

УДК 624. 012.25

**МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ У СТИСНУТІЙ І
РОЗТЯГНУТІЙ ЗОНАХ**

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК УСИЛЕННЫХ В СЖАТОЙ И
РАСТЯГНУТОЙ ЗОНАХ**

**TESTING PROCEDURE OF REINFORCED CONCRETE BEAMS
STRENGTHENED IN COMPRESSED AND TENSILE ZONES.**

Борисюк О.П., к.т.н., доц., Зятюк Ю.Ю., аспірант (Національний університет водного господарства та природокористування м. Рівне).

Борисюк А.П., к.т.н., доц., Зятюк Ю.Ю., аспірант (Национальный университет водного хозяйства и природопользования г. Ровно).

Borysyuk O.P., candidate of engineering sciences, associate professor, Ziatyuk Y.Y., postgraduate (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne).

Наведена методика дослідження підсилення залізобетонних балок сталевібробетоном у стиснутій та наклеєними композитами у вигляді вуглецевих волокон в розтягнутій зоні.

Приведена методика усиления железобетонных балок сталефибробетоном в сжатой и наклеенными композитами в виде углеродных волокон в растянутой зоні.

The article gives the procedure of reinforced concrete beams strengthened by steel fiber concrete in compressed zone and in tensile zone with glued composites in the form of carbon fibers.

Ключові слова:

Підсилення, балка, сталевібробетон, композити, розтягнута, стиснута зона.

Усиление, балка, сталевібробетон, композити, растянутая, сжатая зона.

Strengthening, beam, steel fiber, composites, tensile, compressed zone.

Вступ. Постановка проблеми. Сьогодні залишається актуальним питання підвищення надійності та довговічності споруд і будівель. В процесі експлуатації конструкцій, будівель і споруд, виникає потреба підсилення

несучих елементів. Необхідність таких заходів викликане закінченням терміну експлуатації, зміни розрахункової схеми елемента, пошкодження і експлуатація в непрацездатному або аварійному стані, збільшення експлуатаційних навантажень, помилки при проектуванні чи будівництві та використання неякісних матеріалів. Також спостерігається тенденція до виконання підсилень при реконструкції будівель і споруд які є пам'ятниками архітектури або несуть архітектурну цінність. Це обумовлюється тим, що заміна конструкцій не завжди є можливою, а інколи і економічно не вигідною в порівнянні з підсиленням.

Одними із основних несучих елементів будівель і споруд, є залізобетонні конструкції. Тому підсилення таких конструкцій має важливе прикладне значення. Підсилення конструкцій стиснутої зони дозволяє одночасно з підвищенням несучої здатності та жорсткості елемента усунути вади, яких набула конструкція під час експлуатації. Таке підсилення має перевагу в тому, що не потрібно улаштовувати складне риштування, проводити трудомісткі опалубні та бетонні роботи. Дослідженню підсилень згинальних залізобетонних елементів з використанням сталевібробетону присвячено досить значна кількість робіт [1,2,3,4].

Одним із нових і перспективних методів підсилення конструкцій розтягнутої зони є застосування зовнішнього армування у вигляді композитних стрічок та полотен. Підсилення залізобетонних конструкцій приклеєною зовнішньою композитною арматурою широко застосовується на території нашої держави та за кордоном [5,6].

Мета і завдання дослідження - отримати дані про роботу залізобетонних балок підсиленних одночасно у стиснутій і розтягнутій зоні з урахуванням повторних навантажень; виконати випробування балок до та після підсилення одноразовим та малоцикловим навантаженням; встановити вплив однократного та малоциклового навантаження на напружено-деформований стан підсиленних зразків з врахуванням їх роботи до підсилення; удосконалити методику розрахунку підсиленних згинальних залізобетонних елементів за дії на них повторних навантажень.

Для експериментальних досліджень запроєктовано і виготовлено залізобетонні балки з розмірами поперечного перерізу 100×200 та довжиною 2000 мм. Армування дослідних балок відбувалося за умови, щоб запобігти виникненню похилих тріщин, руйнуванню зразків по похилим перерізам, та забезпечити мінімальне армування нормальних перерізів.

Дослідні залізобетонні балки армовані поздовжньою робочою стержневою арматурою 2Ø10 А 500С та поперечною арматурою Ø6 А 240С, яка встановлювалась з кроком 50 мм, крім зони чистого згину (рис.1а). Верхня монтажна арматура виготовлена із дроту Ø4 Вр-І. З'єднання арматури у просторовий каркас відбувалося за допомогою в'язального дроту.

Всі балки, контрольні куби та призми виготовлялися із бетону заводського замісу класу С16/20 складу Ц:Щ:П=1:3,72:2,30 при В/Ц=0,39. Використано цемент марки М400 Здолбунівського цементного заводу, пісок Ясинського кар'єру середньої крупності та щебінь фракції 5...20 мм Селищанського кар'єру Рівненської області.

Для досліджень і реалізації мети та досягнення задач було виготовлено дванадцять дослідних балок. Для визначення фізико-механічних характеристик матеріалів і проведення експерименту виготовлено дослідні зразки, а саме: 18 кубів розмірами 15x15x15см, 18 призм розмірами 15x15x60см, 4 призми розмірами 10x10x60см.

В попередньо підготовлених металевих інвентарних опалубка, наявних у дослідній лабораторії, виконували бетонування балок, призм та кубів. Ущільнення бетонної суміші у формах виконували на вібро столі. Розпалублення зразків проводили у віці 5 діб. Бетонування зразків та їх подальше зберігання відбувалося в приміщенні дослідної лабораторії кафедри ПЦБІС при відносній вологості повітря 50...70% та температурі 16...20⁰С. Після розпалублення балки обстежували, щоб перевірити рівність їх поверхні та відсутність тріщин, виколів та раковин. Перед проведенням випробовування кожен балку очищали, маркували та обміряли з точністю до 1 мм.

Випробовування конструкцій виконували за схемою одно пролітної вільно обпертої балки на двох опорах прольотом 180 см. Завантажували балки двома симетрично зосередженими силами, відстань між якими 60 см. Зусилля створювали гідравлічним домкратом, а силу вимірювали тарованим кільцевим динамометром (рис.2). Всі вимірювання проводились приладами які дублювали один-одного: механічними та тензометричними.

Перша серія досліду - випробовування двох непідсилених балок (Б-1 та Б-2) на однократне навантаження, доведення їх до стану розкриття нормальних тріщин в нижній розтягнутій зоні бетону на рівні робочої арматури шириною більшою за 0,4 мм, або перевищення значення відносного прогину 1/150. Навантаження на балки здійснювалося ступенями 10 % від теоретично розрахованої несучої здатності. Щоб зняти покази приладів, зафіксувати розвиток та зміну ширини розкриття тріщин, після прикладання кожного ступеня навантаження робилися витримки 5 – 10 хвилин.

Друга серія досліду полягає у випробовуванні восьми балок на мало циклові навантаження.

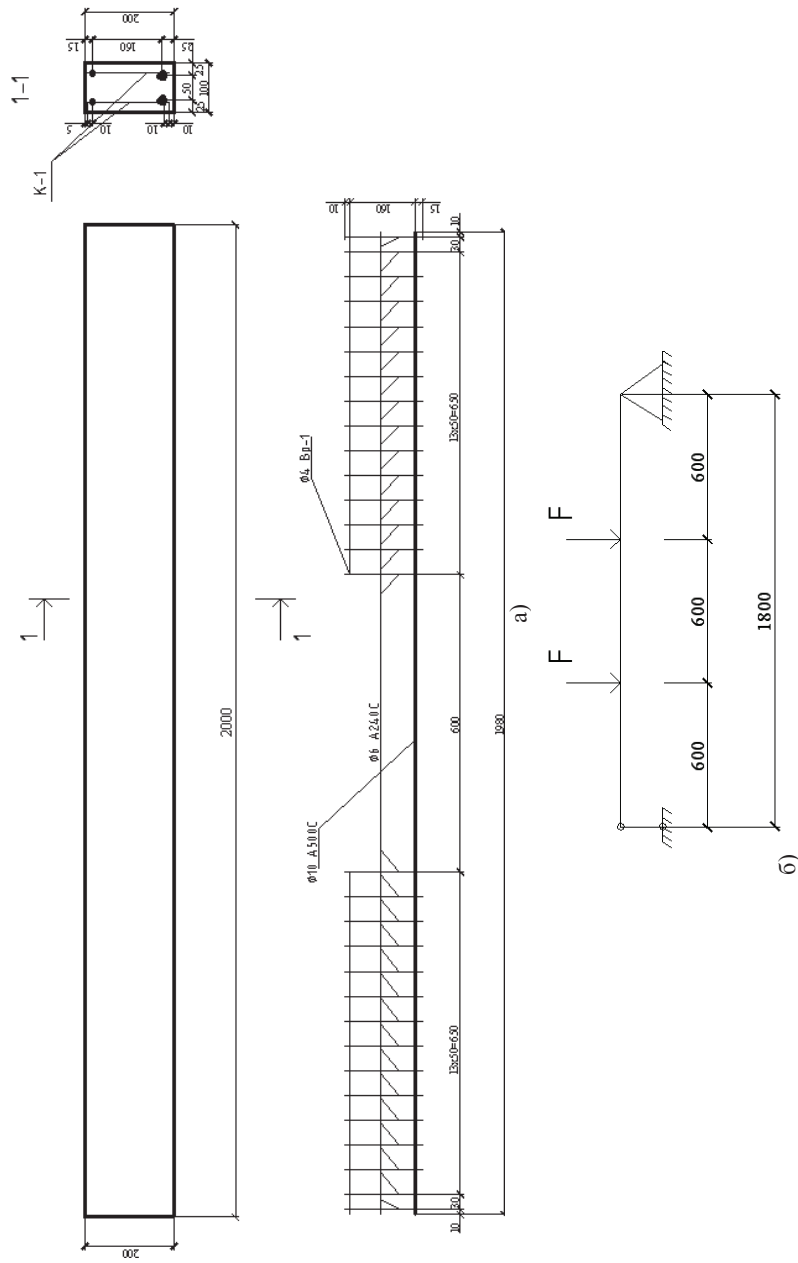


Рис.1. а- конструкція дослідних балок до підсилення б- розрахункова схема завантаження

За одиницю несучої здатності, при випробовуванні балок, взято навантаження визначене за результатами випробовування на однократне навантаження двох балок Б-1 та Б-2.

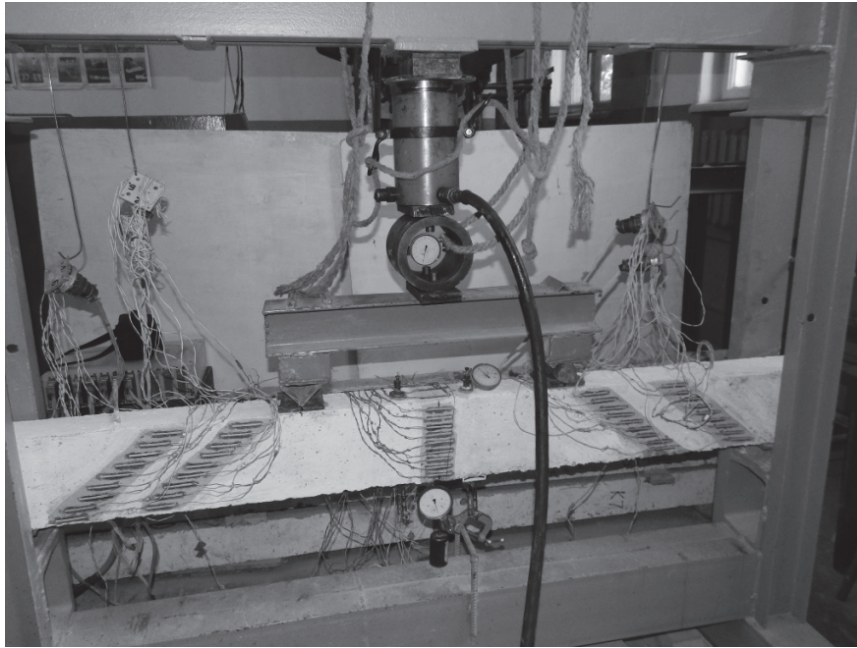


Рис.2. Вигляд дослідної установки та розташування приладів на балці, випробуваній до підсилення

Після випробування балок однократним та мало цикловим навантаженням, буде виконано підсилення десяти балок. Стиснуту зону всіх балок підсилюватимуться шаром сталевібробетону. Розтягнуту зону всіх балок підсилюватимуть композитною стрічкою Sika CarboDur S-512.

Третя серія досліду полягатиме у випробовуванні десяти підсилених балок: восьми попередньо випробуваних балок та двох, що не випробовувались (БП-1, БП-2). Навантаження зразків здійснюватиметься ступенями. Величина ступеню навантаження прийнята така як і для непідсилених балок. Випробування підсилених балок проводимо в два етапи. Спочатку вони випробовуватимуться на ті ж навантаження що і до підсилення. Після цього, дослідні зразки повністю розвантажують. На наступному етапі, випробування підсилених балок буде виконуватись циклічним навантаженням. Верхній рівень навантаження визначатиметься за результатами випробування підсилених балок БП-1 та БП-2 при однократному завантаженні до руйнування.

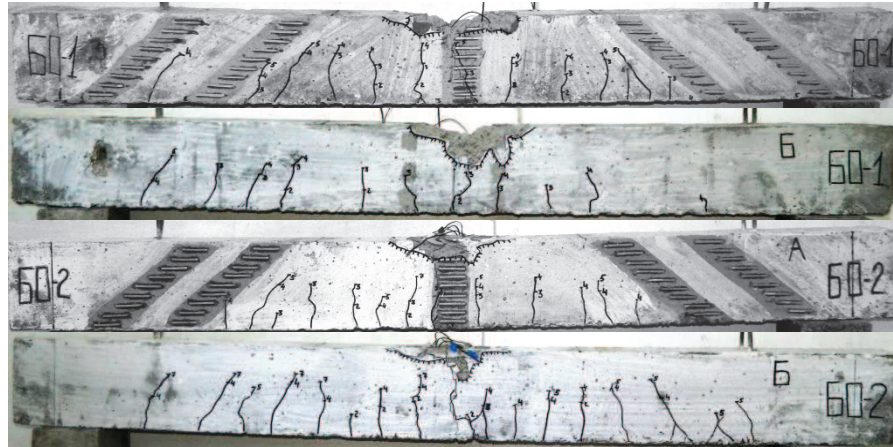


Рис.3.Руйнування балок Б-1 та Б-2

Висновок. Запропонована методика експериментальних випробувань забезпечить отримання достовірних даних про напружено-деформований стан та особливості роботи згинальних залізобетонних елементів до та після їх підсилення композитними матеріалами в розтягнутій зоні та сталевіфробетоном у стиснутій зоні.

1. Барашиков А.Я. Експериментальні дослідження згинальних залізобетонних елементів, підсилені різними способами / А.Я. Барашиков, О.П. Сунак, Б.А.Боярчук // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. – Рівне: УДУВГП, 2000. – Вип. 5. – С. 294 – 299. 2.Барашикова А.Я. Експериментальні дослідження міцності та тріщиностійкості плит, підсилені сталевіфробетоном / А.Я. Барашиков, О.Д. Журавський, І.О.Цибульник // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць.– Рівне:УДУВГП, 2001. – Вип. 6. – С. 255 – 258. 3. Валовой О.І. Порівняння ефективності варіантів підсилення залізобетонних елементів, що працюють на згин. / О.І. Валовой, О.Ю. Еременко // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. : Зб. наук. праць.– Рівне:НУВГП, 2006. – Вип. 14. – С. 455 – 461. 4. ДСТУ-Н Б В.2.6-78:2009. Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування та виготовлення сталевіфробетонних конструкцій. – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009.– 42 с 5.Климпуш М.Д. Реконструкція залізобетонного автодорожнього моста з підсиленням балок приклеєними вуглепластиками / В.Г. Кваша, І.В. Мельник, М.Д. Климпуш // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць.– Рівне:УДУВГП, 2003. – Вип. 10. – С. 267 – 275. 6.Кваша В.Г. Підсилення залізобетонних мостів вуглецевими композитами CFRP/ В.Г. Кваша, М.Д. Климпуш, В.С. Рачкевич, Ю.М. Собко// Світ геотехніки: Науково-технічний журнал.– Запоріжжя: 2011. – Вип. 1(29). – С. 19 – 23.