

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК З АРМУВАННЯМ ТРУБАМИ

Л.І. Стороженко

О.В. Нижник

Т.П. Куч

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Постановка проблеми

Сучасне будівництво як в Україні, так і за кордоном характерне розвитком та впровадженням у практику великого різноманіття економічно вигідних матеріалів і оптимальних будівельних конструкцій, які задовольняють вимоги зменшення металоемності, маси, зниження трудомісткості виготовлення, монтажу і підвищення несної здатності. Серед таких конструктивних елементів одне з пріоритетних місць при зведенні промислових та цивільних будівель по праву займають несні сталезалізобетонні конструкції, в яких вдало поєднано властивості двох матеріалів – бетону та сталі, що сприяє їх спільній раціональній роботі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Багаторічними дослідженнями, проведеними вітчизняними та зарубіжними вченими, доведено, що сталезалізобетонні елементи раціонально застосовувати у вигляді згинаних конструкцій для перекриття великих прольотів, у вигляді стійок, що сприймають великі стискальні навантаження [1, 2, 4].

Розвиток ефективних способів з'єднання металевих елементів сприяє широкому застосуванню прокатних профілів як арматури залізобетонних конструкцій [3].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми

На даний час у багатьох містах України збудовані численні будівлі та споруди різного призначення із застосуванням сталезалізобетонних елементів. Поперечні перерізи таких елементів можуть бути найрізноманітнішими: з армуванням стрічковою листовою арматурою, прокатними сталевими профілями. До таких конструкцій належать і сталезалізобетонні балки з армуванням трубами, дослідження яких дає можливість провадження нових конструктивних форм у будівництво.

Формулювання цілей статті

Розробити методику проведення експерименту та дослідити роботу сталезалізобетонних балок з армуванням трубами на дію згинального моменту та поперечної сили.

Виклад основного матеріалу

У якості досліджуваних зразків були використані сталезалізобетонні балки з армуванням трубами (рис.1), що складаються із залізобетонної лінійної конструкції 1 та зовнішньої сталеві труби 2, яка виконує роль жорсткої арматури. Для армування плити застосовується арматурна сітка 3. Труба з'єднується із залізобетонною плитою за допомогою сталевих трубок 4. На цю конструкцію отримано патент [5].

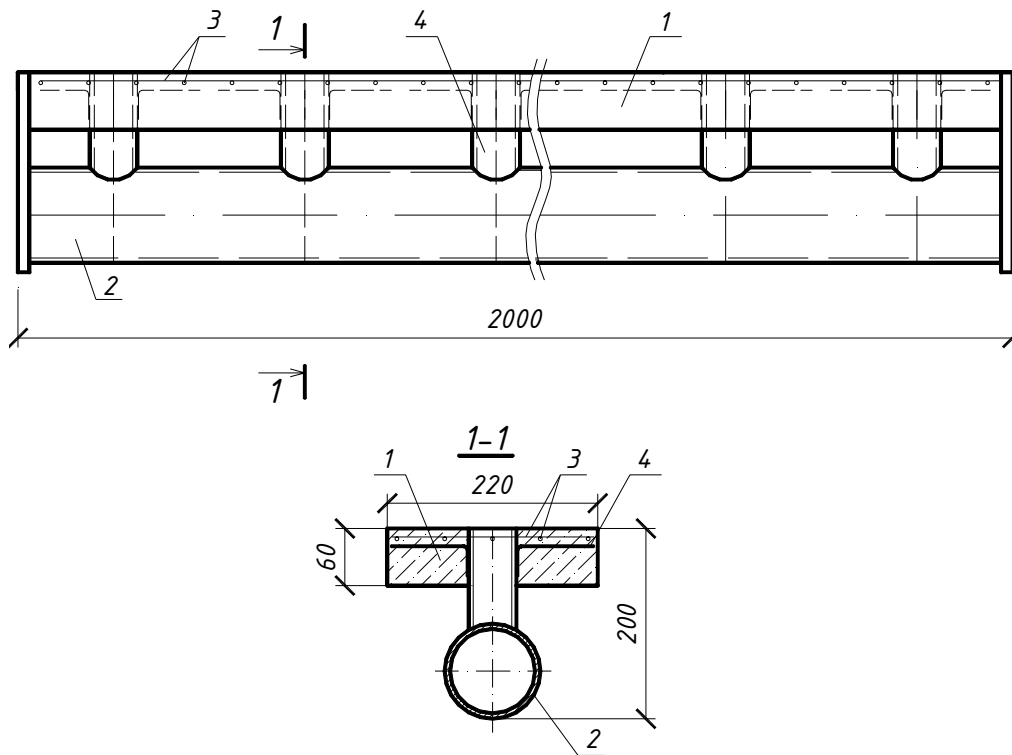


Рис. 1. Сталезалізобетонна балка з армуванням трубою

Очевидно, що несна здатність згинаних сталезалізобетонних елементів з армуванням трубами залежить від міцності прийнятих матеріалів, товщини залізобетонної складової, діаметру сталеві труби і наявності додаткових анкерів для забезпечення спільної роботи бетону та сталі.

При розробці програми експериментальних досліджень була поставлена задача визначити несну здатність і особливості деформування та руйнування елементів із урахуванням фізико-механічних властивостей матеріалів та геометричних розмірів конструкцій при різних схемах прикладання навантаження. Випробовування конструкції на дію згинального моменту проводилися шляхом утворення зони чистого згину при зменшенні відстані між прикладеними силами до 500 мм (серія Б-1). При випробовуванні на дію поперечної сили відстань між зусиллями становила 1000 мм (серія Б-2).

Випробовування зразків проводилося на дію короткочасного навантаження, яке прикладалися на балку ступенями, що дорівнювали 1/10-1/15 від розрахункового руйнівального з 5...10 хвилинною витримкою, на протязі якої знімалися відліки по тензорезисторам, фіксувалися покази прогиноміра.

Під час проведення досліджень напружено-деформованого стану експериментальних зразків відмічалися особливості характеру руйнування та розвитку тріщин бетону, а також інтенсивність росту прогинів елемента в цілому.

В ході проведення досліджень нормальних перерізів експериментальних зразків під дією навантаження відмічались розвиток нормальних тріщин бетону при збільшенні навантаження до критичного, характер руйнування бетонної полиці та спостерігалась текучість сталеві труби. Відмічалась також інтенсивність росту прогину від початку роботи балки до пластичної стадії.

В результаті вимірювання переміщень посередині прольоту та виникнення мікротріщин в крайніх волокнах досліджуваних зразків, що заміряні за допомогою прогиноміра та електротензорезисторів, отримано графіки залежності деформацій від навантаження.

При дослідженні на дію згинального моменту зона чистого згину становила 500 мм, в ній же посередині прольоту розміщувалися вимірювальні прилади – тензорезистори, наклеєні на трубі та поличці, та прогиномір для визначення прогинів. Отриманий графік залежності деформацій від навантаження наведено на рис. 2.

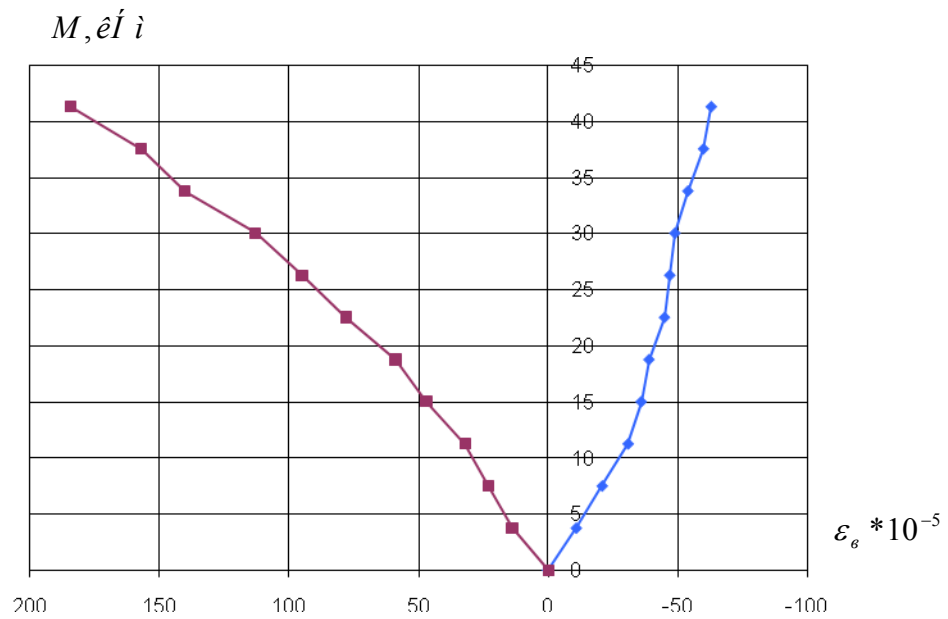


Рис. 2. Залежність поздовжніх деформацій від величини згинального моменту в крайніх волокнах досліджуваних зразків серії Б-1

При дослідженні на дію поперечної сили зона чистого згину становила 1000 мм. Отриманий графік залежності деформацій від навантаження наведено на рис. 3.

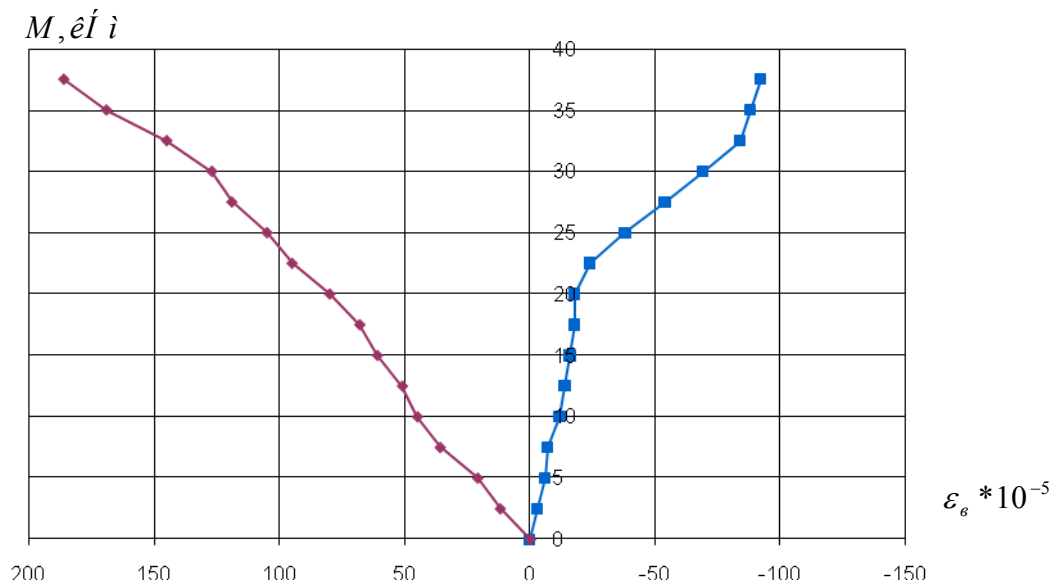


Рис. 3. Залежність поздовжніх деформацій від величини згинального моменту в крайніх волокнах досліджуваних зразків серії Б-2

Із графіків видно, що на початкових стадіях навантаження, виникають переважно пружні деформації. На подальших рівнях навантаження, що відповідають деформаціям, при яких спостерігається текучість та відбувається утворення тріщин на бетонній полиці, вичерпується несна здатність зразка.

При деформації балки Б-1 спостерігалася пружна робота арматури і бетону до досягнення 75 % навантажень від руйнівного. Після цього спостерігалися значні тріщини в бетонній полиці, за рахунок чого відбувалось повне зруйнування бетонної полиці посередині при навантаженнях, що відповідали руйнівним $M \leq M_u$ прогин досягнув 1,4 см (рис. 4), після чого балка втратила свою несну здатність.

При випробовуванні балки Б-2 на дію поперечної сили спостерігалися утворення характерних похилих тріщин в приопорній зоні. Руйнування конструкції відбувалось пластично, прогин балок сягнув близько 1,2 см.

Із проведених досліджень можна зробити висновок, що сталезалізобетонні елементи з армуванням трубами руйнувалися не крихко, а пластично, що характерно для сталезалізобетонних конструкцій, тому за несну здатність приймалося зусилля, що відповідало максимальному навантаженню, яке здатне витримувати зразок. Так, несна здатність балки серії Б-1 становить $M=42$ кНм, а для серії Б-2 $M=37$ кНм

На момент руйнування залізобетонної стиснутої полицки для серії Б-1 деформації крайніх розтягнутих волокон становили $\epsilon=180 \times 10^5$, крайніх стиснутих – $\epsilon=70 \times 10^5$, а для серії Б-2 деформації крайніх розтягнутих волокон становили $\epsilon=185 \times 10^5$, крайніх стиснутих – $\epsilon=90 \times 10^5$.

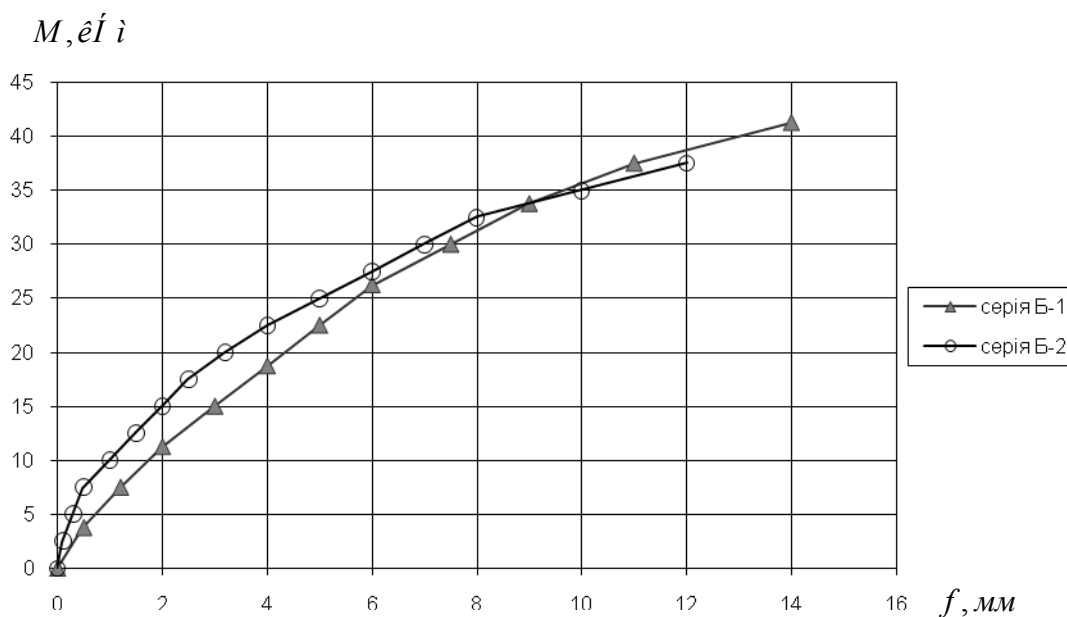


Рис. 4. Залежність прогину від навантаження по прогиноміру для балок серії Б-1 та Б-2

Для вивчення напружено-деформованого стану досліджуваних конструкцій були побудовані епюри розподілу деформацій по висоті нормального перерізу (рис. 5, 6) з яких видно, що всі балки на початкових стадіях працюють пружно, нейтральна лінія не змінює своє положення, на цих стадіях справджується гіпотеза плоских перерізів, оскільки деформації розподіляються за лінійним законом.

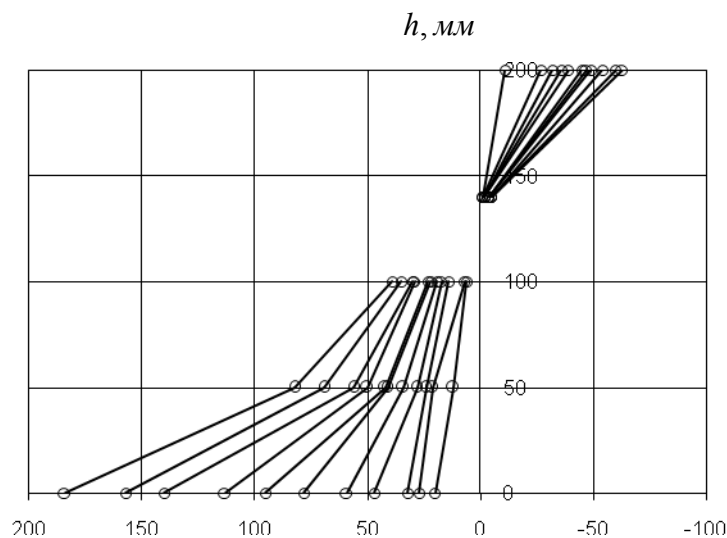


Рис. 5. Епюри розподілу деформацій по висоті нормального перерізу зразків для балки серії Б-1

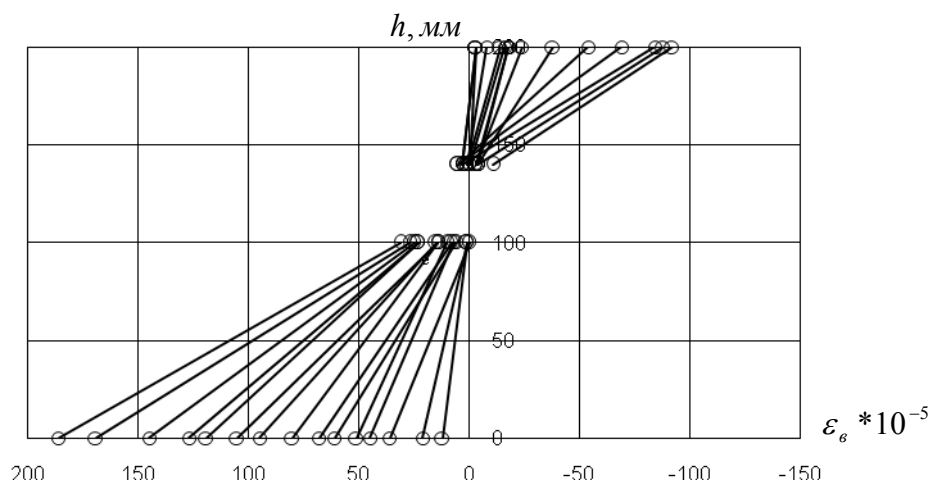


Рис. 6. Епюри розподілу деформацій по висоті нормального перерізу зразків для балки серії Б-2

В цілому балки на всіх ступенях завантаження працювали як єдині монолітні конструкції. Також слід зазначити, що повного відшарування бетону від сталевих складових конструкцій не відбулося, зразки зберегли свою цілісність, що доказує спільну роботу бетону та сталі.

Література

1. Залізобетонні конструкції / П.Ф. Вахненко, А.М. Павліков, О.В. Горик та інші. – К.: Вища шк., 1999. – 508 с.
2. Стороженко Л.І., Семко О.В. Сталезалізобетонні конструкції: навч. посіб. / Л.І. Стороженко, О.В. Семко. – Полтава, 2001. – 55с.
3. Стороженко Л.І. Сталезалізобетон: Збірник наукових праць / Л.І. Стороженко. – Полтава: ПНТУ, 2006. – 386с.
4. Стороженко Л.И. Сталезалізобетонные конструкции / Л.И. Стороженко, А.В. Семко, В.И. Єфіменко. – К.: Четверта хвиля, 1997. – 158с.
5. Пат. на кор. модель 32750 Україна, МПК (2006) E04B 1/00. Сталезалізобетонна балка з армуванням трубами / заявники Стороженко Л.І., Нижник О.В., Куч Т.П.; власник – ПолтНТУ. – № 2008 01084; заявл. 29.01.2008; опубл. 26.05.2008, Бюл. № 10.