

Нестеров Владимир Николаевич, Нестеров Иван Владимирович, Шаповалов Дмитрий Михайлович
КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛОСКОЙ РАМЫ

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2012/1/19.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. 79-83. 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 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[©]

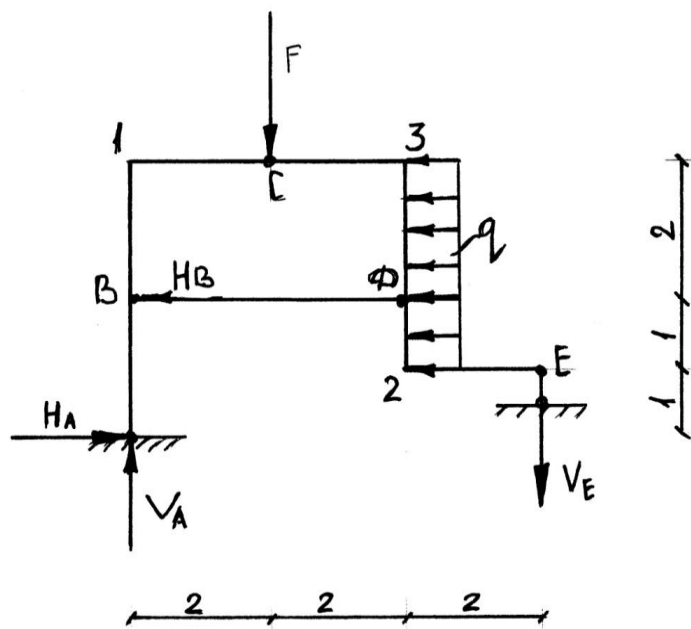
Плоская рама - это стержневая часть несущей системы, элементы которой соединяются жесткими, шарнирными или упругоподатливыми узлами.

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

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

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

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

$$\sum Y = 0 \quad VA - VE - F = 0 \quad solve \rightarrow 27.583$$

$$VA := 27.583 \quad VA = 27.583$$

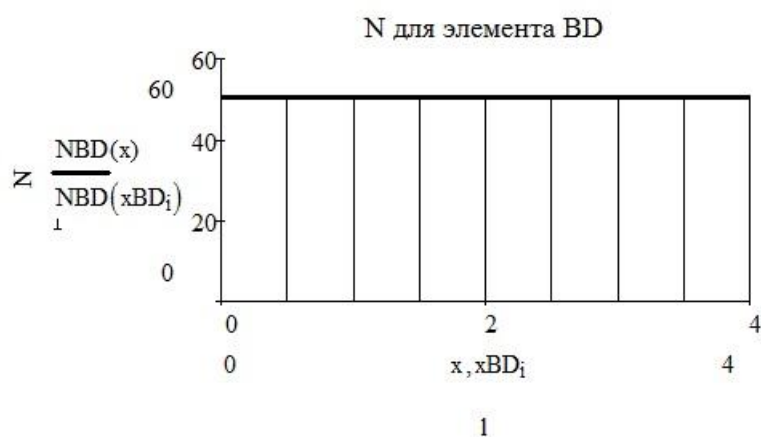
Определение M, N, Q для элемента BD

$$\sum Mc = 0 \quad HA \cdot 4 - HB \cdot 2 - VA \cdot 2 = 0 \quad solve \rightarrow 50.417$$

$$HB := 50.417 \quad HB = 50.417$$

$$MBD(x) := 0 \quad QBD(x) := 0 \quad NBD(x) := HB$$

$$i := 0..8 \quad xBD_i := i \cdot 0.5$$



Определение M, Q, N для элемента AC

Определение M

участок A-1

$$MA-1_A := 0 \quad MA-1_B := -HA \cdot 2 \quad MA-1_1 := -HA \cdot 4 + HB \cdot 2$$

$$MA-1_A = 0 \quad MA-1_B = -78 \quad MA-1_1 = -55.166$$

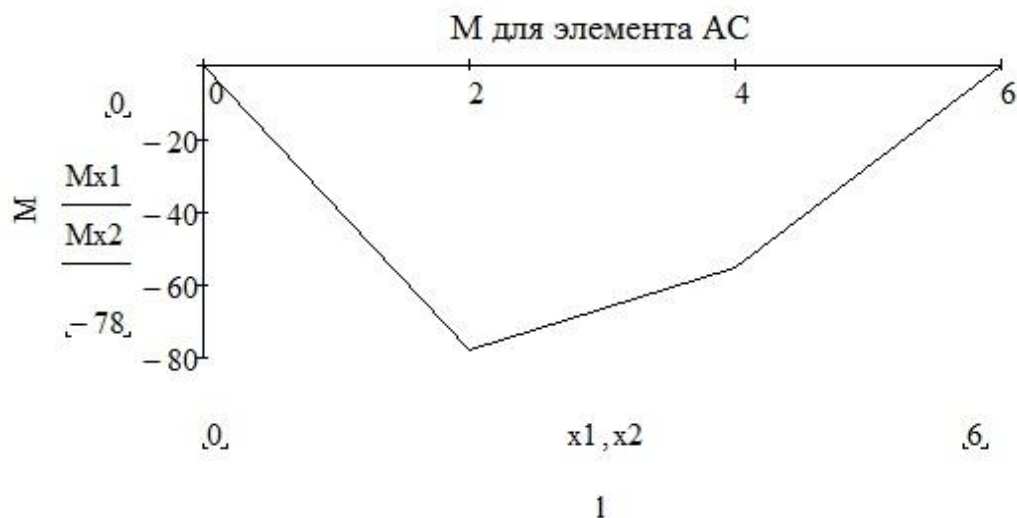
участок 1-C

$$M1-C_1 := -HA \cdot 4 + HB \cdot 2 \quad M1-C_1 = -55.166$$

$$M1-C_C := -HA \cdot 4 + HB \cdot 2 + VA \cdot 2 \quad M1-C_C := 0$$

$$x1 := \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 4 \end{pmatrix} \quad Mx1 := \begin{pmatrix} MA-1_A \\ MA-1_B \\ MA-1_1 \end{pmatrix}$$

$$x2 := \begin{pmatrix} 4 \\ 6 \end{pmatrix} \quad Mx2 := \begin{pmatrix} M1-C_1 \\ M1-C_C \end{pmatrix}$$



участок A-1

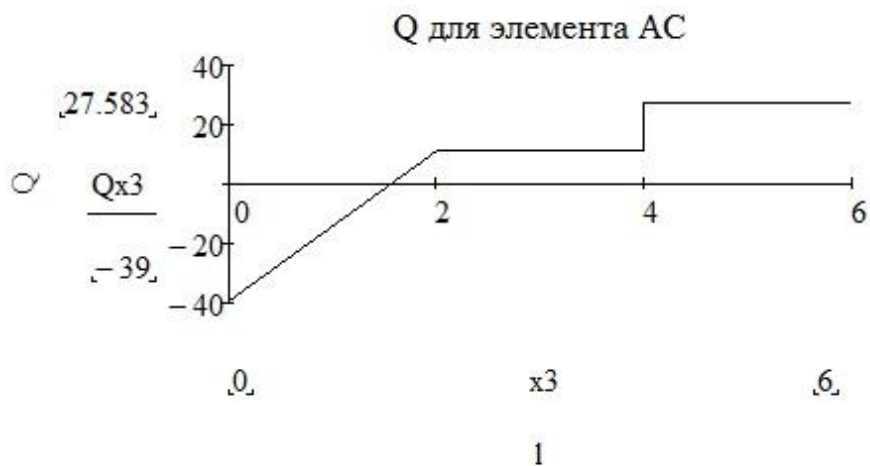
$$QA-1_A := -HA \quad QA-1_B := -HA + HB \quad QA-1_1 := -HA + HB$$

$$QA-1_A = -39 \quad QA-1_B = 11.417 \quad QA-1_1 = 11.417$$

участок 1-C

$$Q1-C_1 := VA \quad Q1-C_1 = 27.583$$

$$x3 := \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 6 \end{pmatrix} \quad Qx3 := \begin{pmatrix} QA-1_A \\ QA-1_B \\ QA-1_1 \\ Q1-C_1 \\ Q1-C_1 \end{pmatrix}$$



Определение N

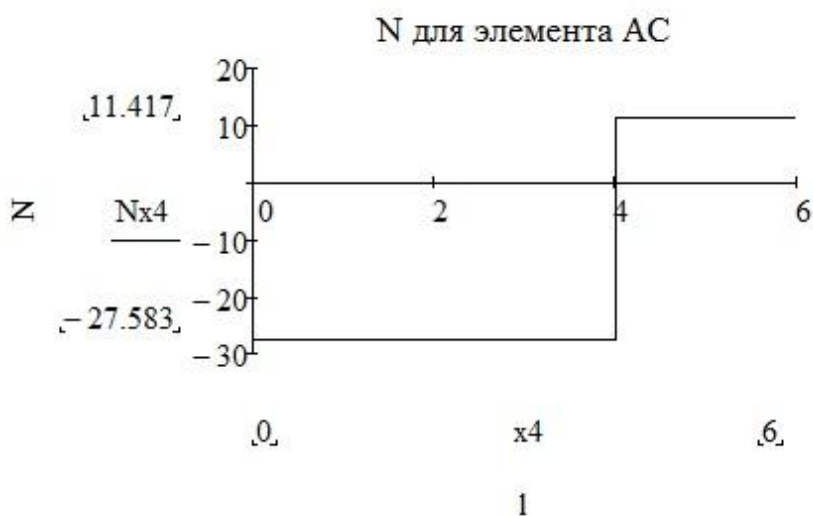
участок A-1

$$NA-1_A := -VA \quad NA-1_A = -27.583$$

участок 1-C

$$N1-C_1 := HB - HA \quad N1-C_1 = 11.417$$

$$x4 := \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \\ 4 \\ 6 \end{pmatrix} \quad Nx4 := \begin{pmatrix} NA-1_A \\ NA-1_A \\ N1-C_1 \\ N1-C_1 \end{pmatrix}$$



Определение M, Q, N для элемента EC ход справа

Определение M

участок E-2

$$ME-2_E := 0 \quad ME-2_2 := -VE \cdot 2$$

$$ME-2_E = 0 \quad ME-2_2 = -21.166$$

участок 2-3

$$M2-3_2 := -VE \cdot 2 \quad M2-3_D := -VE \cdot 2 - q \cdot \frac{1^2}{2}$$

$$M2-3_3 := -VE \cdot 2 - q \cdot \frac{3^2}{2} + HB \cdot 2$$

$$M2-3(x) := -VE \cdot 2 - q \cdot \frac{(x-2)^2}{2} + HB \cdot (x-3) \cdot \text{if}(x > 3, 1, 0)$$

$$M2-3_2 = -21.166 \quad M2-3_D = -27.666 \quad M2-3_3 = 21.168$$

участок 3-C

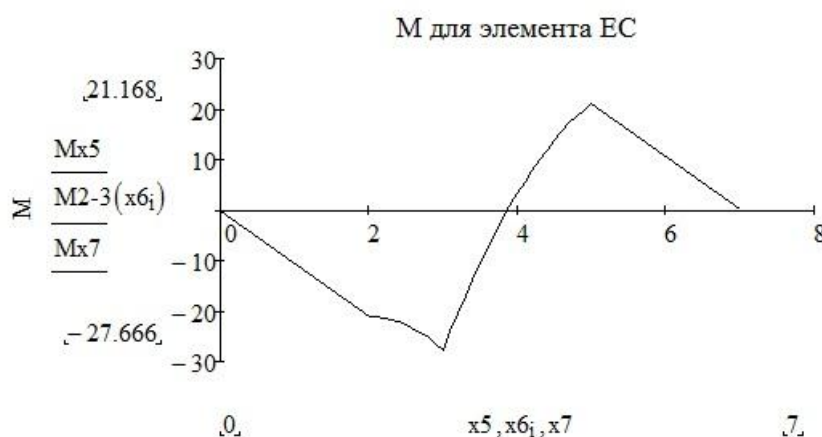
$$M3-C_3 := -VE \cdot 2 - q \cdot \frac{3^2}{2} + HB \cdot 2 \quad M3-C_C := -VE \cdot 4 - q \cdot \frac{3^2}{2} + HB \cdot 2$$

$$M3-C_3 = 21.168 \quad M3-C_C = 0$$

$$x5 := \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \end{pmatrix} \quad Mx5 := \begin{pmatrix} ME-2_E \\ ME-2_2 \end{pmatrix}$$

$$i := 0..30 \quad x6i := 2 + i \cdot 0.1 \quad x6_{30} = 5$$

$$x7 := \begin{pmatrix} 5 \\ 7 \end{pmatrix} \quad Mx7 := \begin{pmatrix} M3-C_3 \\ M3-C_C \end{pmatrix}$$



1

Определение Q

участок E-2

$$QE-2_E := VE \quad QE-2_2 := VE$$

$$QE-2_E = 10.583 \quad QE-2_2 = 10.583$$

участок 2-3

$$Q2-3_2 := 0 \quad Q2-3_D1 := q \cdot 1 \quad Q2-3_D2 := q \cdot 1 - HB$$

$$Q2-3_3 := q \cdot 3 - HB$$

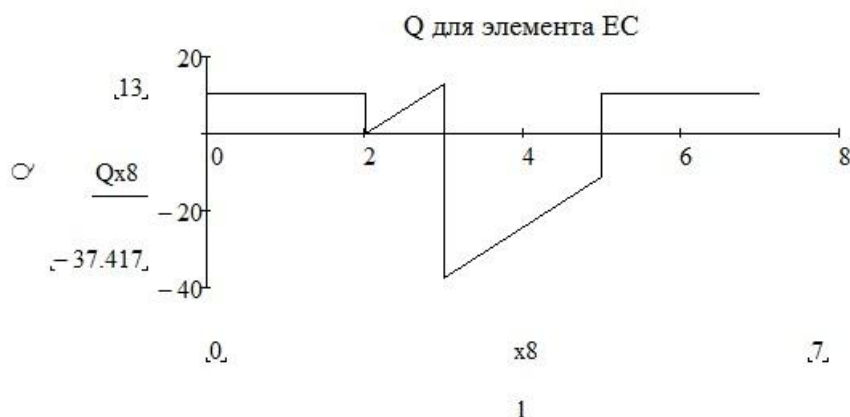
$$Q2-3_2 = 0 \quad Q2-3_D1 = 13 \quad Q2-3_D2 = -37.417 \quad Q2-3_3 = -11.417$$

участок 3-C

$$Q3-C_3 := VE \quad Q3-C_C := VE$$

$$Q3-C_3 = 10.583 \quad Q3-C_C = 10.583$$

$$x8 := \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 5 \\ 5 \\ 7 \end{pmatrix} \quad Qx8 := \begin{pmatrix} QE-2_E \\ QE-2_2 \\ Q2-3_2 \\ Q2-3_D1 \\ Q2-3_D2 \\ Q2-3_3 \\ Q3-C_3 \\ Q3-C_C \end{pmatrix}$$



Определение N

участок E-2

$$NE-2_E := 0 \quad NE-2_2 := 0$$

$$NE-2_E = 0 \quad NE-2_2 = 0$$

участок 2-3

$$N2-3_2 := VE \quad N2-3_3 := VE$$

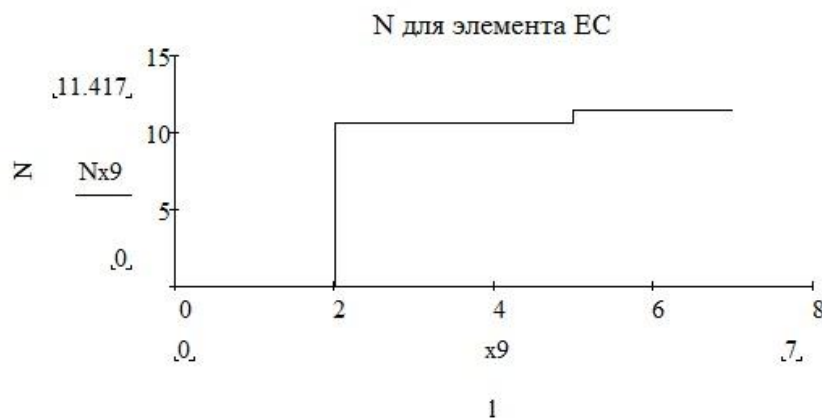
$$N2-3_2 = 10.583 \quad N2-3_3 = 10.583$$

участок 3-C

$$N3-C_3 := HB - q \cdot 3 \quad N3-C_C := HB - q \cdot 3$$

$$N3-C_3 = 11.417 \quad N3-C_C = 11.417$$

$$x9 := \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ 2 \\ 5 \\ 5 \\ 7 \end{pmatrix} \quad Nx9 := \begin{pmatrix} NE-2_E \\ NE-2_2 \\ N2-3_2 \\ N2-3_3 \\ N3-C_3 \\ N3-C_C \end{pmatrix}$$



Из приведенного примера видно, что использование компьютера позволяет провести полный анализ механических свойств плоской рамы с наименьшими затратами времени, при этом естественная форма записи законов физики помогает яснее увидеть особенности механических свойств рассматриваемой конструкции.

Список литературы

1. Дарков А. В. Строительная механика. М.: Высш. шк., 1986. 607 с.
2. Трофимова Т. И. Курс физики. М.: Издательский центр «Академия», 2001. 560 с.