

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ТА ДЕФОРМАТИВНОСТІ ХВИЛЯСТИХ СТАЛЕВИХ ПРОФІЛЬОВАНИХ НАСТИЛІВ

Наведено методику та результати експериментальних випробувань міцності та деформативності хвилястих сталевих профільованих настилів. Установлено, що методику Єврокоду з випробування трапецієподібних профільованих листів можна застосовувати також для хвилястих настилів. Визначено, що несуча здатність розгляданого типу хвилястого настилу є достатньою для використання його як несучого елемента або незнімної опалубки при зведенні сталезалізобетонних перекриттів.

Ключові слова: сталеві холодноформовані конструкції, настил, методика випробування, Єврокод.

Вступ. Як відомо, сталезалізобетонні конструкції – це конструкції, що утворені шляхом поєднання сталевих прокатів та бетону. Одним з типів сталезалізобетонних конструкцій є монолітні плити, влаштовані по незнімній опалубці. Як опалубка найчастіше виступають сталеві профільовані настили.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Сталеві профільовані настили вже стали невід'ємною частиною ринку будівельних конструкцій в Україні. Вони використовуються як огорожувальні конструкції, несучі конструкції, а також як незнімна опалубка при утворенні сталезалізобетонних плит перекриттів та покриттів. У той же час стандарт України не регламентує вимог до міцності та деформативності сталевих профільованих настилів [2]. Біля 30 років тому були спроби розроблення рекомендацій з розрахунку сталевих профнастилів [3]. Варто зазначити, що рекомендації [3] розповсюджувалися на обмежений сортамент і містили напівемпіричні формули. З уведенням у дію в Україні європейських норм із проектування сталевих холодноформованих конструкцій та настилів [1] дослідники й проектувальники отримали методику для теоретичного та експериментального визначення міцності сталевих профільованих настилів. Відомі результати експериментальних досліджень сталевих трапецієподібних профільованих настилів, що проводились в Україні [4, 5] та Румунії [6].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Перелічені вище праці та нормативні документи напряму стосуються трапецієподібних профільованих настилів, але існує ще один тип настилів – хвилястий. Цей тип застосовується, як правило, в огорожувальних конструкціях і на сьогодні є мало вивченим.

Постановка завдання. Основною метою роботи було встановити можливість використання методики випробування трапецієподібних профлістів [1] при дослідженні хвилястих настилів. За мету було поставлено також на основі експериментальних випробувань дослідити міцність та деформативність хвилястих профільованих настилів.

Основний матеріал і результати. Випробовувалися зразки сталевих профільованих настилів, виготовлені зі сталі товщиною 0,46 мм. Поперечний переріз зразків наведено на рисунку 1.

Випробовувалися двопротітні зразки прольотом 1650 мм (відстань між краями опор – 1520 мм). Розрахункова схема випробувальної установки наведена на рисунку 2. Умови спірання зразків обиралися з метою максимального наближення до реальних умов спірання листів у складі будівельних конструкцій. Спірання зразків відбувалося на опори

шириною 100 мм, що жорстко приєднувалися до козлових опор. Настил приєднувався до опор нижніми полицками за допомогою самонарізних гвинтів, що вкручені у кожную хвилю.

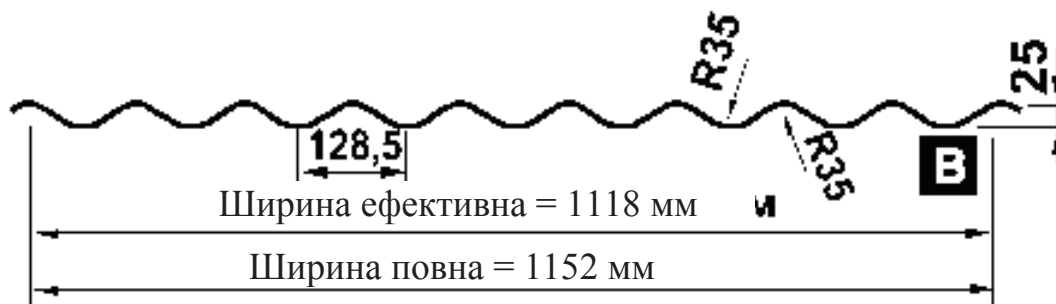


Рисунок –1 Поперечний переріз експериментальних зразків

Прогини зразків у площині дії навантаження фіксувалися посередині прольоту прогиномірами ПАО-6 із точністю виміру 0,01 мм. Вживалися заходи щодо запобігання обваленню зразків, що випробовуються, встановлених на них вимірювальних пристроїв, а також завантажувальних матеріалів, для чого було встановлено страхувальні опори.

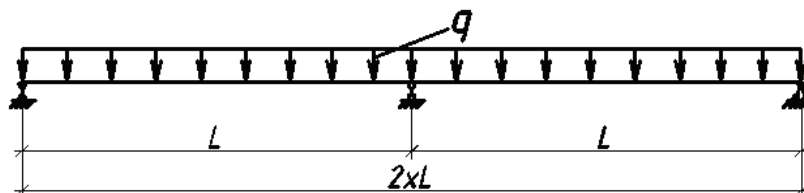


Рисунок 2 – Розрахункова схема випробувальних зразків хвилястого сталевго настилу

Рівномірно розподілене по площі настилу навантаження було умовно замінено лінійним. Максимальна відстань між поперечними лініями прикладання навантаження, згідно з нормами [1], повинна прийматися такою, що дорівнює 1/4 прольоту настилу. Відповідно крайня лінія завантаження має розташовуватися на відстані не більше 1/8 прольоту. В експериментальних дослідженнях кількість ліній завантаження прийнята такою, що дорівнює 5, відповідно відстань між лініями завантаження становила 300 мм, а відстань від крайніх ліній до опор – 150 мм. Значна кількість ліній навантаження дозволяє максимально наблизити схему прикладання навантаження до рівномірно розподіленого.

Навантаження було прикладене до верхніх полицок зразка через дерев'яні дошки значної ширини (≈ 200 мм) для запобігання зминання хвиль від дії навантаження у прольотах (рис. 3). Напрямок дії навантаження залишався перпендикулярним початковому положенню настилу. Перед початком випробувань зразки цегли зважувалися вагами з похибкою 0,05 кг.

Завантаження виконувалося декількома етапами, рівними частками, що не перевищували 20% від величини очікуваного граничного навантаження, та з однаковими інтервалами витримки на кожному з проміжних етапів. Після прикладання 80% від очікуваного граничного навантаження подальше завантажування здійснювалося зі зменшеними в 2–3 рази прирощеннями навантаження. Допустима відносна похибка встановлення навантажень не перевищувала $\pm 3\%$.

Усього в ході експериментальних досліджень було випробувано три зразки-«близнюки» зі сталі S320GD+Z за EN10346.

При визначенні рівня навантаження на 1 м^2 зразка використовувалась ефективна ширина листа, в яку не включалася частина крайньої нижньої полицки, що використовується для з'єднання листів «у замок». Власна вага листа при визначенні фактичного навантаження не враховувалась.

Відповідно до програми випробувань, вимірювання виконувалися прогиномірами ПАО-6. Прогиноміри встановлювались у середині кожного прольоту, у середній гофрі, та кріпилися до низу листа (рис. 4).



Рисунок 3 – Рівномірне прикладення навантаження на зразок

Зразки випробовувалися до руйнування. У процесі прикладання навантаження прогини зразків були близькими до лінійних на початкових і середніх ступенях завантаження (рис. 5).

При прикладанні навантаження, яке приблизно дорівнювало 80% від граничного, спостерігалось продавлювання листа в місцях спирання на кромки крайніх та середньої опор. На середніх ступенях завантаження втрачали стійкість невідкріплені елементом жорсткості кромки зразків біля середньої опори.



Рисунок 4 – Загальний вигляд випробувального стенда під час проведення дослідження

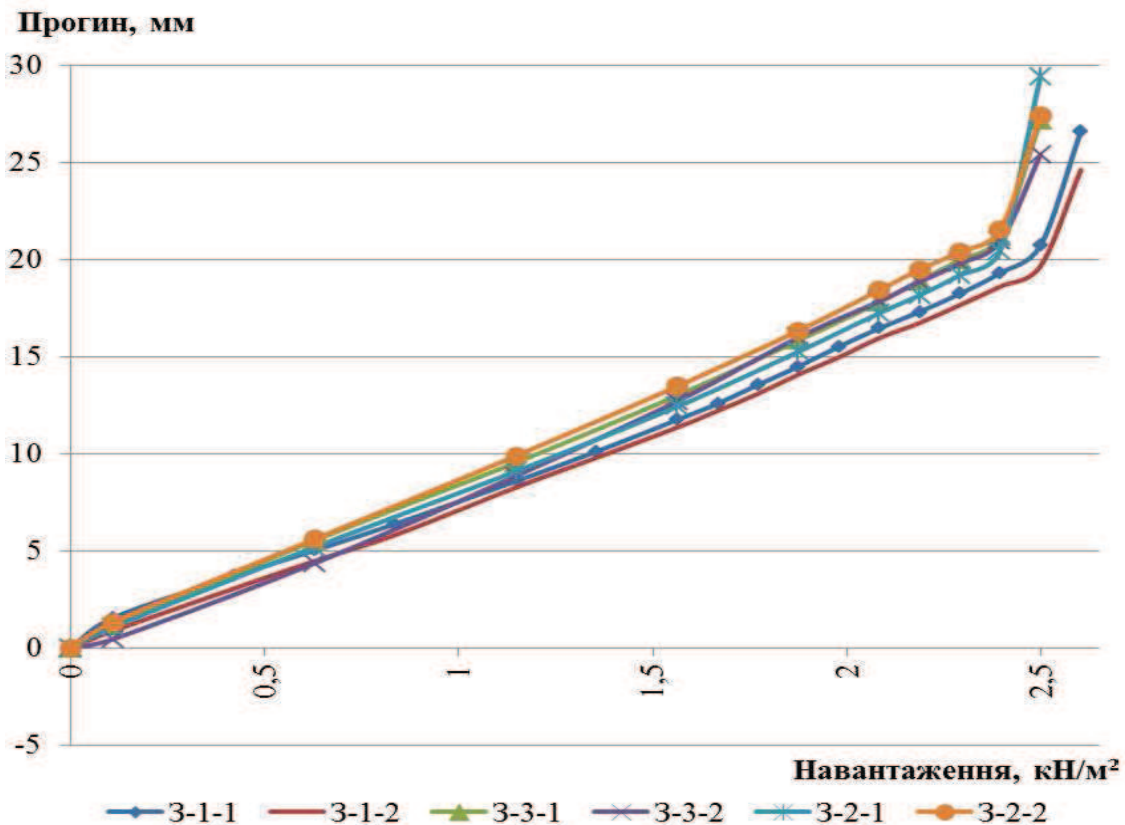


Рисунок 5 – Графік залежності прогинів від навантаження

Зразки втрачали несучу здатність унаслідок розвитку надмірних пластичних деформацій на середній опорі після прикладання останнього ступеня навантаження. Під час розвантаження зразок 3-1 зруйнувався також у прольоті.

Висновки. У ході проведених досліджень було встановлено, що методику випробування трапецієподібних профільованих настилів, представлену в нормах [1], можна використовувати для випробування хвилястих профільованих настилів. Експериментальним шляхом була встановлена несуча здатність хвилястого настилу, значення якої свідчать про можливість використання хвилястих настилів як несучих елементів або незнімної опалубки при зведенні сталезалізобетонних перекриттів.

Література

1. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-3:2012. Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-3. Загальні правила. Додаткові правила для холодноформованих елементів і профільованих листів (EN 1993-1-3:2006 IDT). – Київ : Мінрегіон, 2012. – 220 с.
2. ДСТУ Б В.2.6-9:2008. Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві гнуті з трапецієподібними гофрами для будівництва. – К.: Украархбудінформ, 2009. – 22 с.
3. Рекомендации по применению стальных профилированных настилей нового сортамента в утепленных покрытиях производственных зданий. – М.: ЦНИИПСК, 1985. – 34 с.
4. Пичугин С. Ф. Подбор и испытания стальных профилированных настилей в покрытиях зданий / С. Ф. Пичугин, В. А. Семко // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. трудов. – Вып. 68, – Днепропетровск : ГВУЗ ПГАСА, 2013. – С. 276 – 280.
5. Семко В. О. Експериментальні дослідження міцності та деформативності сталевих профільованих настилів / В. О. Семко, С. О. Склярєнко, Д. А. Прохорєнко //

Современные строительные конструкции из металла и древесины. Сб. науч. тр. – Одесса : ООО Внешрекламсервис, 2013. – Вып. 17. – С. 212 – 217.

6. Budescu M. *Theoretical and Experimental Studies of a Class of Steel Roof Profiles* / M. Budescu, I. Ciongradi, O. Roşca // *Computational civil engineering - 2004* / ed.: Fideliiu Păuleţ-Crăiniceanu, Constantin Ionescu, Horia Barbat. - Iaşi : Editura Societăţii Academice Matei-Teiu Botez, 2005. – P. 155 – 165.

V.A. Семко, к.т.н., с.н.с.

Д.А. Прохоренко, аспирант

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМАТИВНОСТИ ВОЛНИСТЫХ СТАЛЬНЫХ ПРОФИЛИРОВАННЫХ НАСТИЛОВ

Приведена методика и результаты экспериментальных испытаний прочности и деформативности волнистых стальных профилированных настилов. Установлено, что методику Еврокода по испытанию трапециевидных профилированных листов возможно применять также для волнистых настилов. Определено, что несущая способность рассмотренного типа волнистого настила является достаточной для использования его в качестве несущего элемента или несъемной опалубки при возведении сталежелезобетонных перекрытий.

Ключевые слова: *стальные холодноформированные конструкции, настил, методика испытания, Еврокод.*

V. Semko, PhD

D. Prokhorenko, Post-graduate Student

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

EXPERIMENTAL INVESTIGATION INTO THE STRENGTH AND DEFORMABILITY OF CORRUGATED STEEL PROFILED SHEETS

In the paper the testing method and the results of experimental investigation into the strength and deformability of corrugated steel profiled sheets are derived. It was defined that the Eurocode methodology for trapezoidal profiled sheets testing may also be used for corrugated decking. The determined resistance of corrugated sheet suggests the possibility of using it as a load-bearing element or permanent shuttering in the construction of composite steel-concrete ceiling.

Keywords: *cold-formed steel structures, decking, testing method, Eurocode.*

Надійшла до редакції 15.09.2014

© В.О. Семко, Д.А. Прохоренко