

$$X_{np} = X - X_c = qL^2 \left( \frac{0,045}{c - \frac{W}{A}} - \frac{0,11c}{c^2 + \frac{I}{A} + \frac{I}{A_2}} \right).$$

Отвечая условиям поставленной задачи, возможное увеличение допускаемой нагрузки после усиления балки можно получить из условия равенства изгибающих моментов в опасных сечениях до и после ее усиления:

$$0,125q_0L^2 = 0,8qL^2 \rightarrow q = 1,5625q_0.$$

Следовательно, предложенный вариант усиления балки позволит увеличить интенсивность нагрузки более чем на 56 % без риска возникновения аварийной ситуации.

Полученные результаты показали высокую эффективность предложенного метода усиления ослабленной конструкции, как с практической, так и с экономической точек зрения

#### Список литературы

1. Воронкова Г. В., Рекунов С. С. Строительная механика. Курс лекций с примерами решения задач : в двух частях. Ч. II. Статически неопределимые системы : учеб. пособие. Волгоград : ВолгГАСУ, 2016.
2. Абовский Н. П. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости (регулирование, синтез, оптимизация) : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. Н. П. Абовского. М. : Стройиздат, 1978. 189 с.
3. Беленя Е. И. Металлические конструкции : учеб. для вузов / под общ. ред. Е. И. Беленя. М. : Стройиздат, 1976. 600 с.

## РАСЧЕТ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ ПОДКРАНОВОЙ БАЛКИ, ПОЛУЧИВШЕЙ ПРОСАДКУ ОДНОЙ ИЗ ОПОР

*С. С. Рекунов, Д. А. Матасов, В. С. Кулаев*

*Волгоградский государственный технический университет*

В процессе эксплуатации промышленных зданий и сооружений часто возникают ситуации, когда значения внутренних усилий и деформаций несущих конструкций достигают своих предельных расчетных значений и даже превышают их. В большинстве случаев это связано с перегрузками и оказывает негативное влияние как на элементы надземных, так и подземных конструкций. Результатами этих процессов являются образование дефектов и повреждений конструкций, а также просадки фундаментов их опорных частей.

В представленной работе исследуется напряженно-деформированное состояние неразрезной подкрановой балки, находящейся под действием внешней распределенной нагрузки. Вследствие просадки промежуточной опоры и образовавшегося зазора между телом балки и опорой, возникли

дополнительные усилия и перемещения. С целью уменьшения величин внутренних усилий в опасных сечениях и критических прогибов авторами предложено мероприятие по экстренному восстановлению эксплуатационной пригодности балки путем регулирования безопасной величины зазора.

Для решения поставленной задачи необходимо определить зазор между средней опорой и балкой, при котором значения изгибающих моментов в сечениях К и С уравниваются по абсолютному значению [1] (рис. 1).

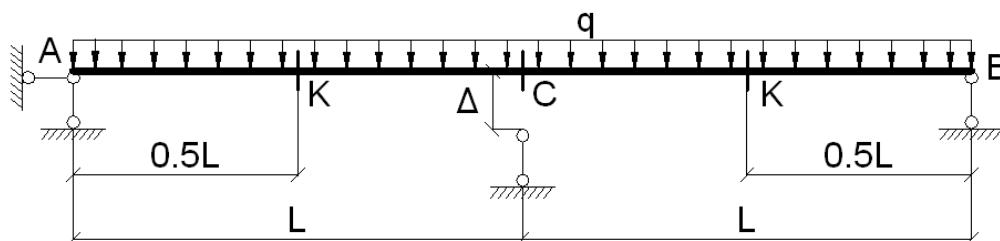


Рис. 1. Расчетная схема

Данная задача была решена аналитически в общем виде методами строительной механики [2] поэтапно, при рассмотрении работы балки как нелинейной системы.

Часть 1. Исследование напряженно-деформированного состояния балки при отсутствии опирания на промежуточную опору.

На данном этапе рассматривается расчетной схемой является однопролетная балка, нагруженная равномерно распределенной нагрузкой  $q_1$ . Выбор такой расчетной схемы справедлив, когда прогиб балки  $w_C$  меньше зазора  $\Delta$ .

Значения моментов от действия равномерно распределенной нагрузки  $q_1$  и единичной сосредоточенной силы, приложенной в направлении возможного перемещения, равны соответственно

$$M_C = \frac{q_1 \cdot l^2}{2}; \bar{M}_C = \frac{F \cdot l}{2}.$$

Соответствующие эпюры показаны на рис. 2.

Исходя из условия равенства прогиба балки величине зазора, вычислим интенсивность нагрузки  $q_1$ :

$$w_C = \frac{5}{384} \frac{q_1 (2l)^4}{EI} \leq \Delta. \quad \text{Следовательно, } q_1 = \frac{384}{5} \frac{EI \Delta}{(2l)^4}.$$

Часть 2. Исследование напряженно-деформированного состояния балки при дальнейшем ее нагружении.

Во второй части расчета рассматривается неразрезная двухпролетная балка с равномерно распределенной нагрузкой интенсивностью  $q_2 = q - q_1$ . Ее эпюра изгибающих моментов представлена на рис. 3.

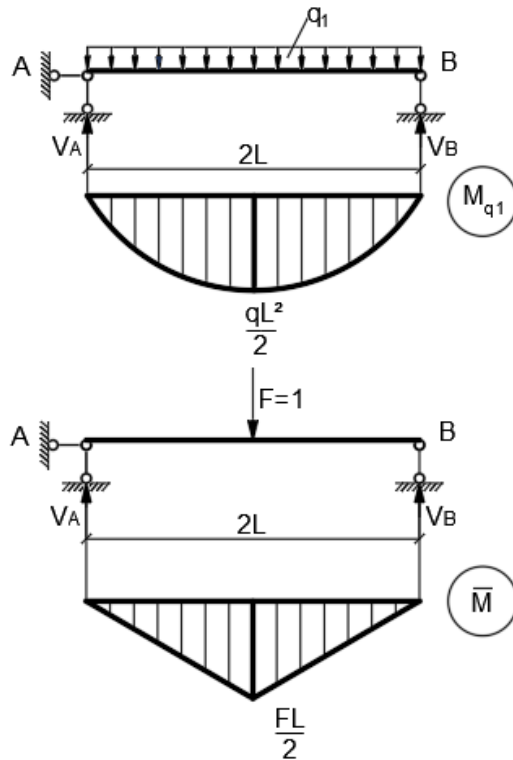


Рис. 2. Грузовая и единичная эпюры моментов однопролетной балки

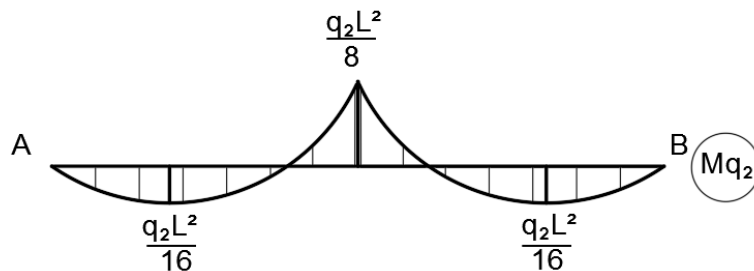


Рис. 3. Эпюра моментов неразрезной балки

Учитывая условия задачи, определим выражения изгибающих моментов в серединах пролетов и на центральной опоре:

$$|M_K(q_1) + M_K(q_2)| = |M_C(q_1) - M_C(q_2)|. \quad (1)$$

Тогда, на основании выражения (1) и условия  $q_2 = q - q_1$ , получим следующее уравнение:

$$\left| \frac{5}{16}q_1 + \frac{1}{16}q \right| = \left| \frac{5}{8}q_1 - \frac{1}{8}q \right|. \quad (2)$$

Уравнение (2) имеет два решения

$$q'_1 = \frac{3q}{5}; \quad q''_1 = \frac{q}{15},$$

значениям которых соответствуют эпюры, показанные на рис. 4.

Здесь  $M' = M_{q_1} + M_{q'_1}$  и  $M'' = M_{q_1} + M_{q''_1}$ .

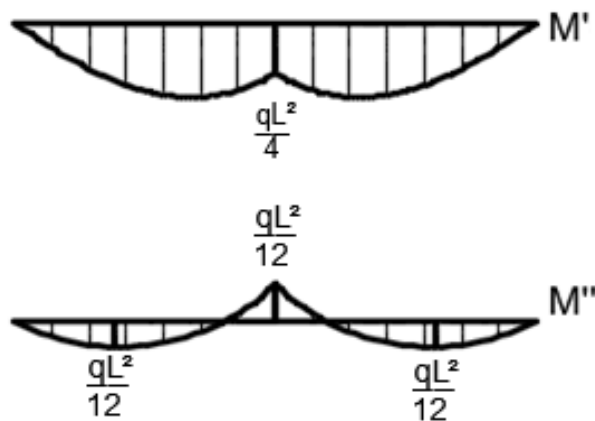


Рис. 4. Окончательные эпюры моментов

На основании сопоставления эпюр  $M'$  и  $M''$  сделан вывод об использовании второго решения как полностью удовлетворяющего условиям поставленной задачи о равенстве пролетных и опорного момента.

Таким образом, размер зазора между телом балки и центральной опорой при действии  $q''_1 = \frac{q}{15}$  должен составлять  $\Delta = \frac{ql^4}{72EI}$

#### Список литературы

1. Воронкова Г. В., Рекунов С. С. Строительная механика. Курс лекций с примерами решения задач : в двух частях. Ч. II. Статически неопределимые системы : учеб. пособие. Волгоград : ВолгГАСУ, 2016.
2. Абовский Н. П. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости (регулирование, синтез, оптимизация) : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. Н. П. Абовского. М. : Стройиздат, 1978. 189 с.

## МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СТЕРЖНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Е. С. Беседина*

*Волгоградский государственный технический университет*

Для определения пригодности расчетной схемы для дальнейших вычислений проводят кинематический анализ, который позволяет сделать выводы о геометрической неизменяемости системы. На первом этапе кинематические свойства рассматриваемой конструкции определяют путем расчета числа ее степеней свободы. Для пространственной системы выражение для определения степени свободы выглядит следующим образом:

$$C_C = 6D - 6Ж - 3Ш - C_{оп},$$

где  $D$  – число блоков (за диск принимается любая геометрическая система);  $Ж$  – число простых жестких узловых соединений дисков между собой;  $Ш$  – число простых шарниров (учитываются как шаровые, так и цилиндрические);  $C_0$  – число простых опорных связей.