УДК 624.014

ВИБІР УНІФІКОВАНОГО ЕЛЕМЕНТУ ЛЕГКИХ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

***С.І.Богданов**, старший викладач*
***О.А.Мірошниченко**, кандидат технічних наук, доцент*
Миколаївський державний аграрний університет

У статті досліджено вибір уніфікованого елементу для практичної реалізації легких металевих арок довільної конструктивної форми та прольоту.

***Ключові слова**: вузлові з'єднання, уніфікований елемент, легкі металеві арки.*

З будівельної практики відомо використання балочних, рамних, складчастих та арочних схем будівель.

Для розв'язання проблеми істотного зменшення числа варіантів конструкцій арок без перевищення витрати матеріалів при збереженні оптимальних об'ємно-планувальних габаритів пропонується використання системи відкритої типізації. Відкрита система типізації базується не на розробці типових проектів будівель з уніфікованою габаритною схемою, а на використанні уніфікованих елементів, що забезпечують реалізацію різних габаритних схем. Стосовно несучих конструкцій будівель, рекомендуються варіанти уніфікованих елементів, які передбачають заводський рівень уніфікації, тобто є базовий елемент, а шляхом застосування збірно-розбірних монтажних з'єднань встановлюються необхідні проліт і контур каркасу. У цьому випадку замовник може, варіюючи числом елементів, реалізувати каркаси різного перетину і висоти.

У НДІ нових агропромислових об'єктів Миколаївського державного аграрного університету розроблюються і досліджуються подібні будівлі з багатоваріантними схемами несучих конструкцій. Використання таких схем має переваги: потрібні менші витрати металу на несучі конструкції, оскільки

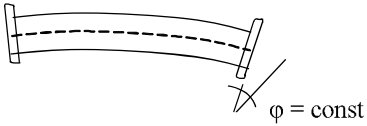
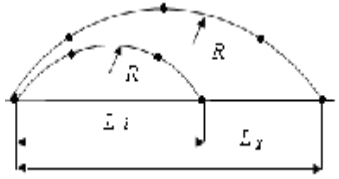
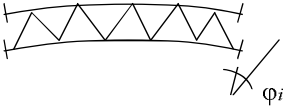
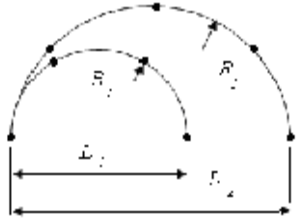
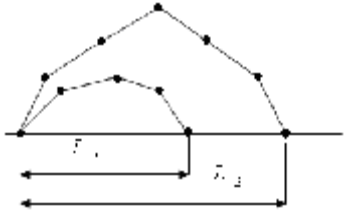
висота перетину цих будівель близька до оптимального значення для арок; за рахунок більш раціональної аеродинамічної форми забезпечується зменшення інтенсивності атмосферних навантажень, що створює додатковий резерв економії конструкційних матеріалів; досягається однотипність конструкційних елементів, оскільки виключає загальноприйнятний розподіл їх на елементи стінові і покриття; при одному і тому ж перетині можна використати менший параметр захисних конструкцій. Питання ж наявності в будівлях "мертвих просторів" вирішуються шляхом вибору раціональних перетинів несучих конструкцій.

Серед наведених конструктивних рішень (табл.) найбільший практичний інтерес викликають уніфіковані елементи, які забезпечують повну свободу реалізації арок довільного прольоту та довжини дуги. Приклади конструктивного виконання таких уніфікованих елементів наведено в таблиці. Уніфікований елемент об'єднує прямолінійний стержень, кінчний фланець з отворами на одному кінці та кільцевий елемент на другому кінці стержня. По периметру кільцевого елементу виконано співосні отвори для монтажних болтів. Монтаж арки легкої металевої конструкції із вказаних елементів складається в послідовному їх з'єднанні між собою на монтажних болтах. Для забезпечення конструктивної осі арки легких металевих конструкцій на кільцевих елементах при установці монтажних болтів використовуються лише ті отвори, які забезпечують потрібний кут між сусідніми елементами. Практична реалізація запропонованих уніфікованих елементів вимагає розв'язання основних завдань:

- визначення параметрів уніфікованого елементу, які забезпечують реалізацію заданої кількості варіантів арок;
- забезпечення несучої здатності вузлових з'єднань уніфікованих елементів;
- забезпечення несучої здатності арки легких металевих конструкцій при різних варіантах їх виконання.

До основних геометричних параметрів уніфікованих елементів легких металевих конструкцій (табл.) можна віднести його довжину l та діаметр кільцевої вставки D.

Таблиця

№	Характеристика уніфікованого елемента	Ескізи створюваних конструкцій арок	Переваги та недоліки
1	 В елементі фланці закріплені під заданим кутом.		Забезпечується створення арок різного прольоту з конфігурацією по дузі кола одного радіусу.
2	 В елементі фланці встановлюють під заданим кутом при монтажі.		Забезпечується створення арок довільної конфігурації і прольоту. При демонтажі та наступній збірці зміна конфігурації неможлива.
3	В елементі забезпечується кріплення елементів під довільним кутом.		Забезпечується створення арок довільної конфігурації і прольоту. При демонтажі та послідуючій збірці можна змінювати конфігурацію.

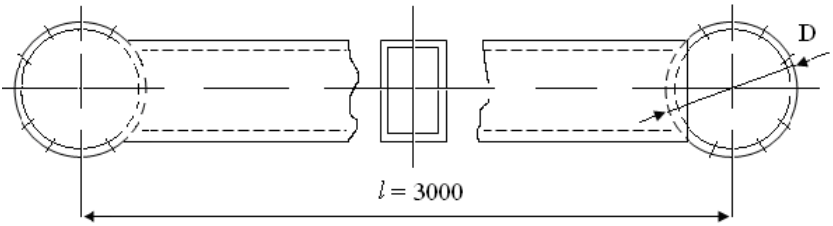


Рис. Уніфікований елемент

Обидва ці параметри визначають межі можливостей варіантів монтажу легких арок по прольоту та конструктивній формі. Довжина уніфікованого елементу, крім того, впливає на масу легкої арки, яка може бути записана так:

$$G = \psi_A \left(1 + \xi_2 m\right)\left(1 - \frac{2K}{3m^2}\right)\left(1 + \frac{\ell m^2 + \xi_3}{\xi_4 m^2}\right)\frac{\gamma NS}{R_y \gamma_c}, \qquad (1)$$

де ψ_A – конструктивний коефіцієнт арки; ξ_2 – будівельний коефіцієнт вузлових з'єднань; $K = f / L$ – відносна висота підйому арки; $\xi_3 = LK\left(1+16/3K^2\right)/\left(1+4K^2\right)$ – коефіцієнт, який враховує збільшення ексцентриситету повздовжньої сили від спрямлення осі; $\xi_4 = \rho$ – ядрова відстань для перетину стержня елементу; m – число уніфікованих елементів.

В (1) значення будівельного коефіцієнту $\xi_2 = A_в D/\left(\left(A_e - 1\right)\ell\right)$, де $A_в$ – площа поперечного перетину вузла кріплення уніфікованих елементів; A_e – площа перетину стержня елемента; D – діаметр кільцевого елементу; l – довжина уніфікованого елементу. Для наведених уніфікованих елементів (табл.) значення будівельного коефіцієнту вузлових з'єднань дорівнює: $\xi_2 = 0,015 \div 0,023$.

Оптимальну кількість уніфікованих елементів визначаємо з умови:

$$\frac{dG}{dm} = 0 . \qquad (2)$$

Після деяких допущень оптимальна кількість елементів буде:

$$m_{opt} = \sqrt[3]{\frac{4\xi_3}{\xi_2 (2K+1)(\ell + \xi_4)}} . \qquad (3)$$

Наприклад, для арки з $\ell = 0,872$ м; $K = 0,5$; $\xi_3 = 8,92$ при $\xi_2 = 0,018$; $\xi_4 = 0,08$ – оптимальна кількість елементів буде рівною $m_{opt} = 10$. Довжина уніфікованого елементу $\ell_{opt} = 2,4$ м.

Визначивши за формулою (3) оптимальну кількість уніфікованих елементів при заданих замовником значеннях прольоту та висоті підйому арки, легко знаходимо і значення оптимальної її довжини. Діаметр кільцевого елементу визначаємо з граничних умов з'єднання елементів, які визначаються кутами з'єднання: $\gamma_{\min} = 90^{\circ}$; $\gamma_{\max} = 180^{\circ}$. Враховуючи, що задано висоту перетину стержня h_e та умови розташування болтів *d*, отримуємо мінімальний діаметр кільцевого елементу із рівняння:

$$4d/D + \arcsin(h_e/D) = 0,785 . \qquad (4)$$

Якщо врахувати, що висота стержня уніфікованого елементу для арок, які розглядаються (табл.), знаходиться в межах 0,12-0,20 м, тобто:

$$h_e = \frac{L}{60} - \frac{L}{100}, \qquad (5)$$

то діаметр кільцевого елементу буде значним $D = 0,26 - 0,37$ м. Тому з метою зменшення діаметра кільця при збереженні вказаних меж необхідно рекомендувати такі конструктивні рішення. По-перше за рахунок використання стержнів, які закріплені збоку кільцевого елементу, надаєть-

ся можливість розміщення болтів по периметру кільцевого елементу в межах висоти перетину уніфікованого елементу. По-друге, при прикріпленні стержня до кільцевого елементу здійснюється підрізка торця стержня на кут $\varphi = 0$, який може бути рівний куту нахилу першого елементу арки. При з'єднанні уніфікованих елементів між собою внаслідок дискретності в розміщенні монтажних болтів $\left(\Delta\varphi = 229d/D\right)$ немає можливості реалізації довільного кута з'єднання. Тому, для зняття даного обмеження можуть бути рекомендовані конструктивні рішення уніфікованих елементів, в яких виключається дискретність в кутах з'єднання елементів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шейнфель В. Н. Сборно-разборные здания из унифицированных легких металлоконструкций полной заводской готовности / Шейнфель В. Н., Куперман И. Ш., Лившиц Л. С. // Промышленное строительство. — 1975. — №3.

2. Легкие металлические конструкции одноэтажных производственных зданий: справ. пособие / Под. ред. И. И. Ищенко. — М: Стройиздат, 1979. — 200 с.

3. Кузнецов И.Л. Стальные арочные конструкции зданий многоцелевого назначения / Кузнецов И.Л. // Строительные конструкции, строительная физика. — 1979. — Вып 7. — С. 23—25.