

УДК 624.016:69.059

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТАЛЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА РОБОТУ ТРУБОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ З ОСЛАБЛЕННЯМИ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА РАБОТУ ТРУБОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ОСЛАБЛЕНИЯМИ

EXPERIMENTAL RESEARCH OF INFLUENCE VERTICAL STEEL ELEMENTS ON DESTRUCTION OF CONCRETE FILLED STEEL TUBULAR STRUCTURES WITH DEFECTS

Стороженко Л.І., д.т.н., проф., Пархоменко І.О., аспірант, Семко П.О., магістр (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, м. Полтава)

Стороженко Л.И., д.т.н., проф., Пархоменко И.О., аспирант, Семко П.О., магистр (Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, г. Полтава)

Storozhenko L.I., doc. of sc., prof., Parhomenko I.O., graduate student, Semko P.O., master (Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Poltava)

Проаналізовано вплив вертикальних сталевих елементів трубобетонних конструкцій з ослабленнями на їх характер роботи та напружено-деформований стан. Експериментально підтверджено, що ребра жорсткості можуть застосовуватись в якості елементів підсилення трубобетонних конструкцій.

Проанализировано влияние вертикальных стальных элементов трубобетонных конструкций с ослаблениями на их характер работы и напряженно-деформированное состояние. Экспериментально подтверждено, что ребра жёсткости могут применяться в качестве элементов усиления трубобетонных конструкций.

Analyzed the influence of the vertical steel elements of concrete filled steel tubular structures with defects on their nature of work and stress-strain state. Experimentally confirmed that stiffening ribs can be applied as elements amplification of concrete filled steel tubular structures.

Ключові слова:

Трубобетон, пошкодження, ребро жорсткості.
 Трубобетон, повреждения, ребро жесткости.
 Concrete filled steel tubes, defects, stiffening ribs.

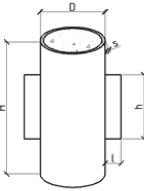
Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Наявність локальних ослаблень труби-оболонки (місцеві вигини, стики, вирізи, тріщини й інші види різноманітних послаблень поперечного перерізу) трубобетонних конструкцій під час експлуатації може доволі суттєво впливати на особливості роботи, несучу здатність та інші показники експлуатаційної придатності такого типу конструктивних елементів, тому актуальним є питання підсилення такого типу конструктивних елементів зокрема за допомогою вертикальних сталевих елементів (ребер жорсткості).

На даний момент достатньо вивчено питання впливу різних видів дефектів та пошкоджень на напружено-деформований стан трубобетонних елементів [4, 5, 6], про що свідчать **останні дослідження та публікації, в яких започатковане розв'язання даної проблеми** [1, 2, 3], але питання підсилення таких конструкцій потребує подальших експериментальних та теоретичних досліджень.

Основною **метою роботи** є отримання експериментальних даних про вплив вертикальних сталевих елементів на несучу здатність та характер роботи трубобетонних конструкцій з ослабленнями для оцінки їх потенційної придатності при використанні їх в якості підсилень трубобетонних елементів з дефектами.

Таблиця 1.

Геометричні характеристики дослідних зразків

Схема дослідного зразка	Шифр зразка	Висота зразка, H, мм	Висота опорного ребра, h, мм	Ширина опорного ребра, l, мм	Товщина опорного ребра, t, мм	Діаметр труби, D, мм	Товщина стінок, s, мм
	ТБе-1	330	-	-	-	159	4,5
	ТБе-3	580	40	40	8		
	ТБе-8	320	160	160	8		
	ТБе-2	310	80	160	8		
	ТБе-5	310	120	160	4		
	ТБе-6	340	120	40	8		
	ТБе-7	320	160	40	4		

Виклад основного матеріалу досліджень. Виходячи з поставленої задачі експериментально дослідити особливості роботи вертикальних сталевих елементів (ребер жорсткості) трубобетонних колон у складі сталезалізобетонних конструкцій залежно від конструктивних рішень (зокрема площі та товщини) ребер та схем завантаження, були запроєктовані дослідні зразки (табл.1).

Трубобетонні зразки виготовлялись з електрозварної труби (за ГОСТ 10705, не армована, клас сталі Ст.3, діаметр 159 мм, товщина стінки 4,5 мм) та бетону класу С20. Для порівняння впливу ребер жорсткості в одному зразку вони були повністю відсутні. Загальний вигляд дослідних зразків наведено на рис. 1.

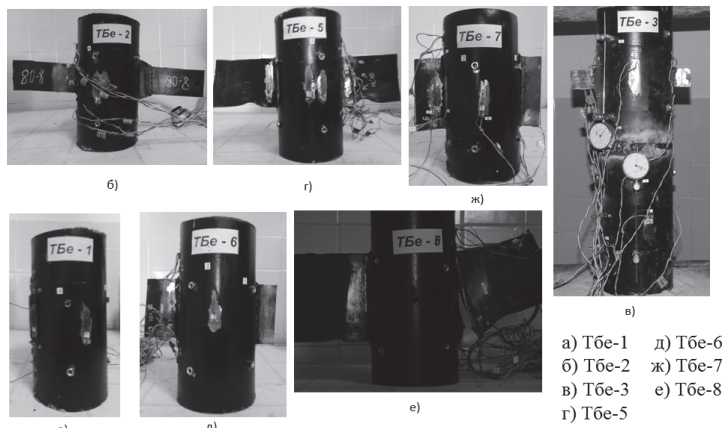


Рис. 1. Загальний вигляд зразків прийнятих до випробування

Вертикальні сталеві елементи приєднувалися шляхом ручного електродугового зварювання (електродами Э42, з катетом шва 4 мм) до коротких трубобетонних елементів. Використовувався інвенторний зварний апарат марки Telwin Force 145: однофазний, переносний, зварочний інвентор постійної напруги з повітряним охолодженням.

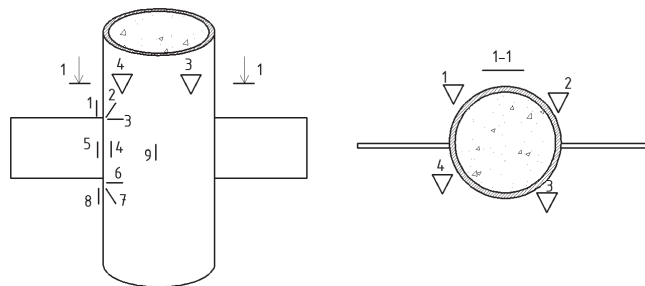


Рис. 2. Схема розміщення вимірювальних приладів

Під час проведення експериментальних досліджень вимірювалась зміна деформацій у зоні приварювання ребер до трубобетонного елемента. Вимірювання деформацій проводилось за допомогою електротензорезисторів та індикаторів годинникового типу (схема розташування яких показана на рис. 2), що дозволило отримати експериментальні дані про особливості роботи ребер жорсткості трубобетонних елементів з ослабленнями.

При виконанні експерименту усі зразки мали схожий характер руйнування (рис. 4). Лінії Людерса-Чернова починають виникати уже при завантаженні $0,5 N/Nu$, спочатку біля місця прикладання зусилля (тобто у приопорній зоні), а пізніше і по всій поверхні зразка. Утворюються характерні для трубобетону гофри у приопорній частині зразка, але зразок в цілому продовжує сприймати навантаження. Руйнування зразка відбувається внаслідок втрати місцевої стійкості, тобто розкриття уже існуючих ослаблень (рис. 3). При завантаженні в середньому $0,8 N/Nu$ відбувається викришування бетону. Наявність вертикальних сталевих елементів збільшує загальну жорсткість навіть при наявності ослаблень, у вигляді повздовжніх розривів оболонки.



Рисунок 3. Особливості характеру руйнування

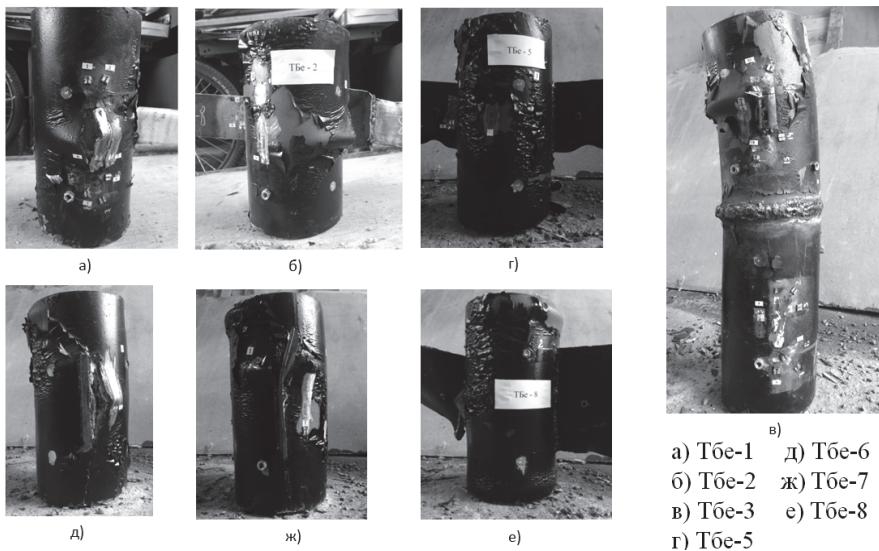


Рис. 4. Трубобетонні елементи з ребрами жорсткості після випробувань

На рисунках 5 та 6 наведені типові графіки зміни повздовжніх деформацій дослідних зразків серії ТБе залежно від рівня завантаження, що свідчать про зростання нерівномірності деформування по колу при збільшенні параметрів ослаблень. Графіки зміни головних деформацій від рівня завантаження, отримані за допомогою обробки показань електрорезисторів, встановлених розетками, свідчать про складний напружено-деформований стан трубобетонних зразків в зоні розташування ребер жорсткості.

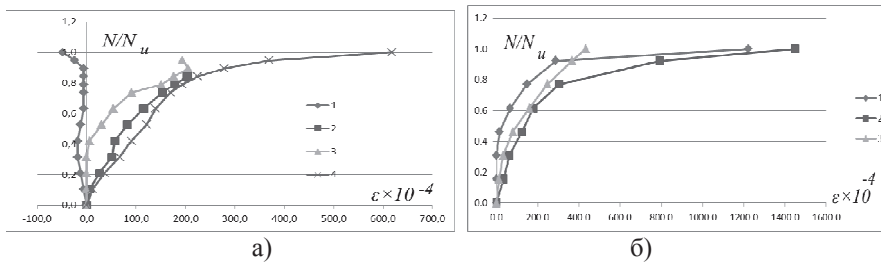


Рис. 5. Деформації за результатами показань індикаторів годинникового типу на зразках: а) - ТБе-2; б) - ТБе-6.

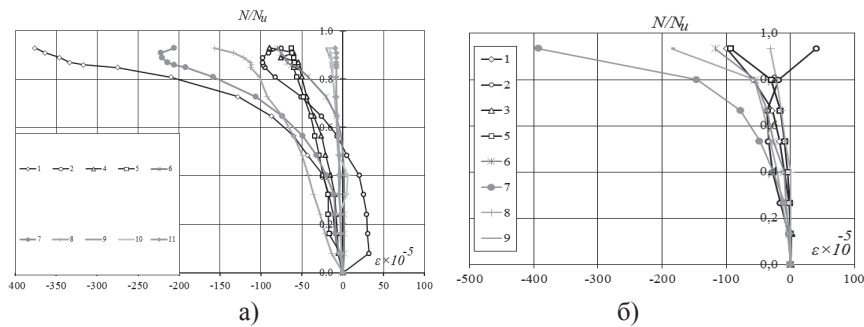


Рис. 6. Деформації за результатами показань розеток тензодатчиків на зразку, а) ТБе-1 б) ТБе-7.

Аналізуючи показники тензодатчиків та їх розміщення на дослідному зразку, під час проведення експерименту, зокрема стадії втрати несучої здатності, спостерігався нерівномірний характер зростання деформацій в залежності від наявності чи відсутності вертикальних сталевих елементів, що свідчить про суттєвий вплив ребер жорсткості на несучу здатність. Зокрема на прикладі дослідного зразка ТБе-2 найбільш чітко спостерігався описаний вище характер роботи. Щодо порівняння несучої здатності дослідних зразків з вер-

тикальними сталевими елементами та без них на прикладі двох однакових зразків (ТБе-5 з розмірами ребер жорсткості 120x160 товщиною 4 мм та ТБе-1) дозволяє зробити висновок про збільшення несучої здатності трубобетонного зразка з підсиленням на 19%, що свідчить про актуальність даної роботи і необхідність подальших експериментальних та теоретичних досліджень.

Висновки. У статті наведені результати експериментальних досліджень впливу вертикальних сталевих елементів на роботу трубобетонних конструкцій з ослабленнями.

1. Семко О.В. Імовірнісні аспекти розрахунку сталезалізобетонних конструкцій [Текст] : монографія / О.В. Семко. – К. : Сталь, 2004. – 316 с. **2.** ДБН В.2.6-160:2010. Конструкції будинків і споруд. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення [Текст] : чинний з 2011-09-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 55 с. **3.** Воскобійник О.П. Сталезалізобетон: надійність, технічні стани, ризики [Текст]: монографія / О.П. Воскобійник. – Донецьк: Донбас, 2014. – 394 с. **4.** Воскобійник О.П. Методика експериментальних досліджень трубобетонних елементів з дефектами та експлуатаційними пошкодженнями [Текст] / О.П. Воскобійник, І.О. Пархоменко, О.О. Бурцайло // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. – Вип.№23. –2012 – Рівне, НУВГП. – С. 133 – 140. **5.** 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. **6.** 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. **7.** Семко О.В. Керування ризиками при проектуванні та експлуатації сталезалізобетонних конструкцій [Текст] : монографія / О.В. Семко, О.П. Воскобійник. – Полтава : ПолтНТУ, 2012. – 514 с.