

УДК 624.072

СВОЙСТВА ШАРНИРНО-СТЕРЖНЕВОЙ ЦЕПИ

Д.Х. ФАРРАН, Е.С. СЕРГЕЕВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.С. ТУРИЩЕВ)

Рассматриваются качественные закономерности внутренних усилий в стержнях шарнирно-стержневой цепи, входящей в состав комбинированной системы совместно с балкой жесткости. Рассматриваются два вида комбинированной системы – распорная и безраспорная.

Среди встречающихся в строительной практике стержневых конструкций весьма широкий класс образуют комбинированные системы, состоящие из балки жесткости и шарнирно-стержневой цепи (рис. 1). По статическим свойствам такие системы могут быть, как статически определимыми, так и статически неопределимыми.

Возможны две разновидности конструктивного исполнения шарнирно-стержневой цепи – арочный и висячий варианты. В зависимости от схемы взаимодействия цепи с балкой жесткости различают распорные (рис. 1, а) и безраспорные (рис. 1, б) комбинированные системы.

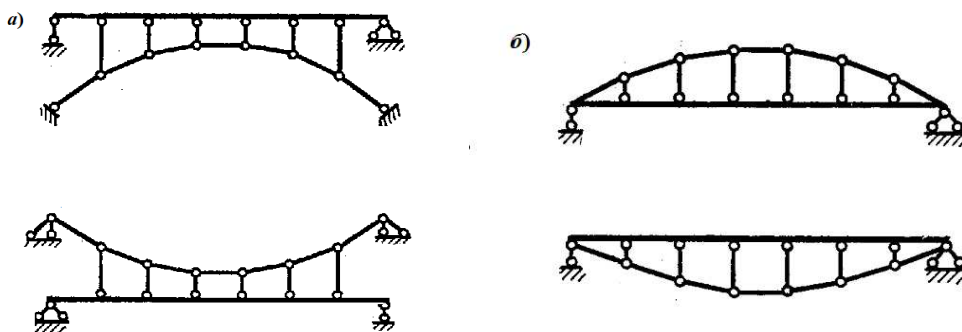


Рисунок 1. – Комбинированные системы:
а – распорные; б – комбинированные

В связи с различием схем взаимодействия цепи с балкой жесткости представляет интерес рассмотрение качественных закономерностей внутренних усилий, возникающих в элементах цепи. Будем считать, что цепь имеет произвольное конечное число узлов.

Поскольку элементы цепи работают как стержни фермы, то в них возникают только продольные силы. Рассмотрим схему продольных сил в произвольном узле цепи номера n (рис. 2).

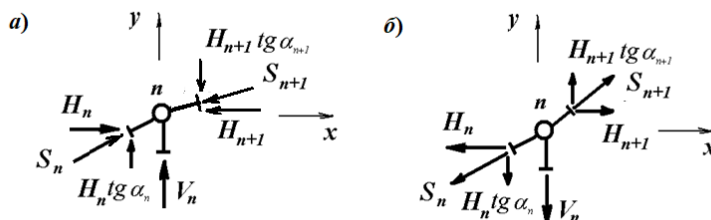


Рисунок 2. – Схема продольных сил в произвольном узле цепи

В случае арочного варианта все элементы будут сжаты (рис. 2, а), а в случае висячего варианта – растянуты (рис. 2, б). Составим для сил, действующих на произвольный узел цепи, уравнения проекций на оси x и y .

Из уравнения проекций на ось x следует, что

$$H_n = H_{n+1} = H = \text{const} \quad (n = 1, 2, \dots). \quad (1)$$

Полученное соотношение (1) характеризует первое свойство цепи. Горизонтальные составляющие продольных сил во всех наклонных стержнях цепи одинаковы. Эта одинаковая горизонтальная составляющая является распором цепи. Тогда продольные силы в наклонных стержнях цепи связаны с её распором соотношением

$$S_n = \frac{H}{\cos \alpha_n}. \quad (2)$$

Из уравнения проекций на ось y следует, что продольные силы в стойках связаны с распором цепи следующим соотношением

$$|V_n| = H (\operatorname{tg} \alpha_{n+1} - \operatorname{tg} \alpha_n). \quad (3)$$

Полученные соотношения (2), (3) характеризует второе свойство цепи. Внутренние усилия во всех стержнях цепи выражаются через распор цепи.

Рассмотрим случай цепи, наиболее часто встречающийся в строительной практике, когда расстояние между стойками цепи одинаковое

$$a_{n-1} = a_n = a_{n+1} = a, \quad (4)$$

а узлы цепи очерчены по закону квадратной параболы

$$y = kx^2. \quad (5)$$

В этом случае положение произвольных трех смежных узлов цепи с учетом (4), (5) описываются следующими соотношениями:

– абсциссы узлов

$$\begin{aligned} x_{n-1} \\ x_n = x_{n-1} + a \\ x_{n+1} = x_{n-1} + 2a \end{aligned} \quad (6)$$

– ординаты узлов

$$\begin{aligned} y_{n-1} = kx_{n-1}^2 \\ y_n = k(x_{n-1} + a)^2 \\ y_{n+1} = k(x_{n-1} + 2a)^2 \end{aligned} \quad (7)$$

Тогда тангенсы углов наклона стержней цепи, примыкающих к произвольному узлу цепи номера n , с учетом (6), (7) связаны с соответствующими ординатами соотношениями

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_n = \frac{y_n - y_{n-1}}{a} \\ \operatorname{tg} \alpha_{n+1} = \frac{y_{n+1} - y_n}{a} \end{aligned} \quad (8)$$

Подставляя (7), (8) в (3), после соответствующих преобразований получим, что усилие в произвольной стойке цепи описывается выражением

$$|V_n| = 2akH \quad (9)$$

Из полученного выражения (9) следует, что продольные силы во всех стойках цепи одинаковы по величине.

Рассмотренные свойства шарнирно-стержневой цепи справедливы как для статически определенных, так и статически неопределимых комбинированных систем. Они имеют практическое значение и могут использоваться как при проектировании новых комбинированных систем, так и при усилении существующих балочных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисевич, А.А. Строительная механика: учебное пособие для вузов / А.А. Борисевич, Е.М. Сидорович, В.И. Игнатюк. – Минск: БНТУ, 2009. – 756 с.
2. Дарков, А.В. Строительная механика: Учебник для вузов. / А. В. Дарков, Н.Н. Шапошников. – СПб.: Изд. Лань, 2010. – 656 с.