

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК, ВИГОТОВЛЕНИХ І ПІДСИЛЕНИХ ТОРКРЕТУВАННЯМ

А.В. Мазурак
В.М. Калітовський
М.Я. Юхим
Т.А. Мазурак

Львівський національний аграрний університет

Постановка проблеми

Аналіз вітчизняного і зарубіжного досвіду проведення ремонтних робіт і відновлення експлуатаційного стану мостових конструкцій доводить ефективність використання "сухого" або "мокрого" способів торкретування. Ці методи дозволяють скоротити трудові витрати, так як суміщають в одному технологічному процесі приготування, транспортування і укладку бетонної суміші на ремонтну поверхню конструкції. Крім того, забезпечується висока адгезія, тобто зчеплення бетонної суміші із старим бетоном, так як суміш під дією стисненого повітря і кінетичної енергії забивається (цементне тісто) у маленькі шпаринки і тріщини ремонтваної поверхні. Крім того, ці методи дозволяють наносити тонкі ремонтні шари бетону.

Сучасне будівництво вимагає ефективного будівельного виробництва, підвищення якості проектних рішень, раціонального використання нових конструкцій і матеріалів, що в свою чергу потребує значних наукових, проектних і технологічних досліджень [1, 2, 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для підготовки і вивчення даної проблеми було розглянуто і вивчено ряд літературних джерел, в яких розглянуто різні методики дослідження залізобетонних елементів, в тому числі підсилених різними способами і матеріалами. Серед вивчених методик не вдалось знайти методик дослідження конструкцій, підсилених торкрет-бетоном. Тому за основу проведення даної методики досліджень був взятий власний досвід експериментальних досліджень [4].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми

Процес торкретування знайшов в останні роки широке застосування в різних сферах будівництва, проте ще й сьогодні не вивчені способи оцінки характеристик міцності, деформативності і тріщиностійкості залізобетонних конструкцій, підданих підсиленню торкретуванням, а також критерії забезпечення міцності зчеплення нового і старого бетону.

Формування цілей статті

Метою дослідження є відпрацювання методики визначення параметрів, деформативності, тріщиностійкості та міцності зчеплення нового та старого бетону при підсиленні згинаних залізобетонних елементів торкретуванням.

Виклад основного матеріалу

Розрахунок і конструювання експериментальних балок проводили згідно чинних норм як для звичайних залізобетонних зразків.

Базовий склад суміші, що був попередньо випробуваний на дослідних зразках, виконаних із торкретбетону сухим способом, мав такий відсотковий склад за ваговими показниками: пісок – 22 %; відсів – 9 %; щебінь фр. 2-5 мм – 20 %; щебінь фр. 5-10 мм – 25 %; цемент – 24 %. Використана пластифікувальна домішка сілол-латекс в кількості 0,15 % від маси цементу.

Міцність бетонів на стиск і розтяг при згині встановлювалася відповідно до вимог ГОСТ 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» на балочках розміром 40x40x160 мм, що були виготовлені із бетону і плит торкретбетону розмірами 600x600 мм (рис. 1, 2).



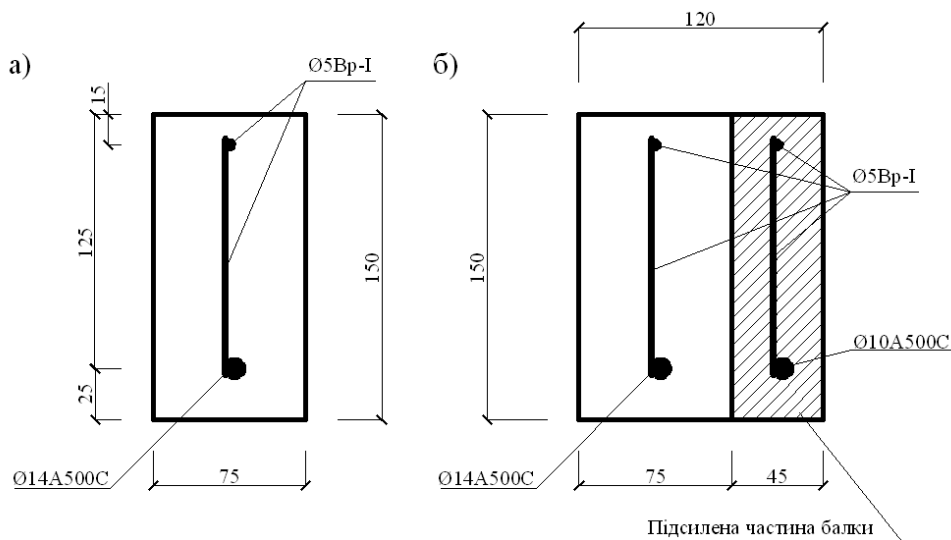
Рис. 1. Форма для виготовлення дослідних зразків торкрет-бетону



Рис. 2. Шар торкрет-бетону у формах дослідних зразків

Балки виготовлялись в лабораторних умовах Львівського регіонального науково-технічного центру ДерждорНДІ, досліджувалися матеріали балок і самі балки в лабораторіях ДерждорНДІ, ФМІ ім.Г.В.Карпенка НАНУ, ЛНАУ.

Серія проведених досліджень складалася з восьми дослідних балок розмірами (Lxhxb) 1650x150x75(150), чотири дослідні балки виготовлено залізобетонними за звичайною технологією (Б-1-1-1, Б-1-1-2), а дві з них (близнюки) піддано підсиленню технологією торкретування (Б-1-1-1пт, Б-1-1-2пт). Наступні чотири балки виготовлено з одного складу бетону і практично аналогічного армування, причому дві з них виготовлені класично (Б-1-2-1, Б-1-2-2), а дві – технологією торкретування з наступним розрізанням на окремі елементи (Б-1-2-1т, Б-1-2-2т) (рис. 3 і 4).

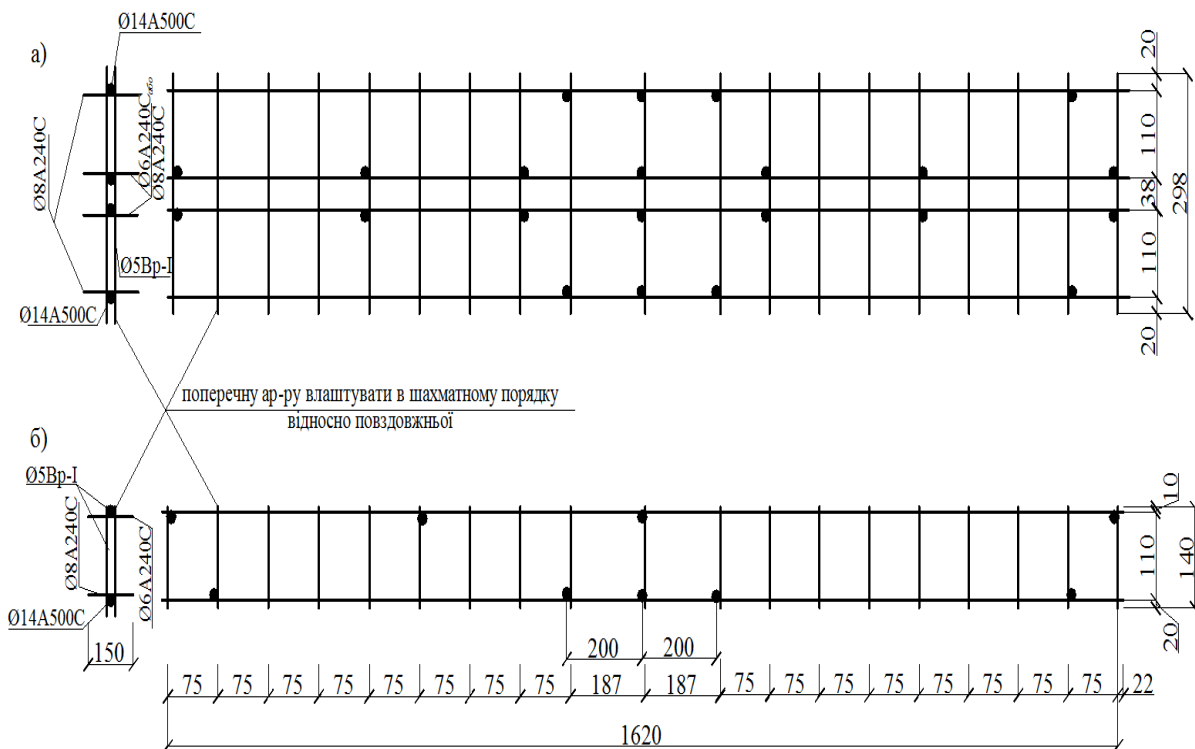


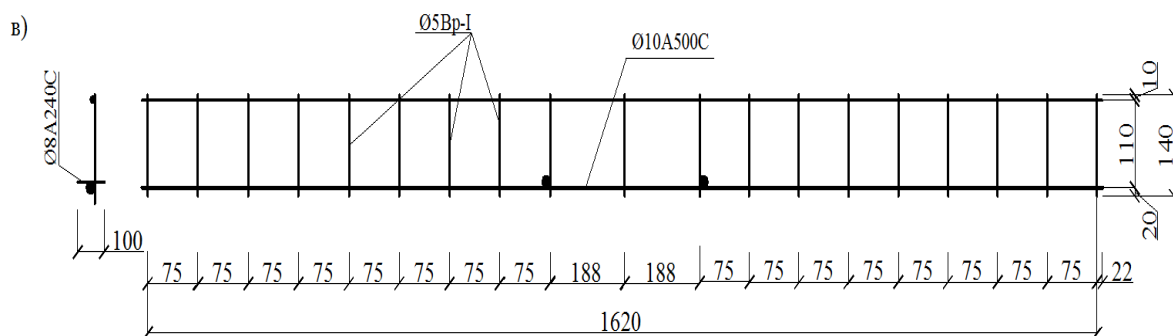
а – балки Б-1-1-1, Б-1-1-2, Б-1-2-1, Б-1-2-2, Б-1-2-1т, Б-1-2-2т;
 б – балки, що піддані підсиленню торкретуванням Б-1-1-1пт, Б-1-1-2пт

Рис. 3. Схема конструювання дослідних балок

Для визначення характеристик міцності, деформативності, тріщиностійкості експериментальних балок було проведено їх випробування на згин короточасним навантаженням.

Випробування проводили на 220 день з моменту бетонування. Навантаження балок відбувалося двома зосередженими силами, прикладеними до верхньої грані в третинах прольоту (рис. 5, 6). Робочий прольот дослідних балок становив 1500 мм. Навантаження прикладали ступенями $\Delta F < 0,05F_{\max}$ з витримкою після кожного ступеня 15 хв. З них 10 хв. відводили для стабілізації деформацій – до знімання показів приладів і 5 хв. – під час знімання показів.





а – балки Б-1-1-1, Б-1-1-2, Б-1-2-1, Б-1-2-2, Б-1-2-1п, Б-1-2-2п; *б* – Балки Б-1-2-1п, Б-1-2-2п;
в – додаткове армування балок Б-1-2-1п, Б-1-2-2п

Рис. 4. Армування дослідних балок

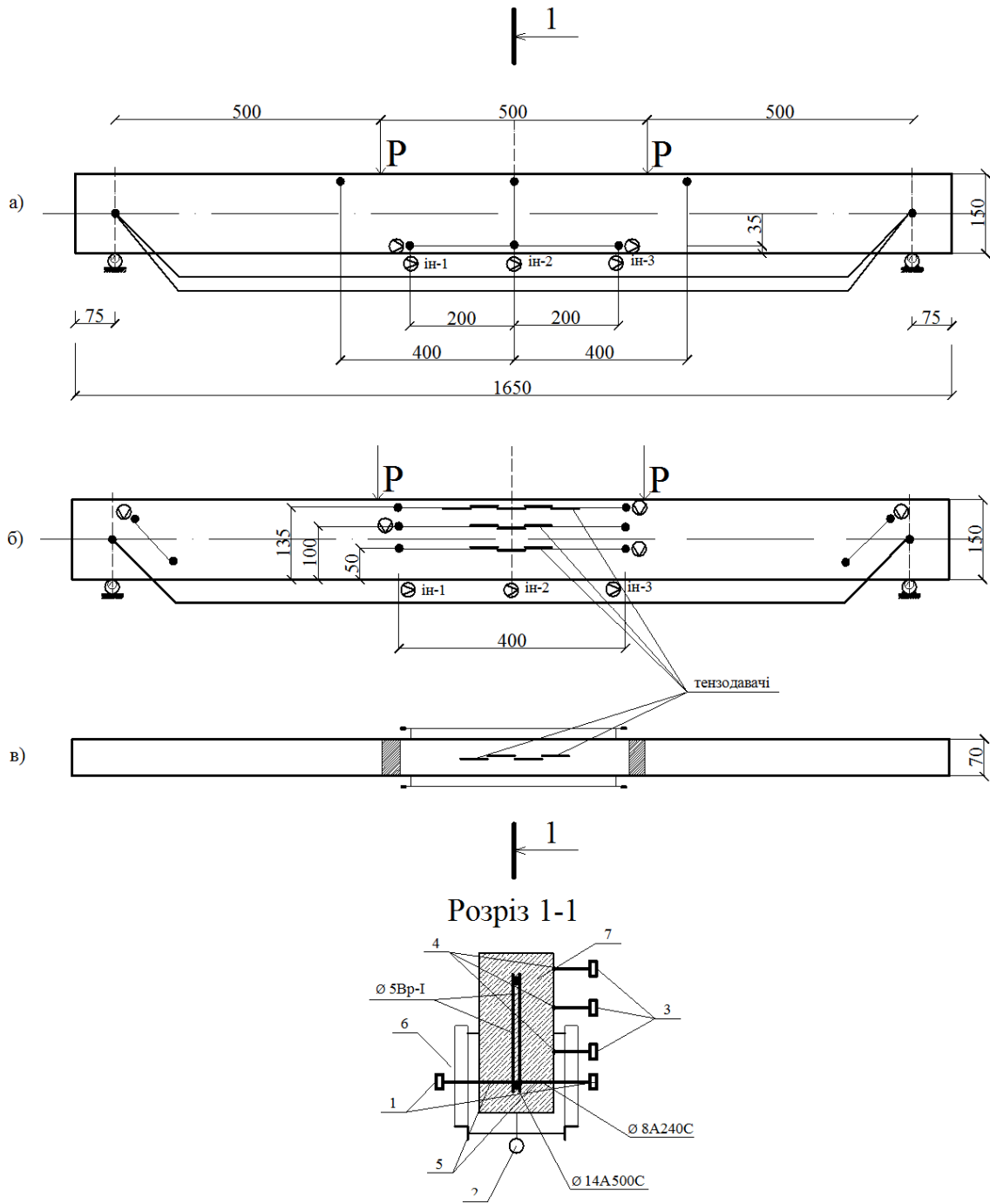
Зосереджені сили прикладали за допомогою гідравлічного домкрата потужністю 250 кН та розподільчої траверси. Значення зусилля контролювали зразковим динамометром, а також двома кільцевими динамометрами, розташованими на опорах балок. При цьому один динамометр був рухомою опорою із здатністю переміщатися в горизонтальному напрямку, а другий – нерухомою.

Прогини балок вимірювали за допомогою трьох індикаторів годинникового типу з ціною поділки 0,01мм. Індикатори кріпили на спеціальній металевій рамі, яка зберігала в процесі деформування балки свою геометричну вісь незмінною і була базисною лінією, від якої відраховували прогини. Незмінність базисної осі забезпечували точковим кріпленням на рівні нейтральної осі вище опор.

Деформації розтягу і стиску бетону вимірювали за допомогою трьох мікроіндикаторів годинникового типу із поділками шкали 0.001 мм на спеціальних компараторах, наклеєних на бокових гранях балки з базою 400 мм. Один мікроіндикатор закріплювали на рівні 135 мм від нижньої грані балки, що давало можливість встановлювати співвідношення деформацій, виміряних на рівні верхньої грані перерізу. Другий мікроіндикатор закріплювали на рівні 100 мм від нижньої грані балки, на розрахунковому рівні початку стиснутої зони бетону. Третій мікроіндикатор закріплювали на рівні 50 мм від нижньої грані балки, що давало можливість характеризувати розтягнуту зону бетону.

Деформації бетону в зоні дії максимального згинального моменту по висоті перерізу вимірювали електричними тензодавачами з базою вимірювання 50 мм. Їх наклеювали «ланцюжками» по висоті перерізу по осях мікроіндикаторів і на зовнішній верхній грані балки.

Деформації арматури вимірювали теж за допомогою мікроіндикаторів годинникового типу. Їх фіксували на спеціальних тримачах, прикріплених до виносних стержнів. Виносні стержневі відводи було закріплено контактним зварюванням до поздовжньої робочої арматури під час виготовлення каркасів.



1 – мікроіндикатори видовження робочої арматури; 2 – прогиноміри; 3 – мікроіндикатори розтягу і стиску бетону; 4 – тензодавачі; 5 – виносні стержні; 6 – металева рама для утримання прогиномірів; 7 – балка, що випробовується

Рис. 5. Схема розташування дослідних приладів при випробуванні балок

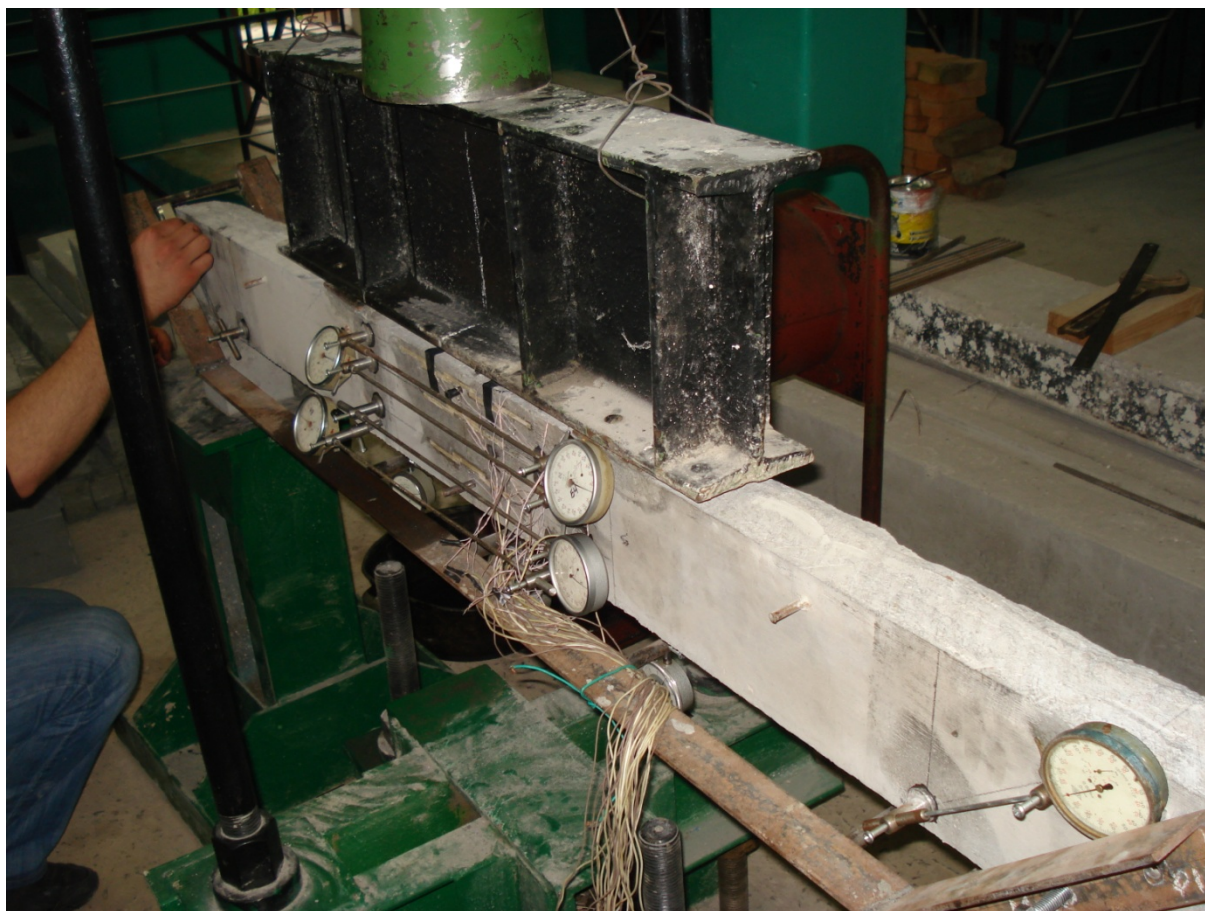


Рис. 6. Загальний вигляд дослідного стенду та розташування приладів

При виготовленні балок на виносні відводи були натягнуті гумові ущільнювачі, які після схоплення бетону в балках було усунуто, що забезпечило утворення невеликих порожнин, створених навколо них на всю глибину захисного шару бетону для відповідного вільного переміщення з робочою арматурою.

Під час випробувань проводили контроль за моментом тріщиноутворення і розвитком тріщин. Момент тріщиноутворення визначали за допомогою мікроскопа МПБ-2. Додатковою інформацією появи тріщин були «стрибки» або «випадання» в показах тензодавачів нижньої зони, через які вона пройшла. При допомозі мікроскопа МПБ-2 вимірювали ширину розкриття тріщин. Процес проходження і фіксацію розвитку тріщин проводили після кожного ступеня навантаження і заносили в журнал випробувань.

Висновки

Запропонована методика дозволила оцінити характеристики міцності бетону, торкрет-бетону і зразків виготовлених із нього, а також бетонних балок, підданих підсилению торкретуванням. При використанні даної методики випробувань вдалось дослідити основні параметри міцності, тріщиностійкості, деформативності балок в зоні дії максимального згинального моменту.

Проте опис напружено-деформованого стану і роботи таких багат шарових конструкцій потребує детальнішого вивчення і відпрацювання складніших методик.

Література

1. В.Г. Артюх, І.В. Санников // Торкрет – бетон у цивільних будинках, що реконструюються. Будівництво України, 2007, № 3. – С. 11-13.
2. В.Г. Микульський, Л.А. Игонин. // Сцепление и склеивание бетона в сооружениях. Стройиздат, М., 1965г., 114 с.
3. Я.А. Южневичюте, В.М. Багочюнас // О прочности контакта старого и нового бетона с суперпластификатором С-3. Бетон и железобетон. – № 2, 1986 г. – 33 с.
4. А.В. Мазурак, Ф.Є. Клименко, В.М. Барабаш // Несуча здатність попередньо напружених сталобетонних балок на ділянках дії поперечних сил. Монографія. – Львів: ЛДАУ 2000. –161 с.