

УДК 624.012.025

ВИВЧЕННЯ РОБОТИ НЕРОЗРІЗНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК З РІЗНИМИ СПОСОБАМИ АРМУВАННЯ

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ НЕРАЗРЕЗНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ АРМИРОВАНИЯ

RESEARCHES OF CONTINUOUS REINFORCED CONCRETE BEAMS WITH DIFFERENT WAYS OF REINFORCEMENT

Нінічук М.В., аспірант (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк).

Ниничук Н.В., аспірант (Луцкий национальный технический университет, г. Луцк).

Ninichuk M.V., postgraduate student (Lutsk State Technical University, Lutsk).

Представлено результати експериментальних досліджень роботи нерозрізних залізобетонних балок, балок сталевібробетонних та комбіновано армованих. Встановлено, що за однакових витрат сталі найбільш ефективними є балки з комбінованим армуванням.

Представлены результаты экспериментальных исследований работы неразрезных железобетонных балок, балок сталефибробетонных и комбинированно армированных. Установлено, что при одинаковых затратах стали, наиболее эффективными являются балки с комбинированным армированием.

Submitted the results of experimental researches of continuous reinforced concrete beams, steel fibrous concrete beams and combined reinforced concrete beams. Found that combined reinforced concrete beams are most effective for the same costs of steel.

Ключові слова:

Сталевібробетон, нерозрізні балки, деформації, прогини.

Сталефибробетон, неразрезные балки, деформации, прогибы.

Steel fibrous concrete, continuous beams, deformations, bending.

Стан питання та задачі дослідження. Перспективним напрямком удосконалення залізобетонних конструкцій є підвищення їх міцності, жорсткості і тріщиностійкості за рахунок використання статично невизначених конструкцій. Особливе місце займають статично невизначені (нерозрізні) залізобетонні балки, так як у них найбільш раціонально використовуються в роботі її складові матеріали – бетон і арматура [1, 2].

Найбільш поширені нерозрізні залізобетонні балки в конструкціях перекриттів промислових та цивільних будівель. Вони також використовуються в естакадах, мостових конструкціях, в перекриттях спеціальних споруд. Нерозрізні балки виготовляють з монолітного, збірного і збірно-монолітного залізобетону. Одними із перспективних конструкційних матеріалів є дисперсно-армовані матеріали, зокрема сталеві фібробетон [3]. Починаючи з 80-х років минулого століття, цікавість до використання фібробетону зростає, що можна пояснити прагненням суттєво підвищити міцність бетонних матеріалів і конструкцій на його основі на стиск, особливо розтяг, їх тріщиностійкість, отримати ефективні конструкції, які б відповідали більш високим експлуатаційним вимогам. Робота сталеві фібробетону в нерозрізних несучих конструкціях є маловивченою, тому результати експериментальних досліджень, що розглядаються у статті є актуальними на даний час.

З метою порівняння роботи залізобетонних і сталеві фібробетонних нерозрізних конструкцій, вирішено випробовувати три типи двопролітних балок: залізобетонні (ЗБ), сталеві фібробетонні (СФБ) і комбіновані сталеві фібробетонні (СФЗБ). Досліди виконуються із двопролітними балками, які мають загальну довжину 300 см та поперечний переріз 8×16 см з важкого бетону - по дві для кожного випадку. Довжини прольотів склали 140 см, ліва і права консоль по 10 см відповідно. Склад цементно-піщаної матриці прийнято 1:2. Використовувався портландцемент марки 500, та попередньо відмучений від глинистих, пілуватих і мулистих домішок пісок з модулем крупності 2,4. Одночасно з виготовленням балок бетонували куби розміром $15 \times 15 \times 15$ см та призми $15 \times 15 \times 60$ см, і $10 \times 10 \times 60$ см які використовувалися для визначення кубової та призової міцності бетону та його деформаційних характеристик. Сталеві фібри використовувалися анкерні із загнутими кінцями, довжиною 50 мм і діаметром 1 мм. Бетон мав такі технічні характеристики: середня кубикова міцність $f_c = 34$ МПа;

призма міцність $f_{cd} = 24,2$ МПа. Міцність сталевібро-бетонної матриці на розтяг для СФБ балок становила $f_{ctd} = 1,7$ МПа, для СФЗБ $f_{ctd} = 1,35$ МПа.

Армування балок виконувалося таким чином, щоб загальні витрати сталі становили у всіх балках 2 % від об'єму. Тому в сталевібробетонних балках (СФБ) процент армування фібрами за об'ємом становив 2 %, а в сталевіброзалізо-бетонних (СФЗБ) 1 %. , ще 1 % займав плоский каркас з поздовжньою арматурою $\varnothing 10$ А400С і поперечною $\varnothing 4$ Вр-І. Залізобетонні балки(ЗБ) армувались тільки плоским каркасом з арматурою $\varnothing 14$ А400С і $\varnothing 4$ Вр-І. (рис.1).

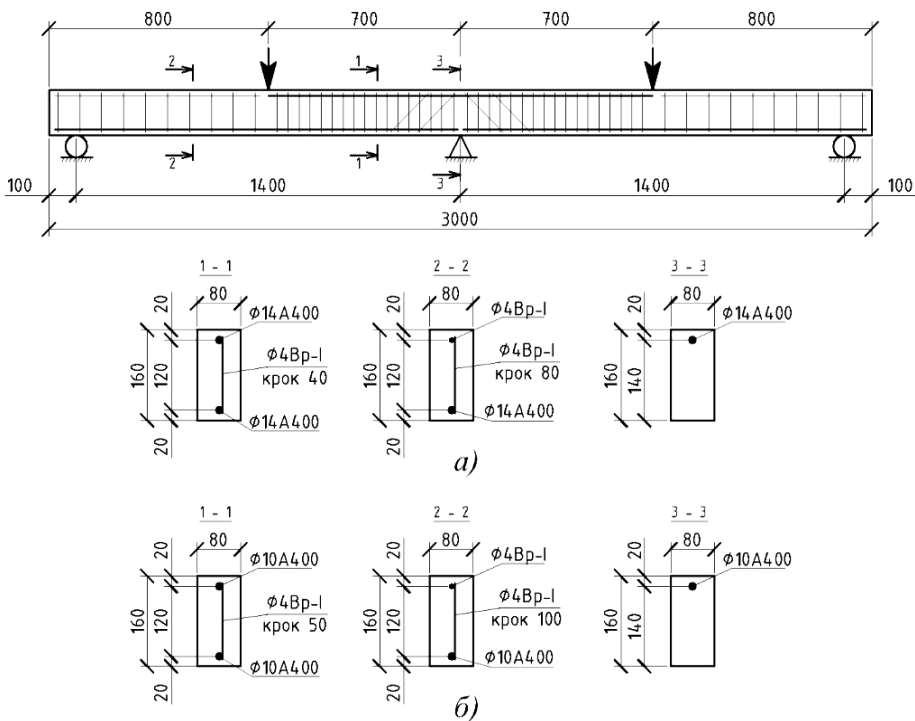


Рис. 1. Конструктивна схема дослідних балок. а) армування ЗБ балок; б) армування СФЗБ балок

Бетонна суміш для експериментальних зразків виготовлялася в бетонозмішувачі, а ущільненні проводилось за допомогою глибинного вібратора. Розпалублювали балки через 7 діб, подальше їх зберігання

відбувалося у вологому середовищі протягом 28 діб. Після цього вони знаходились у приміщенні лабораторії.

Таблиця 1

Основні характеристики балок

Марка	Переріз, $b \times h$, см	Робоча висота h_0 , см	Площа арматури, см ²		Процент армування, %	
			A_{sup}	A_{sp}	μ_{sup}	μ_{sp}
1ЗБ-1	8×16	14	1,54	1,54	1,38	1,38
1ЗБ-2	8×16		1,54	1,54	1,38	1,38
1СФЗБ-1	8×16	14	0,78	0,78	0,7	0,7
1СФЗБ-2	8×16		0,78	0,78	0,7	0,7
1СФБ-1	8×16	16	-	-	-	-
1СФБ-2	8×16		-	-	-	-

Методика досліджень. Для випробування дослідних зразків-балок була запроєктована і виготовлена спеціальна силова установка (рис.2). Плоский поперечний згин двопролітних балок в ній створюється за допомогою гідравлічного домкрата і металевої двотаврової балки-траверси, що передає від нього на дослідну балку дві однакові симетрично розташовані відносно середньої опори на відстані 700 мм зосереджені сили, що контролюються динамометрами (рис. 3).

Завантаження дослідних зразків відбувалось ступенями, значення яких приблизно становили 5% від руйнівного навантаження. На кожному ступені навантаження витримувалось 5-10 хв, на протязі яких знімали покази по приладах, робили візуальний огляд балки, фіксували характер і розвиток утворення тріщин

В процесі досліджень прогини балок вимірювали за допомогою прогиномірів 6ПАО з ціною поділки 0,01 мм, які розміщувалися під зосередженими силами. Середні деформації крайніх волокон стиснутої та розтягнутої зони бетону вимірювали індикаторами годинникового типу МІГ-1 на базі 100мм з ціною поділки 0,001мм і за допомогою наклеєних тензодатчиків на базі 50 мм ланцюжками через 20 мм, які розміщувались під зосередженими силами та над центральною опорою (рис. 4). Також відслідковувалась поява та ширина розкриття тріщин в балках за допомогою мікроскопа

виникло по одній незначній нормальній тріщині перед самим руйнуванням балки.

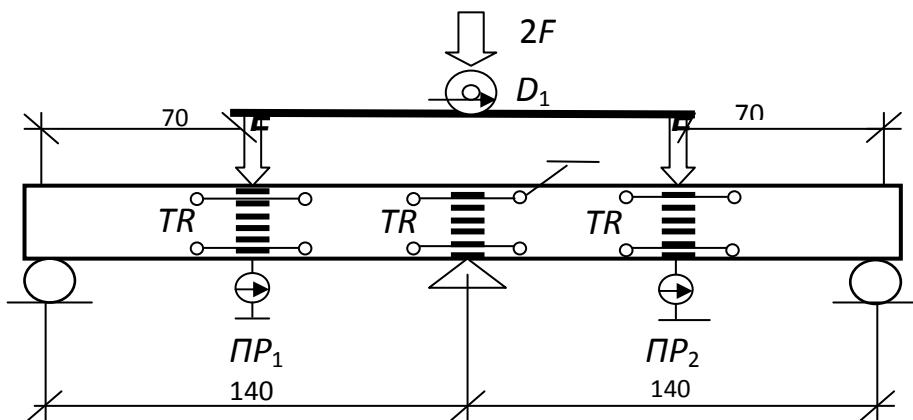


Рис. 4. Схема розташування вимірювальних приладів: D – динамометри; TR – тензорезистори; $ПР$ – прогиноміри $ИИ$ – індикатори

Результати експериментальних досліджень. Несуча здатність випробуваних балок становила: 1СФБ-1 $F_u = 9$ кН, 1СФБ-2 $F_u = 6$ кН, 1ЗБ-1 $F_u = 27$ кН, 1ЗБ-2 $F_u = 26$ кН, 1СФЗБ-1 $F_u = 26,5$ кН, 1СФЗБ-2 $F_u = 26$ кН.

Балка 1ЗБ-1 зруйнувалася внаслідок досягнення арматурою і бетоном граничних деформацій в похилих перерізах. На першій стадії навантаження спостерігалось утворення декількох незначних нормальних тріщин над середньою опорою, також розвиток цих тріщин і утворення нових в прольотах під навантаженням. При навантаженні $F = 13$ кН стали утворюватися і інтенсивно розвиватися похилі тріщини з обох сторін середньої опори. Ширина їх розкриття становила 0,15 мм при $F = 10$ кН та 0,5 мм при $F = 20$ кН. Нормальні тріщини фактично перестали розвиватись після утворення похилих. Руйнування балки відбувалось різко, по критичній похилій тріщині, з викришуванням бетону. Прогини розвивались плавно і становили 0,735 і 0,798 мм (рис. 5)

Балка 1СФЗБ-1 зруйнувалася по нормальних перерізах, внаслідок досягнення арматурою та СФБ граничних деформацій в нормальних перерізах над опорою і під зосередженими силами. Перші тріщини стали з'являтися як і в БЗБ-1 на перших стадіях випробовування при $F = 4$ кН в нормальних перерізах, але розташовувалися вони значно частіше та нібито переплітались між собою, і інтенсивно розвивали до самого руйнування балки. Ширина їх розкриття становила 0,15 мм при $F = 10$ кН та 0,4 мм при

$F = 20$ кН. Похилі тріщини стали з'являтися при навантаженні $F = 20$ кН, однак ширина їх розкриття була незначною. Прогини становили 0,682 і 0,712 см у лівому і правому прольотах відповідно (рис. 5). Балка 1СФЗБ-1 зруйнувалась аналогічно, однак при її випробування спостерігалось дещо менше похилих тріщин .

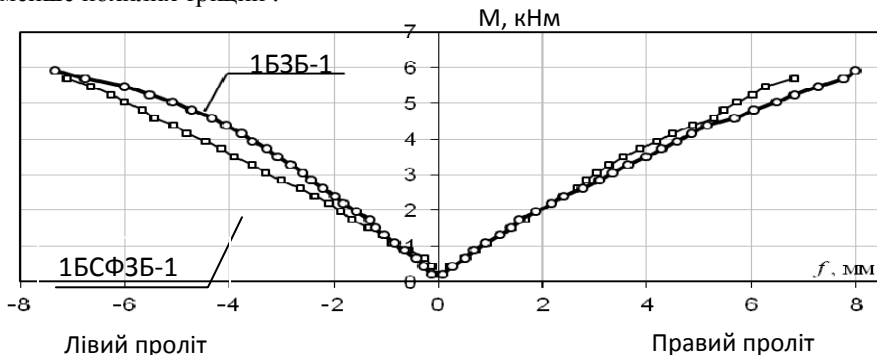


Рис. 5 Графіки залежності між діючими згинальними моментами в прольотах та прогинами для ЗБ і СФЗБ балок

Висновки:

1. Армування сталевими фібрами несуттєво впливає на несучу здатність балок, так як головні розтягувальні зусилля сприймає повздовжня арматура.
2. В сталевіброзалізобетонних балках похилих тріщин виникає менше і розвиваються вони не так інтенсивно, як в ЗБ балках, так як фібри сприймають поперечні зусилля.
3. За однакової витрати сталі на армування балок за показниками тріщиностійкості і жорсткості перевагу слід надавати комбіновано армованим балкам.

1. Бабич В.С., Напружено деформований стан і міцність нерозрізних залізобетонних балок при одноразових та повторних навантаженнях/ Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Рівне: НУВГП, 2004. –210 с
2 Бабич В.С. Дослідження напружено-деформованого стану нормальних перерізів нерозрізних залізобетонних балок / Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць. - Рівне: Видавництво Рівненського державного технічного університету, 2000. - Випуск 5. - С. 121 – 127.
3. Дробошинець С.Я., Вплив повторних малоциклових навантажень на механічні характеристики сталевібробетону та роботу згинальних елементів на його основі/ Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Луцьк: ЛНТУ, 2006. – 191 с.