

УДК 624.012

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

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

**EXPERIMENTAL RESEARCH METHODOLOGY REINFORCED
CONCRETE BEAMS STRENGTHENED IN COMPRESSESSED AND
STRETCHED 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., аспирант (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 зонах.

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

The article gives the techniques of strengthening reinforced concrete beams with steel fiber concrete in the compressive zone and with glued composites in the form of carbon fibers in the tensile zone.

Ключові слова:

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

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

Strengthening, beam, steel fiber concrete, composites, tensile, compressive zone.

Вступ. Постановка проблеми. Сьогодні залишається актуальне питання підвищення надійності та довговічності споруд і будівель. В процесі експлуатації конструкцій, будівель і споруд, виникає потреба до підсилення несучих елементів. Це може виникнути через закінчення терміну експлуатації, зміни розрахункової схеми елементу, пошкодження і експлуатація в непрацездатному або аварійному стані, збільшення експлуатаційних навантажень, помилки при проектуванні, будівництві та використанні 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 є завжди можливою, а інколи і економічно не вигідною в порівнянні з підсиленням.

Одним 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 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 було 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 заармовані поздовжньою робочою стержевою 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 - із дроту $\varnothing 4$ 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 Ясининського кар'єру середньої крупності та щебінь Селіщанського кар'єру Рівненської області фракції 5...20 мм.

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 вібростолі. 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 однопролітної вільно опертій 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 тензOMETричними.

Перша серія дослідів, випробовування двох невідсилених 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 Б-1 та Б-2, 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 дослідів полягає у випробовуванні восьми балок на мало циклові навантаження. За одиницю несучої здатності, при випробовуванні балок, взято навантаження визначене за результатами випробовування на однократне навантаження двох балок Б-1 та Б-2.

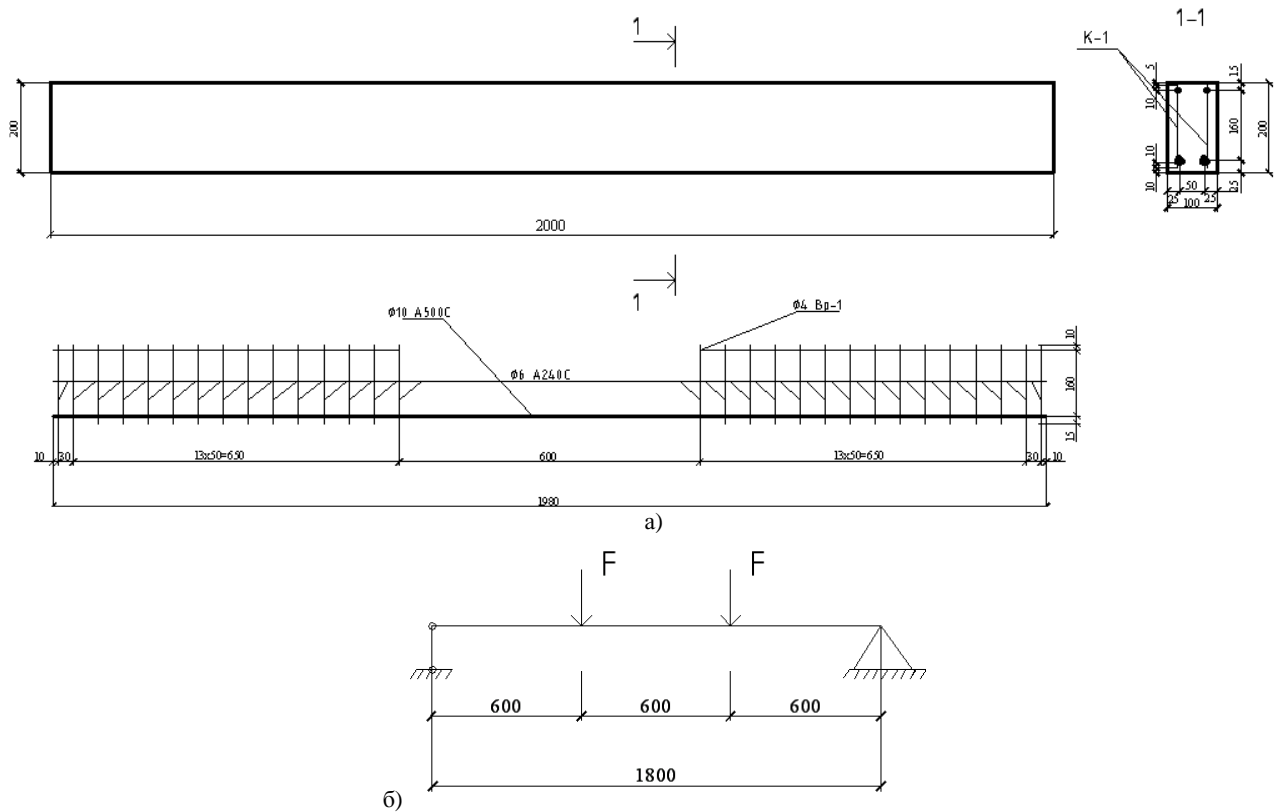


Рис.1.а- конструкція дослідних балок до підсилення б- розрахункова схема завантаження



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 підсилюються шаром сталевібробетону. Розтягнуту зону всіх балок підсилюватиметься композитною стрічкою Sika CarboDur S-512. Для цього проводимо очистку всіх поверхонь балок, знімаємо верхній шару бетону (цементне молочко) до дрібного заповнювача. Для підсилення стиснутої зони робимо насічки на поверхні зчеплення бетону балки з бетоном підсилення. Улаштуємо опалубку і проводимо добетонування-підсилення стиснутої зони конструкції. Знімаємо опалубку після набуття шару підсилення 70% проектної міцності. Проводимо огляд зразків підсиленних у стиснутій зоні, якщо є необхідність, проводимо зачистку місць потрапляння крапель бетонної суміші на частини конструкції. Розтягнуту зону всіх балок підсилюємо композитною стрічкою Sika CarboDur S-512 яка приклеюється по всій довжині прольоту конструкції та анкерується на при опорних ділянках полотном Sika Wrap.

Третя серія дослідів полягає у випробуванні десяти підсиленних балок: восьми попередньо випробуваних балок та двох, що не випробувались (БП-1, БП-2). Навантаження зразків здійснюємо ступенями. Величина ступеню навантаження прийнята така як і для непідсиленних балок. Випробування підсиленних балок проводимо в два етапи. Спочатку вони випробовуватимуться на ті ж навантаження що і до підсилення. Після цього етапу, 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.

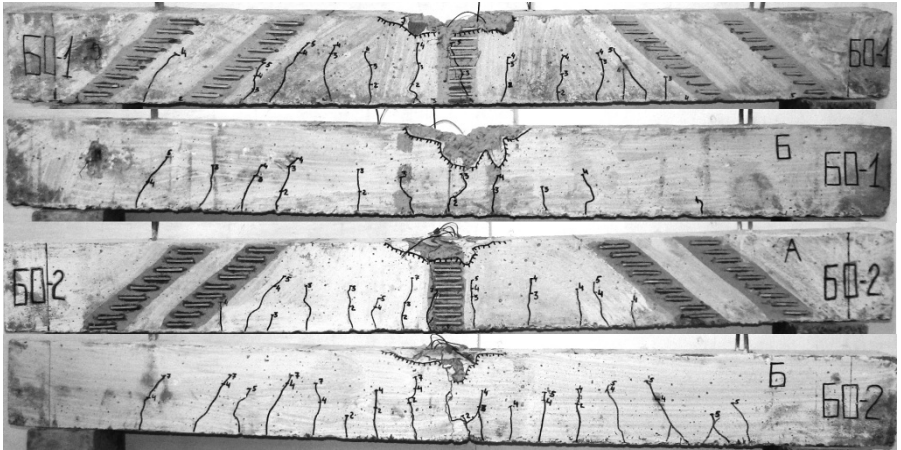


Рис.3.Руйнування балок БО-1 та БО-2

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 сталевібробетоном у стиснутій зоні.

1. Барашиков А.Я. Експериментальні дослідження згинальних залізобетонних елементів, підсилених різними способами / А.Я. Барашиков, О.П. Сунак, Б.А.Боярчук // Ресурсоекономні 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, підсилених сталевібробетоном / А.Я. Барашиков, О.Д. Журавський, І.О.Цибульник // Ресурсоекономні 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 // Ресурсоекономні 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 сталевібробетонних 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 // Ресурсоекономні 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.