

MOTROL,

ВЫБОР УНИФИЦИРОВАННОГО ЭЛЕМЕНТА ЛЕГКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ АРОК

Vladimir Bogza, Sergey Bogdanov

Mykolayiv State Agrarian University, Ukraine
Krylova Street 17, Mykolayiv 54040, Ukraine

Аннотация

В статье исследуется выбор унифицированных элементов для практической реализации легких металлических арок произвольной конструктивной формы и пролета.

В строительной практике известно использование балочных, рамных, складчатых и арочных схем зданий.

Для решения проблемы существенного уменьшения числа вариантов конструкций арок без превышения расхода материалов и при сохранении оптимальных объемно-планировочных габаритов, предлагается путь использования системы открытой типизации. Открытая система типизации базируется не на разработке типовых проектов зданий с унифицированной габаритной схемой, а на использовании унифицированных элементов, обеспечивающих реализацию различных габаритных схем. Относительно несущих конструкций зданий, рекомендуются варианты унифицированных элементов, предусматривающих заводской уровень унификации, то есть базовый элемент, а путем применения сборно-разборных монтажных соединений устанавливаются необходимые пролет и контур каркаса. В этом случае заказчик имеет возможность, варьируя числом элементов, реализовать каркасы различного сечения и высоты.

В НИИ новых агропромышленных объектов Николаевского государственного аграрного университета разрабатываются и исследуются подобные здания с многовариантными схемами несущих конструкций.

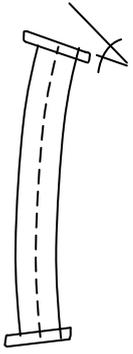
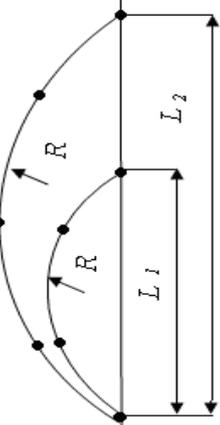
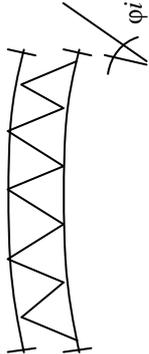
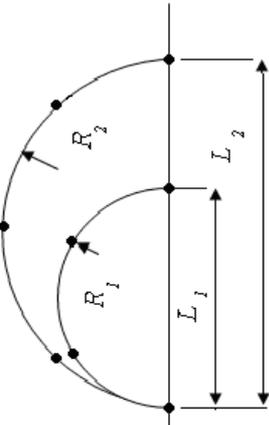
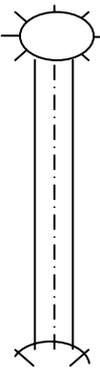
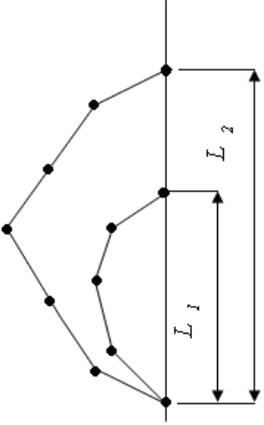
Использование таких схем имеет преимущества: нужны меньшие затраты металла на несущие конструкции, поскольку высота сечения этих зданий близка к оптимальному значению для арок, за счет более рациональной аэродинамической формы обеспечивается уменьшение интенсивности атмосферных нагрузок, что создает дополнительный резерв экономии конструкционных материалов; достигается однотипность конструкционных элементов, поскольку исключает общепринятое распределение их на элементы стеновые и покрытия; при одном и том же сечении можно использовать меньший параметр ограждающих конструкций. Вопрос же наличия в зданиях “мертвых пространств” решаются путем выбора рациональных сечений несущих конструкций.

Среди приведенных конструктивных решений (табл.) наибольший практический интерес вызывают унифицированные элементы, которые обеспечивают полную свободу реализации арок произвольного пролета и длины дуги. Примеры конструктивного исполнения таких унифицированных элементов приведены в (табл.). Унифицированный элемент объединяет прямолинейный стержень, конический фланец с отверстиями на одном конце и кольцевой элемент на другом конце стержня. По периметру кольцевого элемента выполнено соосные отверстия для монтажных болтов. Монтаж арки легкой металлической конструкции из указанных элементов состоит в последовательном их соединении между собой на монтажных болтах. Для обеспечения конструктивной оси арки легких металлических конструкций на кольцевых элементах при установке монтажных болтов используются только те отверстия, которые обеспечивают нужный угол между соседними элементами.

Практическая реализация предложенных унифицированных элементов требует решения основных задач:

- определение параметров унифицированного элемента, обеспечивающих осуществление заданного количества вариантов арок;
- обеспечение несущей способности узловых соединений унифицированных элементов;
- обеспечение несущей способности арки легких металлических конструкций при различных вариантах их выполнения.

ВЫБОР УНИФИЦИРОВАННОГО ЭЛЕМЕНТА ...

№	Характеристика унифицированного элемента	Эскизы создаваемых конструкций арок	Преимущества и недостатки
1	 <p>$\varphi = \text{const}$</p> <p>В элементе фланцы закреплены под заданным углом.</p>		<p>Обеспечивается создание арок различного пролета с конфигурацией по дуге окружности одного радиуса.</p>
2	 <p>φ</p> <p>В элементе фланцы устанавливаются под заданным углом при монтаже.</p>		<p>Обеспечивается создание арок произвольной конфигурации и пролета. При демонтаже и последующей сборке изменение конфигурации не представляется возможным.</p>
3	 <p>В элементе обеспечивается крепление элементов под произвольным углом.</p>		<p>Обеспечивается создание арок произвольной конфигурации и пролета. При демонтаже и последующей сборке можно изменять конфигурацию.</p>

К основным геометрическим параметрам унифицированных элементов легких металлических конструкций (табл.) можно отнести его длину ℓ и диаметр кольцевой вставки D .

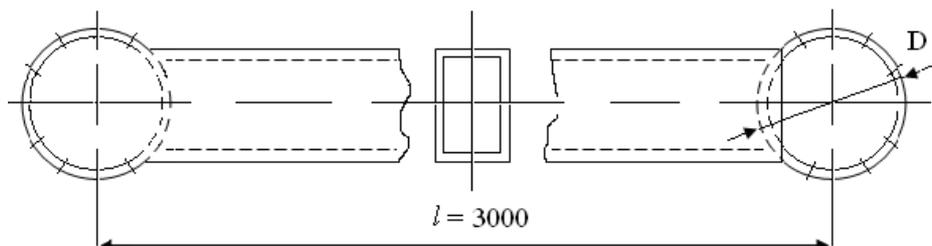


Рис. Унифицированный элемент

Оба этих параметра определяют границы возможностей вариантов монтажа легких арок по пролету и конструктивной форме. Длина унифицированного элемента, кроме того, влияет на массу легкой арки, которая может быть записана так:

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

где ψ_A - конструктивный коэффициент арки; ξ_2 - строительный коэффициент узловых соединений; $K = \frac{f}{L}$ - относительная высота подъема арки;

$\xi_3 = \frac{LK \left(1 + \frac{16}{3K^2} \right)}{1 + 4K^2}$ - коэффициент учитывающий увеличение эксцентриситета

продольной силы от спрямления оси; $\xi_4 = \rho$ - расстояние для пересечения стержня элемента; m - число унифицированных элементов.

В (1) значение строительного коэффициента $\xi_2 = \frac{A_a D}{A_a - 1 \ell}$, где A_a - площадь

поперечного сечения узла крепления унифицированных элементов; A_a - площадь

сечения стержня элемента; D - диаметр кольцевого элемента; ℓ - длина унифицированного элемента. Для приведенных унифицированных элементов (табл.) значение строительного коэффициента узловых соединений равно: $\xi_2 = 0,015 \div 0,023$.

Оптимальное количество унифицированных элементов определяем из условия:

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

После некоторых допущений оптимальное количество элементов будет:

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

Например, для арки с $\ell = 0,872$ м; $K = 0,5$; $\xi_3 = 8,92$ при $\xi_2 = 0,018$; $\xi_4 = 0,08$ - оптимальное количество элементов будет равно $m_{opt} = 10$. Длина унифицированного элемента $\ell_{opt} = 2,4$ м.

Определив по формуле (3) оптимальное количество унифицированных элементов при заданных заказчиком значениях пролета и высоте подъема арки легко находим и значение оптимальной ее длины.

Диаметр кольцевого элемента определяем из граничных условий соединения элементов, определяемых углами соединения: $\gamma_{min} = 90^\circ$; $\gamma_{max} = 180^\circ$. Учитывая, что задано высоту сечения стержня h_a та и условия размещения болтов d , получаем минимальный диаметр кольцевого элемента из уравнения:

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

Если учесть, что высота стержня унифицированного элемента для арок, которые рассматриваются (табл.), находится в пределах 0,12-0,20 м, то есть:

$$h_a = \frac{L}{60} - \frac{L}{100}, \quad (5)$$

то диаметр кольцевого элемента будет значительным $D = 0,26 - 0,37$ м. Поэтому с целью уменьшения диаметра кольца при сохранении указанных границ необходимо рекомендовать такие конструктивные решения. Во-первых за счет использования стержней, закрепленных сбоку кольцевого элемента, предоставляется возможность размещения болтов по периметру кольцевого элемента в пределах высоты сечения унифицированного элемента. Во-вторых, при прикреплении стержня к кольцевому элементу осуществляется подрезка торца стержня на угол $\varphi = 0$, который может быть равен углу наклона первого элемента арки. При соединении унифицированных элементов между собой вследствие дискретности в размещении монтажных болтов $\left(\Delta\varphi = \frac{229d}{D} \right)$ нет возможности реализации произвольного угла соединения. Поэтому, для снятия данного ограничения могут быть рекомендованы конструктивные решения унифицированных элементов, в которых исключается дискретность в углах соединения элементов.

ЛИТЕРАТУРА

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.

Choice of a uniform element of light metal structures.

Annotation

The article explores the choice of uniform elements for the practical realization of light metal arches of arbitrary shape and constructive sorties.