

УДК 624.016:69.059

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ПІДСИЛЕННЯ ТРУБОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ З ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ПОШКОДЖЕННЯМИ

д.т.н., проф. Семко О.В., к.т.н., с.н.с. Воскобійник О.П., аспірантка
а Пархоменко І.О., Семко П.О., магістрант

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія
Кондратюка*

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Застосування трубобетонних конструкцій у якості несучих елементів сталезалізобетонних каркасів промислових та цивільних будівель на сьогодні є досить актуальним, особливо при підвищених вимогах до санітарно-гігієнічного стану, а також за необхідності прийняття значних експлуатаційних навантажень [1, 2].

Наявність локальних пошкоджень труби-оболонки (місцеві вигини, вирізи, тріщини й інші види різноманітних послаблень поперечного перерізу) трубобетонних конструкцій під час експлуатації може доволі суттєво впливати на особливості роботи, несучу здатність та інші показники експлуатаційної придатності конструктивних елементів тому актуальним є питання підсилення конструктивних елементів. На даний момент [6, 7] це питання є недостатньо досліджене і потребує вивчення.

В даній роботі сформульовано задачі та намічено основні напрями експериментальних досліджень трубобетонних елементів з різними способами підсилення. Основною метою роботи в рамках даних досліджень є на основі експериментальних даних проаналізувати ефективність різних способів підсилення трубобетонних конструкцій з пошкодженнями.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, в яких започатковане розв'язання даної проблеми. Питання дослідження підсилення залізобетонних і металевих конструкцій розглянуті в роботах Мальганова А.І. [3], Онуфрієва Н.М. [4], Бондаренка С.В. [5] та інших. Проте на сьогодні в Україні майже відсутні аналогічні рекомендації, методики щодо сталезалізобетонних конструкцій.

Виклад основного матеріалу досліджень. Головна перевага трубобетонних конструкцій – це спільна робота бетону і труби-оболонки, в наслідок чого має місце ефект обойми. За результатами попередніх досліджень [8, 9, 10] нами встановлено, що наявність дефектів або пошкоджень у таких конструктивних елементів суттєво зменшує або практично «зводять на нуль», ще до кінця невивчений, ефект обойми. Отже, основною задачею підсилення трубобетонних елементів є відновлення спільної роботи усіх складових даної конструкції.

На основі проведеного аналізу різних способів підсилення для залізобетонних і металевих конструкцій, було запропоновано декілька аналогічних способів підсилення для трубобетонних елементів, що уже мають пошкодження труби-оболонки.

Таблиця 1

Характеристики дослідних зразків

Ескіз зразків	Спосіб підсилення	Геометричні характеристики способів підсилення	Розташування тензодатчиків
	<p>арматурний стержень Ø5 мм, довжиною 50мм</p>	<p>1 шт.</p>	
		<p>2 шт.</p>	
	<p>Прямокутна металева накладка 100x50мм, t =5мм</p>		
	<p>Хомут t =5мм</p>		

Із метою встановлення ступеня впливу способів підсилення на несучу здатність, зміну характеру роботи під навантаженням та параметри напружено-деформованого стану трубобетонних елементів нами були проведені експериментальні дослідження, програма яких передбачала виготовлення та випробування коротких трубобетонних зразків (зі співвідношенням $l < 4D$), зокрема серії ТБп, що складалась зі 4 зразків із різними способами підсилення труби-оболонки:

- за допомогою арматурних стержнів (1 шт), шифр зразка ТБп-1;

- за допомогою арматурних стержнів (2 шт), шифр зразка ТБпп-4;
- за допомогоюметалевої накладки (100x50мм), шифр зразка ТБпп-2;
- за допомогоюметалевого хомута, шифр зразка ТБпп-3.

Прийнята програма та методика проведення експериментальних досліджень, фізико-механічні властивості матеріалів, схеми розташування тензодатчиків та конструкція дослідних зразків наведена в таблиці 1.

Всі зразки випробовувались на центральний стиск з центруванням по геометричному та фізичному центру зразка шляхом прикладання пробного навантаження, рівного приблизно 0,2 від очікуваного граничного, та порівняння значень поздовжніх деформацій по колу. Під час випробування фіксувалися зусилля, що відповідають початку текучості металу труби-оболонки (N_u) та N_u , після досягнення якого дослідний зразок переставав сприймати навантаження, що приймалося за критерій руйнування елемента, хоча при цьому зразок не втрачав своєї цілісності та продовжував працювати в позаграничному стані, зазнаючи суттєвих пластичних деформації на низхідній гілці діаграми фізичного стану.

При виконанні експерименту зразки ТБпп-1 та ТБпп-4 мали схожий характер руйнування, тобто розкриття вже існуючих пошкоджень та утворення гофр в при опорних ділянках. У зразка ТБпп-2, за рахунок збільшення поперечного перерізу накладкою, гофра утворилася з протилежної сторони дефекту та відбулася втрата місцевої стійкості. Так як зразок ТБпп-3 був підсилений по всьому перерізу дослідного зразка відбувалося поперечне розширення без значного розкриття існуючого пошкодження (рис. 1).

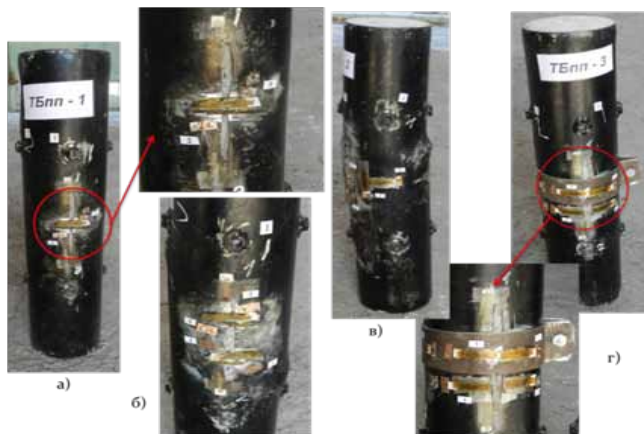


Рис. 1. Дослідні зразки після випробування: а – ТБпп-1, б – ТБпп-4; в – ТБпп-3; г – ТБпп-2.

Отримані графіки головних деформацій свідчать про складний напружено-деформований стан в зоні розташування підсилень (рис.

2). Так для зразка ТБпп-3 очевидно, що обраний спосіб підсилення у вигляді хомути, вступає у спільну роботу з дослідним елементом і спостерігається збільшення ефекту обойми. Для зразка ТБпп-2, де підсилення металеву накладкою, відбувається також позитивний вплив, елемент підсилення вступає у спільну роботу.

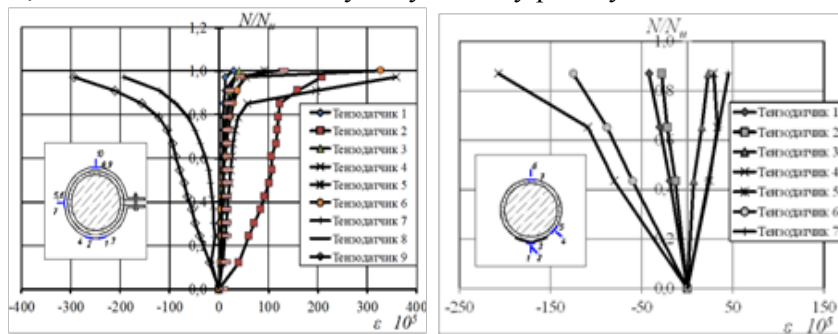


Рис. 2. Графік зміни поздовжніх деформацій дослідних зразків: а – ТБпп-3, б – ТБпп-2.

По зафіксованим за допомогою індикаторів годинникового типу у процесі випробування поздовжнім деформаціям побудовані характерні кругові графіки зміни поперечних деформацій дослідних зразків при різних рівнях навантаження (рис. 3).

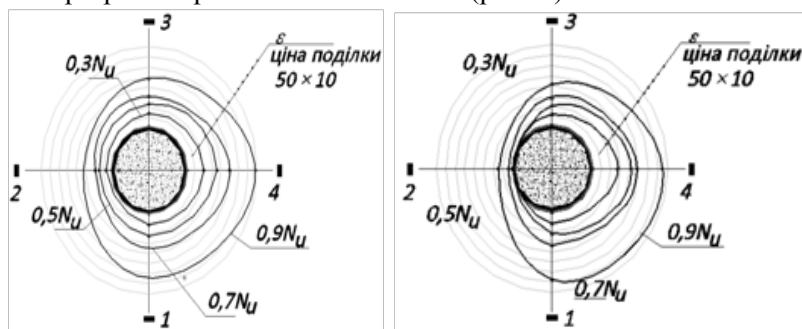


Рис. 3. Графіки зміни поперечних деформацій по периметру зразка при різних степенях завантаження: а – ТБпп-1, б – ТБпп-3.

Експериментально встановлено, що характерною особливістю роботи трубобетонних конструкцій є утворення гофр у приопорних зонах, коли ж вони відсутні або виникають уже після втрати місцевої стійкості, ефект обойми у таких конструкцій практично відсутній і підсилення у цьому випадку не дає бажаного результату.

Таким чином, аналіз результатів проведених експериментальних досліджень та виконані розрахунки дозволяють зробити висновок, що найбільш ефективним способом підсилення є хомут, він обтискає елемент з усіх боків та не дає розкриватись уже існуючому

пошкодженню.

Висновки. У статті наведені результати експериментальних досліджень різних способів підсилення трубобетонних елементів з локальними пошкодженнями труби-оболонки. Визначено найбільш ефективний спосіб підсилення, що включається в спільну роботу з дослідним зразком та збільшує ефект обойми.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Стороженко Л.И. Трубобетонные конструкции. – К.: Будівельник, 1978. 82 с.
2. Стороженко Л.И. Сталежелезобетонные конструкции [Текст] / Л. И. Стороженко, О.В. Семко, В.И. Ефименко. – К. : Четверта хвиля, 1997. – 160 с.
3. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий : атлас схем и чертежей [Текст] /А. И. Мальганов, В. С. Плевков, А. И. Полищук. – Томск : Том. ун-т, 1990. – 456 с.
4. Онуфриев, Н.М. Усиление железобетонных конструкций промышленныхзданий и сооружений / Н.М. Онуфриев.– Минск: Выш. шк., 1986. – 200 с.
5. Усиление железобетонных конструкций при реконструкции зданий / С.В. Бондаренко, Р.С. Санжаровский . М. : Стройиздат, 1990 . 352с.
6. Семко О.В. Керування ризиками при проектуванні та експлуатації сталезалізобетонних конструкцій [Текст] : монографія / О.В. Семко, О.П. Воскобійник. – Полтава : ПолтНТУ, 2012. – 514 с.
7. Сталезалізобетон: надійність, технічні стани, ризики : монографія /О. П. Воскобійник. – Донецьк : Донбас, 2014. – 394 с.
8. Семко О. В. Особливості роботи трубобетонних конструкцій з локальними пошкодженнями труби-оболонки / О. В. Семко, О. П. Воскобійник, І. О. Пархоменко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2013. – Вип. 27. – С. 207–214.
9. Воскобійник О.П. Методика експериментальних досліджень трубобетонних елементів з пошкодженнями труби-оболонки [Текст] / О.П. Воскобійник, І.О. Пархоменко, Є.В. Дмитренко // Будівельні конструкції : зб. наук. праць. – К. : НДІБК, 2012. – Вип.74. – С. 152–159.
10. Воскобійник О.П. Експериментальні дослідження трубобетонних елементів з локальними пошкодженнями труби-оболонки [Текст] / О.П. Воскобійник, А.В. Гасенко, І.О. Пархоменко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. –Вип.№25. –2013 – Рівне, НУВГП.