

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ З'ЄДНАННЯ ТОНКОСТІННИХ ОЦИНКОВАНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Семко О.В., д.т.н., професор,
Сіробаба В.О., аспірант,
Загорулько Є.О., студент,
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
vitalij.sirobaba@gmail.com

Анотація. У статті проведено аналіз з'єднань, що можуть застосовуватись при створенні надлегких сталезалізобетонних конструкцій. Наведено результати підбору варіантів фальцевого з'єднання тонкостінного оцинкованого металу, методи підсилення з урахуванням специфіки монтажу та подальшої роботи. Експериментально випробувано та виявлено характер руйнувань різних типів з'єднань. За результатами випробувань підібрано оптимальний варіант підсилення даного типу з'єднань з визначенням їх фізичних та геометричних характеристик. Представлено галузі застосування таких з'єднань у будівництві та перспективи подальших досліджень.

Ключові слова: фальцеве з'єднання, випробування, міцність з'єднання.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЕДИНЕНИЕ ТОНКОСТЕННЫХ ОЦИНКОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Семко А.В., д.т.н., профессор,
Сиробаба В.А., аспирант,
Загорулько Е.О., студент,
Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка
vitalij.sirobaba@gmail.com

Аннотация. В статье проведен анализ соединений, которые могут применяться при создании сверхлегких железобетонных конструкций. Приведены результаты подбора вариантов фальцевого соединения тонкостенного оцинкованного металла, методы усиления с учетом специфики монтажа и дальнейшей работы. Экспериментально испытано и выявлено характер разрушений различных типов соединений. По результатам испытаний, подобран оптимальный вариант усиления данного типа соединений с определением их физических и геометрических характеристик. Представлено области применения таких соединений в строительстве и перспективы дальнейших исследований.

Ключевые слова: фальцевое соединение, испытания, прочность соединения.

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF THE REBATED CONNECTION OF THE THIN-WALLED GALVANIZED CONSTRUCTIONS

Semco O.V., Doktor of Engineering, Professor,
Sirobaba V.O., postgraduate,
Zahorulko E.O., student,
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University
vitalij.sirobaba@gmail.com

Abstract. The aim of this article is to increase the experimental scientific data, these data are

used to develop new constructions. The article analyzes the connections that can be used to create ultra-light steel reinforced concrete structures. Old connections were improved. The results of the selection of different variants of the connection of the thin-walled galvanized metal, methods of reinforcement taking into account the specifics of installation and further work are presented. The character of destruction of various types of connection is experimentally tested and revealed. These connections are popular connection of structural steel in building. New researches of these constructions are very important in the building of ultra-light constructions. According to the results of the tests, the optimal variant of reinforcement of this type of connections has been selected with the definition of their physical and geometric characteristics. The field of application of such connections in building and prospects of further researches are presented.

Keywords: rebated connection, testing, strength of connection.

Вступ (постановка проблеми). Для створення надлегких сталезалізобетонних конструкцій із тонкостінної листової сталі і легкого бетону, особлива увага приділяється, як і на самі матеріали для виготовлення (марка сталі, клас бетону) з відповідними механічними та хімічними властивостями, так і на з'єднання цього матеріалу у замкнутий контур (трубу, рис. 1). Відповідно до експериментальних досліджень фальцевого з'єднання робота на розтяг дала незадовільні результати, зусилля що розгинають фальцеве з'єднання досить мале, тому є найслабшим місцем у конструкції і потребує підсилення. Підбір конструкції, а особливо надання замкнутої форми з листового металу, який здатен працювати на розтяг під певним навантаженням є одним із невирішених питань у дослідженні з'єднань легких тонкостінних конструкцій.



Рис. 1. Трубні елементи з одиночним фальцем, які потребують підсилення фальцевого з'єднання

Аналіз останніх джерел та виділення нерозв'язаних раніше частин загальної проблематики. Дослідження та розрахунок роботи з'єднань ЛСТК, що застосовуються при створенні сталезалізобетонних конструкцій на легких бетонах є актуальним питанням сьогодення і потребує детальних експериментальних досліджень. При дослідженні запозичено досвід проектування з'єднань у провідних країнах світу таких як: США, Канада та країни Європи [1, 2] та вітчизняних проектувальників [3]. Аналізуючи теми досліджень можна відмітити, що розглянуто тільки локальне з'єднання для конструкцій замкнутого профілю тонколистового металу, жодне з яких не є раціональним для трубчастих конструкцій.

При монтажі конструкцій з холодно формованих профілів із оцинкованої сталі завтовшки 0,5-2 мм, як правило, з'єднання виконують за допомогою самонарізних гвинтів та витяжних заклепок. Поєднавши ці типи з'єднань з покрівельними типами з'єднання можна вивести новий тип з'єднання, що більш ефективно використовуватиметься при роботі даних конструкцій. Тому один із варіантів по вирішенню даного питання пропонується у даній статті.

Мета даної роботи: експериментально дослідити можливі варіанти підсилення фальцевого з'єднання тонкостінного оцинкованого металу. Визначити оптимальний варіант з'єднання та провести аналіз отриманих результатів випробувань.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для вирішення цього питання було запропоновано виготовити і випробувати елементи цих з'єднань.

У відповідності до [4] було виготовлено зразки для визначення:

1. Міцності використаної сталі.
2. Міцності з'єднань.
3. Підбір та обґрунтування найбільш ефективних з'єднань.

Геометричні характеристики пластин: товщина $t=0,42\text{мм}$, довжина $L=250\text{мм}$, ширина $b=40\text{мм}$. Для варіації отриманих результатів було взято по три пластини із кожного виду елемента.

Робота даних з'єднань розраховується на розтяг. Загальна схема навантаження сталевих пластин показана на рис. 2 і рис. 3.

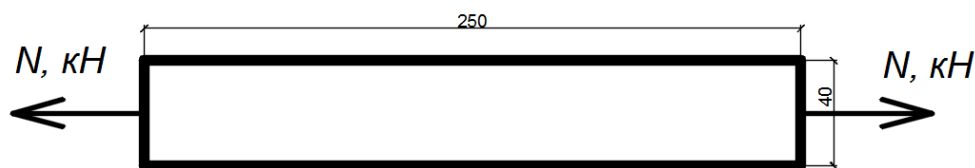


Рис. 2. Навантаження на металеву пластину без з'єднань

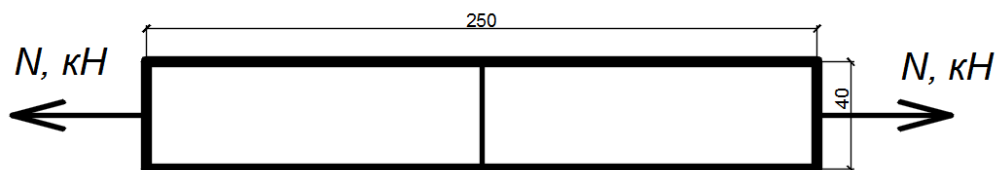


Рис. 3. Навантаження на металеву пластину із з'єднаннями

Випробування відбувались на випробувальній машині на розтяг МР-500 (рис. 4), дотримуючись усіх вимог випробування.



Рис. 4. Машина випробувальна на розтяг МР-500

Результати випробування зведені до табл. 1. Та побудована діаграма підвищення ефективності з'єднань (рис. 5), на якій наглядно можна оцінити результати, отримані при випробуванні зразків.

Таблиця 1 – Результати випробування зразків

№ п/п	Тип зразка	Позначення	Зразки	Міцність з'єднання, кН
1	Сталь	S-1		7,2
2		S-2		6,9
3		S-3		7,4
4	Фальцеве одиначне з'єднання	FC-1		1,1
5		FC-2		0,9
6		FC-3		0,9
7	Фальцеве подвійне з'єднання	FC-4		1,0
8		FC-5		1,0
9		FC-6		1,1
10	Фальцеве + заклепкове з'єднання	FCR-1		1,5
11		FCR-2		1,5
12		FCR-3		1,6
13		FCR-4		2,3
14		FCR-5		2,6
15		FCR-6		2,2
16	Фальцеве + напівавтоматичн е зварювання з'єднання	FCW-1		1,7
17		FCW-2		1,8
18		FCW-3		1,8



Рис. 5. Результати випробування зразків

Характер руйнування кожного із елементів показано на рис. 6-11.

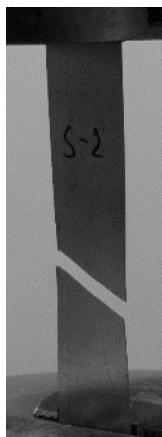


Рис. 6. Сталева пластина

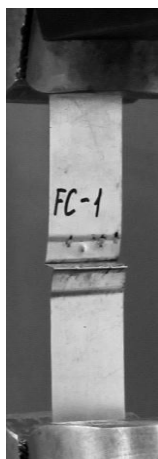


Рис. 7. Фальцеве
одиначне з'єднання



Рис. 8. Фальцеве
подвійне з'єднання

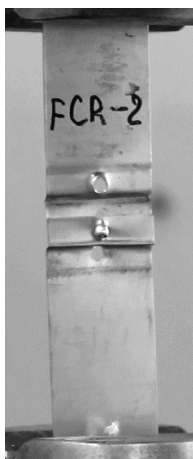


Рис. 9. Фальцеве +
заклепкове з'єднання

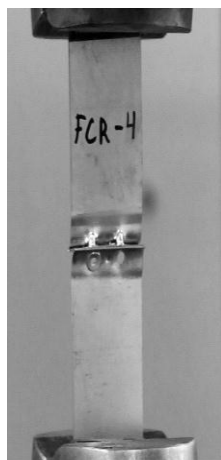


Рис. 10. Фальцеве +
заклепкове подвійне
з'єднання

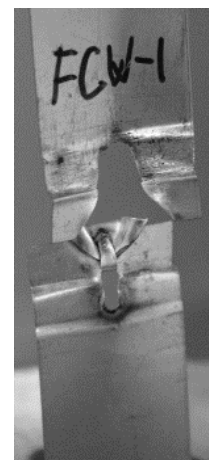


Рис. 11. Фальцеве +
напівавтоматичне
зварювання з'єднання

При розгляді одного із найвигіднішого варіанту на заклепках можемо підрахувати несучу здатність цього з'єднання.

Міцність 4 см фальцевого з'єднання на розтяг $N_{\phi}=0,9$ МПа (згідно експерименту). Міцність фальцевого з'єднання 3,6 см з однією заклепкою $\varnothing 4$ мм становить $N_{\phi,3}=1,5$ МПа. Міцність фальцевого з'єднання 3,2 см з двома заклепками $\varnothing 4$ мм становить $N_{\phi,3,2}=1,5$ МПа.

Склавши пропорційну залежність видів з'єднань та прикладених навантажень можна підрахувати міцність та сумісну роботу фальцевого з'єднання з заклепковим. Міцність на розтяг 1 см фальцевого з'єднання сталі С440 дорівнює 0,225 МПа, міцність однієї заклепки при даному з'єднанні 0,7 МПа.

Підбір матеріалу для заклепкових з'єднань у відповідності з маркою сталі з'єднуючого матеріалу, можна досягти найвигіднішого варіанту, що забезпечить максимальне використання міцностних характеристик матеріалів конструкції.

Враховуючи данні розрахунки можна вирахувати міцність з'єднання вздовж усього конструктивного елемента.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Характеризуючи роботу підсилених з'єднань можна виділити основні моменти, які були виявлені при експериментальних дослідженнях:

1. Одиночне та подвійне фальцеве з'єднання не є конструктивним робочим з'єднанням, кількість фальців підвищує міцність з'єднання, що працюють на розтяг, але значення підвищення досить незначні в 1,67 разів.

2. Зварні з'єднання показали значно кращий результат міцності на розтяг – більше в 2 рази, але виходячи із умов подальшого захисту цих з'єднань від корозії (так як при зварюванні навколо шва вигорає шар цинкування), складності при виготовленні (велика вірогідність пропалу, що значно понижуює міцність), концентрації напружень при зварному шву, надлишковій деформації тонкостінного металу використання даного типу з'єднання не є раціональним. З розвитком нових технологій також можливі зварні з'єднання але при умові збереження захисного оцинкованого шару.

3. Заклепкові з'єднання – найбільш доцільні при виготовленні даного типу конструкцій. Руйнування відбулося на зрізі заклепки, тому при збільшенні кількості заклепок, або при збільшенні міцності заклепок можна досягти найбільш якісних характеристик даного виду з'єднань.

Підбір технічно та економічно вигідних видів з'єднань листових конструкцій залишається відкритим актуальним питанням. Удосконалення відомих або виявлення нових ефективних типів з'єднань потребує ретельного вивчення, що дасть у майбутньому забезпечувати надійність роботи, як окремих елементів складної конструкції, так і будівлі в цілому.

Література

1. Factors influencing the strength of mechanical clinching / Pedreschi R, Sinha BP, Lennon R, Davies R. // 14th international speciality conference on cold-formed steel structures, Louis Missouri, USA. – 1998. – P. 549–562.

2. Helenius A. Shear Strength of clinched connections in light gauge steel / A. Helenius // VTT Research Notes 2029. Technical Research Centre of Finland, Espoo.2000. – P. 40.

3. Нові способи з'єднання легких сталевих тонкостінних конструкцій / [Семко О.В., Семко В.О., Шумейко К.О., Лебединський С.П.] // Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського, 2012. – Випуск 9. – С. 62-71.

4. ГОСТ 11701-84. Металлы. Методы испытания на растяжение тонких листов и лент. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 59 с.

Стаття надійшла 2.11.2017