

Нестеров Владимир Николаевич, Нестеров Иван Владимирович, Стручалина Кристина Юрьевна
[КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ В СТРОИТЕЛЬНЫХ АРКАХ](#)

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2012/1/18.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

[Альманах современной науки и образования](#)

Тамбов: Грамота, 2012. № 1 (56). С. 76-79. ISSN 1993-5552.

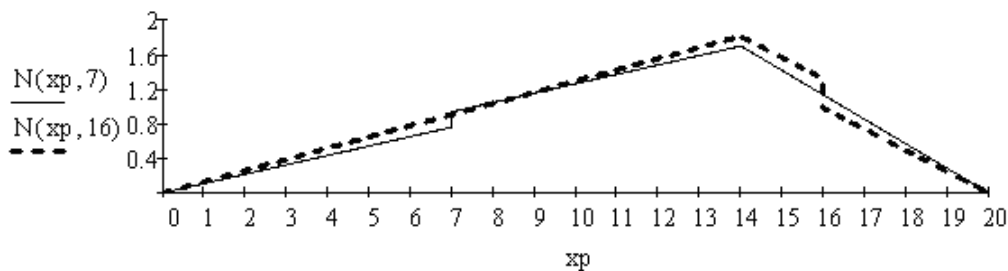
Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2012/1/

[© Издательство "Грамота"](#)

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net



Из приведенного примера видно, что компьютерный анализ линий влияния в строительных арках позволяет провести полный анализ с наименьшими затратами времени. При этом естественная форма записи законов физики помогает яснее увидеть особенности механических свойств строительных арок.

Список литературы

1. Александров А. В. Сопротивление материалов: учеб. для вузов / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин; под ред. А. В. Александрова. 3-е изд., испр. М.: Высш. шк., 2003. 560 с.
2. Дарков А. В. Строительная механика: учеб. для строит. спец. вузов. 8-е изд. М.: Высш. шк., 1986. 607 с.
3. Трофимова Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. Изд. 9-е. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 560 с.

УДК 624.072.323.3

Владимир Николаевич Нестеров, Иван Владимирович Нестеров, Кристина Юрьевна Стручалина
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ В СТРОИТЕЛЬНЫХ АРКАХ[©]

Арка - система криволинейных стержней. К статически определимым системам относятся трехшарнирные арки, имеющие шарнирные опоры на краях и один промежуточный шарнир, чаще всего - центральный. Трехшарнирная арка представляет собой геометрически неизменяемую систему без лишних связей.

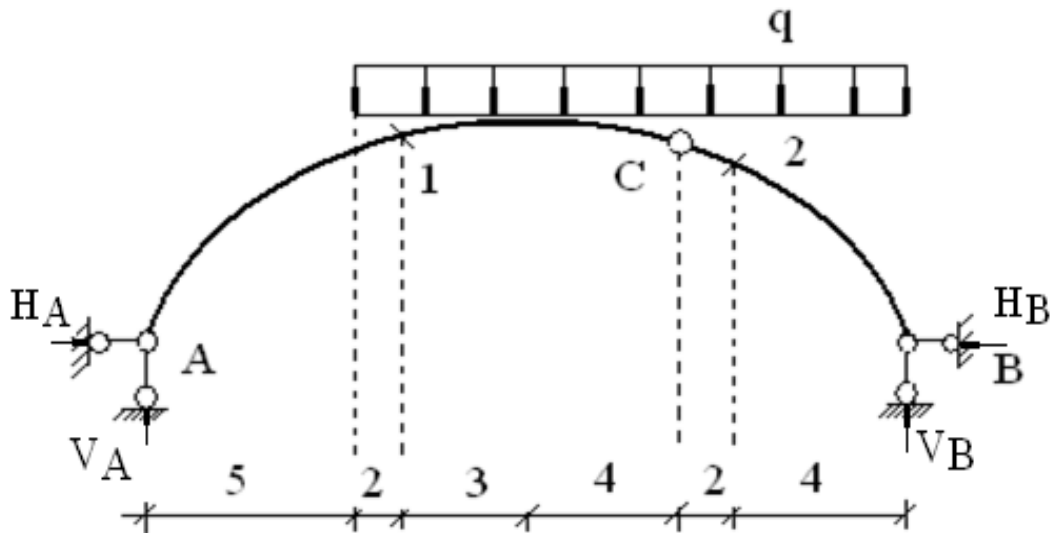
Арки относятся к распорным системам, т.е. таким системам, в опорах которых, в отличие от безраспорных систем, при действии только вертикальной нагрузки возникает ненулевое горизонтальное усилие, называемое распором.

Трехшарнирные арки не испытывают дополнительных усилий ни от деформаций опор, ни от изменений температуры, ни от усадки и ползучести бетона. Поэтому их применяют, когда, возможны просадки или смещения опор, а также большие колебания температуры. Трехшарнирная система удобна также в мостах, монтируемых из готовых полуарок.



Механические свойства таких сложных конструкций как трехшарнирная арка эллиптического очертания без затяжки целесообразно рассчитывать с помощью компьютера.

Ниже приведен пример расчета такой конструкции с помощью программы *Mathcad*.



Определение опорных реакций

$$\sum M = V_A \cdot 20 - q \cdot 15 \cdot 7,5 = 0 \quad V_A = \frac{13 \cdot 112,5}{20} = 73,125$$

$$\sum Y = V_A - q \cdot 15 + V_B = 0 \quad V_B = q \cdot 15 - V_A = 13 \cdot 15 - 73,125 = 121,875$$

$$\sum M_{\text{лев. сил.}}^C = V_A \cdot 14 - q \cdot 9 \cdot 4,5 - H_A \cdot 2,52 = 0$$

$$H_A = \frac{73,125 \cdot 14 - 13 \cdot 9 \cdot 4,5}{2,52} = 197,32 \quad \sum X = H_A - H_B = 0 \quad H_B = H_A = 197,32$$

Определение внутренних усилий

$$y(x) := 0,6 \cdot x - 0,03 \cdot x^2 \quad q(x) := \begin{cases} 0 & \text{if } x < 5 \\ 13 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\operatorname{tg} \phi(x) := 0,6 - 0,06 \cdot x$$

$$\sin \phi(x) := \frac{\operatorname{tg} \phi(x)}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \phi(x)}}$$

$$\sin \phi_{x2} = \frac{\operatorname{tg} \phi_{x2}}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \phi_{x2}}} = \frac{-14,76}{\sqrt{1 + (-14,76)^2}} = -0,998$$

$$\cos \phi(x) := \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \phi(x)}}$$

$$\cos \phi_{x2} = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \phi_{x2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + (-14,76)^2}} = 0,067 \quad M(x) := V_A \cdot x - H_A \cdot y(x) - q(x) \cdot \frac{(x-5)^2}{2}$$

$$M_1 = V_A \cdot x_1 - H_A \cdot y_1 - q \cdot 2 \cdot 1 = 73,125 \cdot 7 - 197,32 \cdot 2,73 - 13 \cdot 2 = 52,81$$

$$M_2 = V_A \cdot x_2 - H_A \cdot y_2 - q \cdot 11 \cdot 5,5 = 73,125 \cdot 16 - 197,32 \cdot 1,9 - 13 \cdot 11 \cdot 5,5 = 8,592$$

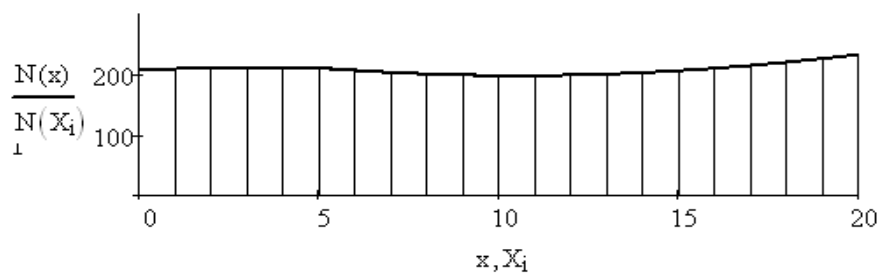
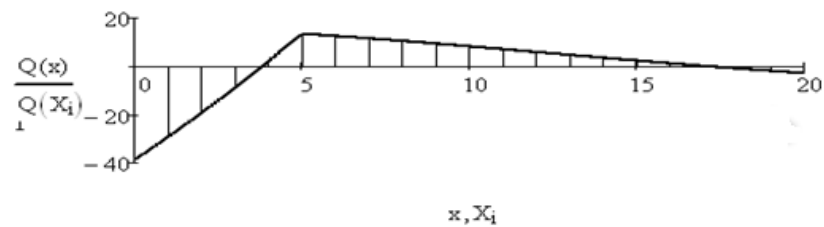
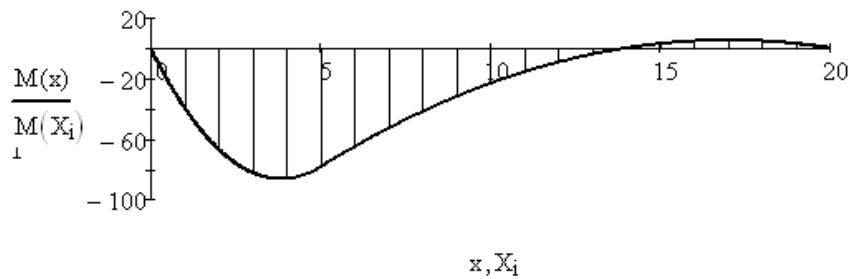
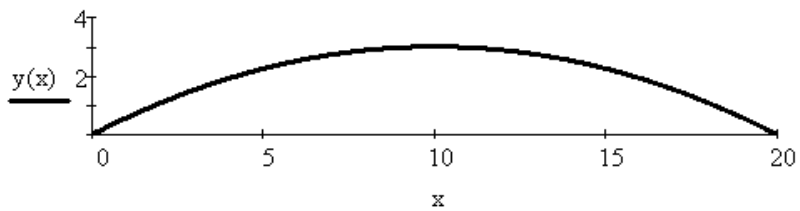
$$Q(x) := V_A \cdot \cos \phi(x) - H_A \cdot \sin \phi(x) - q(x) \cdot (x-5) \cdot \cos \phi(x)$$

$$N(x) := V_A \cdot \sin \phi(x) - H_A \cdot \cos \phi(x) - q(x) \cdot (x-5) \cdot \sin \phi(x)$$

$$i := 0..20 \quad X_i := i$$

$$X_i = M(X_i) = Q(X_i) = N(X_i) =$$

0	0	-38.82	206.8
1	-39.35	-29.41	208.4
2	-66.86	-19.46	209.5
3	-82.52	-8.99	210.2
4	-86.35	1.97	210.4
5	-78.34	13.34	210
6	-65	12.42	205.9
7	-52.81	11.42	202.5
8	-41.78	10.37	200
9	-31.92	9.27	198.2
10	-23.21	8.13	197.3
11	-15.67	6.95	197.3
12	-9.28	5.76	198
13	-4.06	4.57	199.7
14	0	3.39	202.1
15	2.9	2.22	205.3
16	4.65	1.09	209.3
17	5.23	-0	214
18	4.64	-1.05	219.4
19	2.9	-2.04	225.4
20	0	-2.99	231.9



Из графика $M(x)$ видно, что момент силы в промежуточном шарнире С равен нулю, что является свойством промежуточных шарниров. Нули поперечных усилий $Q(x)$ соответствуют экстремумам $M(x)$. Значения продольных усилий $N(x)$ практически не изменяются по всей арке. Это обусловлено геометрией арки.

Из приведенного примера видно, что компьютерный анализ механических свойств строительных арок позволяет провести полный анализ с наименьшими затратами времени, при этом естественные записи законов физики помогает яснее увидеть особенности механических свойств строительной арки.

Список литературы

1. Александров А. В. Сопротивление материалов: учеб. для вузов. 2-е изд., испр. М.: Высш. шк., 2001. 560 с.
2. Трофимова Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. Изд-е 9-е, перераб. и доп. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 560 с.

УДК 624.072.33

Владимир Николаевич Нестеров, Иван Владимирович Нестеров, Дмитрий Михайлович Шаповалов
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

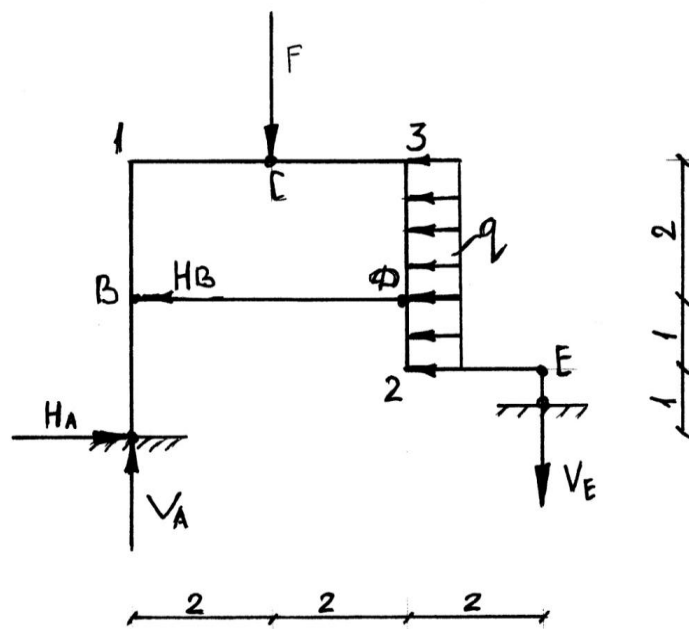
КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛОСКОЙ РАМЫ[©]

Плоская рама - это стержневая часть несущей системы, элементы которой соединяются жесткими, шарнирными или упругоподатливыми узлами.

Конструкция - плоская рама с неподвижным шарниром, подвижным шарниром, промежуточным шарниром и с распределенной нагрузкой.

Рамы бывают: металлические, железобетонные и деревянные. Они служат несущими конструкциями зданий, мостов, путепроводов, эстакад и других инженерных сооружений. В основном применяются железобетонные и металлические рамы.

Механические свойства таких сложных конструкций целесообразно рассчитывать с помощью компьютера. Ниже приведен пример расчета такой конструкции с помощью *MathCAD*'а.



$$F := 17 \quad q := 13$$

Определение опорных реакций

$$\sum M_A = 0 \quad F \cdot 2 - q \cdot 3 \cdot 2.5 + V_E \cdot 6 = 0 \quad \text{solve} \rightarrow 10.583$$

$$V_E := 10.583 \quad V_E = 10.583$$

$$\sum X = 0 \quad H_A - q \cdot 3 = 0 \quad \text{solve} \rightarrow 39 \quad H_A := 39 \quad H_A = 39$$