Висновки. За результатами проведених випробувань сталезалізобетонних ригелів прольотом 13,5 м можна зробити такі висновки: прогини ригелів при граничному експлуатаційному навантаженні для району будівництва об'єкта не перевищували гранично допустимий прогин [*f/l*]=1/300, що відповідає вимогам діючих нормативних документів. Тріщин у металі, відшарування стінок ригеля від бетону відмічено не було. Дані ригелі допускається використовувати як ригелі покриття під панелі 3×12 м вагою 9,1 т у безкранових будівлях у районі об'єкта будівництва за умови приварювання полиць панелей до стінки ригеля відповідно до проекту.

Література

1. Руководство по проектированию железобетонных конструкций с жесткой арматурой / НИИЖБ, ЦНИИпромзданий. – М.: Стройиздат, 1978. – 54 с.

2. Семко, О.В. Імовірнісні аспекти розрахунку сталезалізобетонних конструкцій: монографія / О.В. Семко. – Полтава: ПолтНТУ, 2004. –320 с.

3. Стороженко, Л.І. Згинальні залізобетонні елементи, армовані сталевими листами / Л.І. Стороженко, О.В. Семко, О.В. Сколибог // Будівельні конструкції. – Вип. 59, кн. 2. – К.: НДІБК, 2003. – С. 31–39.

4. Чихладзе, Э.Д. Экспериментальные исследования сталежелезобетонных балок / Э.Д. Чихладзе, А.Г. Кислов, А.В. Крухмалёв // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва. № 664. – Львів, 2010. – С.318–322.

5. Основні положення розрахунку бетонних та залізобетонних конструкцій за національним документом (ДБН), що розробляється / Бамбура А.М., Гурківський О.Б., Безбожна М.С., Дорогова О.М. // Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій: зб. наук. статей. – Львів: Каменяр, 2009. – Вип.8. – С.125–134.

6. Семко, О.В. Визначення напружено-деформованого стану нормального перерізу збірно-монолітного ригеля за деформаційним методом / О.В. Семко, Д.В. Бібік, А.А. Орліковський // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва. № 664. – Львів, 2010. – С.332–336.

Надійшла до редакції 21.04. 2011

© О.В.Семко, Д.В. Бібік

О РЕЗУЛЬТАТАХ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РИГЕЛЕЙ

В статье приведено описание натурного испытания сталежелезобетонных ригелей пролётом 13,5 м. Проанализированы полученные результаты и выполнено сравнение экспериментальных данных с теоретическими расчётами.

Ключевые слова: *сталежелезобетонная балка, ригель, испытание, напряженно-деформированное состояние, эксперимент.*

ABOUT THE RESULTS OF THE FULL-SCALE EXPERIMENT OF COMPOSITE STEEL CONCRETE BEAMS

The article is about the full-scale experiment of composite steel concrete beams with the span 13,5 m. The analysis of the results and comparison of experimental data with theoretical calculations is performed.

Keywords: *composite beams, experiment, deflected mode.*

УДК 624.072.22

В.М. Бібік, ст. викладач, М.В. Бібік, к.т.н., доцент, О.Ю. Мовчан, студентка

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ПОШУК ОПТИМАЛЬНОЇ ФОРМИ НАСКРІЗНОГО ПРОГОНУ ПОКРИТТЯ

У статті розглянуто завдання пошуку оптимальних конструктивних рішень сталевих наскрізних прогонів покриття промислових і громадських будівель. Головними критеріями пошуку оптимальної конструкції були мінімальна маса та вартість виготовлення прогону. Розглянуто шість геометричних схем з різними типами поперечних перерізів. Отримано таблиці та графіки порівняння ваги прогонів різних конструкцій і визначено оптимальну конструктивну схему.

Ключові слова: *наскрізні прогони, оптимальна конструкція, геометрична схема, маса, вартість.*

Постановка завдання. Вибір раціональної конструкції наскрізних прогонів покриття зводиться до варіантного проектування. На даній стадії розглядаються декілька варіантів майбутньої конструкції, що різняться між собою за кількістю вузлів та елементів, абрисами, геометрією (типом решітки, координатами вузлів), типами поперечних перерізів елементів і розрахунковими схемами. Спільними при цьому для всіх варіантів є головні геометричні параметри конструкції та обмеження (проліт, граничні прогини тощо). Найважливішою умовою вибору раціональної конструктивної форми є зниження витрати матеріалів.

Аналіз останніх публікацій. Питанням розроблення й експериментально-теоретичного аналізу різних видів легких металевих конструкцій, а також їх поточного виготовлення було присвячено багато робіт. Зокрема, у роботах польських авторів Я. Брудки і М. Лубинського [7] запропоновано та вивчено роботу широкого спектра легких конструкцій різноманітного призначення. У сфері оптимального проектування металевих конструкцій відомі праці В. В. Трофимовича і В. А. Пермякова [6]. Аналізуючи зарубіжні видання, зокрема каталоги металевих конструкцій [2-4], автори зацікавилися тим, що компанії, котрі розробляють різноманітні конфігурації наскрізних прогонів, пропонують використання цих конструкцій як для покриття, так і для перекриття промислових та громадських будівель. Пошук раціональної конструкції наскрізних прогонів покриття виконано в роботі В. Бібіка [1]. Зокрема, в роботі зазначається, що за рахунок зміни геометрії прогонів можливо мінімізувати значення розрахункових зусиль та отримати економію сталі від 20 до 25 % порівняно з прогонами за серією [5].

Незважаючи на значну різноманітність конструктивних форм, структура вартості металевих конструкцій вирізняється певною стабільністю. Процентне співвідношення витрат на створення конструкції приблизно таке [6]:

проектування …….. 2 – 3 %;
сталь і інші матеріали ……. 63 – 73 %;
виготовлення ……. 16 – 22 % ;
транспортування …… 3 – 7 %;
монтаж ……..5 – 20 %.

Отже, вартість металевих конструкцій визначається в основному вартістю матеріалів, тобто зниження витрати матеріалів є головною умовою вибору оптимальної конструкції наскрізних прогонів.

Метою даного дослідження є пошук оптимальних конструктивних рішень сталевих наскрізних решітчастих прогонів для легких покриттів промислових та громадських будівель і снігових районів України.

Виклад основного матеріалу. *Методика досліджень.* У роботі досліджувалися наскрізні решітчасті прогони з паралельними поясами прольотом 12 м для будівель із покрівлею зі схилом 1,5% по сталевому профільованому настилу, який жорстко кріпиться до прогону.

Для розрахунків прийнято такий склад покрівлі: покрівельний килим; теплоізоляція; пароізоляція; сталевий профільований настил; сталевий наскрізний прогін.

Загальна вага покрівлі (без прогону) прийнята 50 кг/м^2. Снігове навантаження прийнято для 5-го снігового району України норм [8].

Крок прогонів прийнято В = 4 м. Клас сталі прогонів – С245.

Розрахункові схеми прогонів наведені на рисунку 1. Їх статичний розрахунок здійснювався за допомогою програмного комплексу «Scad», версії 11.3. Підбір поперечних перерізів елементів здійснювався з умови забезпечення міцності та жорсткості. Згідно з нормами [9] граничний прогин прогонів прийнято $\left[{}^{f}\!/_{l} \right] = {}^{1}\!/_{200}$. Пошук оптимальної форми наскрізного прогону здійснювався за найменшою вагою конструкції. Результати розрахунків прогонів зведені в таблицю 1.

Опис розрахункових схем та типів перерізів елементів. До розгляду запропоновано 6 геометричних схем. Схеми I та IV являють собою прогін трикутної форми, схема III – полігональна, всі інші (схеми II, V та VI) – трапецієподібної форми, які відрізняються одна від одної типами решітки і розмірами конструктивних елементів.

Розглянуто такі типи перерізів для верхнього пояса: прямокутні та квадратні труби (типи перерізів 1та 3), двотавр (тип 2), спарені кутики (тип 5), спарені гнуті швелери (тип 4);

Як переріз нижнього пояса розглянуто прямокутні та квадратні труби (тип 1), кругла сталь (типи 2 і 3), спарені кутики (тип 5), одиночні гнуті швелери (тип 4).

Переріз елементів решітки – круглі та квадратні гнуті профілі (типи 1 – 3), спарені й одиночні кутики (тип 5), одиночні гнуті швелери (тип 4);

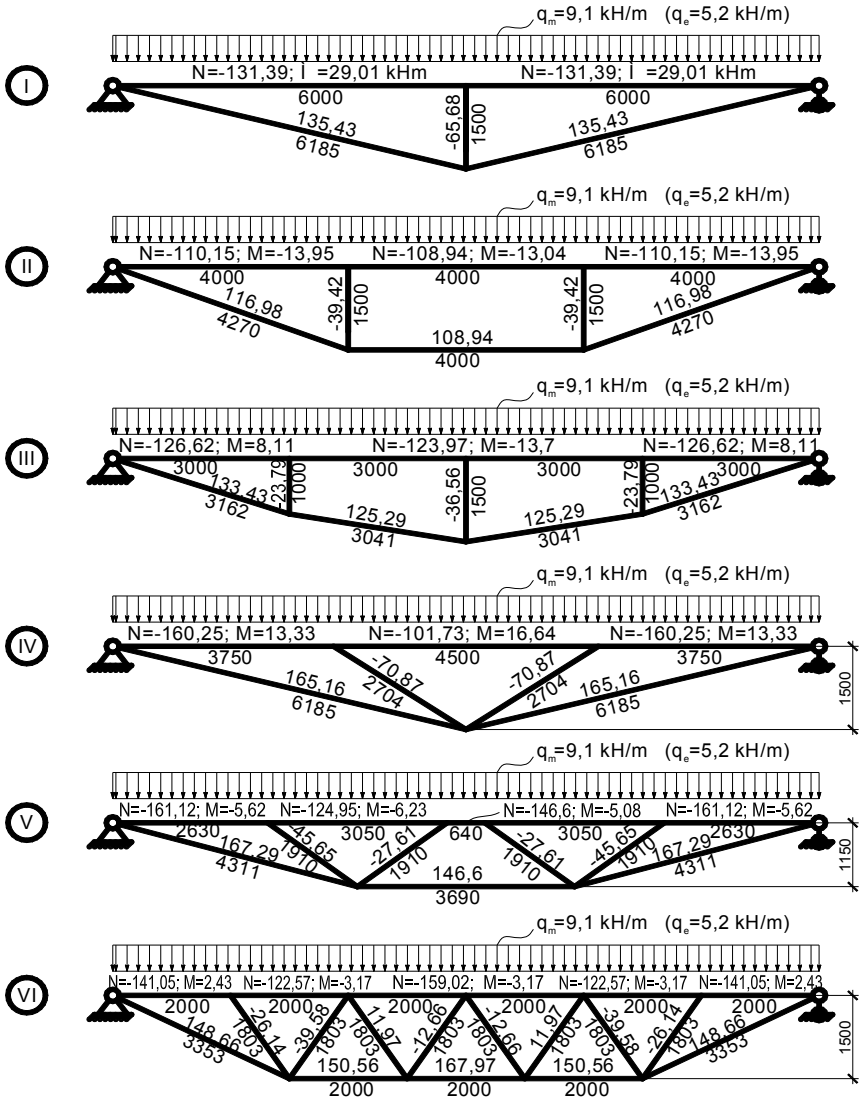
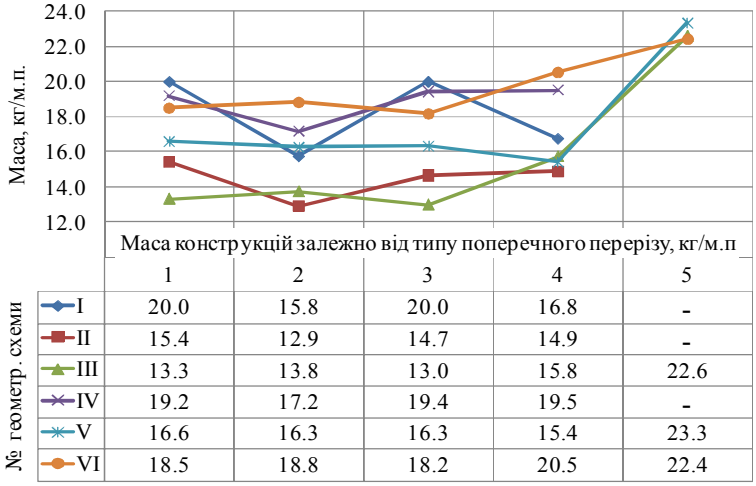


Рисунок 1 – Геометричні схеми прогонів із позначенням зусиль

Таблиця 1 – Результати підбору перерізів прогонів для різних типів геометричних схем та поперечних перерізів

Тип геометричної схеми	Тип перерізів елементів	Поперечний переріз елементів			Маса прогону	
		Верхнього пояса	Нижнього пояса	Решітки	Загальна, кг	Погонна, кг/м
I	1	▭ 140x100x4	▭ 63x45x3	⬭ 54x3	240	20
	2	I 14 Б1	● 27	⬭ 54x3	**189**	**15,8**
	3	▭ 140x100x4	● 27	⬭ 54x3	240	20
	4	][140x60x3	]80x60x3	]80x60x3	201	16,8
II	1	▭ 100x60x4	▭ 63x45x3	⬭ 42x3	185	15,4
	2	I 10 Б1	● 25	⬭ 42x3	**155**	**12,9**
	3	▭ 100x60x4	● 25	⬭ 42x3	176	14,7
	4	][90x50x3,5	]60x60x3	]60x60x3	179	14,9
III	1	▭ 100x70x3	▭ 42x4	⬭ 42x3	160	13,3
	2	I 10 Б1	● 27	⬭ 42x3	165	13,8
	3	▭ 100x70x3	● 27	⬭ 42x3	**156**	**13,0**
	4	][70x50x4	] 80x60x3	] 80x60x3	189	15,8
	5	⌐⌐ 90x6	⌐⌐ 40x4	⬭ 42x3	271	22,6
IV	1	▭ 110x80x4	▭ 40x5	▭ 60x4	230	19,2
	2	I 12 Б1	▭ 40x5	▭ 60x4	**206**	**17,2**
	3	▭ 110x80x4	⬭ 60x4	⬭ 70x4	233	19,4
	4	][110x100x4	] 80x80x4	] 80x80x4	234	19,5
V	1	▭ 100x50x4	▭ 90x45x3	⬭ 42x4	199	16,6
	2	I 10 Б1	● 30	⬭ 42x4	195	16,3
	3	▭ 100x50x4	● 30	⬭ 42x4	196	16,3
	4	][80x60x4	] 80x60x4	] 80x60x4	**185**	**15,4**
	5	⌐⌐ 80x6	⌐⌐ 50x4	⌐ 50x4	280	23,3
VI	1	▭ 80x56x4	▭ 80x56x3	⬭ 45x4	222	18,5
	2	I 10 Б1	● 30	⬭ 45x4	226	18,8
	3	▭ 80x56x4	● 30	⬭ 45x4	**218**	**18,2**
	4	][80x32x4	] 70x60x4	] 70x60x4	246	20,5
	5	⌐⌐ 70x5	⌐⌐ 40x5	⬭ 45x4	269	22,4



№ геометр. схеми	1	2	3	4	5
I	20.0	15.8	20.0	16.8	-
II	15.4	12.9	14.7	14.9	-
III	13.3	13.8	13.0	15.8	22.6
IV	19.2	17.2	19.4	19.5	-
V	16.6	16.3	16.3	15.4	23.3
VI	18.5	18.8	18.2	20.5	22.4

Рисунок 2 – Графік зміни маси наскрізних прогонів відповідно до підібраних типів поперечних перерізів елементів

Аналіз отриманих результатів. Для конструкцій прогонів із типами перерізів 2 та 3 (нижній пояс із круглих стрижнів) загальним недоліком є перевищення граничної гнучкості нижнього пояса з площини прогону. У цих випадках необхідно передбачати заходи щодо розкріплення елементів нижнього пояса під час монтажу.

Ураховуючи те, що верхній пояс прогону працює на позацентровий стиск, застосування кутових профілів (тип 5) для верхнього пояса прогонів схем I, II, IV є нераціональним.

Результати розрахунків показали, що найменшою за масою конструкцією є варіанти № II-2 та III-3 (див. рис. 2). Для шпренгельного прогону найлегшу вагу дає варіант перерізів I-2. Найважчим виявилися прогони схеми VI.

Висновок. Виконано порівняння шести геометричних схем і п'яти типів поперечних перерізів наскрізних решітчастих прогонів покриття. Отримано таблиці та графіки витрат сталі прогонів. Серед розглянутих варіантів найменшу масу мають решітчасті прогони з полігональною й трапецієподібною формою поясів (схеми II та III) і нижнім поясом, виконаним із суцільного круглого стрижня. Прогони типу II-2 та III-3 на 30 % легші за серійні [5] (прогони типу IV-4). Надалі планується уточнити вартість наскрізних прогонів за приведеними витратами.

Література

1. Бібік, В.М. Пошук раціональної конструкції наскрізних прогонів покриття / В.М. Бібік // Збірник наукових праць студентів будівельного факультету ПНТУ імені Ю.Кондратюка. Вип. 2. – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – С. 8 – 11.

2. Lattice beam technical manual. Catalogue. – Metsec: Great Britain, 2008 – 32 p.

3. Steel joists & Joist Girders. Catalogue. – Vulcraft: USA, 2007 – 60 p.

4. Scheme development: Purlin structure design.Catalogue. – Access steel, 2010. – 28p.

5. Серия 1.462.3 – 17/85. Стальные решетчатые прогоны производственных зданий пролетом 12 м с применением профилей по сокращенному сортаменту металлопроката. Чертежи КМ.

6. Трофимович, В.В.Оптимальное проектирование металлических конструкций / В.В. Трофимович, В.А. Пермяков – К.: Будівельник. 1981. – 136 с.

7. Брудка, Я. Легкие стальные конструкции / Я. Брудка, М. Лубински; изд. 2-е доп. пер. с польск. под ред. С. С. Кармилова. – М.: Стройиздат, 1974. – 342 с.

8. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 75 с.

9. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Прогини і переміщення. Вимоги проектування: ДСТУ Б В.1.2-3:2006. – К.: Мінбуд України, 2006. – 30 с.

Надійшла до редакції 11.04. 2011

© В.М. Бібік, М.В. Бібік, О.Ю. Мовчан

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ КВОЗНОГО ПРОГОНА ПОКРЫТИЯ

В статье рассмотрена задача поиска оптимальных конструктивных решений стальных сквозных прогонов покрытия промышленных и гражданских зданий. Главными критериями поиска оптимальной конструкции были минимальная масса и стоимость изготовления прогона. Рассмотрены шесть геометрических схем с разными типами поперечных сечений. Получены таблицы и графики сравнения веса прогонов разных конструкций и определена оптимальная конструктивная схема.

Ключевые слова: *сквозные прогоны, оптимальная конструкция, геометрическая схема, масса, стоимость.*

SEARCH OF OPTIMAL FORM FOR LATTICE PURLIN OF STEEL ROOF

The search of steel lattice purlin optimal form is studied in the article. The main criterion of search was minimum weight and cost of purlin. Six geometrical schemes with different types of structural sections were considered. Weight tables and diagrams were given for different types of purlins. The optimal form of lattice purlin was proposed.

Keywords: *lattice purlin, optimal form, geometrical scheme, weight, cost.*