

МЕТОД СКВОЗНОГО ОБУЧЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «АРХИТЕКТУРА»

А. В. Надеждин

*Астраханский инженерно-строительный институт,
г. Астрахань (Россия)*

До недавнего времени студенты строительных вузов, обучающиеся по специальности «Архитектура», изучали предмет теоретическая и прикладная механика. Этот предмет, как известно, состоял из трех разделов: теоретическая механика, сопротивление материалов и строительная механика. Освоение данной дисциплины давало цельное представление о механической компоненте современной естественнонаучной картины мира и, тем самым, способствовало формированию системы фундаментальных знаний. Что в дальнейшем позволяло специалисту решать различные научно-технические задачи в теоретических и прикладных аспектах.

Переход к ГОСаМ III поколения означает новый этап модернизации изучения данного курса. Теперь разделы данного курса «Теоретическая механика» и «Сопротивление материалов» входят в вариативную часть ГОСа, а «Строительная механика» относится к его базовой части. Что, в прочем, не уменьшает их роли в формировании у студентов подлинно научного мировоззрения. Изучая теоретическую механику, студент знакомится с такими понятиями как связи и их реакции, сосредоточенные и распределенные силы, работа, мощность, энергия – все эти понятия имеют общенаучное значение и многие из них будут в дальнейшем применяться при изучении базовой части естественнонаучного цикла.

Для его успешного освоения студентам-бакалаврам специальности «Архитектура» поможет учебное пособие «Теоретическая и прикладная механика» [1], в котором подробно излагаются все три раздела курса. В пособии весьма наглядно просматривается метод сквозного обучения современного студента строительной специальности. Вначале он изучает условия равновесия тела или составной конструкции в статике, затем решает подобную задачу в разделе «Динамика» (как известно, принцип возможных перемещений помогает решать задачи динамики методами статики). В разделе «Сопротивление материалов» при прочностном расчете студенту также необходимо определить опорные реакции и внутренние усилия для отдельного элемента конструкции, и в строительной механике необходимо определить внутренние усилия для всей конструкции в целом. Таким образом, курс «Теоретическая и прикладная механика» обеспечивает логическую связь между физикой и математикой, применяя математический аппарат к описанию физических явлений, и, кроме того, между естественнонаучными дисциплинами и общетехническими и специальными-

ми дисциплинами. Это наглядно прослеживается в примере, взятом из предлагаемого пособия:

Рассмотрим статически неопределимую раму, изображенную на рис. 1а, при следующих исходных данных: $P = 3$ кН, $q = 2$ кН/м, $l = 3$ м, $h = 4$ м, $EJ = const$.

Расчет предлагаемой конструкции выполняем в следующей последовательности:

1. Устанавливаем степень статической неопределимости рамы n (в данном случае $n = 2$).
2. Выбираем основную систему, удалив лишние связи (рис. 1б).

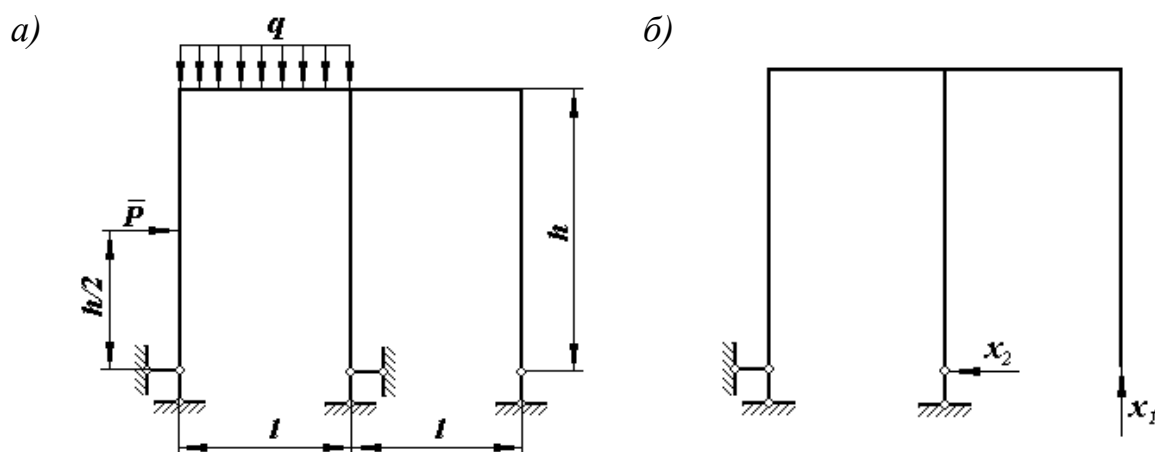


Рис. 1. К расчету статически неопределимой рамы:
а) заданная система; б) основная система

3. Составим канонические уравнения метода сил:

$$\begin{cases} \delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + \Delta_{1P} = 0; \\ \delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + \Delta_{2P} = 0. \end{cases} \quad (1)$$

4. Вычислим коэффициенты δ и свободные члены Δ для системы канонических уравнений с помощью интеграла Мора, для чего строим эпюры (рис. 2а-г).

$$\delta_{11} = \frac{1}{EJ} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 3 \cdot \frac{2}{3} \cdot 3 = \frac{18}{EJ},$$

$$\delta_{22} = \frac{1}{EJ} \cdot \left(4 \cdot 3 \cdot 4 + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 4 \cdot \frac{2}{3} \cdot 4 \right) = \frac{272}{EJ},$$

$$\delta_{12} = \delta_{21} = -\frac{1}{EJ} \cdot \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 3 \cdot 4 = -\frac{18}{EJ},$$

$$\Delta_{1P} = \frac{1}{EJ} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot 2,25 \cdot 3 \cdot \frac{3}{2} + \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 3 \right) = \frac{6,75 + 9}{EJ} = \frac{15,75}{EJ},$$

$$\Delta_{2P} = \frac{1}{EJ} \cdot \left(-\frac{2}{3} \cdot 2,25 \cdot 3 \cdot 4 - 4 \cdot 3 \cdot \frac{6}{2} - 6 \cdot 2 \cdot 3 - \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2 \right) = -\frac{98}{EJ}.$$

$$\begin{cases} x_1 \cdot \frac{18}{EJ} - x_2 \cdot \frac{18}{EJ} + \frac{15,75}{EJ} = 0; \\ -x_1 \cdot \frac{18}{EJ} + x_2 \cdot \frac{272}{EJ} - \frac{98}{EJ} = 0. \end{cases}$$

5. Решим систему канонических уравнений (1–2) и определим лишние неизвестные: $x_1 = 0,2568 \text{ кН}$, $x_2 = 1,1318 \text{ кН}$.

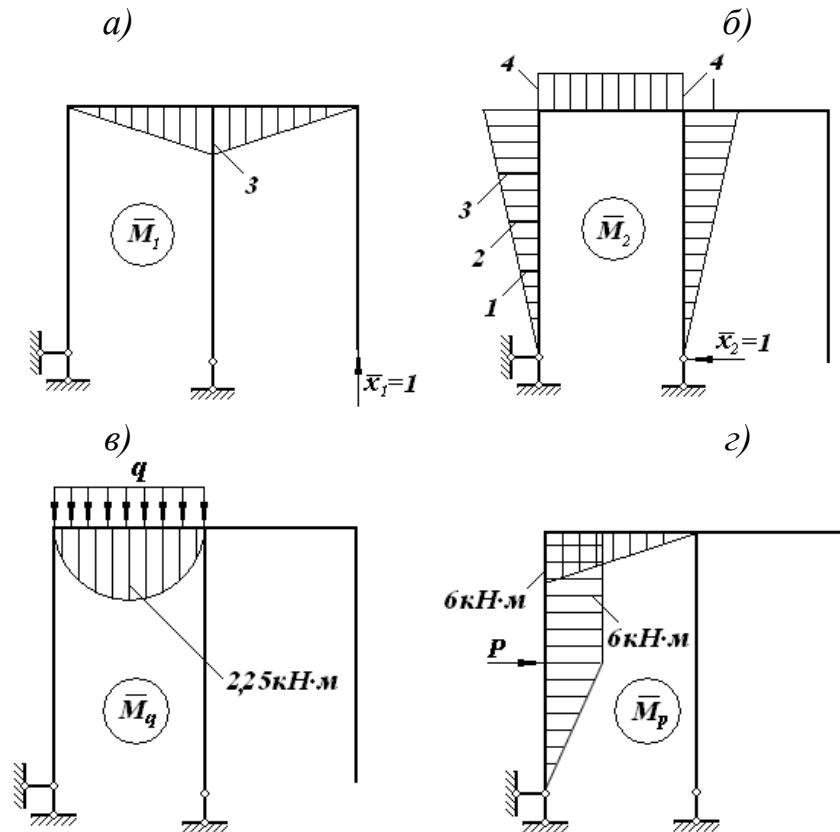


Рис. 2. Грузовая и единичные эпюры изгибающих моментов

6. На основании результатов расчетов (рис. 3) строится окончательная эпюра изгибающих моментов (рис. 4а) с использованием формулы:

$$M = \bar{M}_q + \bar{M}_p + \bar{M}_1 \cdot x_1 + \bar{M}_2 \cdot x_2.$$

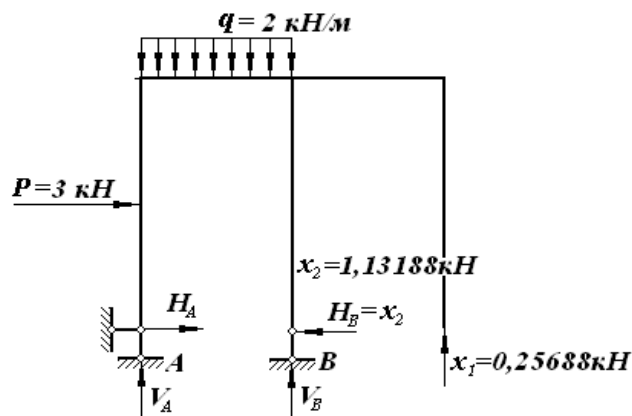


Рис. 3. К окончательному расчету статически неопределимой рамы

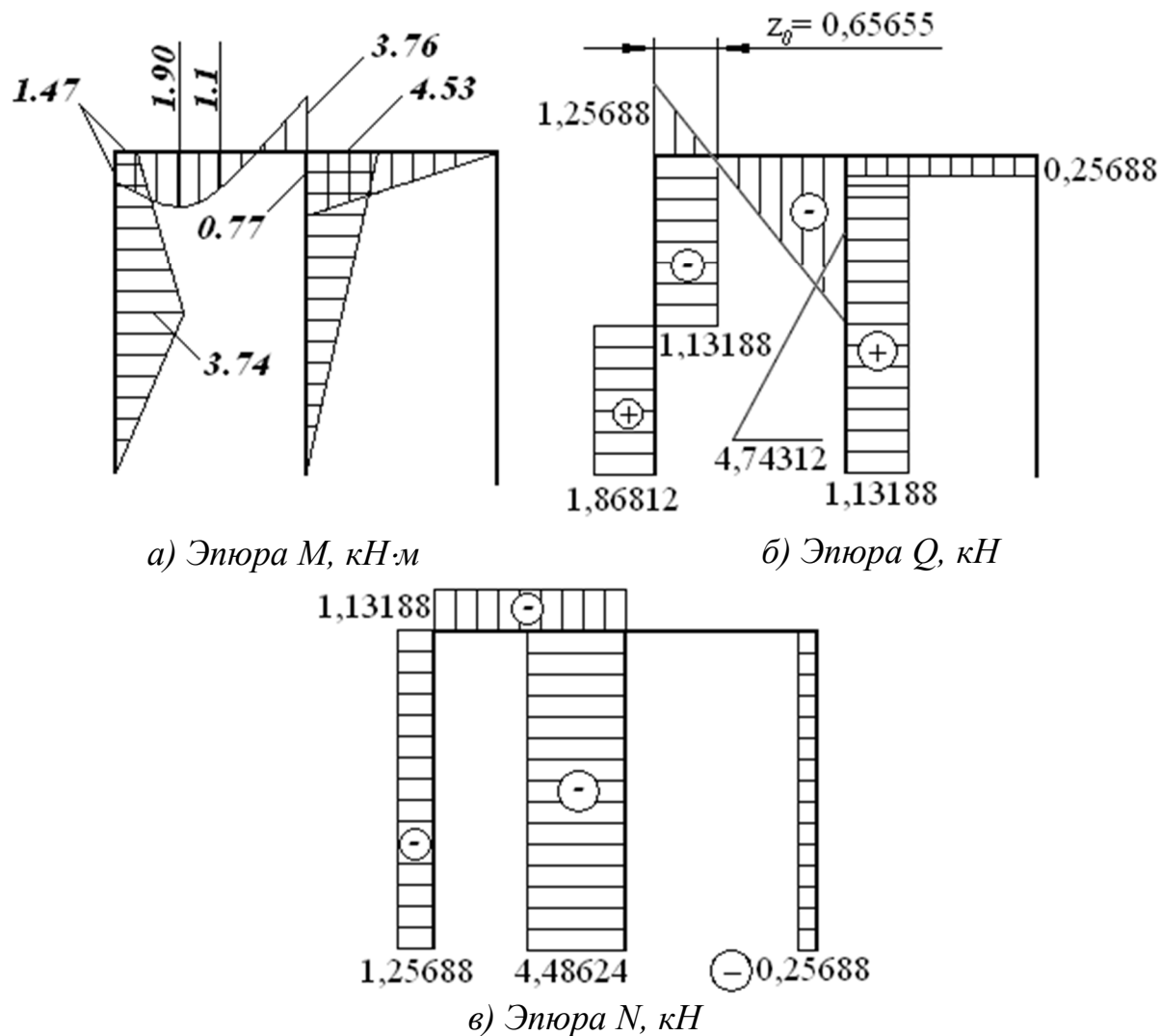


Рис. 4. Эпюры внутренних силовых факторов

7. По эпюре M строится эпюра Q , а затем эпюра N (рис. 4б–в).

В данном пособии студенту предлагается методика расчета многопролетной статически определимой арки, расчет статически неопределимой системы, расчет вантовых систем, определение давления грунтов на массивные подпорные стенки, расчет подпорных стенок на устойчивость. Рассматриваемые расчеты помогут будущему инженеру-строителю при исследовании обеспечения условий прочности, жесткости и устойчивости строительных конструкций.

Литература

1. Надеждин, А. В. Теоретическая и прикладная механика : учеб. пособие для строительных вузов, обучающихся по специальности «Архитектура» / А. В. Надеждин и др. – Астрахань : Миг, 2007. – 187с., ил.