

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ ДЛЯ РЕМОНТУ І ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Цибульник І.О.

Науково дослідний інститут Міністерства внутрішніх справ України

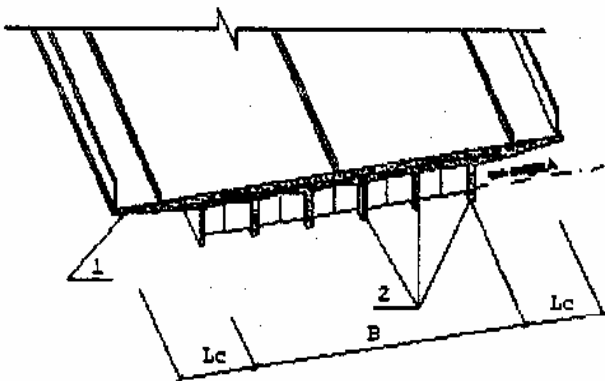
Більше 100 років у світі ведуть експериментально-теоретичні дослідження будівельного композиту – сталевібробетону. Сьогодні на основі світового досвіду можна назвати багато сталевібробетонних або сталевіброзалізобетонних конструкцій різного призначення, які пройшли шлях від створення до практичного застосування. Такі конструкції мають високі техніко-економічні показники. Серйозний досвід практичного застосування сталевібробетону накопичено у Австралії, Австрії, Бельгії, Німеччині, Китаї, Норвегії, Нідерландах, Росії, США, в Україні, Чехії, Японії та інших країнах [1-7 та ін.].

У числі конструкцій, які знайшли своє використання у закордонній та вітчизняній практиці, – конструкції дорожнього і аеродромного будівництва, улаштування підлог, елементи конструкцій автодорожніх і залізничних мостів, конструкцій спеціального призначення тощо. Але найбільш ефективним сталевібробетон виявився при реконструкціях, ремонтах і підсиленнях як окремих елементів, так і споруд у цілому.

У технічній закордонній літературі [4, 5, 8 та ін.] можна знайти інформацію про ефективність застосування сталевібробетона при будівництві та реконструкції жорстких дорожніх покриттів автомобільних шляхів.

Так, у США (штат Айова) у процесі ремонту сільського шляху на довжині 4 км було використано покриття зі сталевібробетону. Після 4 років експлуатації проведений аналіз стану шляху засвідчив, що дві ділянки покриття товщиною 76 мм із вмістом волокна 96 кг/м³, улаштовані на старе бетонне покриття товщиною 216 мм, практично залишилися у тому ж стані, що і у момент здачі у експлуатацію.

Вельми ефективним є використання сталевіброзалізобетону при реконструкціях мостів. Для збільшення габаритів (ширини) та вантажності прогонових будов мостів, а також для підвищення надійності та довговічності запропоновано [9] улаштування накладної плити зі сталевібробетону (рис.1). Жорстке з'єднання з балками існуючої прогонової будови моста сталевіброзалізобетонної накладної плити зверху забезпечує габарит проїзної частини та несну здатність моста.

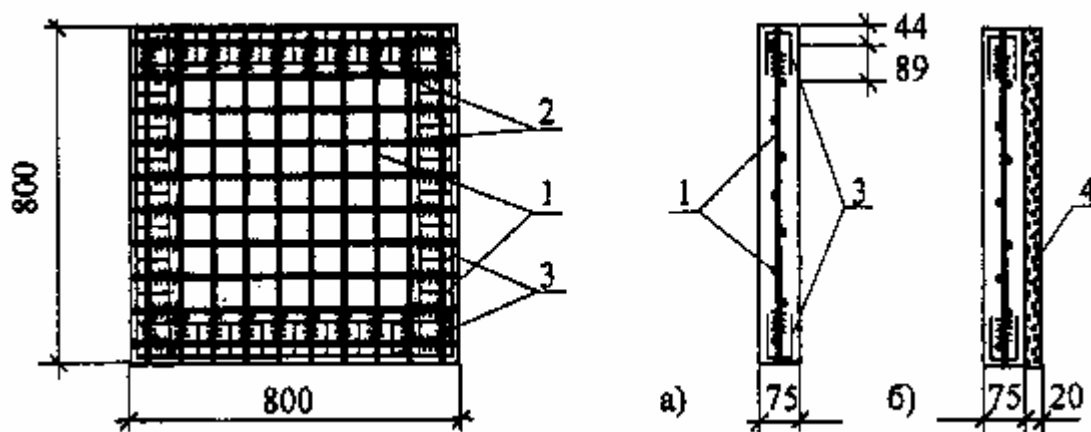


B – габарит існуючої прогонової будови моста; L_c – виліт консолей, яка збільшує габарит моста;
1 – сталевіброзалізобетонна накладна плита; 2 – залізобетонні балки прогонової будови

Рис. 1. Схема реконструкції прольотної будови моста накладною монолітною сталевіброзалізобетонною плитою

Останні експериментально-теоретичні дослідження [6, 7, 10] показують, що найбільш перспективним об'єктами для підсилення за допомогою тонкого шару сталевібробетону є плоскі та об'ємні залізобетонні конструкції. При такому використанні матеріалу підсилення сталеві фібри проникають у тріщини, раковини, каверни та інші пошкодження підсилюваної конструкції, зашпаровуючи зазначені дефекти. З'являється нова конструкція з новими властивостями, складена з блоків підсилюваного бетону, об'єднаного сталевібробетоном. Це дозволяє відновити експлуатаційні якості практично повністю зруйнованих тонкостінних залізобетонних конструкцій.

Випробування залізобетонних плит, спочатку повністю зруйнованих, а потім відновлених за рахунок підсилювального шару сталевібробетону (рис. 2), продемонстрували їх достатньо високі експлуатаційні якості [10]. Міцність підсилених плит досягла 65...85% від міцності суцільних неушкоджених попередньо напружених, випробуваних до руйнування на першому етапі досліджень. Тріщиностійкість відновилася трохи менше, але теж була достатньою і становила 40...60% від суцільних плит. Прогини при експлуатаційних рівнях навантаження знаходилися у межах, допустимих чинними нормативними документами. Відмічено, що після підсилення і зашпарування усіх тріщин, стиснута зона шаруватої конструкції працювала як єдина система. Зменшення міцності сталося за рахунок наявності концентраторів напружень, якими були первісні тріщини до підсилення.



*а – поперечний переріз плит серії I;
б – поперечний переріз плит, підсилених сталевібробетоном, серії II;
1 – попередньо-напружені стержні; 2 – спіралі; 3 – арматурні сітки;
4 – сталевібробетон*

Рис. 2. Схема армування дослідних зразків – плит [10]

Співставлення експериментальних і розрахункових даних показало, що для розрахунків зазначеної багатошарової системи можуть бути використані широко відомі в Україні обчислювальні комплекси ЛИРА або SCAD (рис. 3). Так, при навантаженнях, що відповідають експлуатаційним, максимальні відхилення між експлуатаційними і теоретичними значеннями становили 5...10 %.

Визначаючи ефективність роботи сталевібробетону у підсилених конструкціях, неможливо не відмітити позитивний досвід донецьких фахівців у справі підсилення просторових конструкцій – баштових градирен, силосів, бункерів, резервуарів, вугільних башт [6, 7] тощо.

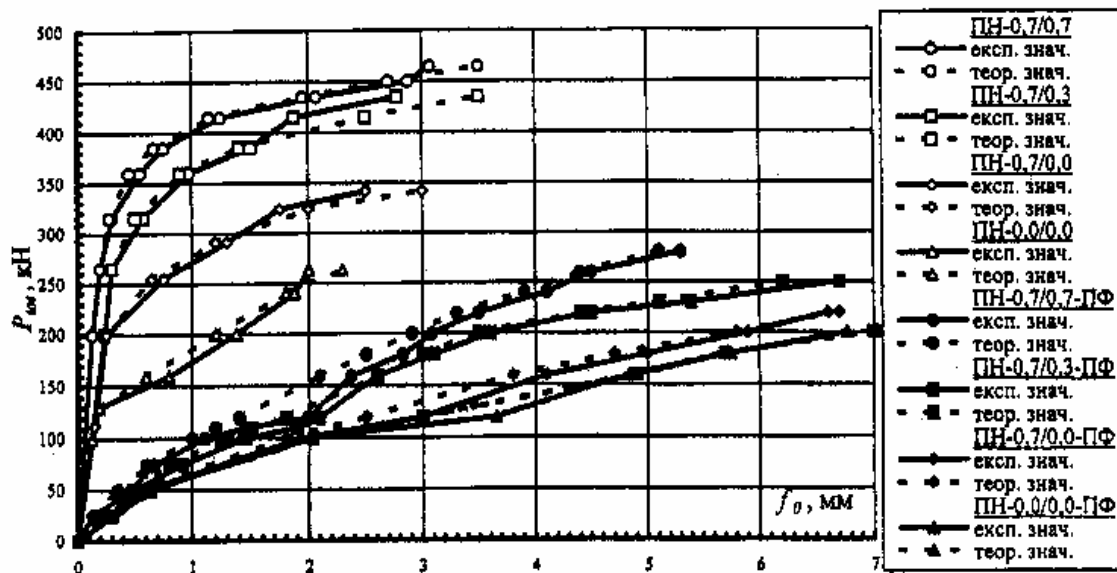
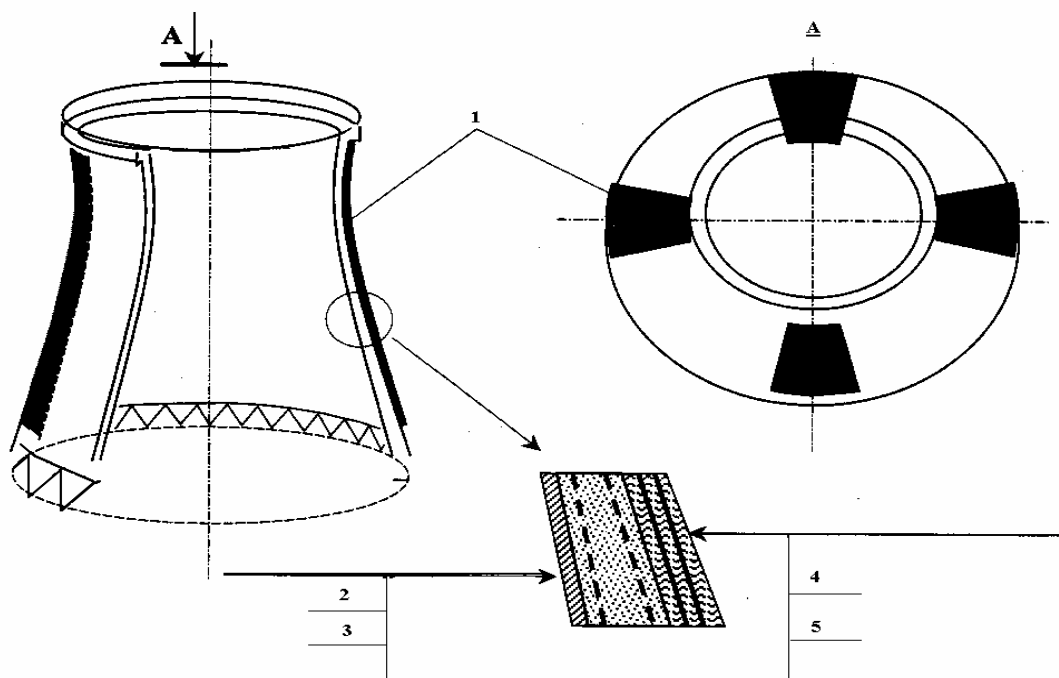


Рис. 3. Експериментальні та теоретичні графіки прогинів плит [10]

Як ефективний матеріал для підсилення залізобетонних просторових споруд широко застосовували сталеві фібробетон, який наносили методом торкретування [11]. При такому способі підсилення (рис. 4) улаштовують два торкретсталеві фібробетонні шари – зовнішній та внутрішній. Зовнішній призначений для відновлення несної здатності градирні, забезпечення її довговічності та сприйняття несприятливих розтягувальних напружень.

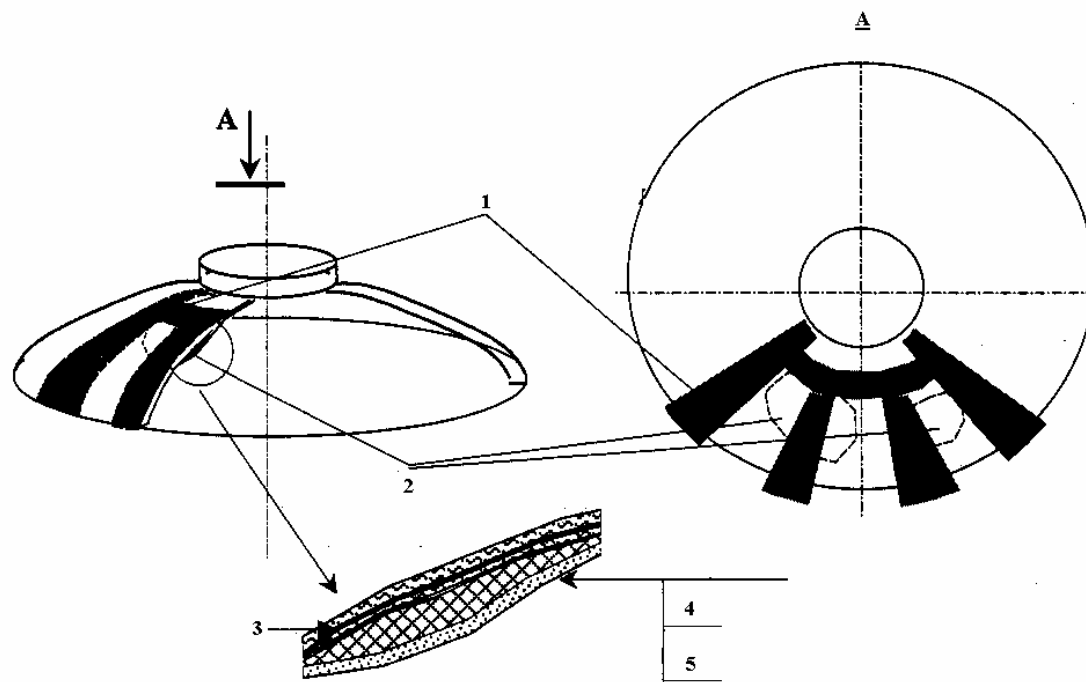


1 – жорсткий каркас із смуг підсилення; 2 – торкретсталеві фібробетонне покриття; 3 – просочування пароізоляцією ГКЖ – 94 м; 4 – торкретсталеві фібробетонне покриття з арматурною сіткою; 5 – оболонка градирні.

Рис. 4. Схема підсилення градирні Симферопольської ТЕЦ [6]

Товщина шару торкретсталефібробетону у цьому випадку становить 60...90 мм, а у верхній і середній зонах оболонки шар сталефібробетону був додатково армований стержневою арматурою. Внутрішній шар підсилення призначений для гідроізоляції бетону градірні і компенсації зруйнованих ділянок з боку внутрішньої поверхні. Товщина цього шару становила 20...40 мм. Для армування сталефібробетону використовували фібру 30x0,6 мм у кількості 1 % об'ємного армування.

Підсилений залізобетонний купол мав товщину 60 мм біля ліхтарного кільця та 100 мм – біля опорного кільця діаметром 29,6 м, стріла підйому становила 3,6 м (рис. 5).



- 1 – жорсткий каркас із смуг підсилення; 2 – втрата стійкості купола;
 3 – торкретсталефібробетонне покриття з арматурною сіткою;
 4 – пінопласт; 5 – існуюча плита купола.

Рис. 5. Схема підсилення купола радіального згушувача Колосніковської центральної збагачувальної фабрики [6]

Підсилення купола виконували з використанням технології торкретсталефібробетону у два етапи. На першому етапі на пошкоджених ділянках улаштовували криволінійні балки (стержні), перерізом 150x80 мм зі стержневим армуванням, які перетинали одна одну. Ці балки об'єднували з опорним і ліхтарним кільцями, що у комплексі уявляли фрагмент сітчастого купола. Таким чином, зовнішні навантаження передавали на нову конструкцію, а аварійну частину купола виключали з роботи. На другому етапі підсилення з внутрішнього боку купола відновлювали захисний шар з торкретсталефібробетону з високою тріщиностійкістю та довговічністю.

Досвід підсилення плоских і просторових конструкцій свідчить про те, що сталефібробетон завдяки унікальним деформаційним і міцнісним властивостям найкращим чином відповідає особливостям підсилення і експлуатації тонкостінних залізобетонних конструкцій і може застосовуватися при ремонті зазначених конструкцій у складі споруд, які мають дуже високий ступінь зношення.

Література

1. Рабинович Ф.Н. Бетоны, дисперсно армированные волокнами: обзорная информация. – М.: ВНИИСЭМ, 1976. – 13 с.
2. Экспериментальное исследование составной сталефибробетонной плиты проезжей части // Добоку ганнай ромбунсю. Пер. с яп., 1986. – № 374. – С. 301-308.
3. Fibrecrete properties. Pavement design/Aquila Steel Company Ltd. – Reverby. – NSW2212 Australia, 1983. – 53 p.
4. Colin D. Johnston. Steel fibre – reinforced concrete – present and future in engineering construction // Composites, 1982. – Vol.13. – N 2. – P. 113-121.
5. Walraven J. The evolution of concrete // Structural Concrete. Journal of the fib, March, 1999. – V.1 #1. – P. 3-11.
6. Кричевский А.П. Новые технологии, материалы и конструкции на основе сталефибробетона (материалы семинара). – Донецк – Харцызск, 2002. – 50с.
7. Кричевский А.П., Костороченко В.А. Опыт усиления железобетонных сооружений с применением технологии торкретсталефибробетона //Будівельні конструкції, будівлі та споруди. Вісник ДонДАБА. – Донецьк. – ДонДАБА, 2001. – Вип. 2001-5(30). – С. 19-22.
8. Талантова К.В., Толстнев С.В. Жесткие дорожные одежды из сталефибробетона //Пути повышения качества и эффективности строительства, реконструкции, содержания автомобильных дорог и искусственных сооружений на них. Тр. Всероссийской науч.- практ. Конф. – Барнаул, 2001. – С.34-39.
9. Талантова К.В., Толстнев С.В., Малышев С.В. Экспериментально – теоретические исследования работы составной конструкции пролетного строения автодорожного моста. ЭМФ – 2001. – Барнаул, 2001. – С. 234-242.
10. Цибульник І.О. Підсилення залізобетонних плит сталефібробетоном. Дис. ...канд.. техн. наук. – Київ, 2004. – 112 с.
11. Кричевский С.А. Прочность, деформативность и трещиностойкость торкретсталефибробетонных покрытий. Дис. ...канд.. техн. наук. – Київ, 1996. – 146 с.