

N , кН

Рисунок 4

По результатам вычислений, представленных в таблице 1 и на рисунках 3 и 4, на рисунке 5 показано расхождение изгибающих моментов и продольных сил при учёте и без учёта поперечных и продольных деформаций в процентах.

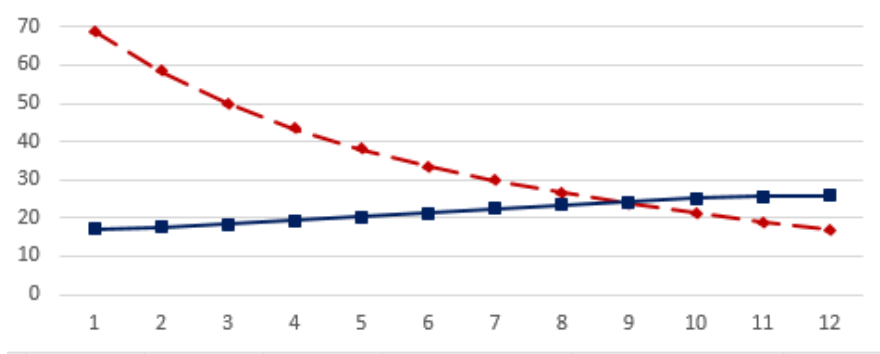


Рисунок 5

Список цитированных источников

1. Дарков, А.В. Строительная механика / А.В. Дарков, Н.Н. Шапошников. – М. : Высшая школа, 1986. – 607 с.
2. Турчак, Л.И. Основы численных методов. – М. : Наука, 1987. – 320 с.
3. Прилепа, А.В. О статическом расчете двухшарнирных арок с подвесной затяжкой / А.В. Прилепа, В.В. Федынич // Сборник конкурсных научных работ студентов и магистрантов – 2017 / Брестский государственный технический университет : в 2 ч. – Брест : БрГТУ, 2017. – Ч. 1.

УДК 681.3:624.04

Прилепа А.В., Федынич В.В.

Научный руководитель: доц. Игнатюк В.И.

О СТАТИЧЕСКОМ РАСЧЕТЕ ДВУХШАРНИРНЫХ АРОК С ПОДВЕСНОЙ ЗАТЯЖКОЙ

Рассматривается расчет двухшарнирных арок переменного сечения с подвесной зтяжкой (рисунок 1) на действие вертикальных неподвижных нагрузок. Зависимость изменения осей арок может задаваться любой.

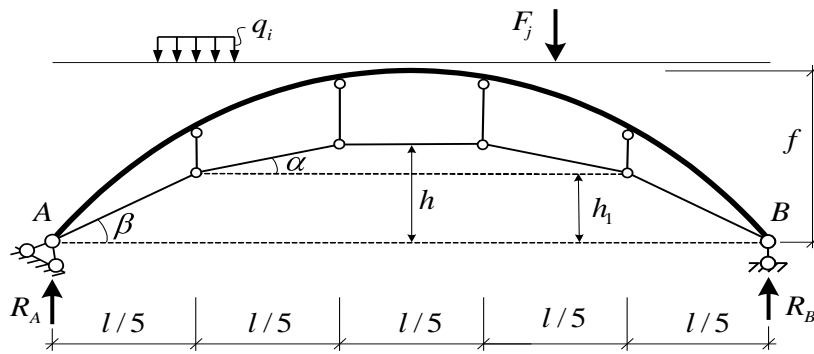


Рисунок 1

Для расчета применяется метод сил [1], основная система которого выбирается путем разрезания подвесной затяжки (рисунок 2).

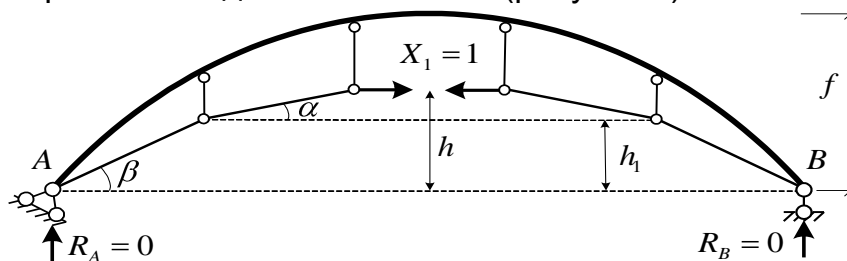


Рисунок 2

Неизвестное значение метода сил определяется из решения канонического уравнения метода сил:

$$\delta_{11}X_1 + \Delta_{1P} = 0.$$

Единичное и грузовое перемещения δ_{11} и Δ_{1P} определяются по формулам Мора с учетом поперечных и продольных деформаций в арке:

$$\delta_{11} = \sum_1^n \int_0^l \frac{\bar{M}_1^2 dx}{EJ} + \sum_1^n \int_0^l \eta \frac{\bar{Q}_1^2 dx}{GA} + \sum_1^n \int_0^l \frac{\bar{N}_1^2 dx}{EA} + \sum_1^{n_3} \frac{\bar{N}_{13}^2 l_3}{EA_3};$$

$$\Delta_{1P} = \sum_1^n \int_0^l \frac{\bar{M}_1 M_P dx}{EJ} + \sum_1^n \int_0^l \frac{\bar{Q}_1 Q_P dx}{GA} + \sum_1^n \int_0^l \frac{\bar{N}_1 N_P dx}{EA}.$$

Вычисления интегралов Мора для арок, учитывая криволинейный характер изменения их осей и сложные зависимости изменения зависимостей изгибающих моментов, поперечных и продольных сил, не просто, поэтому выполняется с использованием численного интегрирования с применением формулы трапеций [2], разбивая пролет арки на конечное число частей:

$$\Delta_{iP} = \sum \int \frac{\bar{M}_i M_{Px}}{EJ_j} ds = \sum_{j=1}^{n_{уч}} \frac{\Delta x_j}{EJ_j \cos \varphi_j} 2\bar{M}_{ij}^{лев} \cdot M_{Pj}^{лев} + \bar{M}_{ij}^{лев} \cdot M_{Pj}^{np} + \bar{M}_{ij}^{np} \cdot M_{Pj}^{лев} + 2\bar{M}_{ij}^{np} \cdot M_{Pj}^{лев},$$

где: Δ_{iP} — перемещение точки в i -м направлении; $n_{уч}$ — число участков, на которые разбивается пролет арки; EJ_j — жесткость j -го участка арки; \bar{M}_i , $\bar{M}_{ij}^{лев}$, \bar{M}_{ij}^{np} — эпюра изгибающих моментов от действия единичной силы, приложенной в направлении искомого перемещения (i), и ее левая и правая ординаты на j -м участке; M_P , $M_{Pj}^{лев}$, M_{Pj}^{np} — эпюра изгибающих моментов от внешней на-

грузки и ее ординаты (левая и правая) на j -м участке; \bar{N}_{1z} , l_z и EA_z — продольная сила в элементах подвесной системы (в затяжке), их длина и продольная жесткость; $\cos \varphi_i$ — косинус угла наклона касательной к оси арки на j -м участке по отношению к оси x .

При этом, с целью увеличения точности численного расчета применяется разбивка отдельных частей пролета арки (пяти участков длиной 5 в соответствии с привязкой к геометрии подвесной системы) на различное число частей: наибольшее число частей разбивки принимается для крайних участков, учитывая более резкое изменение на этих участках первой производной от функций изменения осей арок и соответственно зависимостей для поперечных и продольных сил; наименьшее — для среднего участка.

Для построения грузовых эпюр в основной системе метода сил от действия внешних нагрузок вначале определяем опорные реакции из уравнений равновесия:

$$\sum M_B = 0; \quad \sum (q_i \cdot a_{qi}) \cdot (x_{qi} + \frac{a_{qi}}{2}) + \sum P_j \cdot x_{pj} - R_B \cdot l = 0; \quad R_B = \dots ;$$

$$\sum M_A = 0; \quad -\sum (q_i \cdot a_{qi}) \cdot (l - x_{qi} - \frac{a_{qi}}{2}) - \sum (l - x_{pi}) + R_A \cdot l = 0; \quad R_A = \dots .$$

Выражения грузовых эпюр изгибающих моментов, поперечных и продольных сил получим (рисунки 1, 2) в виде:

$$M_{Px} = M_{Px} = R_A \cdot x - \sum (q_i \cdot a_{qi}) \cdot (x - x_{qi} - \frac{a_{qi}}{2}) - \sum [q_i (x - x_{qi})^2 \cdot 0,5] - \sum P_j (x - x_{pj});$$

$$Q_P^0 = R_A - \sum_{i=1}^{\bar{n}_q} q_i a_{qi} - \sum_{j=1}^{\bar{n}_p} P_j; \quad Q_P = Q_P^0 \cdot \cos \varphi_x; \quad N_P = Q_P^0 \cdot \sin \varphi_x .$$

Зависимости изменения единичных эпюр усилий на трех участках между точками присоединения подвесной системы (считая слева и учитывая, что остальные два участка симметричны первым двум) (рисунок 3) получим в виде:

а) для изгибающих моментов:

$$\bar{M}_{1x}^{(1)} = \bar{N}_{4X} \cdot \sin \beta \cdot x - \bar{N}_{4X} \cdot \cos \beta \cdot y_x;$$

$$\bar{M}_{1x}^{(2)} = \bar{N}_{4X} \cdot \sin \beta \cdot x - \bar{N}_{4X} \cdot \cos \beta \cdot y_x - \bar{N}_{3X} \cdot (x - 0, 2l);$$

$$\bar{M}_{1x}^{(3)} = \bar{N}_{1X} \cdot \sin \alpha_1 \cdot x - \bar{N}_{1X} \cdot \cos \alpha_1 \cdot y_x - \bar{N}_{3X} \cdot (x - 0, 4l) - \bar{N}_{4X} \cdot (x - 0, 4l);$$

б) для поперечных сил:

$$\bar{Q}_{1x}^{(1)} = \bar{N}_{4X} \cdot \sin \beta \cdot \cos \varphi_x - \bar{N}_{4X} \cdot \cos \beta \cdot \sin \varphi_x;$$

$$\bar{Q}_{1x}^{(2)} = \bar{N}_{4X} \cdot \sin \beta \cdot \cos \varphi_x - \bar{N}_{4X} \cdot \cos \beta \cdot \sin \varphi_x - \bar{N}_{3X} \cdot \cos \varphi_x;$$

$$\bar{Q}_{1x}^{(3)} = \bar{N}_{4X} \cdot \sin \beta \cdot \cos \varphi_x - \bar{N}_{4X} \cdot \cos \beta \cdot \sin \varphi_x - \bar{N}_{3X} \cdot \cos \varphi_x - \bar{N}_{1X} \cdot \cos \varphi_x;$$

б) для продольных сил:

$$\bar{N}_{1x}^{(1)} = \bar{N}_{4X} \cdot \sin \beta \cdot \sin \varphi_x - \bar{N}_{4X} \cdot \cos \beta \cdot \cos \varphi_x;$$

$$\bar{N}_{1x}^{(2)} = \bar{N}_{4X} \cdot \sin \beta \cdot \sin \varphi_x - \bar{N}_{4X} \cdot \cos \beta \cdot \cos \varphi_x + \bar{N}_{3X} \cdot \sin \varphi_x;$$

$$\bar{N}_{1x}^{(3)} = \bar{N}_{4X} \cdot \sin \beta \cdot \sin \varphi_x - \bar{N}_{4X} \cdot \cos \beta \cdot \cos \varphi_x + \bar{N}_{3X} \cdot \sin \varphi_x + \bar{N}_{1X} \cdot \sin \varphi_x .$$

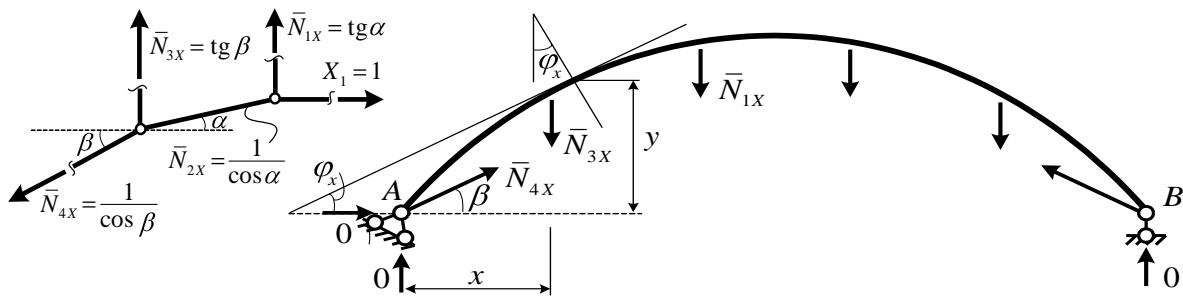


Рисунок 3

Окончательные эпюры внутренних сил определяются по зависимостям:

$$M = \bar{M}_1 \cdot X_1 + M_P; \quad Q = \bar{Q}_1 \cdot X_1 + Q_P; \quad N = \bar{N}_1 \cdot X_1 + N_P; \quad N_3 = \bar{N}_{13} \cdot X_1.$$

Для построения схемы деформирования арки необходимо вычислить перемещения (вертикальные и горизонтальные) с использованием формулы Мора для ряда сечений (точек) арки.

$$\Delta_{iP} = \sum \int \frac{\bar{M}_i M_{Px} ds}{EJ}$$

Вычисления интегралов Мора здесь также приходится выполнять численным способом. Чем больше будет точек, для которых будем иметь их перемещения, тем точнее сможем представить форму деформирования арки.

На основе полученных зависимостей составлены алгоритм и MathCad-программа расчета двухшарнирных арок с подвесной зытяжкой.

Список цитированных источников

1. Дарков, А.В. Строительная механика / А.В. Дарков, Н.Н. Шапошников. – М. : Высшая школа, 1986. – 607 с.
2. Турчак, Л.И. Основы численных методов. – М. : Наука, 1987. – 320 с.

УДК 69.059(476)

Прокопович М.А.

Научный руководитель: Мартысюк Н.А.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖИЛОЙ СРЕДЫ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ДОМОВ МАССОВЫХ СЕРИЙ В БЕЛАРУСИ

Целью работы является выявление актуальности реконструкции жилой многосерийной застройки, обоснование принципов реконструкции и возможности применения в Беларуси.

На образ современного белорусского города во многом повлияла активная жилищная политика СССР, которая была направлена на количественное изменение городской среды и инфраструктуры. Строительство одинаковых серийных зданий на всем советском пространстве позволило типизировать жилье и нормы, а также решить острый жилищный кризис. Однако такие меры способствовали созданию однотипной и скучной среды. Архитектурный облик постсоветских городов в сегодняшнем его состоянии невыразителен и не все-