

ЗГИНАЛЬНІ ЗАЛІЗОБЕТОННІ ЕЛЕМЕНТИ, ПІДСИЛЕНІ ВУГЛЕПЛАСТИКАМИ ЗА ДІЇ МАЛОЦИКЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ

При реконструкції будівель та споруд досить часто залізобетонні конструкції потребують підсилення або відновленню після пошкоджень. Одним із ефективних методів підсилення є використання композитних матеріалів на основі вуглепластиків у вигляді стрічок та полотен. Досліджень такого підсилення, зокрема при дії повторних навантажень, проведено дуже мало.

Вплив малоциклових навантажень на роботу залізобетонних конструкцій вивчали Є.М. Бабич, Р.М. Багаутдінов, А.Я. Барашиков, О.Я. Берг, О.П. Борисюк, М.О. Валовой, В.С. Дорофеев, О.С. Залесов, Н.І. Ільчук, Ю.О. Крусь та ін. Здебільшого ці дослідження стосувались непідсилених конструкцій, і не досліджували роботу таких конструкцій після підсилення. В Україні питанням підсилення нормальних перерізів згинальних залізобетонних елементів композитними матеріалами за дії одноразових навантажень займалися В.Г. Кваша, І.В. Мельник, А.Я. Мурин, М.Д. Климпуш та ін. Проте їх дослідження не змогли охопити всю область застосування даного матеріалу та вивчити всі фактори, що на нього впливають.

З метою встановлення дійсного напружено-деформованого стану нормальних перерізів згинальних залізобетонних елементів, підсилених вуглепластиковими матеріалами в розтягнутій зоні, та удосконалення методики їх розрахунку за дії на них одноразових та малоциклових навантажень, в лабораторії кафедри інженерних конструкцій Національного університету водного господарства та природокористування виконані експериментальні дослідження [1, 2, 3].

В рамках даних досліджень виготовлено та випробувано 12 дослідних балок. Зразки армували таким чином, щоб запобігти виникненню похилих тріщин і забезпечити мінімальне армування нормальних перерізів. Після попереднього випробування дослідні зразки були підсилені за двома схемами (рис. 1).

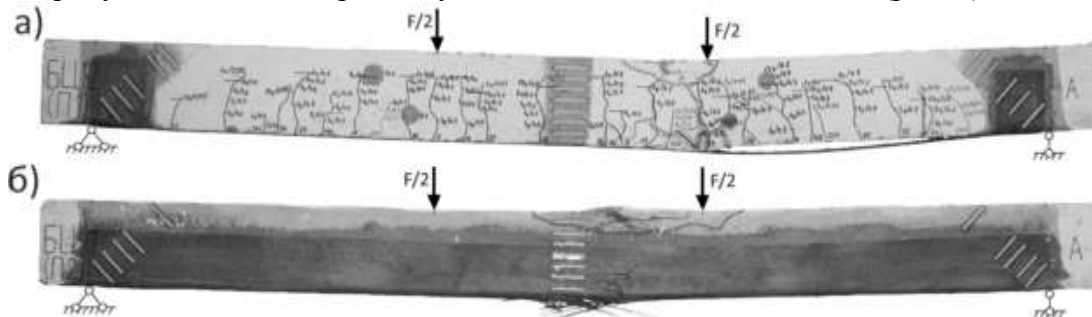


Рис. 1. Загальний вигляд підсилених балок після випробування малоцикловим навантаженням: а) – балка БЦ1-2(П1) підсилена стрічкою Sika CarboDur S-512; б) – балка БЦ1-1(П2) підсилена полотном Sika Wrap

Руйнування підсилених балок, що піддавались повторним навантаженням відбувалося так само, як і тих, що випробувані одноразовим навантаженням. Несуча здатність M_{ULS}^{exp} та граничне експлуатаційне навантаження M_{SLS}^{exp} , що зафіксовані в результаті їх випробування на дію малоциклового навантаження наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняння граничних навантажень підсилених балок випробуваних одноразовим та малоцикловим навантаженням

Назва балки	Площа поп. перерізу елементу підсилення	Відсоток армування приведеною арматурою	Експериментальний згинальний момент		Зміна граничних навантажень	
	$A_f, \text{см}^2$	$\mu_{red}, \%$	$M_{ULS}^{exp}, \text{кН}\times\text{м}$	$M_{SLS}^{exp}, \text{кН}\times\text{м}$	$\delta_{ULS}^{exp}, \%$	$\delta_{SLS}^{exp}, \%$
БО-2(П1)	0,6 (стрічка)	1,872	18,53	12,09		-
БЦ1-2(П1)			18,81	16,93	,5	40
БЦ2-2(П1)			18,81	16,12	,5	33,3
БЦ3-1(П1)			19,87	15,31	,2	26,6
П1			19,87	16,12		-
П1-Ц4			19,75	16,12	0,7	0,0
БО-1(П2)	3,0 (полотно)	1,537	15,63	14,07		-
БЦ1-1(П2)			16,16	14,35	,4	2
БЦ2-1(П2)			15,37	14,42	1,7	2,5
БЦ3-2(П2)			16,16	15,13	,4	7,5
П2			14,85	13,78		-
П2-Ц4			15,6	13,72	,1	- 0,4

У порівнянні із підсиленими зразками випробуваними одноразовим навантаженням несуча здатність та граничне експлуатаційне навантаження підсилених балок, що зазнали циклових впливів, практично у всіх випадках зросли на 1,5 – 7,5 % (табл. 1). Виключенням є балки БЦ1-2(П1), БЦ2-2(П1) та БЦ3-1(П1), в яких момент M_{SLS}^{exp} зріс у порівнянні із балкою БО-2(П1) на 27 – 40 %. Це пояснюється тим, що на час підсилення балки БО-2(П1) ширина її залишкової тріщини складала 0,2 мм, коли в інших балках ці тріщини були шириною 0,08 – 0,12 мм. Це і призвело до швидкого її виходу із стану придатності до експлуатації. При цьому несуча здатність даної балка практично не відрізняється від всіх інших. Зменшення несучої здатності зафіксовано лише у двох зразках: П1-Ц4 на 0,7 %, та у БЦ2-1(П2) на 1,7 %, що є незначним. А також зниження граничного експлуатаційного навантаження в балці П2-Ц4 на 0,4 %.

Висновки. Малоциклові навантаження з верхнім рівнем 0,85 сприяють збільшенню несучої здатності згинальних залізобетонних елементів, підсилених в розтягнутій зоні у порівнянні з одноразовим навантаженням. В окремих дослідних зразках цей приріст досягав 7,5 %. Підсилення дослідних зразків дозволило повністю використати ресурс стиснутої зони бетону балок, про що свідчить їх одночасне руйнування по стиснутій та розтягнутій зонах перерізу.

1. Борисюк О.П. Методика випробовування підсилених згинальних залізобетонних елементів при малоциклових навантаженнях / О.П. Борисюк, О.П. Конончук // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво). – Київ: ДП НДІБК, 2011. – Вип. 74. – Книга 2. – С. 709 – 717.

2. Борисюк О.П. Міцність, жорсткість та тріщиностійкість нормальних перерізів залізобетонних балок, підсилених композитними матеріалами / О.П. Борисюк, О.П. Конончук // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: НТУ, 2012. – Випуск 2 (32). – Т.2. – С. 3 – 10.

3. Конончук О.П. Результати експериментальних досліджень залізобетонних балок, підсилених композитними матеріалами // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2012. – Вип. 23. – С. 479 – 486.