

ВИПРОБУВАННЯ СТИКУ БАЛКИ ЗІ СТАЛЕВИХ ТОНКОСТІННИХ ПРОФІЛІВ

Пелешко І.Д., *к.т.н., доц.*, Демчина Б.Г. *д.т.н., проф.*,
Іванейко В.М. *асп.*, Черевко М.В. *маг.*, Дуда Я.П., *маг.*

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

Постановка проблеми

Легкі сталеві тонкостінні конструкції (ЛСТК), завдяки невеликій вазі та швидкому монтажу, широко застосовуються в будівництві. У конструкціях перекриттів із ЛСТК зазвичай використовують різні другорядні балки [4] (рис. 1а). На другорядні балки вкладають металевий профільований настил та два шари плит OSB з орієнтованої дерев'яної стружки. Плити OSB кріпляться самонарізними гвинтами до другорядних балок, тому крок балок повинен бути кратний розмірам плити OSB, а ширина полицки другорядної балки – достатньою для кріплення двох плит OSB (рис. 1).

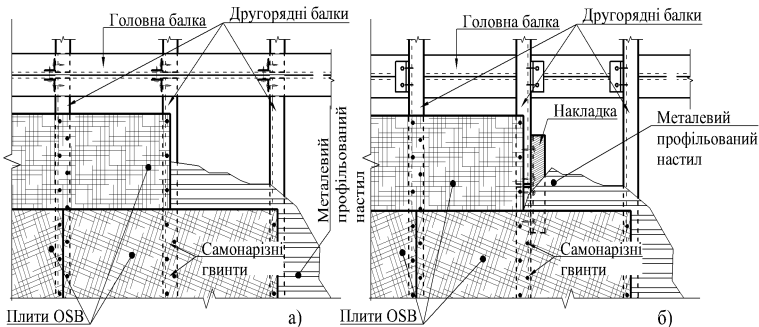


Рис. 1. Фрагмент плану конструкції перекриття з ЛСТК:

- а) з розрізними другорядними балками; б) з нерозрізними другорядними балками

Нерозрізні другорядні балки перекриття стикують за допомогою накладки або внапуск [4, 5]. Для зручного та надійного кріплення плити OSB на полиці балки профіль доцільно стикувати за допомогою накладки (рис. 1б). Застосування балок із такими стиками потребує дослідження їхньої несучої здатності.

Аналіз останніх досліджень

За кордоном діють документи, наприклад [1, 2, 3], що нормують розрахунок сталевих тонкостінних конструкцій, у тому числі з'єднань профілю по довжині. В Україні діє документ [4], який дозволяє розробляти проектні рішення будинків із застосуванням ЛСТК. Однак можна погодитися із твердженнями [5], що в [4] розглянуто обмежену кількість типорозмірів профілів, а в Україні відсутня єдина загально-визнана методика розрахунку сталевих тонкостінних конструкцій. Це призводить до складностей при проектуванні таких конструкцій та викликає необхідність їхнього експериментального дослідження.

Мета статті

Експериментально визначити несучу здатність балки з гнутого тонкостінного С-подібного профілю з оцинкованої сталі зі стиком посередині прольоту, виконаним за допомогою накладки з цього ж профілю. Порівняти несучу здатність балок, що з'єднані з накладкою болтами та самонарізними гвинтами.

Експериментальне дослідження стику балки за допомогою накладки

Для порівняння несучої здатності балок випробувано два зрізи Б1 та Б2 (фото 1а). Випробування проводили в лабораторії кафедри будівельних конструкцій та мостів Національного університету «Львівська політехніка» на замовлення ТЗОВ «Будрес».

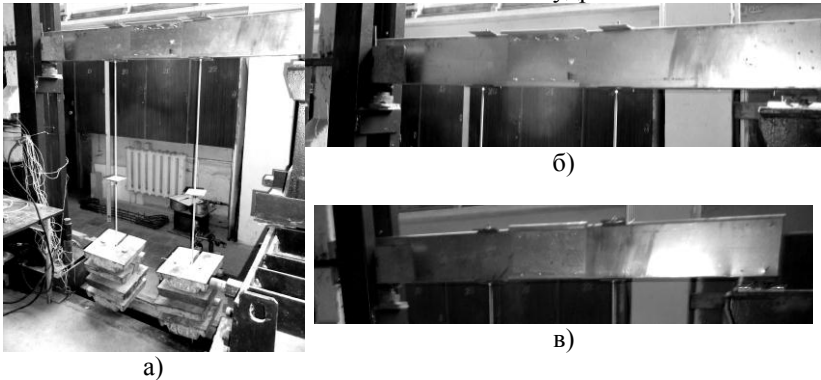


Фото 1. Балки на двох опорах зі стиком по середині: а) загальний вигляд; б) балка Б1; в) балка Б2

Кожну балку виготовлено з двох сталевих С-подібних гнутих тонкостінних оцинкованих профілів СВ 200x55x2,5. У середині прольоту балок Б1 та Б2 виконано стик за допомогою накладки з того ж профілю, що й балка. Накладки з'єднані з балкою через стінку профілю. Для балки Б1 з'єднання накладки з балкою виконано за до-

помогою восьми болтів М6 (фото 1б), а для балки Б2 за допомогою восьми самонарізних гвинтів 4,8х32 (фото 1в). Довжина накладок дорівнює 320 мм. Відстані між болтами для балки Б1 та самонарізними гвинтами для балки Б2 є однаковими, їх вказано на рис. 2.

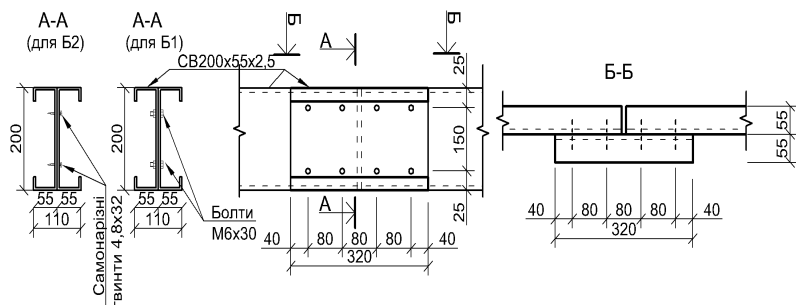


Рис. 2. Схема стику з накладкою

Балки виготовлено зі сталі марки 08гс згідно з ТУ14-1-1492. Проліт балок Б1 та Б2 становив 1650 мм. Кінці балок вільно оперто в площині дії навантаження, та закріплено з площини.

Навантаження прикладали як дві зосередженні приблизно однакові сили P1 і P2 на відстані 550 мм від опор кожна, що діяли на верхню полицку профілю на відстані 18 мм від зовнішнього краю стінки (рис. 3). Для зменшення деформації верхньої та нижньої полицок профілю балок між ними, в місцях прикладання навантаження та на опорах балок встановлювали дерев'яні бруски.

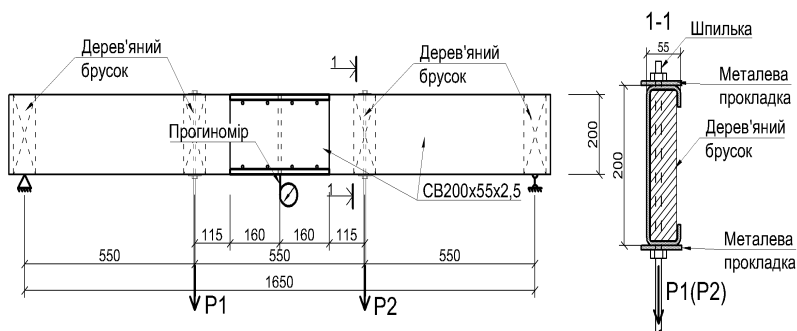


Рис. 3. Схема завантаження балки

Взрці навантажували ступенями з перервою між ними по 10 хв. Прогини балок вимірювали за допомогою мікроіндикатора з точністю

вимірів 0.01 мм, що встановлювався по середині балки. Результати випробувань балок Б1 та Б2 подано в табл. 1.

Табл. 1 - Результати випробування балок

Номер ступеня завантаження	Навантаження, кг			Покази про- гиноміра	Про- гин, мм
	Приріст		Загальне $\Delta P1 + \Delta P2$		
	$\Delta P1$	$\Delta P2$			
Балка Б1					
1	0	0	0	7965	0
2	45,46	46,75	92,21	7879	0,86
3	47,82	48,01	188,04	7792	1,73
4	47,75	48	283,79	7658	3,07
5	47,86	47,26	378,91	7508	4,57
6	47,65	46,7	473,26	7338	6,27
7	47,95	47,36	568,57	7150	8,15
8	48,03	47,8	664,4	6858	11,07
9	46,95	47	758,35	6570	13,95
10	47,65	0	806	4830	31,35
Балка Б2					
1	0	0	0	5188	0
2	46,7	47,8	94,5	5178	0,1
3	47,3	47,7	189,4	5095	0,93
4	46,8	45,4	281,6	4934	2,54
5	46,8	48,0	376,3	4728	4,6
6	47,8	48,0	472,1	4522	6,66
7	47,4	47,7	567,1	4319	8,69
8	48,0	47,7	662,7	3612	15,76

На основі експериментів отримано числові дані прогину балок Б1 і Б2 та побудовано графіки залежності прогину балки від навантаження (рис. 4). Усі зразки вичерпали свою несучу здатність від втрати стійкості балки у місці стику, прогин при цьому перевищував допустимий для балок ($[f] = L/200 = 8,25$ мм).

При руйнуванні балки Б1 зі стиком, що виконаний на болтах, з'єднання не зруйнувалося. При цьому внаслідок великого прогину та вигину балки з площини спостерігалася деформація стінки профілю в місцях влаштування болтів (фото 2).

При руйнуванні балки Б2 зі стиком, виконаним на самонарізних гвинтах, були висмикнуті гвинти, що знаходилися ближче до середини накладки (фото 3).

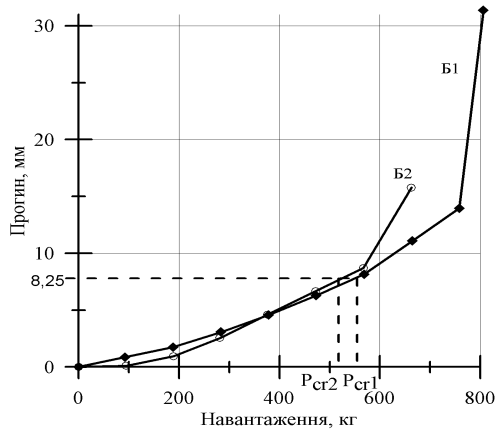


Рис. 4. Залежність прогину балки від навантаження



Фото 2. Зруйнована балка Б1

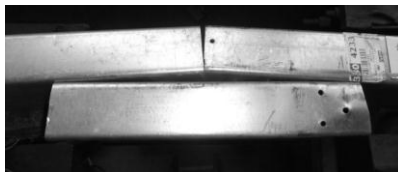


Фото 3. Зруйнована балка Б2

Висновки

За даними експериментальних досліджень встановлено:

1. Обидві балки зруйнувалися внаслідок втрати стійкості з площини дії навантаження в місці стику, а характер їх деформування був схожим з характером деформування, описаним у [5] для однопролітних балок без стику.

2. Експериментальна несуча здатність балки Б1 становила $P_{cr1}=571,85$ кг, а балки Б2 – $P_{cr2}=546,50$ кг

3. При подальшому навантаженні балок у стику, виконаному на самонарізних гвинтах внаслідок великого вигину балки було висмикнуто частину гвинтів. У стику, виконаному на болтах, руйнування болтів не спостерігалось.

Враховуючи різні діаметри болтів та самонарізних гвинтів, вибір типу кріплення необхідно приймати, виходячи з вартості та технологічності виконання стику. Також необхідно дослідити фрагмент перекриття, щоб оцінити вплив профільованого настилу, прикріпленого до верхньої полицки балок, та зв'язків між другорядними балками на несучу здатність балок зі стиком.

Summary

The paper present results of experimental studies of bearing of simple-span «C» shaped cold-formed steel beam. The beam is connected in the middle of span with joint of the same cross-section as the beam. The connection made by self-tapping screws or bolts.

1. EN 1993-1-3:2006. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-3: General rules. Supplementary rules for cold-formed members and sheeting. – Brussels : CEN, 2006. – 134 p.

2. AISI S100-2007. North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members – Washington : American Iron and Steel Institute, 2007. – 198 p.

3. AS/NZS 4600:2005 Australian/New Zealand Standard. Cold-formed steel structures. – Sydney / Wellington : Standards Australia/Standards New Zealand, 2005. – 111 p.

4. ДСТУ – Н Б В.2.6-87-2009. Настанова з проектування конструкцій будинків із застосуванням сталевих тонкостінних профілів. – К.: НДІБК, 2009. – 55 с.

5. Семко В.А. Анализ конструктивных мер для повышения надежности покрытий из легких стальных тонкостенных профилей [Електронний ресурс] / В.А. Семко, Д.А. Прохоренко // Предотвращение аварий зданий и сооружений / Учредитель ООО «ВЕЛД». – Режим доступа : <http://pamag.ru/src/akm-pnp-lstp/akm-pnp-lstp.pdf>