12,90	11,033	16,33	0,975
БП-IV	16,57	16,570	10,02	0,714
БП-V	18,41	18,377	10,28	0,896

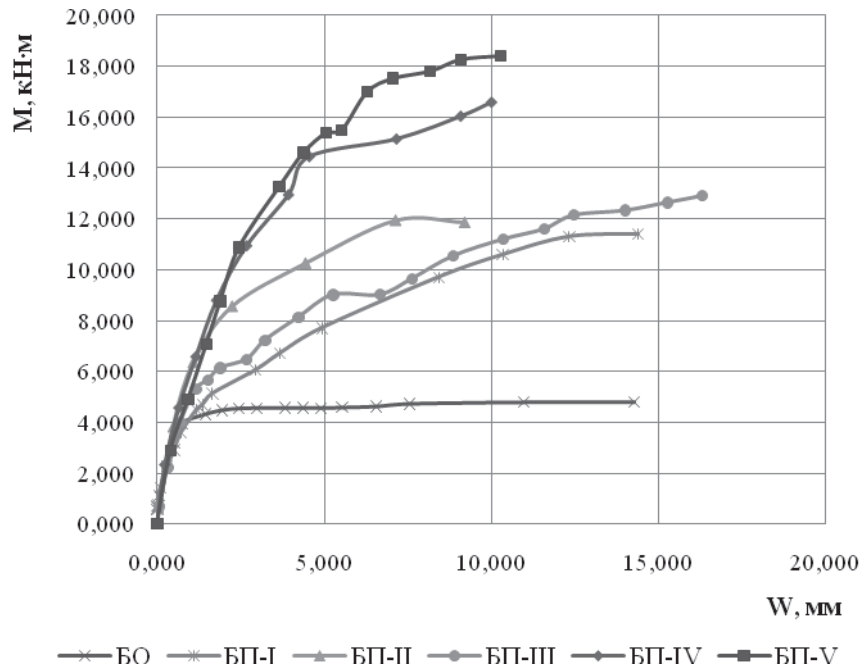


Рис. 5. Залежності «згинальний момент-прогин посередині прольоту» звичайних та підсилених балок

Порівняльний аналіз несучої здатності та деформативності підсилених балок в порівнянні зі звичайними представлений в таблиці 2.

Таблиця 2.

Порівняльний аналіз результатів випробування підсилених та звичайних балок

Найменування балки	$\frac{M_{BP}}{M_{BO}}$		$\frac{w_{BP}}{w_{BO}}$	
	при w_{max}	при $w = \frac{1}{200} L_0$	при M_{max}	при $M=4,79 \text{ кНм}$
БО	1	1	1	1
БП-I	2,378	2,184	1,008	0,100
БП-II	2,497	2,489	0,645	0,050
БП-III	2,693	2,312	1,143	0,068
БП-IV	3,472	3,472	0,701	0,050
БП-V	3,843	3,851	0,719	0,063

Для підсилених конструкцій балок спостерігається зменшення величини пластичних залишкових деформацій, що свідчить про їх більш пружну роботу під навантаженням.

Як і очікувалося, несуча здатність підсилених балок була вище звичайних. Найбільшу несучу здатність $M=18,41$ кНм показали балки серії БП-V, підсилені запропонованою конструкцією із зовнішньою сталеву арматурою у вигляді трьох паралельних стержнів $\varnothing 5$ мм і діаметром котка посередині прольоту $d_k=55$ мм.

Висновки. Запропоновано і випробувано нову конструкцію підсилення залізобетонних балок, що включає зовнішню гнучку сталеву арматуру та жорсткі важелі, особливістю роботи якої є розвантаження стиснутої зони балки, обтік нижньої її грані та влаштування піддатливої опори посередині прольоту балки, що дає можливість раціонально перерозподіляти напруження в балці, значно збільшувати її несучу здатність - до 3,85 разів та зменшувати деформативність - до 15 разів, але за більших витрат сталі.

1. Гольшев А.Б. Проектирование усиленных несущих железобетонных конструкций производственных зданий и сооружений/ А.Б. Гольшев, И.Н. Ткаченко. - К.: Логос, 2001. - 172 с. 2. Домбаев И.А. Обжатие железобетонных конструкций внутренним шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками: автореф.дис. ... канд. тех. наук: 05.23.01/ И.А. Домбаев – Х., 1997. - 24с. 3. Малыганов А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий (атлас схем и чертежей)/ А.И. Малыганов, В.С. Плевков, А.И. Полищук. – Томск, 1990.- 320 с. 4. Онуфриев Н. М. Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений/ Н. М.Онуфриев.- Ленинград, 1965. - 342 с. 5. Шагин А.Л.Обжатие конструкций шпренгельным подкреплением с горизонтальными участками/ А.Л.Шагин, И.А. Домбаев// Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техника, 1997. - № 8. - С.33-36. 6. Пат. 87047 Україна, МПК E04C 3/00. Регульованообтиснена залізобетонна балка/ Чеканович О.М.; заявник і патентовласник: Чеканович О.М. - №а 200710856; заявл. 10.04.2009; опубл. 10.06.2009, Бюл.№11. 7. Пат. 75653 Україна, МПК E04C 3/20 E04C 3/29. Балка/ Чеканович М.Г., Чеканович О.М.; заявник: Чеканович М.Г., Чеканович О.М.; патентовласник: Чеканович М.Г. - №20031211753; заявл. 17.12.2003; опубл. 15.05.2006, Бюл. №5. 8. Пат. №109379 Україна, МПК E 04C 3/20. Конструкція балкова/ ЧекановичМ.Г., Журахівський В.П., Чеканович О.М.; заявник і патентовласник: ЧекановичМ.Г. - №а 201410316; заявл.22.09.2014; опубл. 25.02.2015, Бюл.№ 4.