3. Для підвищення економічної доцільності утеплення зовнішніх стін усіх інших груп споживачів необхідно знизити собівартість термореноваційного заходу шляхом застосування вітчизняних будівельних матеріалів, зменшення рівня оподаткування цих робіт та укрупнення підприємств, що виконують такі роботи.

1. Тімпе К., Люкінг Г., Меессен Г., Чопик Я. Теплоенергоощадний потенціал у житловому господарстві Львова // Ринок інсталяцій. – 1998. – № 9. 2. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К., 2006. – 71 с. 3. Скориговані тарифи на гаряче водопостачання та теплову енергію на опалення: Рішення виконавчого комітету Львівської міської ради № 107 від 13.02.2009. Додаток 2. 4. Скориговані тарифи на гаряче водопостачання та теплову енергію на опалення для населення: Рішення виконавчого комітету Львівської міської ради № 1433 від 29.12.2008. Додаток 1.

УДК 624.012

І.В. Васільєв
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра будівельних конструкцій та мостів

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ ЗА ДІЇ НАВАНТАЖЕННЯ ОБОЙМОЮ З БЕТОНУ

© Васільєв І.В., 2011

Наведені результати досліджень згинальних залізобетонних елементів, підсилених за дії навантаження. На підставі отриманих результатів проведено порівняння експериментальних та теоретичних величин міцності балок.

Ключові слова: залізобетонні елементи, міцність, підсилення.

The results of research reinforced-concrete bending elements reinforced under loading are presented. Based on these results the comparison of experimental and theoretical values of strength is conducted.

Key words: reinforced concrete element, strength, reinforcing.

Постановка проблеми. У сучасних умовах для багатьох промислових підприємств, а інколи й громадських будівель виникає неохідність в проведенні робіт з реконструкції (планованої чи аварійної). Зазначені роботи часто пов’язані з необхідністю відновлення та підсилення несучих конструкцій будівлі. Важливою особливістю проведення таких робіт є наявність певного залишкового навантаження конструкцій, оскільки досягти їх абсолютного розватаження на час виконання робіт з підсилення чи відновлення є, як правило, надзвичайно складним завданням.

Сьогодні проблема ефективного виконання підсилення конструкцій, що експлуатуються або перебувають під певним залишковим навантажненням, недостатньо вивчена і тому є актуальною і потребує дослідження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженням ефективних методів підсилення залізобетонних конструкцій займалося багато учених [1–3]. Це дало змогу розробити конструктивні рішення підсилення залізобетонних конструкцій. Однак недостатньо висвітлені питання ефективності використання конструктивних елементів підсилення під час їх влаштування під дією навантаження, прогнозування їх ефективності за допомогою теоретичного розрахунку, особливо згідно з чинними нормами проектування.

Мета та задачі дослідження. Мета роботи – дослідити міцність нормальних перерізів залізобетонних балок, підсилених обоймою з бетону за дії навантаження різного рівня, а також

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

порівняти експериментальні величини міцності з теоретичними величинами, обчисленими за чинними нормами [4, 5].

Результати дослідження. Згідно з програмою та розробленою методикою дослідження [6], виготовили та випробували три серії експериментальних зразків. Процес підсилення перерізу залізобетонних балок відбувався без розвантаження балок, а за діючих рівнів навантаження 0.3, 0.6 та 0.9 відповідно від величини згинального моменту, за якого відбувалося досягнення напружень границі плинності в робочій арматурі звичайних, не підсилених балок. За спеціально розробленою методикою на балки прикладали вищезазначене навантаження, за дії якого виконували підсилення обоймою з бетону [6]. На 28 добу підсилені балки випробували, прикладаючи короткочасне навантаження до руйнування.

Випробування дослідних балок виконували прикладанням двох зосереджених сил у третинах прольоту балок. Експериментальні величини згинальних моментів балок 1-ї та 2-ї серій, які відповідають граничному стану і руйнуванню, а також їх порівняння наведені в таблиці.

Результати експериментальних випробувань залізобетонних балок, підсилених бетонною обоймою

Серія	Шифр балок	Геометричні розміри перерізу, b×h, мм		Величина згинальних моментів, кН·м				$\frac{M_u^{exp}}{M_{u(1)}^{norm}}$
				Експеримент		Розрахунок		
		звичайна	підсилена	підсилення M^{exp}	граничний M_u^{exp}	За СНиП 2.03.01-84* звичайна M_u^{norm}	За ДБН В.3.1-1-2002 підсилена M_{u1}^{norm}	
1	БЗ-1.1	101.5×201.5	-	-	25.53	22.47	-	1.136
	БПб-1.2-0.3	96,9×201,4	150.9×246.1	8.11	31.00	22.35	26.33	1.177
	БПб-1.3-0.3	100,3×199,2	151.2×243.4	8.03	30.80	22.12	25.99	1.185
	БПб-1.4-0.6	98,5×201,8	149.1×246.4	15.46	31.50	22.44	26.36	1.195
	БПб-1.5-0.6	101,4×199,8	151.3×245.2	15.13	31.20	22.23	26.16	1.193
	БПб-1.6-0.9	97,1×200,6	147.1×244.6	20.67	25.60	22.25	25.99	0.985
	БПб-1.7-0.9	96,5×201,0	149.1×243.5	20.33	24.90	22.37	25.70	0.969
2	БЗ-2.1	99,6×200.1	-	-	31.98	28.06	-	1.140
	БПб-2.3-0.3	100,2×201,3	150.6×243.7	9.41	37.50	28.31	33.33	1.125
	БПб-2.4-0.3	100,7×200,3	148.6×244.7	9.47	36.80	28.11	33.23	1.107
	БПб-2.5-0.6	100,6×200,7	152,4×246.1	19.09	37.20	28.21	33.51	1.110
	БПб-2.6-0.6	99,6×199,5	151,4×247.1	19.34	37.60	28.42	33.68	1.116
	БПб-2.7-0.9	98,4×201,5	151.3×250,9	28.13	31.00	28.28	33.77	0.918
	БПб-2.8-0.9	100,7×200,3	149.5×247.1	27.43	31.70	28.14	33.30	0.952

Прийняті такі умовні позначення балок: Б − балка; З − випробувана на короткотривале навантаження без підсилення; П − підсилена; б − бетонною обоймою (таблиця). У першу групу цифр входять дві цифри, перша з яких вказує на серію балок (1, 2), друга − порядковий номер балки цієї серії (1...8). Друга група цифр показує, до якого рівня від максимального, прийнятого за

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

плинності арматури залізобетонних балок під час короткотривалого випробування, було завантажено балку ($0.3M_u^{exp}$, $0.6M_u^{exp}$ і $0.9M_u^{exp}$ відповідно).

Також у таблиці наведені розрахункові величини згинальних моментів. Визначення несучої здатності балок згідно з нормами СНиП 2.03.01-84* проводилось як для балок з однорідним бетоном по перерізу. Згідно з рекомендаціями [7] визначали несучу здатність для елементів з комбінованим бетонним перерізом (старий та новий бетон підсилених балок). Під час визначення теоретичної міцності нормального перерізу у формули норм підставляли дійсні величини підсиленого перерізу балки, арматури, призмову міцність бетону R_b, і як розрахунковий опір арматури – фактичне значення σ_y границі плинності арматури. Під час визначення граничного моменту плинності арматури використовували графіки деформацій по арматурі та прогинах балок.

Як бачимо з результатів експериментальних випробувань, внаслідок підсилення бетонною обоймою несуча здатність нормальних перерізів експериментальних зразків істотно збільшилась тільки для балок двох рівнів навантаження 0,3 M_u^{exp} та 0,6 M_u^{exp}. Для балок з рівнем навантаження 0,9 M_u^{exp} збільшення несучої здатності внаслідок підсилення майже не відбулось. Це дає змогу зробити висновок, що чим більший рівень навантаження, за якого відбувається підсилення, тим на меншу величину вдається збільшити несучу здатність залізобетонної конструкції, а отже, за рівнів навантаження, близьких до моменту плинності, ефекту підсилення не відбувається.

За результатами, отриманими після визначення теоретичних величин міцності нормальних перерізів за методикою СниП 2.03.01-84*, для балок, підсилених під час навантаження 0,3 M_u^{exp}, 0,6 M_u^{exp}, вони є більшими на 10.7... і 19,5 % відповідно від величин отриманих експериментальним шляхом, що є задовільним результатом. Під час підсилення балки за рівня навантаженнЯ 0,9 M_u^{exp} згідно з методикою ДБН В.3.1-1-2002 для підсилених конструкцій пропонується після рівня навантаження $0.65M_u$ вводити коефіцієнти умов роботи бетону γ_{br1}=0.8; і арматури – γ_{sr1}=0.8. Як результат, величина міцності отримана експериментально та за методикою норм має відхилення близько 8,2 % в бік завищення теоретичних величин над експериментальними, що є незадовільним результатом.

Руйнування балок, підсилених бетонною обоймою, пройшло за досягнення напружень в арматурі границі плинності з подальшим роздробленням бетону стиснутої зони. Під час руйнування не було помічено відшарування старого бетону та бетону підсилення.

Висновки. Аналіз виконаних експериментально-теоретичних досліджень показує, що методика розрахунку чинних норм дає змогу з необхідною точністю визначати міцність нормальних перерізів залізобетонних балок, підсилених бетонною обоймою, за дії навантаження рівнів $0{,}3M_u^{exp}$, $0{,}6M_u^{exp}$. Відхилення становить від 10.7 до 19.5 % в бік завищення експериментальних значень від теоретичних величин. Під час врахування коефіцієнтів умов роботи γ_{br1}, γ_{sr1} методика СНиП 2.03.01-84* та ДБН В.3.1-1-2002 не визначає несучу здатність балок, підсилених за рівня $0.9M_u^{exp}$, з необхідним запасом міцності (розбіжності становлять -1,5…-8,2 % в бік перевищення теоретичних величин над експериментальними).

Звідси й висновок про необхідність уточнення величини цих коефіцієнтів та границь їх застосування.

1. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель і споруд. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2008. – 108 с. 2. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений // НИИСК. − М.: Стройиздат, 1989. − 65 с. 3. Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий: атлас схем и чертежей. – Томск: Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990. – 316 с. 4. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой СССР. – М.: ЦИТД 1989. – 80 с. 5. Ремонт і підсилення несучих і*

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua

огороджувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд: ДБН В.3.1-1-2002. − [Чинний від 2007-03-07] − К.: Державний комітет України з будівництва і архітектури, 2003. − 82 с. (Державні будівельні норми України). 6. Бліхарський З.Я., Хміль Р.Є., Васільєв І.В. Методика виконання та експериментальні дослідження залізобетонних балок, підсилених обоймою під навантаженням // зб. наук. праць: "Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди". – Рівне, 2007. – Вип. 15. – С.358–363. 7. Бондаренко С.В., Санжаровский Р.С. Усиление железобетонных конструкций при реконструкции зданий.– М.: Стройиздат. 1990. – 352 с.

УДК 624.012

С.В. Поздєєв, А.Д. Левченко
Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля МНС України

РОЗРОБКА УТОЧНЕНОГО РОЗРАХУНКОВОГО МЕТОДУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ НЕСУЧИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

ã Поздєєв С.В., Левченко А.Д., 2011

Розроблено уточнений розрахунковий метод визначення меж вогнестійкості несучих залізобетонних конструкцій на основі параметрів їх напружено-деформованого стану під час пожежі, визначених методом кінцевих елементів. Визначено параметри математичних моделей, що застосовуються, за яких метод має найбільшу ефективність.

Ключові слова: залізобетонні конструкції, вогнестійкість.

The specified calculation method of determination of limits of fire-resistance of bearing reinforced concrete constructions is developed, on the basis of parameters of their tense-deformed state during a fire, certain by the finite elements method. The parameters of the used mathematical models at which a method has most efficiency are certain.

Key words: reinforced concrete constructions, fire-resistance.

Постановка проблеми. Для визначення меж вогнестійкості несучих залізобетонних будівельних конструкцій є перспективним використання розрахункових методів на основі математичного моделювання напружено-деформованого стану їх елементів під час пожежі. Застосування методів математичного моделювання для дослідження напружено-деформованого стану елементів залізобетонних конструкцій під час пожежі пов'язане із значними труднощами внаслідок неоднорідності й нелінійності властивостей залізобетону. Цю проблему розглядають численні публікації [1], але, аналізуючи наукові дослідження у цьому напрямі, слід зазначити те, що сьогодні не існує чітких упорядкованих методик для цих методів, а також підходи таких методів не враховують технологічних та експлуатаційних аспектів конкретних залізобетонних конструкцій. Ці обставини обмежують використання розрахункових методів і як остаточних для атестації залізобетонних конструкцій за їхньою вогнестійкістю. Додатковою обставиною, що показує актуальність розроблення та удосконалення таких методів, є недостатність випробувальної бази в Україні, а також трудомісткість та висока вартість випробувань на вогнестійкість.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Під час розроблення уточнених розрахункових методів важливим є питання коректного визначення властивостей матеріалів. Сучасні норми багатьох країн, таких як країни Євросоюзу та Російська Федерація, поряд із спрощеними методами, що ґрунтуються на інженерних методиках розрахунку опору матеріалів, рекомендують застосування уточнених розрахункових методів, які ґрунтуються на застосуванні положень теорії

Lviv Polytechnic National University Institutional Repository http://ena.lp.edu.ua