

маючої сили і двох взаємоперпендикулярних сил, вызваних усадкою обійми і самої обіймою, перешкоджаючої розширенню бетону армірованого елемента.

Полученные результаты экспериментально-теоретических исследований позволяют рекомендовать использование акриловых полимеррастворов для создания технологичного, относительно недорогого способа восстановления и увеличения несущей способности железобетонных элементов эксплуатируемых зданий и сооружений, что способствует введению их в эксплуатацию за короткий срок.

МІЦНІСТЬ ТА ДЕФОРМАТИВНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ ПОЛІМЕРНОЮ КОМПОЗИЦІЄЮ

Бабич Є.М., д-р техн. наук, проф., Довбенко В.С.

*Національний університет водного господарства та природокористування
(м. Рівне)*

33018, Україна, м.Рівне, вул. Соборна, 11

Характерною особливістю будівельного фонду України є будівлі і споруди старої забудови. Довготривала експлуатація цих будівель і споруд призводить до пошкоджень та дефектів, які вичерпали або на межі нормативного строку служби і не відповідають вимогам нормальної експлуатації. Для усунення даної проблеми в цьому напрямку розроблені нові та ефективні технології підсилення і відновлення будівельних конструкцій.

Підсиленню і ремонту будівельних конструкцій присвятили свої роботи значна кількість вітчизняних вчених. Аналізуючи роботи цих вчених, можна відмітити, що ефективних та перспективних методів, призначених для ремонту, відновлення і підсилення будівельних конструкцій, у порівнянні з традиційними методами, є чимало. Різні методи та способи нарощування, епоксидні, акрилові клеї та композиції. Але особливе місце серед полімерних композицій займає композиція «Силор», застосування якої обумовлюється її високою економічною ефективністю, відносно низькою вартістю та малими трудозатратами. Застосування даної композиції дозволяє вирішувати задачі, необхідні для забезпечення надійності будівельних конструкцій та споруд.

"Силор" – це одно або двох компонентна полімерна композиція, яка за зовнішнім виглядом нагадує гас. До її складу входить спеціальний мономер, твердіння якого відбувається під дією катіонів солей та основ, що завжди присутні в тілі бетону [1]. Мономер після полімеризації (твердіння) перетворюється в полімер. При нанесенні на бетонні чи залізобетонні конструкції композиція проникає та просочує його пори і хімічно взаємодіє з матеріалами, які знаходяться на поверхні пор. Така взаємодія призводить до утворення нового композитного матеріалу, міцного та герметичного.

Затвердивши, полімерна композиція екологічно безпечна – не токсична і не горить. Для залізобетонних конструкцій особливий інтерес являє собою її здатність просочувати продукти корозії металу і на далі запобігати можливості корозії.

В даній роботі за мету поставлено дослідити міцність, жорсткість та тріщиностійкість залізобетонних балок прямокутного профілю, підсилених і відновлених полімерною композицією.

В експериментальних дослідженнях були поставлені такі задачі:

- встановити особливості роботи залізобетонних балок, підсилених і відновлених полімерною композицією;

- визначити вплив полімерної композиції на розвиток деформацій у стиснутій та розтягнутій зонах;

- визначити вплив полімерної композиції на жорсткість та розвиток тріщин в залізобетонних балках.

Для проведення експериментальних досліджень було виготовлено три типи дослідних залізобетонних балок прямокутного профілю розміром 100×200×2000 мм, кожний тип налічував три зразки. Балки армувалися зварними каркасами з поздовжньою робочою арматурою 2 ϕ 14 мм класу А500С та поперечною арматурою ϕ 6 мм А 240С з кроком 100 мм. Коефіцієнт поздовжнього армування склав $\mu = 2,19$ %.

Дослідні зразки – балки, куби та призми були продуковані з важкого бетону заводського виготовлення. Балки формувалися у касетній опалубці. Одночасно з цієї ж бетонної суміші виготовлялися бетонні зразки – куби та призми, які використовувалися для визначення фізико – механічних характеристик бетону.

Залізобетонні балки підсилювалися за допомогою двохкомпонентної полімерної композиції «Силор». Змішування компонентів здійснювалося у співвідношенні 1:4 (одна частина – компонент 1: поліізоціонат + трихлоретилфосфат, чотири частини – компонент 2: етилацетат).

Спочатку випробовувався перший тип балок – контрольні балки БК-1,2,3, які не піддавалися обробці полімерною композицією. Далі випробовувався другий тип – балки БС-1,2,3, які до початку випробувань у віці 90 діб були підсилені полімерною композицією. Для кращого проникнення композиції в структуру пор бетону попередньо поверхня балок була ретельно очищена від бруду та пилі. Зважаючи на це, зі всіх граней було зняте “цементне молоко”, після чого поверхня балок набула шорсткості. Нанесення композиції здійснювалося поступово в міру проникнення її в бетон за допомогою пензля через кожні 10...30 хвилин до повного насичення. Ознакою насичення балок полімером була поява на них глянцевої поверхні темно – коричневого кольору. Витрата полімеру на балки БС склала 2,1 л. Середні витрати на 1 м² поверхні склала 580 мл. Оброблені дослідні балки витримувалися на протязі 60 діб до початку випробувань.

Третій тип балок – балки БВ-1,2,3, які спочатку піддавалися навантаженню до $0,8F_u$, після чого навантаження повністю знімалось.

Утворені тріщини в балках розшивалися за допомогою будівельного шпателя і були зароблені будівельним розчином у співвідношенні 1:3 (цемент:пісок) з використанням цементу марки 400, після чого просочувалися за тією ж методикою, що і балки БС.

Дослідні балки випробовувалися як вільно лежачі на двох опорах, що статично завантажувалися двома зосередженими силами F .

Дослідження проводилися у віці 160...180 діб. На усі балки прикладалося навантаження ступенями по 0,1 від максимального до самого руйнування.

На кожному ступені навантаження здійснювалася витримка 10...15 хвилин, під час якої знімалися показники по приладах, вимірювалася ширина розкриття тріщин та виконувався візуальний огляд зразків. Схема завантаження балок зосередженими силами та розташування вимірювальних приладів наведена на рис. 1.

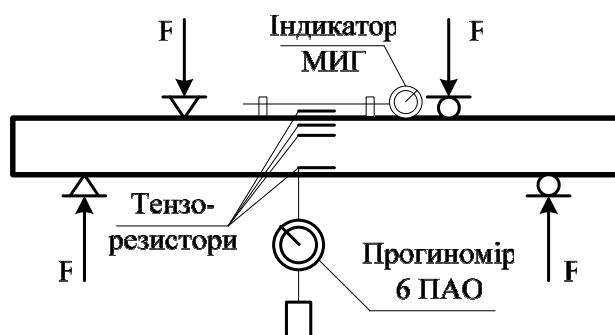


Рис. 1 – Схема завантаження балок та розташування вимірювальних приладів

Деформації бетону вимірювалися за допомогою тензорезисторів на базі 50 мм та індикатора годинникового типу на базі 200 мм з ціною поділки 0,001мм. Деформації розтягнутої робочої арматури також вимірювали за допомогою тензорезисторів на базі 20 мм. Ширину розкриття тріщин фіксували мікроскопом з ціною поділки 0,02 мм. Прогини балок вимірювали прогиномірами 6ПАО з ціною поділки 0,01 мм.

Перед випробуванням балок визначалися фізико-механічні характеристики матеріалів. Міцність бетону була визначена за результатами випробування кубів та призм на стиск, а також на розтяг.

Руйнування дослідних балок відбувалося одночасно по розтягнутій і стиснутій зонах внаслідок досягнення в арматурі напруження межі текучості та виколування бетону. Середні значення руйнівних навантажень наведені в таблиці.

Результати випробування дослідних балок

Марка балок	Руйнівне навантаження		Максимальний прогин в середині прольоту f_{max} , мм	Максимальна ширина розкриття тріщин, w_{max} , мм	Виникнення перших нормальних тріщин, $2F_{cre}$, кН
	$2F_u$, кН	M_u , кН·м			
БК-1,2,3	79,5	23,7	18,8	0,37	8
БС-1,2,3	82,8	25,7	16,1	0,23	24
БВ-1,2,3	101,0	30,3	16,0	0,23	24

Балки БВ, які спочатку одноразово були навантажені до рівня приблизно $0,8F_u$, що спричинили тріщини 0,2 мм, відновлювалися і повторно випробовувалися статичним навантаженням. Їхнє руйнування відбувалося при навантаженні $2F_u = 101,0$ кН, що на 21 % більше, ніж середнє для балок БК.

Слід відзначити, що застосування полімерної композиції значно підвищує жорсткість балок. Графік прогинів балок наведений на рис. 2. Максимальний прогин балок БК при навантаженні $2F_u = 79,5$ кН склав $f_{max} = 18,8$ мм, а прогин балок БС – $f_{max} = 16,1$ мм при навантаженні $2F_u = 82,8$ кН. Отже, навіть, при більшому навантаженні прогин балок БС менший майже на 15 %. У відновлених балках БВ, взагалі, максимальний прогин склав $f_{max} = 16,0$ мм при навантаженні, що на 15 % більше ($2F_u = 101,0$ кН) в порівнянні з балками БК.

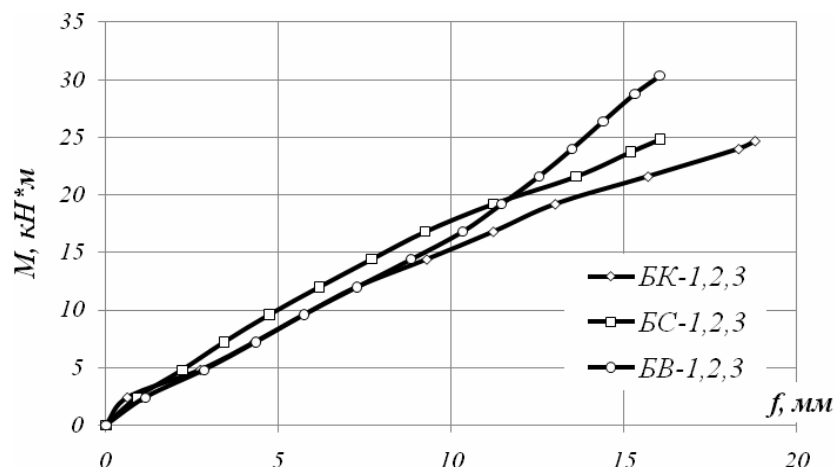


Рис. 2 – Графік розвитку прогинів в середині прольоту балок

Деформації стиснутих волокон бетону та деформації розтягнутої арматури наведені на рис. 3.

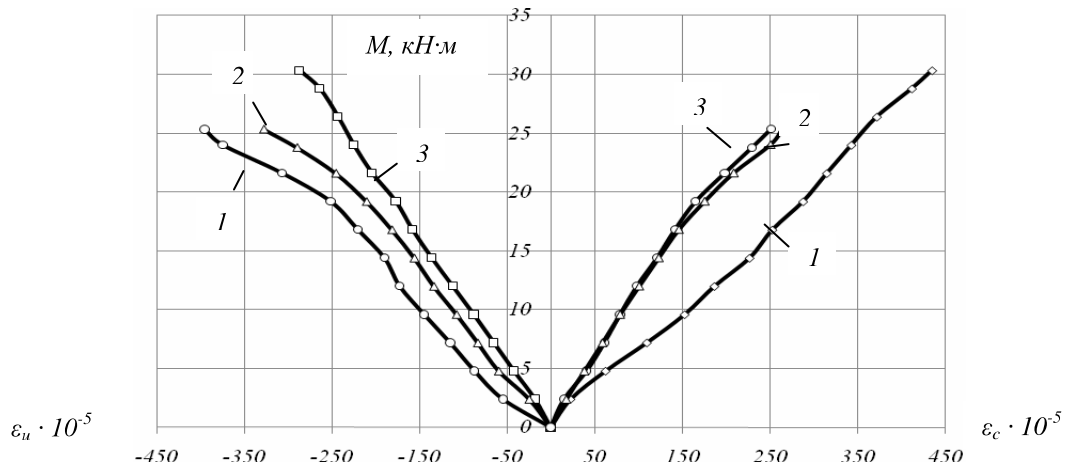


Рис. 3 – Деформації стиснутої грані бетону ϵ_c і деформації розтягнутої арматури ϵ_u : 1 – БК-1,2,3; 2 – БС-1,2,3; 3 – БВ-1,2,3

В усіх балках, що були оброблені полімерною композицією, спостерігалось суттєве уповільнення процесу утворення та розкриття тріщин. Перші нормальні тріщини у контрольних балках БК виникали при навантаженні $2F_{crc} = 8$ кН, а у балок БС і БВ перші нормальні тріщини зафіксовані при $2F_{crc} = 24$ кН. Зі збільшенням навантаження довжина та ширина розкриття тріщин збільшувалася. Графік розвитку тріщин зображено на рис. 4. Для балок БК максимальна ширина розкриття тріщин зафіксована $w_{max} = 0,37$ мм, в той час як для підсилених балок БС і відновлених БВ максимальна ширина розкриття склала $w_{max} = 0,23$ мм, що на 39 % менше.

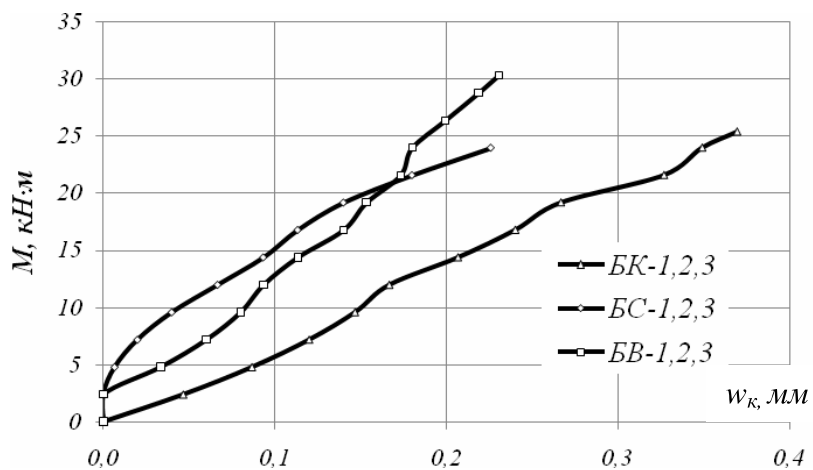


Рис. 4 – Графік розвитку ширини розкриття нормальних тріщин в середині прольоту балок

Виконані експериментальні дослідження свідчать, що застосування даної композиції дає можливість підвищити міцність, жорсткість та тріщиностійкість нових та пошкоджених залізобетонних балок і є одночасно ефективним та економічним способом.

1. Веселовский Д.Р. Основные принципы создания мономеров для пропитки бетона / Н.В. Савицкий, Д.Р. Веселовский, Р.А. Веселовский // Строительство. Материаловедение. Машиностроение: Сб. научн. тр. – Днепропетровск: ПГАСА, 2005. – Вып.35, ч.1. – С. 105-108.

2. Бабич Є.М. Вплив полімерної композиції «Силор» на міцність, деформативність та тріщиностійкість залізобетонних балок при дії статичних навантажень / Є.М. Бабич, В.С. Довбенко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наукових праць. – Рівне: Вид-во НУВГП, 2009. – Вип. 18. – С. 442-448.

ПРОГНОЗУВАННЯ ДОВГОТРИВАЛОЇ МІЦНОСТІ З'ЄДНАНИХ АКРИЛОВИМ КЛЕЄМ БЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Гарбуз А.О., канд техн. наук

Харківська національна академія міського господарства

61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12

E-mail: zolotov@ksame.kharkov.ua

Для забезпечення загальної міцності й стійкості клейових з'єднань будівельних конструкцій із старого бетону зі старим при тривалій дії постійних навантажень необхідне знання їх міцнісних та деформативних характеристик. Тому з достатньою надійністю необхідно знати розрахунковий опір з'єднань бетонів на акриловому клеї, які повинні забезпечувати безаварійну роботу конструкцій протягом усього терміну служби споруди.

Відомо, що довговічність будівельних конструкцій повинна бути забезпечена протягом 50 років, а оскільки немає можливості проводити випробування клейових з'єднань протягом вищезазначеного часу, то для встановлення величини тривалої міцності виконують екстраполяцію експериментальних даних, для чого встановлюють залежність тривалої міцності клейового з'єднання від терміну його служби.

Дослідження з установлення залежності між довговічністю (часом) τ і напруженням σ розвиваються у напрямку накопичення експериментальних даних і наступних теоретичних узагальнень.

Основною метою експериментальних досліджень є одержання відсутніх у технічній і нормативній літературі даних про величину повзучості склеєних бетонних елементів при стиску, а також про вплив часу дії постійного навантаження на міцність і модуль пружності.

При визначенні тривалої міцності клейових з'єднань бетону при стиску незалежно від того, цілі це або склеєні зразки, усі вони були об'єднані відповідно у дві групи. Першу групу склали цілі і склеєні зразки-призми з бетону класу В12,5, а другу – В25. Це дозволило одержати значний експериментальний матеріал. В якості зразків приймалися бетонні призми розміром 100 x 100 x 400 мм.

У кожному з експериментальних установок поміщали три цілих або з'єднаних акриловим клеєм дослідні зразки-призми одного класу бетону. Процес