

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТАВРОВИХ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК З АРМУВАННЯМ ЛИСТАМИ

Л.І. Стороженко

О.В. Нижник

А.В. Іванюк

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Постановка проблеми

У сучасній будівельній індустрії інтенсивними темпами відбувається пошук нових сполучень сталі та бетону для досягнення більш високих техніко-економічних показників будівель і споруд за рахунок використання переваг кожного з компонентів комплексних конструкцій при одночасному усуненні їх недоліків. Одним із напрямів у розвитку несних будівельних конструкцій є пошук таких сполучень бетону і сталі, при яких за умови їх спільної роботи вони сприймали б максимально діючі на них зусилля, були б зручними та економічно доцільними з погляду виготовлення й експлуатації. До таких конструкцій належить сталезалізобетон, що складається із прокатних сталевих профілів, стрижневої арматури та бетону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідження та використання сталезалізобетону набуло надзвичайно широкого розповсюдження в багатьох країнах і, зокрема, в Україні [1, 2, 3].

Економічність сталезалізобетонних конструкцій із використанням сталевих профілів порівняно з традиційними залізобетонними забезпечується за рахунок більш ефективного застосування жорсткої арматури шляхом раціонального її розміщення, що дає можливість отримати приріст міцності та жорсткості [2, 3].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми

Сталезалізобетон уже досить давно вивчається як за кордоном, так і в Україні, що вимагає інтенсивного пошуку нових конструктивних форм, які б сприяли не тільки вивченню, а й упровадженню сталезалізобетонних конструкцій у будівництво.

Формулювання цілей статті

Метою даної статті є аналіз експериментальних даних по несній здатності, деформаціям та характеру руйнування нових типів таврових сталезалізобетонних балок з армуванням листами, підтверджених патентом на корисну модель [5] при різних схемах навантаження.

Виклад основного матеріалу

При складанні програми експериментальних досліджень враховано, що несна здатність сталезалізобетонних елементів залежить від геометричних характеристик сталевих листів: їх товщини, довжини; та фізико-механічних властивостей матеріалів – сталі та бетону.

Для отримання експериментальних результатів, які дають можливість в достатній мірі судити про особливості роботи таврових сталезалізобетонних балок з армуванням сталевими листами, запроєктовано дослідні зразки серій БТ-1, БТ-2 та БТ-3. Зразки мають тавровий переріз з геометричними розмірами, наведеними на рис. 1, довжиною 2000 мм.

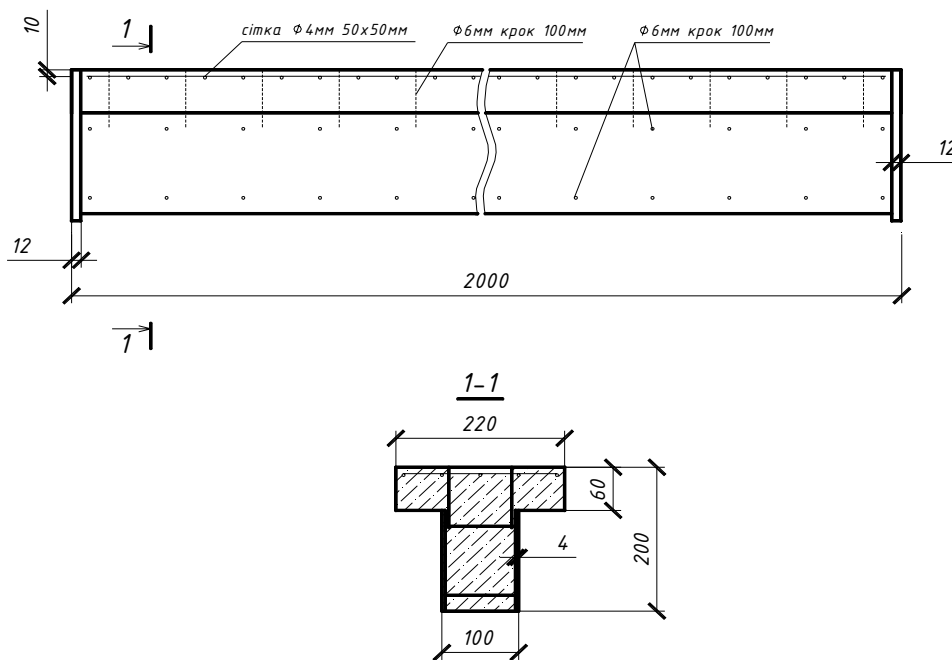


Рис. 1. Геометричні характеристики поперечних перерізів виготовлених зразків

При випробуваннях прикладалося навантаження ступенями, рівним $1/10 - 1/15$ від руйнівного з 5...10 хвилинною витримкою, на протязі яких знімалися відліки по тензорезисторам, записувалися покази прогиноміра, проводився візуальний огляд зразків, фіксувалася поява мікротріщин на бетонній полиці.

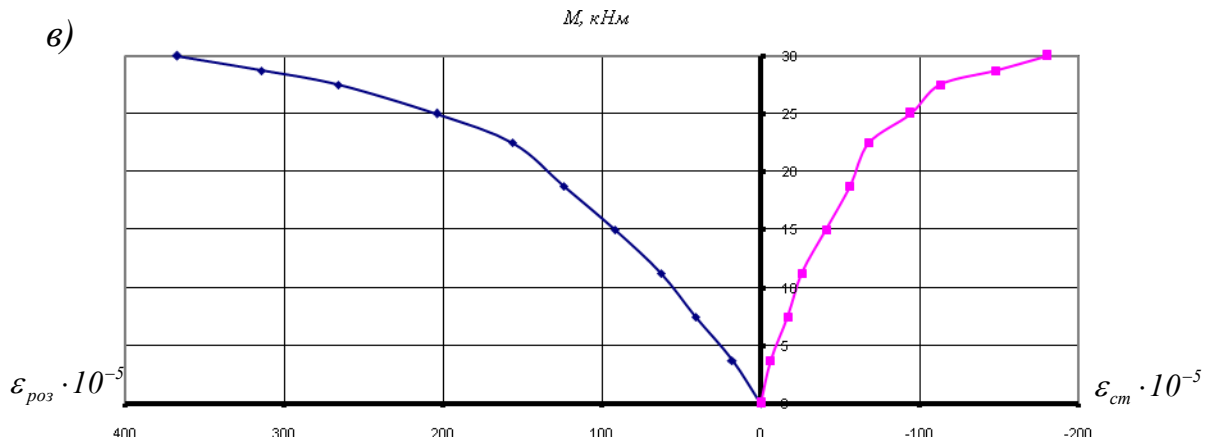
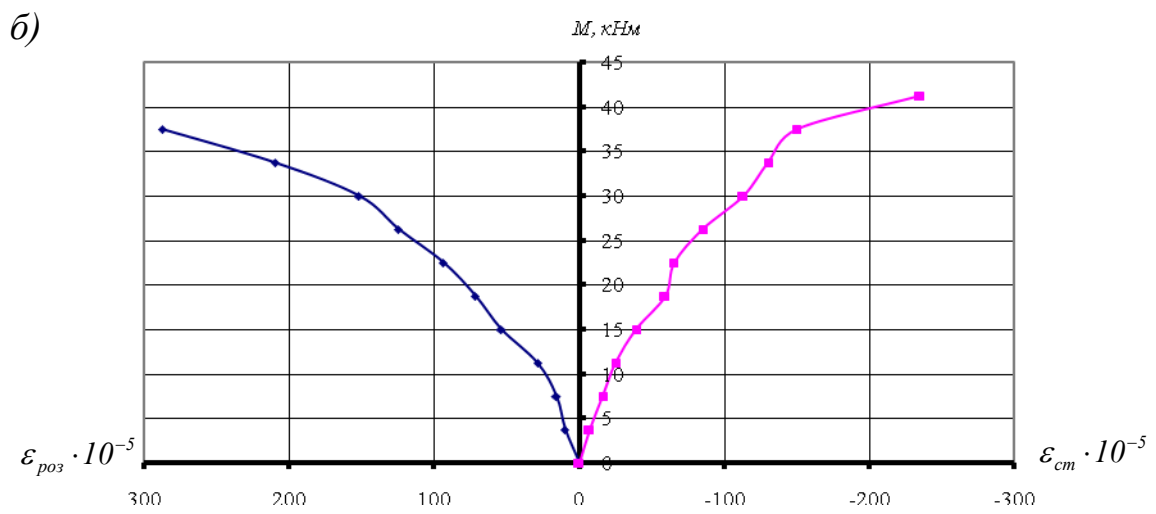
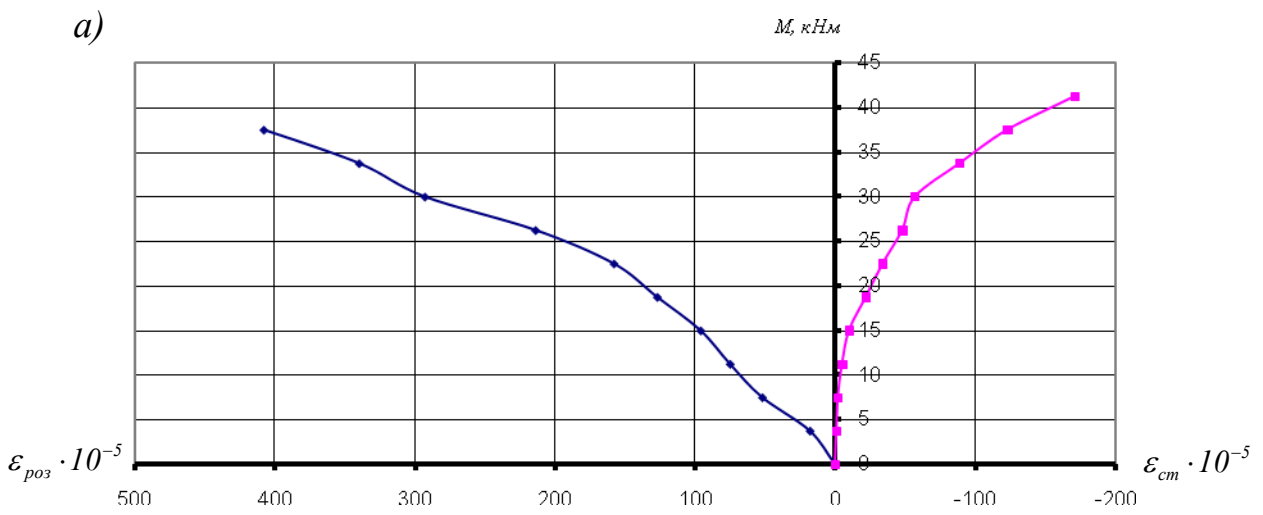
Згідно прийнятій методиці проведення експериментальних досліджень несної здатності й деформативності сталезалізобетонних балок таврового перерізу з армуванням листами вимірювання деформацій проводилося в зоні чистого згину та в приопорній зоні за допомогою прогиноміра й електротензорезисторів. В ході проведення досліджень напружено-деформованого стану експериментальних зразків при всіх схемах навантаження відмічались характерні особливості розподілу деформацій по висоті перерізу, а також інтенсивність росту прогинів при початку роботи балки в пластичній стадії.

При дослідженні напружено-деформованого стану згинаних елементів за нормальними перерізами вирішальне значення мають деформації у волокнах, які найбільш віддалені від нейтрального шару, тому що за ними можна судити про несну здатність досліджуваної конструкції. З цією метою побудовано графіки залежності деформацій від навантаження (рис. 2).

Із приведених графіків видно, що на початковій стадії навантаження виникають переважно пружні деформації. На подальших ступенях навантаження, що відповідають деформаціям, при яких відбувається утворення тріщин на бетонній полиці – різко знижується несна здатність зразків.

При деформаціях балок серій БТ-1, БТ-2 (мають відстань між зусиллями 1,5 м) та БТ-3 (відстань між зусиллями 1 м) (рис. 2) спостерігалася пружна робота сталевих листів і бетону до досягнення 65-70 % навантаження від руйнівного. При досягненні навантаження більше 70 % від руйнівного почали спостерігатись тріщини в бетонній полиці з подальшим сколюванням залізобетонної складової в приопорних зонах (для балок серій БТ-1 та БТ-2) та з поступовим руйнуванням посередині (для балок серії БТ-3) при досягненні руйнівного навантаження.

При навантаженнях, що відповідали руйнівним $M \leq M_u$, почали спостерігатись значні деформації балок, прогин досягнув 2 см, після чого балки втратили свою несну здатність.



а) БТ-1, б) БТ-2, в) БТ-3

Рис. 2. Залежність поздовжніх деформацій від величини згинального моменту в крайніх волокнах досліджуваних зразків

На момент руйнування залізобетонної стиснутої полицки деформації крайніх розтягнутих волокон становили $\varepsilon = (300 - 400) \cdot 10^{-5}$, крайніх стиснутих – $\varepsilon = (170 - 235) \cdot 10^{-5}$. В цілому кожна досліджувана балка на всіх ступенях навантаження працювала як єдина монолітна конструкція.

При вивченні напружено-деформованого стану досліджуваних конструкцій важливе значення мають деформації по висоті перерізу та характер їх розподілу. З цією метою були побудовані епюри розподілу деформацій по висоті нормального перерізу (рис. 3, 4), з яких видно, що всі балки на початкових стадіях працюють пружно, нейтральна лінія не змінює своє положення і проходить на відстані 14 см від нижньої грані елемента (для серії БТ-3 на відстані 8 см від нижньої грані), на цих стадіях справджується гіпотеза плоских перерізів, оскільки деформації розподіляються за лінійним законом. При збільшенні навантажень на епюрах спостерігаються відхилення від прямолінійності, що свідчить про порушення цієї гіпотези і появу пластичних деформацій.

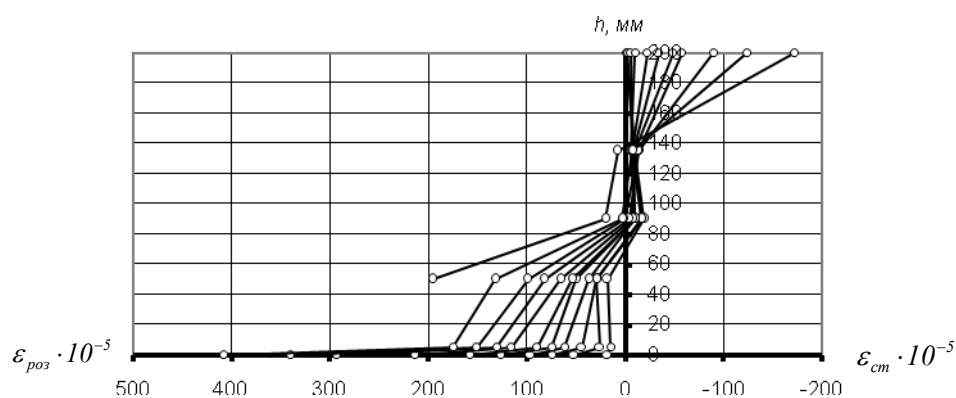
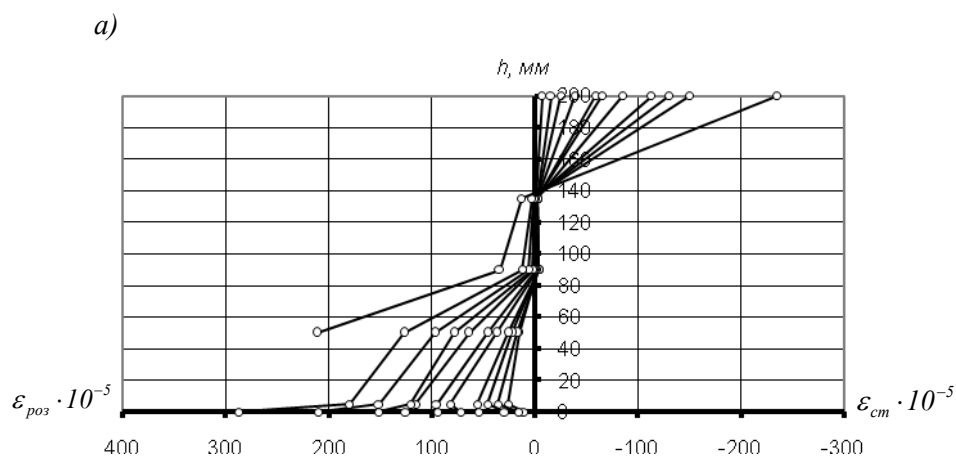
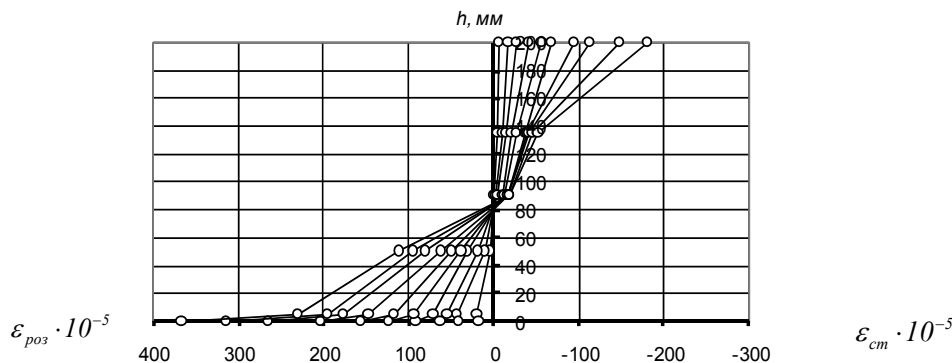


Рис. 3. Еюра розподілу деформацій по висоті нормального перерізу зразка БТ-1



б)



а) БТ-2, б) БТ-3

Рис. 4. Епюри розподілу деформацій по висоті нормального перерізу зразків

По завершенню випробувань кожен зразок ретельно оглядався, особлива увага приділялася місцю переходу сталевих листів у залізобетонну складову – на їх межі ніяких суттєвих порушень зв'язку не було, що свідчить про спільну роботу двох складових комплексної балки.

Таблиця 1 – Несна здатність та прогини досліджуваних зразків

Номер зразка	M_u , кНм	Прогин, мм
БТ-1	42	20
БТ-2	43,75	19
БТ-3	31,5	18

Висновки

Використана методика та прийняті вимірювальні прилади дозволяють отримати необхідні експериментальні дані по несній здатності, деформаціям й характеру руйнування досліджуваних зразків. Руйнування залізобетонних балок відбувалося пластично, що характерно для сталевих конструкцій. Це дає можливість зробити висновок про велику надійність досліджених конструктивних елементів. На всіх етапах навантаження в конструкціях була забезпечена спільна робота залізобетонної складової зі сталевими листами, що свідчить про надійність використаних хомутів.

Запропоновані балки, маючи високу жорсткість, дозволяють покращати функціональні якості будівель і виступати як конкурентоздатні в порівнянні з залізобетонними та сталевими конструкціями при використанні їх в спорудженні промислових та цивільних будівель.

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. Сталежелезобетонные конструкции / Л.И. Стороженко, А.В. Семко, В.И. Єфіменко. – К.: Четверта хвиля, 1997. – 158с.
5. Пат. на кор. модель 33426 Україна, МПК (2006) E04B 1/02. Таврова сталезалізобетонна балка зі стрічковим армуванням / заявники Стороженко Л.І., Нижник О.В., Куч Т.П.; власник – ПолтНТУ. – № u 2008 01082; заявл. 29.01.2008; опубл. 25.06.2008, Бюл. № 12.