

*С.Ф. Пічугін, д.т.н., професор
В.П. Чичулін, к.т.н., доцент, К.В. Чичуліна, к.т.н.
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка*

ЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКЦІЇ МЕТАЛЕВИХ ФЕРМ

Обґрунтовано застосування нової конструктивної форми комбінованої металевої конструкції ферми, яка складається з нижнього поясу у вигляді апрочного елемента, що забезпечує багатофункціональність та значну економію матеріальних витрат. Дослідження направлено на пошук оптимальних конструктивних рішень, зокрема сталевих конструкцій ферм, які забезпечили б ряд переваг порівняно з традиційними конструктивними рішеннями: зниження їх маси, зменшення трудомісткості виготовлення і монтажу, а також підвищення їх довговічності.

Ключові слова: ефективна конструкція, металева ферма, оптимальність, матеріаломісткість.

Вступ. У результаті аналізу сучасних тенденцій у галузі будівництва гостро постають проблеми розвитку й удосконалення сталевих легких металевих конструкцій, отримання найбільш ефективних конструктивних систем з метою зниження показників матеріалоемності, трудомісткості, а головне – результуючої категорії вартості. Питанням пошуку будівельних металевих конструкцій, які розв’язали б ряд техніко-економічних завдань, а саме знизили матеріаломісткість приблизно на 10 – 20% з одночасним підвищенням продуктивності праці більш ніж удвічі при їх виготовленні й на 70% при монтажі, почали приділяти увагу ще в 70-х роках минулого століття [1, 2]. В умовах сьогодення ці питання набувають ще більшої актуальності, а саме подальше вдосконалення процесу проектування, виготовлення, комплексної поставки і монтажу легких металевих конструкцій промислових будівель вимагає поєднання оптимальних показників маси з мінімальною трудомісткістю механізованого поточного виготовлення. Прагнення поєднати ці фактори робить раціональним застосування конструкцій із трубчастих, тонкостінних, гнутих і таврових профілів [3]. Спираючись на техніко-економічний аналіз покриттів виробничих будівель прольотом 18 та 24 м, виявили, що найкращі показники мають кроквяні ферми з поясами з труб і таврів [4, 5].

За основний критерій оптимальності або економічної ефективності конструкцій зазвичай приймають значення приведених витрат, які включають у себе вартість самої споруди, одноразові капітальні вкладення в суміжні галузі промисловості й виробничу базу, а також експлуатаційні витрати. Такий критерій доцільно використовувати при порівнянні конструкцій з різних матеріалів. Однак нерідко порівняння здійснюється всередині певного класу конструкцій, і для аналізу різних рішень досить керуватися вартістю створення конструкції, тобто зменшення витрат стали є найважливішою умовою вибору раціональної конструктивної форми. У свою чергу зниження маси конструкції відбивається на зниженні трудомісткості виготовлення і монтажу. У роботах [6 – 8] вказується, що ці фактори взаємопов'язані й ефективність їх впливу на конструктивну форму виявляється тим більше, чим повніше при проектуванні враховані вимоги забезпечення технологічності конструкції.

Основний матеріал і результати. Серед дисертаційних робіт, у яких приділено увагу створенню та вдосконаленню ефективних конструктивних рішень ферм, можна виділити такі: М.В. Попової [3], у котрій розроблено й досліджено нові конструкції легких металевих ферм з елементами з розкромлених двотаврів і стиснутими розкосами зі спарених кутиків, що забезпечує раціональний розподіл сталі між панелями поясів і

розтягнутими стрижнями решітки відповідно до закону зміни зусиль у цих елементах (дозволяє знизити масу ферми на 14 – 20% порівняно з традиційними конструкціями ферм); А.В. Коротких [9], у якій розроблене конструктивне рішення ферм на основі холодногнутих тонкостінних оцинкованих профілів на зсувостійких болтових з'єднаннях. На основі розгляду існуючого досвіду застосування легких металевих конструкцій, запропонована комбінована металева конструкція ферми, котра належить до галузі будівництва, зокрема до несучих, мостових та одночасно огорожувальних конструкцій. Варіантність застосування таких конструкцій досить широка, зокрема як одно- і багатопролітні ферми мостових конструкцій з розрізною схемою.

Метою створення такої ферми є отримання конструктивної форми з оптимальними показниками матеріаломісткості й використанням верхньої частини як несучої та огорожувальної системи.

Суть наведеної комбінованої металевої конструкції ферми (рис.1) полягає в застосуванні поясів у вигляді прямокутних труб, нижнього пояса у вигляді вигнутої вниз арки, що працює на розтяг. Така конструкція нижнього пояса є більш економічною, ніж стиснутого. Навпаки, верхній пояс у вигляді двох стиснутих прямокутних труб і розкріплених півварками працює як одне ціле й виконує додатково функції огороження мосту, що приводить до зменшення витрат матеріалу та підвищення ефективності роботи такої конструкції. Отже, до складу запропонованої комбінованої металевої конструкції ферми належать (рис.1): 1, 3 – верхній пояс у вигляді двох прямокутних труб ($120 \div 200$ мм); 2 – нижній пояс із прямокутних труб у вигляді аточного елемента ($120 \div 200$ мм); 4, 5 – опорні ребра із суцільного листа (товщина $t = 6 \div 10$ мм); 6 – опорний лист (товщина $t = 10 \div 20$ мм); 7 – опорна стінка (товщина $t = 8 \div 12$ мм); 8 – решітка ферми ($80 \div 100$ мм); 9 – елемент решітки верхнього пояса і одночасно огорожувальна конструкція (півварки – $40 \div 60$ мм).

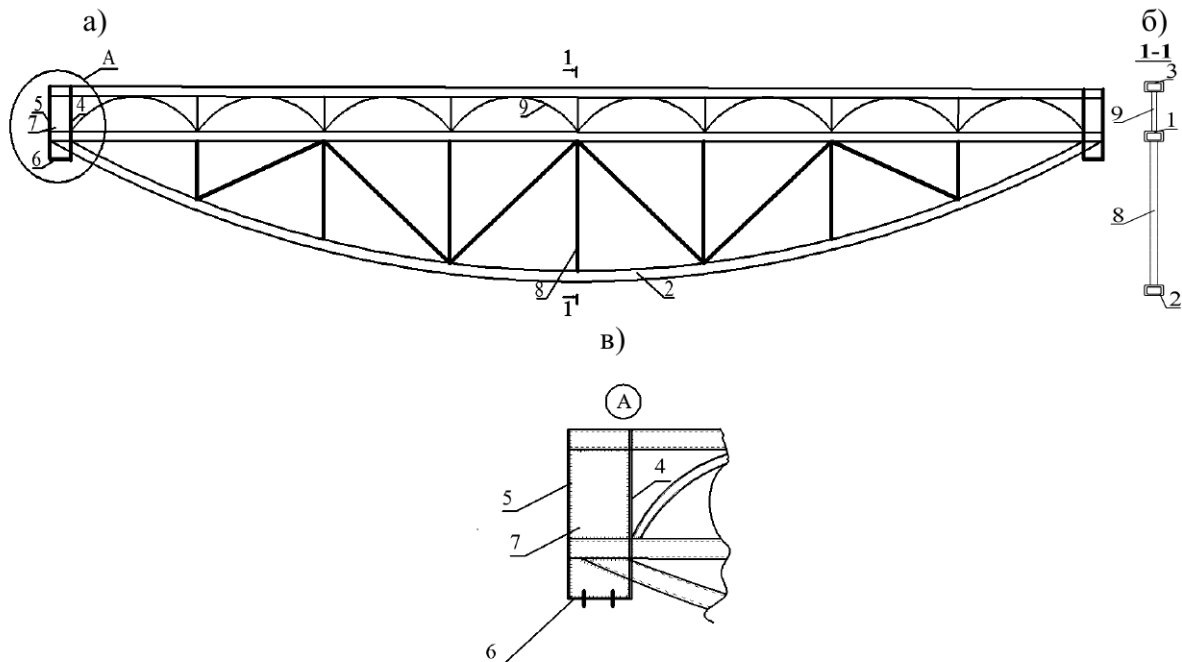


Рис. 1. Комбінована металева конструкція ферми: а – загальний вигляд; б – розріз 1-1; в – вузол «А»

Комбінована металева конструкція ферми за рахунок спареного верхнього пояса та аточного нижнього пояса, який працює на розтяг, забезпечує багатоваріантність застосування й суттєво зменшує матеріальні витрати. Навантаження від покриття у вигляді поперечних балок (балкова клітка) передається на нижню частину верхнього пояса, що

розкріплюється з площини ферми і працює з настилом як просторова система. Верхня частина верхнього пояса, за необхідності, може бути розкріплена з площини трикутними опорами подвійного призначення для комунікацій (трубопроводів тощо). Рекомендоване раціональне застосування запропонованих конструкцій для прольотів 24 – 36 м.

Розвиток комбінованих конструкцій у вигляді ферм може піти шляхом використання для верхнього пояса просторових трикутних стержневих елементів, що дасть підвищення стійкості з площини ферми і здешевлення конструкції по масі порівняно з суцільними перерізами. У свою чергу потрібно відмітити, що трудомісткість таких конструкцій зростає, тому потрібно оцінювати ці проекти за приведеними затратами.

Висновки. Розроблене конструктивне рішення комбінованої металевої конструкції ферми з оптимальними показниками матеріаломісткості й використанням верхнього пояса ферми як несучої та огорожувальної системи. Унаслідок проведених досліджень встановлено можливість застосування нових комбінованих конструкцій ферм, доведено їх ефективність і визначено сферу раціонального застосування. Також показана перспектива розвитку такого типу конструкцій, як просторові системи.

Література

1. Бирюлев В.В. Стальные фермы с коробчатыми сечениями стержней, сваренных из уголков // Изв. вузов. Сер. стр-во и архитектура. 1973. – С. 8-14.
2. Шейнфельд Н.М., Мкрчанц Ю.С., Киселев Б.Е. Исследование ферм из тонкостенных стальных труб повышенной прочности // Металлические конструкции: Сб. ЦНИИСК им. Кучеренко. – М.: Стройиздат, 1968. С. 36 – 41.
3. Попова М.В. Новые конструкции легких металлических ферм с элементами из раскромочных двутавров: Автореф. дис. на соискание уч. степени канд. технич. наук : спец. 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения» / М.В. Попова. – Владимир, 1999. – 23 с.
4. Абарин А.А., Козьмин Н.Б., Кузнецов А.Ф. Особенности работы и расчета ферм из труб // Пром. стр-во. – 1970. – № 6. – С. 32 – 36.
5. Методические указания по проектированию и расчету ферм из прямоугольных сварных труб / НИИ им. В.В. Куйбышева. – Новосибирск, 1986. – 29 с.
6. Металлические конструкции. В 3 т. Т.2. Общая часть (Справочник проектировщика) / под ред. В.В. Кузнецова (ЦНИИпроектстальконструкция им. Н.П. Мельникова). – М.: Изд-во «АСВ», 1998. – 512 с.
7. Скачков С.В. Экспериментально-теоретическое исследование металлических безраскосных ферм с поясами из тавров: Автореф. дис. на соискание уч. степени канд. технич. наук : спец. 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения» / С.В. Скачков. – Ростов-на-Дону, 2000. – 23 с.
8. Кикоть А.А. Пути повышения эффективности металлических безраскосных ферм: Автореф. дис. на соискание уч. степени канд. технич. наук: спец. 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения» / А.А. Кикоть. – Новосибирск, 1990. – 20 с.
9. Коротких А.В. Фермы из тонкостенных оцинкованных профилей с перекрестной решеткой на сдвигоустойчивых соединениях: Автореф. дис. на соискание уч. степени канд. технич. наук : спец. 05.23.01 «Строительные конструкции, здания и сооружения» / А.В. Коротких. – Красноярск, 2012. – 22 с.