

УДК 624.012.25: 539.386

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПІДСИЛЕННЯ ВУГЛЕПЛАСТИКОВИМИ МАТЕРІАЛАМИ НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ ПОХИЛИХ ПЕРЕРІЗІВ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЗГІНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИ ДІЇ ОДНОРАЗОВИХ ТА МАЛОЦИКЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСИЛЕНИЯ УГЛЕПЛАСТИКОВЫМИ МАТЕРИАЛАМИ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПРИ ДЕЙСТВИИ ОДНОРАЗОВЫХ И МАЛОЦИКЛОВЫХ НАГРУЖЕНИЙ

THE INFLUENCE RESEARCH OF COAL PLASTIC MATERIALS STRENGTHENING FOR CARRYING CAPACITY OF SLOPING SECTIONS OF REINFORCED CONCRETE BENDING ELEMENTS UNDER SINGLE AND REPEATED LOADINGS

Мельник С.В., асистент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

Мельник С.В., асистент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

Melnik S.V., assistant (National university of water management and nature resources use, Rivne)

В статті наводяться результати випробування дослідних балок після підсилення похилих перерізів вуглепластиковими матеріалами при дії одноразового та малоциклового навантаження.

В статье приводятся результаты испытания опытных балок после усиления наклонных сечений углепластиковыми материалами при действии однократной и малоцикловой нагрузки.

The article presents the experimental test results of beams after strengthening of sloping sections by coal plastic materials under single and repeated loadings.

Ключові слова:

Бетон, армування, балка, підсилення.

Бетон, армирование, балка, усиление.

Concrete, reinforcement, beam, strengthening.

Стан питання та задачі дослідження. Кількість фізично застарілих будівель і споруд, конструкції яких мають експлуатаційні пошкодження та дефекти, постійно зростає. Зі зміною призначення і умов експлуатації досить часто збільшуються експлуатаційні навантаження, які перевищують прийняті при проектуванні. Тому для продовження нормальної експлуатації таких конструкцій необхідне їх відновлення або збільшення несучої здатності.

На сьогоднішній день накопичилася велика кількість способів та матеріалів для підсилення залізобетонних згинальних конструкцій. Серед них у світі широкого розповсюдження набули відносно нові вуглепластикові матеріали.

Однак не вивченим питанням залишається вплив передісторії навантаження, в тому числі дії малоциклових навантажень різних рівнів, на несучу здатність підсилених за похилими перерізами залізобетонних згинальних елементів. Тому накопичення експериментальних даних про роботу таких конструкцій після підсилення вуглепластиковими матеріалами є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень. Вивченню роботи підсилених залізобетонних конструкцій сучасними композитними матеріалами, в тому числі вуглепластиковими, присвятили свої роботи В. Кваша, І. Мельник, Р. Добрянський, А. Мурин, О. Борисюк, О. Конончук, Я. Римар, В. Чернявський, М. Климуш, М. Камінська, Р. Катиня, Я. Кубіцкі, Т. Бартошик та ін.

Ці та інші дослідники головним чином займалися дослідженнями роботи нормальних перерізів, підсилених вуглепластиковими матеріалами. Водночас відсутні будь-які дані з роботи похилих перерізів згинальних залізобетонних елементів, які підсилені вуглепластиками і працюють в умовах малоциклових навантажень.

Мета досліджень – визначити вплив підсилення вуглепластиковими матеріалами на несучу здатність згинальних залізобетонних елементів при дії малоциклового та одноразового навантаження.

Методика досліджень. Було проведено експериментальні дослідження 12 залізобетонних балок довжиною 2000 мм та розмірами поперечного перерізу 160 x 100 мм із бетону заводського замісу класу С30/35.

Армувались балки двома плоскими зварними каркасами, які потім об'єднувались у просторовий. У якості поздовжньої арматури використано 2 стержні Ø12 А500С. Поперечне армування було призначене із поперечних стержнів діаметром 3 мм класу Вр-І з кроком $s_w = 75$ мм. Для випробування балок в експерименті прийнята статична схема – балка на двох опорах, прольотом 1800 мм, завантажена двома симетричними зосередженими силами, відстань між якими становить 1200 мм.

На першому етапі виконувалось випробування 8 балок без підсилення. Дві балки випробовувалися однократним навантаженням до досягнення межі придатності до нормальної експлуатації. За ознаку такого стану

прийняли розкриття похилих тріщин шириною $w_k=0,4$ мм або дещо більше за $w_k=0,4$ мм. Після досягнення такого стану зразки розвантажували. Інші 6 балок випробовувалися малоцикловим навантаженням різних рівнів, прийнявши за одиницю контрольне експлуатаційне навантаження, отримане при випробуванні контрольних балок без підсилення.

Після цього проводили підсилення похилих перерізів 12 дослідних балок.

Підсилення виконувалося згідно передбаченої технології кваліфікованими працівниками фірми Sika з використанням вуглепластикових стрічок (рис. 1, а) і вуглепластикових полотен (рис. 1, б).

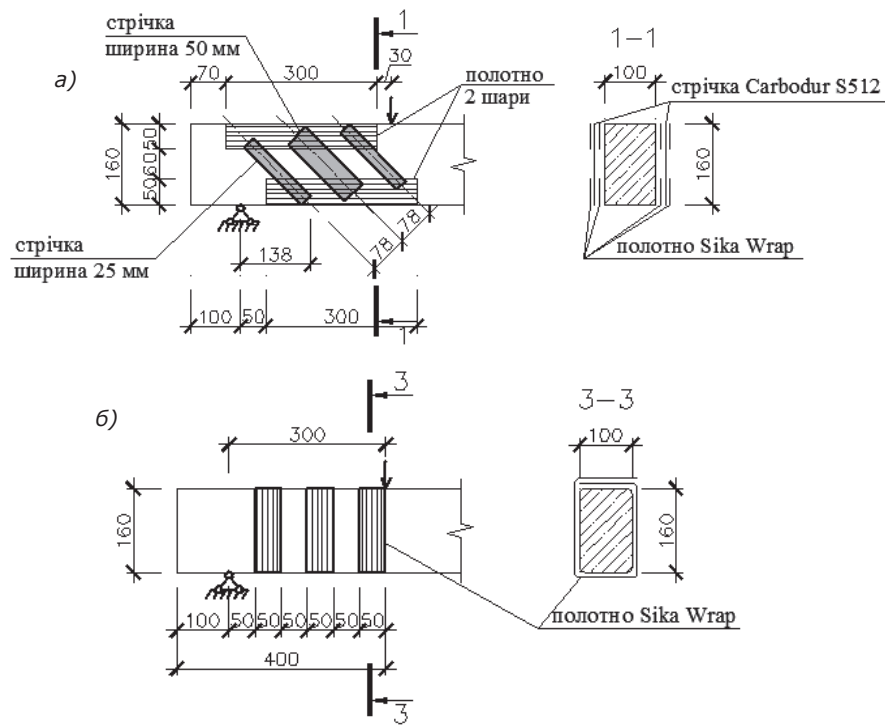


Рис.1 Схеми підсилення дослідних балок вуглепластиковими матеріалами:
а) – стрічками; б) – полотном.

Методика випробування тих 8 балок, які до підсилення навантажувалися, була такою ж як і до підсилення: дві балки – на однократне навантаження, але вже до руйнування, а інші 6 – на малоциклове навантаження з руйнуванням на останньому напівциклі. Решта чотири балки, які до

підсилення не навантажувалися, випробовувалися наступним чином: дві – однократним навантаженням, і ще дві – малоцикловим навантаженням.

Малоциклове навантаження на підсилені балки прикладали в два етапи. На першому етапі за 1 приймали контрольне експлуатаційне навантаження, отримане при випробуванні балок до підсилення. На другому етапі за 1 приймали руйнівне навантаження, отримане при випробуванні підсилених балок. Кількість циклів і рівнів приймали такими ж як і до підсилення.

За результатами випробування балки, які були підсилені стрічками і полотнами, зруйнувалися при навантаженні відповідно в 1,44...1,68 та 1,34...1,67 рази більшому, ніж значення контрольного експлуатаційного навантаження цих балок без підсилення. Більші значення у вказаних діапазонах відповідають дослідним зразкам, які випробовувалися на дію малоциклового навантаження.

Руйнування зразків, підсилених полотнами, як при дії одноразового, так і малоциклового навантаження, відбувалося внаслідок стрімкого розкриття нормальних тріщин з одночасним руйнуванням бетону стиснутої зони. Система підсилення полотном таких балок працювала сумісно з бетоном на всіх рівнях завантаження. При цьому, ніяких розривів чи інших дефектів в обіймах з полотна виявлено не було.

Що стосується всіх дослідних балок, які були підсилені вуглепластиковими стрічками, то їх руйнування мало більш складний характер. При навантаженні близькому до руйнівного, відбувалося інтенсивне розкриття нормальних тріщин поблизу місць прикладання навантаження з поступовим руйнуванням бетону стиснутої зони. Крім цього, відбувалося поступове відшарування системи підсилення стрічками разом з частиною бетону в нижній розтягнутій зоні балки, внаслідок чого відбувалося часткове оголення поздовжньої робочої арматури (рис. 2).

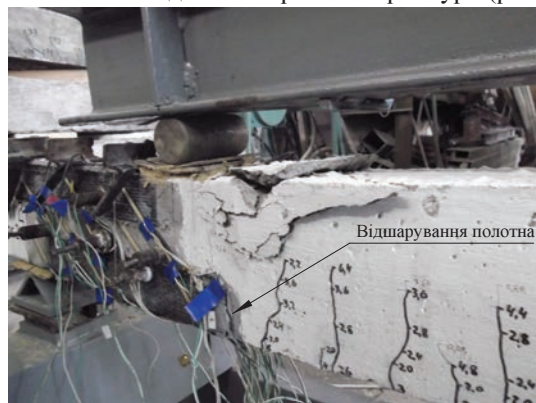


Рис. 2 Відшарування полотна в момент руйнування дослідної балки

Порушення цілісності системи «залізобетонна балка – наклеєні стрічки підсилення – клей», при випробуванні балок як на одноразове, так і на повторні навантаження, відбулося внаслідок відшарування полотна анкерування при навантаженні 54,4...57,6 кН. Тобто, значення поперечної сили, при якій розпочинається відшарування полотна анкерування, практично однакове для підсилених стрічками балок, які випробовувалися на одноразове і повторне навантаження. Однак характер розвитку тріщин та руйнування бетону на нижній грані балки в похилому перерізі має більш стрімкий характер для балок, які випробовувалися на повторні навантаження (рис. 3).

Підтвердженням моменту початку відшарування полотна є візуальний огляд зразків та покази встановлених в похилих перерізах індикаторів, стрілка яких почала рухатися в зворотньому напрямку. Таке відшарування не вплинуло на загальну картину руйнування даних балок, оскільки втрата несучої здатності відбувалася внаслідок стрімкого розкриття нормальних тріщин з одночасним руйнуванням бетону стиснутої зони.

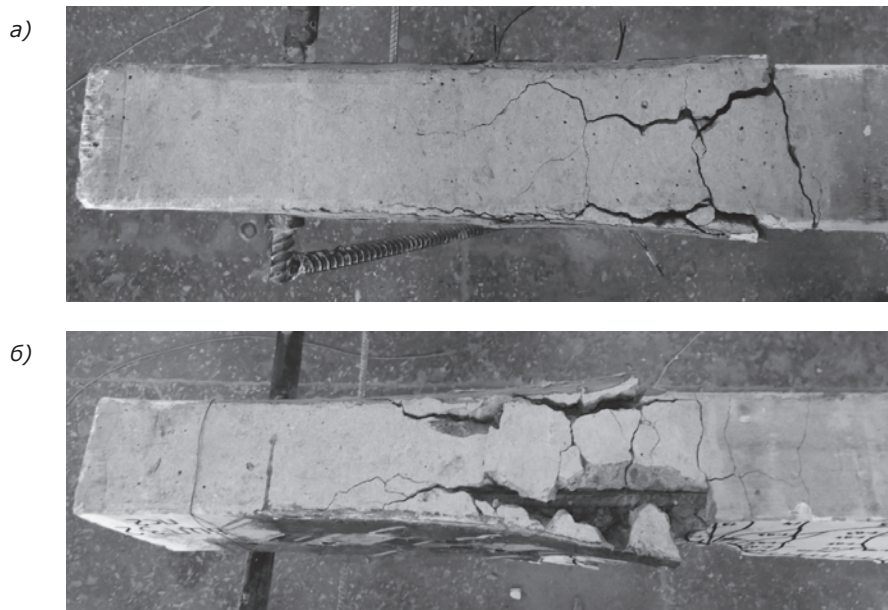


Рис.3 Руйнування бетону на нижній грані підсиленої балки при навантаженні:
a) – однократному; *б)* – повторному.

Як видно з рис. 3, в балці, яка випробовувалась на дію однократного навантаження, відбувалося лише утворення поздовжніх тріщин в напрямку

поздовжньої арматури, який характеризує поступовий відрив системи підсилення з частиною бетону від тіла балки. А в балках, що випробовувалися повторним навантаженням, в результаті утворення поздовжніх тріщин та відшарування полотна анкерування, відбувалося ще й часткове оголення поздовжньої арматури від бетону.

Висновки. 1. Балки, які були підсилені стрічками і полотнами, зруйнувалися при навантаженні відповідно в 1,44...1,68 та 1,34...1,67 рази більшому, ніж значення контрольного експлуатаційного навантаження цих балок без підсилення.

2. В балках, підсилених обіймами з полотна, система підсилення працювала сумісно з бетоном на всіх рівнях завантаження.

3. В балках, підсилених стрічками, при навантаженні близькому до руйнівного відбувалося поступове відшарування системи підсилення стрічками разом з частиною бетону в нижній розтягнутій зоні зразків.

4. Дослідження впливу повторних навантажень на залізобетонні згинальні елементи після підсилення вуглепластиковими матеріалами є актуальною задачею і потребує подальшого вивчення.

1. ДСТУ Б В.2.6-156: 2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування // Мінрегіонбуд України, Київ, 2010. – 166с. 2. Мельник С.В. Робота підсиленних за похилими перерізами згинальних залізобетонних елементів при дії малоциклового навантаження та удосконалення методики розрахунку: дис. канд. техн. наук: 05.23.01 / С.В. Мельник. – Рівне, 2013. –187с. 3. Мурин А.Я. Міцність, жорсткість і тріщиностійкість залізобетонних балок, підсиленних зовнішньою композитною арматурою: дис.... канд. техн. наук / А.Я. Мурин. - Львів, 2011.- 163с. 4. Кваша В.Г. Розрахунок міцності похилих перерізів залізобетонних балок, підсиленних наклеєними композитами. // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. Рівне: Видавництво НУВГП, 2011. – Випуск 22 – С. 801 – 807. 5. Чернявський В.Л. Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами / В.Л. Чернявський, Ю.Г. Хаютин, Е.З. Аскельрод, В.А. Клевцов, Н.В. Фаткуллин. – М.: ООО «ИнтерАква», 2006. – 113 с. 6. Шилин А.А. Внешнее армирование железобетонных конструкций композиционными материалами / А.А. Шилин, В.А. Пшеничный, Д.В. Картузов // М: Стройиздат, 2007. – 184 с. 7. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування // Мінрегіонбуд України, Київ, 2009. – 97с. 8. Бабич Е.М. Работа элементов на поперечную силу при многократно повторном нагружении / Е.М. Бабич, А.П. Погореляк, А.С. Залесов // Бетон и железобетон.-1981.- № 6.- С. 8–9.