

УДК 624.012.45:624.014.2.001.4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БАЛОК ДВОТАВРОВОГО ПЕРЕРІЗУ З ВЕРХНІМИ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИМИ ПОЛИЦЯМИ

Стороженко Л.І., Лапенко О.І., Горб О.Г.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

АНОТАЦІЯ: В статті наведені відомості про експериментальні дослідження балок двотаврового перерізу з верхніми сталезалізобетонними полицями.

АННОТАЦИЯ: В статье приведены сведения об экспериментальных исследованиях балок двутаврового сечения с верхними сталежелезобетонными полками.

ABSTRACT: In the article data on experimental researches of the double-T beams with the upper composite belts.

На сьогоднішній день розвиток будівельної промисловості повинен підтримуватись створенням нових конструктивних елементів, що дозволяють зменшити вартість, знизити витрати матеріалів та трудомісткість виготовлення несучих конструкцій в цілому. Повністю задовольнити ці умови можуть композитні конструкції із зовнішнім листовим армуванням, в яких раціонально використовуються сталь та бетон, який знаходиться лише у стиснутій зоні. Такими конструктивними елементами є раніше не досліджені балки двотаврового перерізу з верхніми сталезалізобетонними полицями, а тому виникає необхідність в їх експериментальних дослідженнях та теоретичному вивченні.

Дослідженням сталезалізобетонних конструкцій в різні роки займалися такі вчені, як Р.В. Воронков [1], Ф.Є. Клименко [2], Л.І. Стороженко [3,4], О.В. Семко [4,5] та інші. Проведені ними дослідження та отримані наукові знання в даній області після їх узагальнення та аналізу дають творчий поштовх для удосконалення існуючих та розробки нових конструктивних вирішень несучих конструкцій з використанням сталезалізобетонних елементів.

Метою проведення експериментальних випробувань було дослідження:

- несучої здатності згинальних двотаврових елементів з верхніми сталезалізобетонним верхнім поясом;
- сумісної роботи двох складових комплексної балки;

- розвитку тріщиноутворення в бетоні верхньої полицки та пластичних властивостей сталевих таврів;
- прогинів і деформацій на різних ступенях завантаження;
- характеру руйнування дослідних зразків при різних схемах завантаження.

Для отримання експериментальних результатів, які дадуть можливість достатньою мірою судити про особливості роботи згинальних двотаврових елементів зі сталезалізобетонним верхнім поясом були запроєктовані такі зразки:

1) згинальні двотаврові елементи із сталезалізобетонним верхнім поясом прольотом 2 м із використанням різних бетонних сумішей за класом міцності (В20; В30; В40);

2) стандартні бетонні призми 150х150х600 мм і кубики 150х150х150 мм для визначення характеристик міцності й деформативності бетону;

3) стандартні сталеві смужки 20х300 мм, що вирізані зі сталевих листів, для визначення фізико-механічних властивостей сталі;

Зразки поділялись на серії, призначення яких відповідає вимогам для окремого вивчення різних факторів, від котрих може залежати ступінь впливу згинального моменту й поперечної сили на міцність і деформативність досліджуваних конструкцій. Вивчаючим фактором є клас бетону за міцністю. Усі зразки - двохметрові таврові балки (рис. 1) висотою 200 мм. Вони утворені зварюванням сталезалізобетонної полицки із поперечним розміром 160х70мм, яка складається із двох вертикальних 3 (1976х66х4мм) та горизонтального 4 (1976х160х4мм) опалубочних листів, і заповнена бетонною сумішшю відповідного класу, та сталевих таврових елементів – зварний профіль (стілка 1 - 1976х130х4мм, нижній пояс 2 - 1976х130х12мм). У тілі сталезалізобетонної полицки міститься арматура 6, яка приварена до вертикальних опалубочних листів з кроком 100 мм, що допомагає забезпечити сумісну роботу сталевих незнімних опалубок та бетону. Товщина захисного шару становить 5-7 мм. По краях кожної балки до стінки, нижнього поясу, горизонтального та вертикального опалубочних листів з допомогою зварювання кріпляться опорні ребра 4 розмірами 220х160х12мм, які сприймають зсуваючі зусилля. Позиції 1, 3, 5 виготовлені із фасонного листа товщиною 4 мм, позиції 2 та 4 - із фасонного листа товщиною 12 мм, позиція 6 – із арматури А-І Ø6 мм.

При збірці елементів конструкцій витримувалась наступна технологія:

- нарізалися сталеві листи на стрічки та арматурні стержні необхідної величини;
- розмічувались сталеві стрічки перед зварюванням;

- з'єднувались стрічки з допомогою ручного електродугового зварювання;
- наносились проектні розміри для розміщення стрижневої арматури на вертикальних опалубочних листах з внутрішньої сторони;
- приєднання арматурних стержнів до листової сталі проводилося ручним електродуговим зварюванням починаючи з середини стрічки;
- проводилось бетонування сталезалізобетонної полиці.

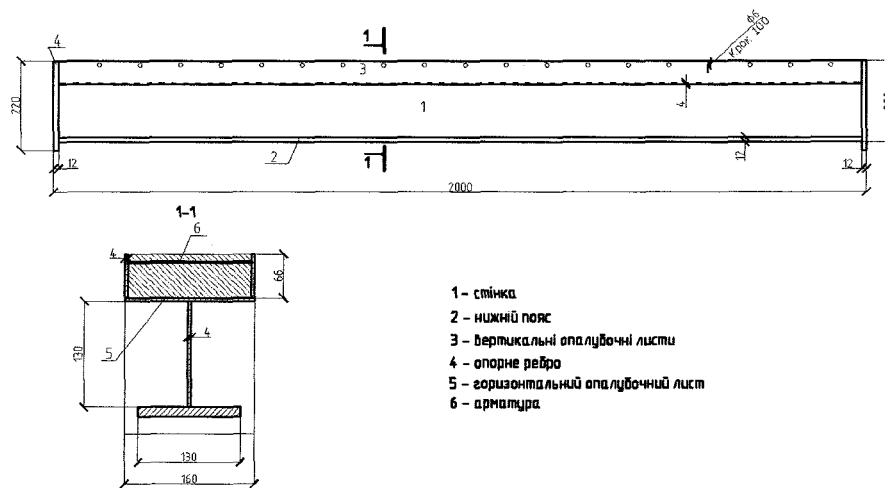


Рис. 1. Конструкція експериментальних зразків

При підготовці програми експериментальних досліджень передбачалося експериментально дослідити несучу здатність зігнутих елементів із двома видами завантаження.

Зразки випробовувались при досягненні проектної міцності бетону у віці старше від 28 діб. Випробування проводилися за схемою однопролітної вільно обпертої балки, навантаженої двома силами. Розрахунковий проліт балок становив 2000 мм. Перед випробуванням металеві поверхні зразків очищались від бруду і покривались лаком за 2 рази. Випробування проводилися на дію короточасних в лабораторії опору матеріалів кафедри ЗБ і КК та ОМ Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка на ПММ-500 (Рис.2).

Відносні поздовжні деформації по висоті й ширині елементів із метою виключення зусиль зсуву вимірювалися в зоні чистого згину за допомогою електротензорезисторів типу 2ПКБ 20-200в однієї

комплектності з вибірковою перевіркою на придатність за ГОСТ 21615-76. Відліки по електротензорезисторах знімалися за допомогою приладу "АИД-4". Також для контролю деформацій у найбільш стиснутих і розтягнутих волокнах зразка встановлювалися індикатори годинникового типу ИЧ 10 із ціною поділки 0,01 мм; база становила 200 мм. Вертикальні переміщення зразків у процесі навантаження фіксувалися за допомогою прогиноміра "Аистова" типу ПАО-6, який встановлювався по середині прольоту. Схема навантаження для випробування на дію згинаючого моменту (F_1) та поперечної сили (F_2) з розміщенням індикаторів годинникового типу та прогиноміра зображена на рисунку 3.

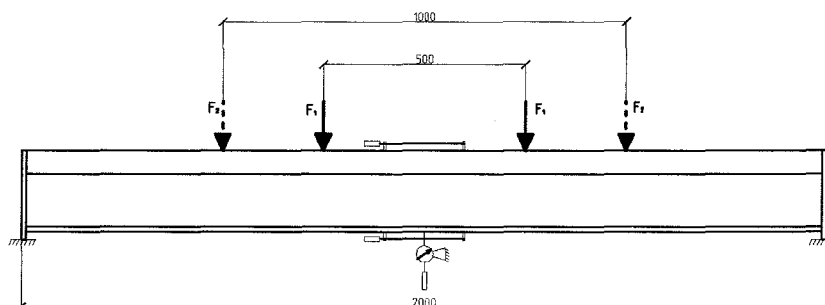


Рис. 2. Схема завантаження дослідних зразків та розміщенням індикаторів годинникового типу і прогиноміра:
 варіант А – розташування зосереджених сил на відстані 500мм;
 варіант Б - розташування зосереджених сил на відстані 1000мм

При випробуванні зразків на дію поперечної сили змінювалася тільки зона чистого згину шляхом збільшення відстані між шарнірами до 1000 мм, на які спирається проміжна траверса, плече зрізу становило 500 мм. До вимірювальних приладів добавлялись розетки із тензорезисторів, що наклеювалися на стінку балки у приопорній зоні. Розетки необхідні були для визначення напружено-деформованого стану сталеві стінки, зокрема для визначення напрямку головних напружень. Тензорезистори,

що утворювали прямокутні розетки, наклеювалися під кутами 0°, 45° і 90° до напрямку осі балки.

На даний час експериментальні дослідження завершені, проводиться обробка експериментальних даних.

При проведенні експериментальних досліджень встановлено, що несуча здатність балок двотаврового перерізу з верхніми сталезалізобетонними полицями утрачається не крихко, що можливо у залізобетонних елементах із традиційним армуванням, а зразки здатні витримувати зростаюче навантаження при значних деформаціях. Враховуючи це в якості несучої здатності в процесі проведення експериментів над згинальними елементами були зафіксовані такі навантаження:

1. Навантаження, при яких виникають напруження текучості сталі (M_y).
2. Максимальні навантаження, які може витримати елемент (M_u).

Результати граничних значень навантажень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Несуча здатність згинальних елементів по нормальному перерізу

Зразок	Навантаження, кНм		$n = \frac{M_u}{M_y}$	Прогин f_{max} , см	$m = \frac{M_b}{M_{cm}}$
	M_y	M_u			
БСЗБ-20.1	12,45	14,63	1,17	2,42	2,35
БСЗБ-20.3	12,98	15,08	1,16	2,44	2,42
БСЗБ-30.1	13,65	15,9	1,16	2,45	2,55
БСЗБ-40.1	14,85	16,86	1,15	2,66	2,75
БСЗБ-40.3	14,7	16,88	1,15	2,58	2,71
БС-1	–	6,23	–	1,25	–

Порівнюючи результати досліджень можна зробити висновок, що з використанням бетону з більш високим класом за міцністю, В30 замість В20 та В40 замість В30 відповідно, спостерігається збільшення несучої здатності елемента приблизно на 7% у кожному випадку.

На даний час існують різні методи оцінки ефективності згинальних елементів із зовнішнім армуванням. Пропонується оцінювати ефективність згинальних елементів із зовнішнім армуванням по формулі:

$$m = \frac{M_6}{M_{ст}}$$

де N_6 – згинальний момент, що витримує забетонований елемент;

$N_{ст}$ – згинальний момент, що витримує сталеву опалубку.

Коефіцієнт ефективності m свідчить про ступінь підвищення несучої здатності порожньої сталеві конструкції при заповненні її бетоном. Із таблиці 1 випливає, що коефіцієнт m коливається в межах від 2,35 до 2,71, а, отже, несуча здатність елементів, заповнених бетоном, в 2,35 – 2,71 разів вище, ніж сталеві опалубки. Це пояснюється тим, що бетон, який знаходиться в сталевій оболонці, не дозволяє розвиватися пластичним деформаціям сталевих стінок. Відбувається більш рівномірний розподіл зусиль на зовнішній арматурі. Згинальні елементи без наявності бетону руйнувались від втрати місцевої стійкості бокових стінок в стиснутій зоні.

Балки двотаврового перерізу з верхніми сталезалізобетонними полицями поєднують в собі переваги і в деякій мірі компенсують недоліки залізобетонних і металевих конструкцій. Проте конструкції мають і ряд недоліків: більш низька вогнестійкість порівняно з залізобетонними конструкціями та необхідність захисту від корозії поверхні зовнішнього армування. Але безперечно використання саме таких конструкцій може дати позитивний техніко-економічний ефект.

1. Воронков Р.В. Железобетонные конструкции с листовой арматурой. - Л.: Стройиздат, 1975. - 145 с

2. Клименко Ф.Е. Сталобетонные конструкции с внешним полосовым армированием. - К.: Будівельник, 1984. - 88 с.

3. Сталезалізобетон: Збірник наукових праць. За редакцією д.т.н., проф. Стороженко Л.І. – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – 386с.

4. Стороженко Л.І., Семко О.В., Пенц В.Ф. Сталезалізобетонні конструкції.: Навчальний посібник. - Полтава, 2005. - 181 с.

5. Семко О.В. Надійність сталезалізобетонних конструкцій: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Полтава, 2006. – 35с.

6. Семко О.В. Імовірнісні аспекти розрахунку сталезалізобетонних конструкцій: монографія. – Полтава: ПолтНТУ ім. Юрія Кондратюка, 2004. – 320с.