

УДК 624.074.5

В.С. Свідер, А.П. Сорочак, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ НА НЕСУЧУ ЗДАТНІСТЬ ПРОСТОРОВИХ ФЕРМ

V.S. Svider, A.P. Sorochak, Ph.D., Assoc. Prof.

RESEARCH OF INFLUENCE OF STRUCTURAL PARAMETERS OF SPATIAL TRUSSES ON THEIR BEARING CAPACITY

Науково-технічний прогрес в області металевих конструкцій розвивається за трьома основними напрямками:

1) підвищення ефективності конструктивних форм будівельних конструкцій і споруд на їх основі з одночасним підвищенням надійності, довговічності та встановленням областей їх раціонального застосування в будівлях і спорудах різного призначення;

2) створення високопродуктивної поточно-механізованої і автоматизованої технології виготовлення з метою підвищення продуктивності праці, збільшення ступеня заводської готовності та якості конструкцій;

3) підвищення рівня механізації збирання, зведення та розробки нових досконаліх методів поточно-блокового монтажу.

Галузь застосування ферм досить широка, але найбільше розповсюдження вони знайшли в покриттях виробничих та громадських будівель, а також у великогабаритних спорудах (великопролітні конструкції, башти, опори ліній електропередач, транспортерні галереї, прольотні будови мостів, в'язеві системи каркасів будівель тощо). Фермою є наскрізна конструкція, що працює на згин або згин зі стиском та складається з окремих стержнів, які, з'єднуючись у вузлах, утворюють геометрично незмінну систему. При прикладанні зовнішніх навантажень у вузлах, елементи ферм сприймають тільки поздовжні зусилля стиску або розтягу. Якщо зовнішні навантаження утворюють моменти (при поза вузловому прикладанні зосереджених сил, при наявності вузлових ексцентриситетів або вузлових моментів), стержні працюють як позацентрово-стиснуті або позацентрово-розтягнуті.

Серед основних конструктивних параметрів, що найбільше впливають на несучу здатність ферм різного типу, виділяють [1]: 1) статичну схему ферми; 2) тип решітки; 3) висоту ферми; 4) довжину ферми. За статичною схемою ферми розподіляються на: - розрізні балкові; - нерозрізні, - аркові та рамні; - консольні; - комбіновані. Подальша робота буде орієнтована на дослідження розрізних варіантів балкових та аркових ферми. Основними елементами балкових покриттів є плоскі або з'єднані в блоки ферми, які застосовують при прольотах 50...70 м і більше. Плоскі ферми з'єднують між собою горизонтальними і вертикальними зв'язками, які забезпечують просторову жорсткість покриття та стійкість окремих ферм [2]. Економічно доцільно застосовувати в балкових системах тригранні ферми. Аркові покриття застосовують для великих прольотів (60...80 м). Основна його перевага це мала маса конструкції. Це пояснюється тим, що арка є розпірною системою і переріз працює переважно на стиск і незначний за величиною згинальний момент. Найчастіше застосовують двошарнірні арки, в яких згинальні моменти розподіляються по прольоту більш-менш рівномірно, а їх обриси доцільно приймати з паралельними поясами.

Схема решітки значною мірою впливає на масу конструкції на розподіл зусиль. Трикутна решітка має найменшу сумарну довжину та найменшу кількість вузлів, але

довжини панелей поясів при цьому являються найбільшими, що не раціонально, особливо для стиснутих стержнів.

Розкісна решітка дозволяє зменшити довжини панелей, але при цьому зростає кількість вузлів та сумарна довжина розкосів і стояків. Тому в практиці одержала розповсюдження схема, що об'єднує переваги обох типів решітки – трикутна решітка з додатковими стояками, яка зменшує довжини стиснутих панелей та створює додатковий вузол пояса для можливого обпирання на нього несучого елемента покрівлі. Додаткові стояки хоча й збільшують масу ферми (проте їхні перерізи невеликі, бо вони сприймають тільки місцеві навантаження) в порівнянні з трикутною решіткою, але внаслідок скорочення розрахункових довжин елементів поясів зменшуються поперечні перерізи останніх і, відповідно, загальні витрати сталі. Хрестова решітка застосовується в фермах, елементи яких сприймають знакозмінні зусилля від навантажень, що діють з різних боків, наприклад, у в'язевих системах покриттів, мостах, висотних будівлях, у просторових фермах башт та щогл.

Довжина ферми визначається її прольотом, який встановлюють залежно від компонувальних і технологічних вимог. При обпиранні ферм зверху на опори конструктивна довжина включає розміри опорних частин конструкції. Оптимальна висота ферм h , що відповідає найменшій масі або вартості конструкції залежить від прольоту l , обрису поясів, типу решітки та кількості панелей n . Для ферм з паралельними поясами висота за умови мінімуму маси та визначається [1]:

$$\text{при трикутній решітці: } h_{opt} = \frac{l}{n} \sqrt{0.7n + 1};$$

$$\text{при розкісній решітці: } h_{opt} = \frac{l}{n} \sqrt{\frac{1}{3}(0.7n + 1)};$$

$$\text{при трикутній решітці з додатковими стояками: } h_{opt} = \frac{l}{n} \sqrt{\frac{1}{3}(0.7n + 1)};$$

Слід зауважити, що при оптимізації зведених витрат на ферму оптимальна висота значно знижується порівняно з h_{opt} , яка відповідає мінімуму маси конструкції, та досягає приблизно 1/8 – 1/10 прольоту.

Статичний розрахунок ферм у більшості випадків проводять припускаючи наявність шарнірів у вузлах. При цьому ферму розглядають як статично визначувану систему, в елементах якої виникають тільки поздовжні зусилля [3]. Таке припущення справедливе для ферм з кутиків і таврів, а також з труб, двотаврів та замкнених профілів при співвідношенні висоти (діаметра) пояса до довжини панелі менше 1/10 для конструкцій, що експлуатуються в кліматичних районах з температурою зовнішнього повітря вище ніж -40°C , та 1/15 – при температурі нижче вказаної межі.

На основі проведеного аналізу виявлено що, основною причиною руйнування ферм є втрата стійкості стиснутими елементами. Досвід показує, що втрата стійкості суттєво залежить від геометричних і фізичних недосконалостей стержнів: неточне центрування елементів, недоліками при монтажі та експлуатації конструкції. Тому проводитимуться подальші дослідження з метою отримання найоптимальніших конструктивних параметрів за допомогою ПК ЛІРА-САПР.

Література

1. Металлические конструкции: Общий курс: Учебник для вузов / Под общ. ред. Е.И. Беленя. – М.: Стройиздат, 1986. – 560 с.
2. Металеві конструкції / Ф.Є. Клименко, В.М. Барабаш, Л.І. Стороженко. За ред. Ф.Є. Клименка. – К.: Світ, 2002. – 191 с.
3. ДБН В.2.6-163:2010: Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 249 с.