

будівельні розчини. – К.: Основа, 2008. – 448 с. 7. *Modified composite cements and energetic aspects of waste utilization* / M. Sanytsky, T. Markiv, T. Kropyvnytska, T. Krutc // 3rd International Symposium „Non-Tradition Cement and Concrete”. – Brno, 2008. – P. 697-702. 8. *Комплексные модификаторы для цементных систем на основе тиосульфата и роданида натрия* / М.А. Саницький, У.Д. Маруцак, М.М. Чемерис, В.А. Пристай // *Материалы II Междунар. конф. “Бетон и железобетон. Пути развития”*. – Том 6. – М.: Дипак, 2005. – С. 130–140. 9. Кривинська Т.П. Модифіковані малоенергомісні цементи для будівельних розчинів / *Вісник На.о ун-ту “Львівська політехніка”*. “Хімія та хімічна технологія”. – 2009. – № 644. – С. 237–242.

УДК 624.012.45: 693.5

А.В. Мазурак, В.М. Калітовський

Львівський національний аграрний університет,
кафедра технології та організації будівництва

МІЦНІСТЬ І ДЕФОРМАТИВНІСТЬ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ПІДСИЛЕНИХ І ВИГОТОВЛЕНИХ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ ТОРКРЕТУВАННЯ

© Мазурак А.В., Калітовський В.М., 2010

Наведено результати дослідження міцності і деформативності залізобетонних балок, підсилених і виготовлених торкретуванням та методика виготовлення і дослідження таких елементів.

Ключові слова: підсилення, міцність, деформативність, залізобетонні балки, торкретування.

In this article the results of research of durability and deformations of reinforced-concrete beams of increased are presented and made guniting that method of making and research of such elements.

Keywords: increase, durability, deformations, reinforced-concrete beams, guniting

Постановка проблеми. Сучасне будівництво вимагає ефективного будівельного виробництва, підвищення якості проектних рішень, раціонального використання нових конструкцій і матеріалів, що своєю чергою потребує значних наукових, проектних і технологічних досліджень.

Доцільність підсилення або відновлення будівельних конструкцій виникає як під час реконструкції, так і внаслідок передчасного корозійного або механічного зношення будівель та споруд.

У будівельній практиці використовують два основних способи підсилення залізобетонних елементів конструкцій – без зміни початкової статичної схеми і напруженого стану та із їх зміною. Підсилення під час збереження першого способу можливий у разі влаштування обойм, нарощувань, сорочок і додаткових розвантажувальних конструкцій і пристосувань [1, 2].

Виконання такого роду підсилення конструкцій пов'язано з необхідністю зчеплення, «зрощення» старого і нового бетону, причому від міцності і надійності цього з'єднання залежить ефективність використання нового перерізу елемента із двох бетонів, різних за віком. Виконані дослідження підтверджують надійність зчеплення старого і нового бетону за збереження технології вкладання нового бетону в конструкцію підсилення. У сьогоденних умовах одним із найефективніших способів нанесення бетону на поверхню конструкції є торкретування, доцільність і ефективність якого підтверджена в вітчизняній і особливо, у закордонній практиці будівництва.

Ця технологія не є новою і привертає увагу завдяки своїй простоті і достатньо високій ефективності у цивільному і промисловому будівництві. Ще починаючи з появи першого патенту,

виданого Карлу Е. Ейклі під час реєстрації методу торкретування в 1911 році в США, сам метод і обладнання до нього пройшли значну еволюцію, набувши широкого використання в різних країнах, зокрема і в Україні [3].

Переваги торкретування перед іншими методами полягають в повній механізації процесів, які потребують великих затрат праці, і в поєднанні в одній технологічній операції процесів транспортування, вкладання і ущільнення розчину або бетону. Порівняно із звичайним бетоном торкрет має підвищену механічну міцність, морозостійкість, водонепроникність, краще зчеплення з поверхнею конструкції [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій Для підготовки і вивчення проблеми підсилення залізобетонних конструкцій було розглянуто і вивчено низку літературних джерел [1, 2, 5]. Це дозволило розглянути і розробити конструктивні рішення щодо підсилення залізобетонних конструкцій. Свої роботи питанням теорії і практики торкретбетону присвятили В.М. Мостков, І.І. Воллер, Е.Б. Кузякіна, М.А. Лев, Б.Г. Грязнов, Л.М. Голіцинский, М.Г. Ложенко, Б.К. Чукан, І.Р. Райгородській, С.А. Атманскіх, В.І. Шаврін, А.К. Карасев, В.В. Кузін тощо. Проте питання ефективності підсилення конструктивних елементів торкретуванням є недостатньо вивчені.

Мета та задачі досліджень. Торкретбетон в будівельній практиці використовується більше ніж 100 років, постійно нарощуючи обсяги та діапазон використання. Сьогодні розширенню можливостей використання торкретбетону сприяють:

- тривала експлуатація та потреба відновлення великої кількості інженерних споруд;
- необхідність виготовлення ефективних тонкостінних конструкцій та елементів складної архітектурної форми;
- можливість використання модифікованих бетонів з підвищеними технологічними та експлуатаційними вимогами;
- збільшення парку машин і механізмів для виконання торкретбетонних робіт.

Нарощування обсягів використання торкретбетону вимагає раціонального його використання відповідно інженерних методів розрахунку.

Оскільки нині не існує теорії розрахунку залізобетонних конструкцій, посилені і виготовлені технологією торкретування, актуальною залишається проблема вивчення несучої здатності та деформативності таких конструкцій.

Експериментальні дослідження виготовлених і підсилені залізобетонних балок, дослідних зразків кубів (100 x 100 x 100), призм (100 x 100 x 400), а також торкретбетонних плит з розмірами відкритої поверхні 600 x 600 мм, товщиною не менше 100 мм виконували у лабораторії ЛНАУ. Серія досліджень складалася з восьми дослідних балок розмірами (L x h x b) 1650 x 150 x 75 (120), чотири дослідні залізобетонні балки, виготовлені за звичайною технологією (Б-1-1-1, Б-1-1-2), проте дві з них (близнюки) піддані підсиленню за технологією торкретування (Б-1-1-1пт, Б-1-1-2пт). Наступні чотири балки виготовлені з одного складу бетону і практично аналогічного армування, проте дві з них виготовлені класично (Б-1-2-1, Б-1-2-2), а дві – технологією торкретування з подальшим розрізанням на окремі елементи (Б-1-2-1т, Б-1-2-2т), див. рис. 1.

Підсилення експериментальних балок торкретуванням здійснювали без прикладення навантаження. Підготовлений каркас (рис. 1.б) накладали на поверхню ремонтної балки. За допомогою прокладок і в'язального дроту фіксували його в належному місці. Після чого на поверхню наносили торкретбетон.

Для визначення характеристик міцності і деформативності, експериментальних балок було виконано їхнє випробування короткочасним навантаженням на згин. Випробовували на 220-й день з моменту бетонування. Робочий проліт дослідних балок становив 1500 мм.

Навантаження балок здійснювали двома зосередженими силами, прикладеними до верхньої грані в третирах прольоту (рис. 2).

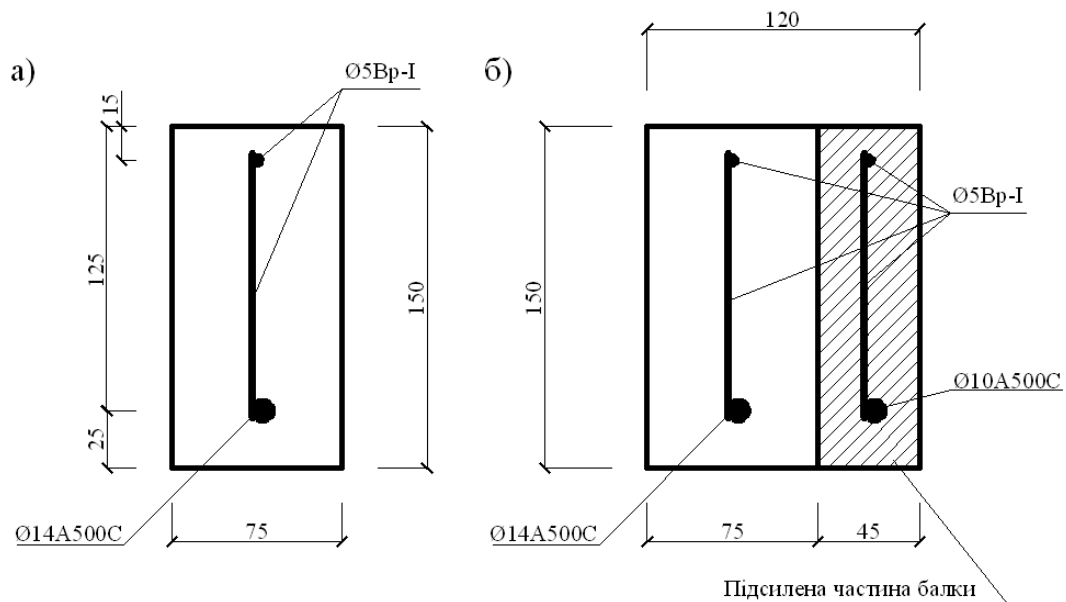


Рис. 1 Схема конструювання дослідних балок: а – балки Б-1-1-1, Б-1-1-2, Б-1-2-1, Б-1-2-2, Б-1-2-1т, Б-1-2-2т; б – балки, що піддані підсилению торкретуванням Б-1-1-1т, Б-1-1-2т



Рис. 2. Загальний вигляд дослідного стенда

Експериментальні та розрахункові величини згинальних моментів, а також їхнє порівняння наведені в табл. 1. Визначали розрахункову несучу здатність за нормативними залежностями, підставляючи значення дійсних величин перерізу балок, призмову міцність бетону R_b та фактичні значення σ_y границі текучості арматури.

Експериментальні і розрахункові значення несучої здатності нормальних перерізів, наведені в таблиці, істотно відрізняються. У серії балок Б-1-1, де наведені звичайні залізобетонні елементи, розбіжність становить 11 – 14 %, а в підсилених торкретуванням розбіжність сягає 22 – 32%. У серії балок Б-1-2, поданих залізобетонними елементами і виготовлених торкретуванням, розбіжність становить 8 – 9 % і 21 – 25 % відповідно. Отримані результати дають підстави зробити висновок, що чинні норми недостатньо точно оцінюють параметри міцності нормальних перерізів.

Експериментальні та розрахункові значення згинальних моментів дослідних балок

Шифр балок	Геометричні розміри перерізу, $b \times h$, мм	Призматична міцність бетону R_b , МПа	Величина граничних згинальних моментів, кН м		$\frac{M^{norm}}{M^{exp}}$
			Експеримент, M^{exp}	Розрахунок, M^{norm} згідно СніП 2.03.01-84*	
Б-1-1-1	77 x 150		8,66	7,45	0,86
Б-1-1-2	70 x 151		8,33	7,44	0,89
Б-1-1-1пт	120 x 154 (73*+47**)		17,28	11,81	0,68
Б-1-1-2пт	130 x 155 (80*+50**)		15,25	11,97	0,78
Б-1-2-1	80 x 157		8,88	8,09	0,91
Б-1-2-2	78 x 157		8,65	7,98	0,92
Б-1-2-1т	75 x 150		10,22	7,65	0,75
Б-1-2-2т	145 x 75		9,25	7,35	0,79

- - ширина перерізу балки: * –до підсилення; ** –підсилення.

На рис. 3 наведені експериментальні значення прогинів дослідних балок, прогини залізо-бетонних елементів яких є практично однаковими. Розбіжність між прогинами елементів з бетонів однакового складу, виготовлених торкретуванням та за звичайною технологією, перед стадією руйнування становлять більше 25 % .

Сумісна робота ремонтної поверхні і шару торкретбетону на всіх стадіях, аж до руйнування, подана графічною залежністю Б-1-1-2пт, рис. 3.

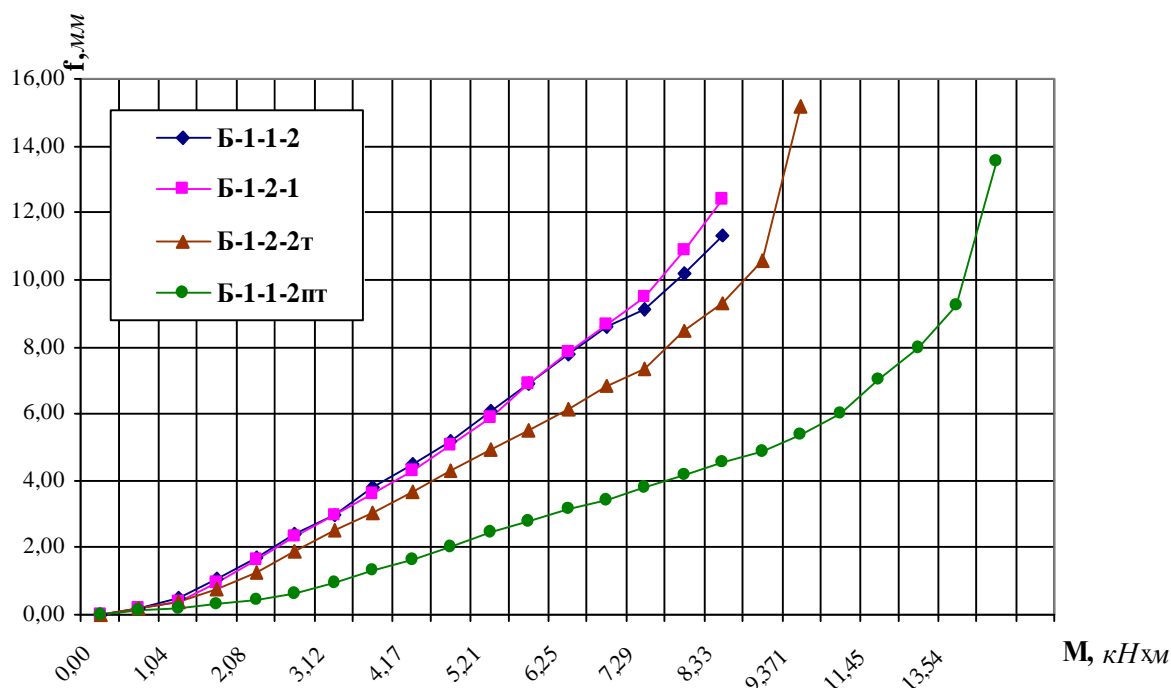


Рис. 3. Деформації дослідних балок

Руйнування дослідних балок відбувалося за досягнення напружень в арматурі границі текучості з подальшим роздробленням бетону стиснутої зони в ділянці максимального моменту.

Під час руйнування підсилених дослідних балок не виявлено відшарування старого бетону та бетону, нанесеного торкретуванням. Це підкреслює ефективність зчеплення торкретбетону з ремонтною поверхнею (рис. 4).



а



б

Рис.4. Характер руйнування балки Б-1-1-1пт у зоні максимального моменту:
а – нижньої грані, б – верхньої грані

Висновки. Як показали результати теоретико-експериментальних досліджень, торкретування дає можливість забезпечити приріст міцності, зменшення деформативності у разі виконання підсилення залізобетонних згинаних елементів, а також і у разі виготовлення торкрет-залізобетонних елементів. Торкретбетон дає змогу розширити сферу використання технології бетонування під час виконання підсилення, оскільки покращуються фізико-механічні властивості бетону.

Виконані дослідження підтверджують доцільність вирішення проблеми точності розрахунків за чинними нормами підсилення і виготовлення торкретуванням залізобетонних балочних елементів, оскільки розрахункові й експериментальні значення міцностей нормальних перерізів дають розбіжність до 32 %. Для отримання відповідних обґрунтувань з цієї проблеми, необхідний більший обсяг експериментальних даних, зокрема, і при різних рівнях навантаження елементів підсилення.

1. Онуфрієв Н.М. Усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1965. 2. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель і споруд: Навч. посібник. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2008. – 108 с. 3. Артюх В.Г., Санников І.В. «Торкрет – бетон у цивільних будинках, що реконструюються» // Будівництво України. – 2007. – №3. – С. 11–13. 4. Руководство по применению торкрет-бетона при возведении, ремонте и восстановлении строительных конструкций зданий и сооружений. – М.: ОАО «ЦНИИПромзданий», 2007. – 31с. 5. Леденев В.В., Струлев В.М. Прочность и жесткость восстановленных изгибаемых элементов // Бетон и железобетон в Украине 2003. – №3. – С. 2–5.