

УРОК №29

Тема: Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.

Тип занятия: комбинированный урок

Задание для студентов: просмотреть видео лекцию, изучить предложенный материал, выписать пример.

<https://yandex.ru/video/preview/?filmId=10893634880>

<https://ok.ru/video/11324884344>

Пример выполнения задания. Дано: схема балки (рис. 13);
 $M_1 = 30 \text{ кН} \cdot \text{м}$; $M_2 = 10 \text{ кН} \cdot \text{м}$; $P = 20 \text{ кН}$; $q = 20 \text{ кН/м}$.

На изгиб работают балки, валы, оси и другие детали различных конструкций. В качестве примера можно привести межэтажные перекрытия зданий и сооружений, консольные балки балконов и козырьков, мостовые балки и т. п. В данной работе рассмотрен изгиб брусев, имеющих хотя бы одну плоскость симметрии, а плоскость действия нагрузок совпадает с ней.

При поперечном изгибе в любом поперечном сечении возникают деформации растяжения и сжатия, сдвига. Основой расчета на прочность большинства балок является расчет по нормальным напряжениям. В отличие от деформаций при центральном растяжении и сжатии напряжения, возникающие при поперечном изгибе, неравномерно распределяются по площади поперечного сечения и зависят не только от его площади, но и от формы сечения. Поэтому для экономически обоснованного расчета необходимо выбрать рациональные размеры и форму сечения.

1. *Определение реакций опор балки от заданной нагрузки.*

Покажем внешние силы, приложенные к ферме: пары сил с моментами M_1 и M_2 ; силу P ; распределенную нагрузку интенсивностью q и реакции опор A и B (рис. 13).

Реакция в опоре A (шарнирно-неподвижная опора) раскладывается на две составляющие $-Z_A$ и Y_A ; в точке B реакция направлена перпендикулярно поверхности установки катка $-R_B$.

Составим уравнения равновесия сил, приложенных к ферме:

$$\begin{aligned}\sum Z_i &= 0; & Z_A &= 0; \\ \sum Y_i &= 0; & Y_A - P - q \cdot 2 + R_B &= 0; \\ \sum M_{Ai} &= 0; & -P \cdot 2 - q \cdot 2 \cdot 3 + M_2 - M_1 + R_B \cdot 6 &= 0.\end{aligned}$$

Из этих уравнений $Z_A = 0$ кН; $Y_A = 30$ кН; $R_B = 30$ кН.

Для проверки правильности вычислений составим уравнение моментов сил относительно точки B :

$$\begin{aligned}\sum M_{Bi} &= -Y_A \cdot 6 - M_1 + q \cdot 2 \cdot 3 + P \cdot 4 + M_2 = \\ &= -30 \cdot 6 - 30 + 20 \cdot 2 \cdot 3 + 20 \cdot 4 + 10 = 0,\end{aligned}$$

то есть реакции опор найдены верно.

Расчетная схема балки приведена на рис. 14.

2. Построение эпюр поперечных сил Q и изгибающих моментов M_x .

Разбиваем балку на участки. За границы участков принимаются сечения, в которых приложены сосредоточенные силы, моменты и начинается или заканчивается действие распределенная нагрузка. Рассматриваемая балка делится на три участка.

Запишем уравнения для определения внутренних силовых факторов для каждого из участков.

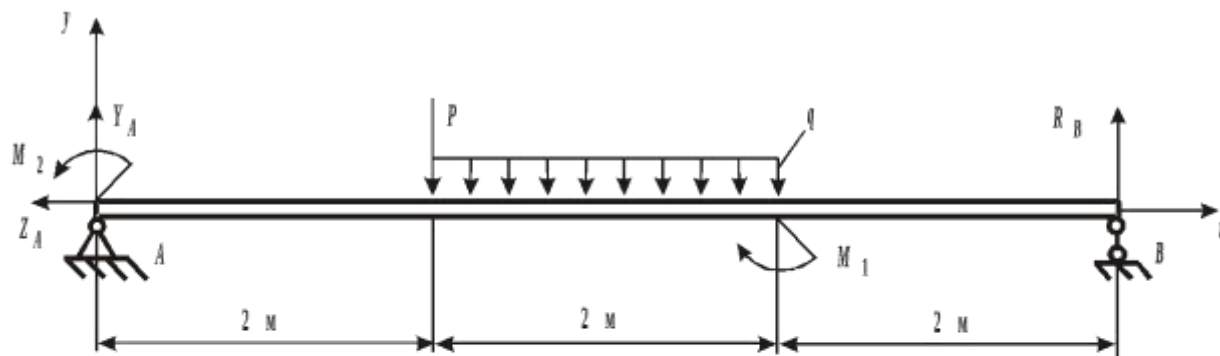


Рис. 13. Схема нагружения балки

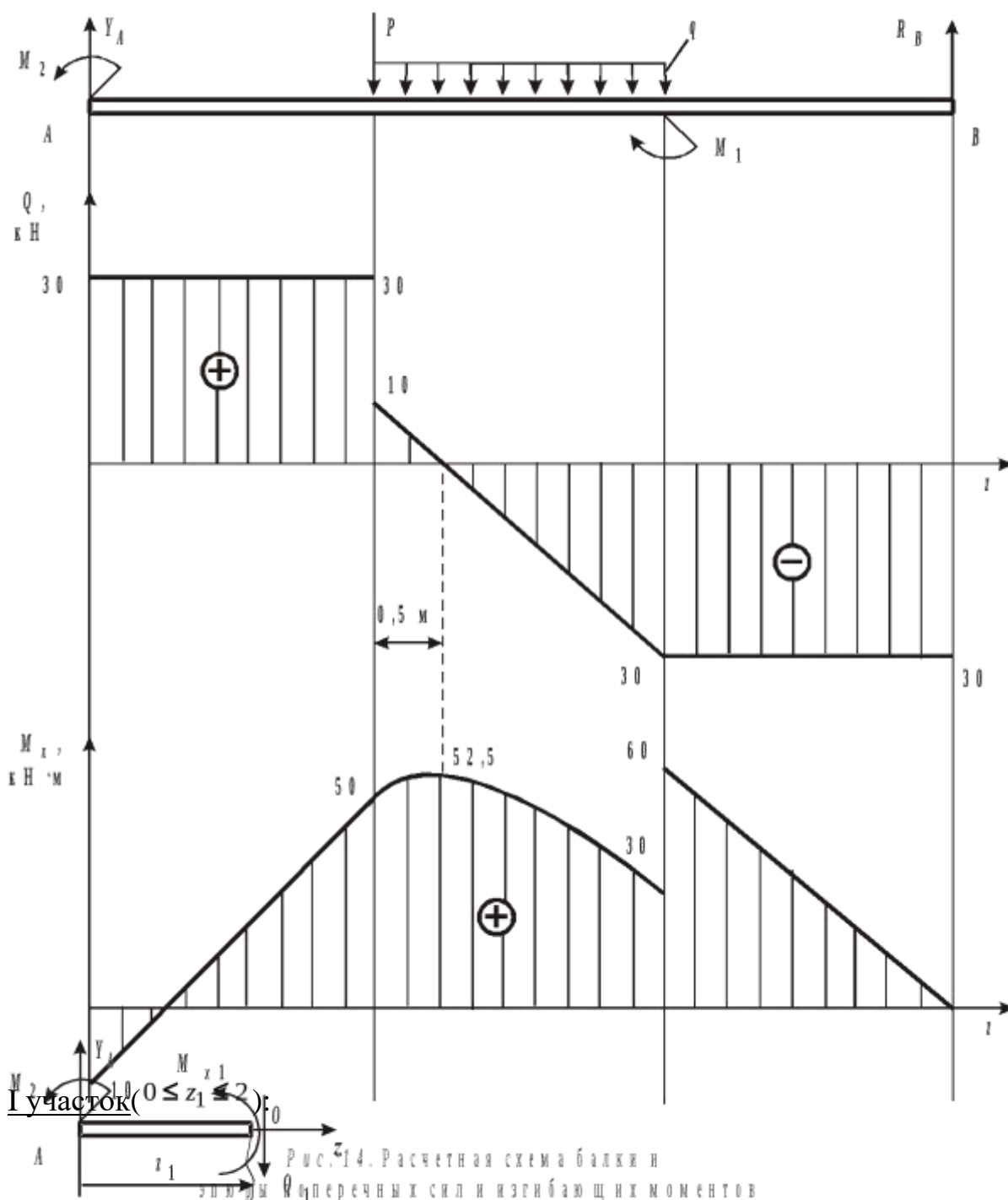


Рис. 14. Расчетная схема балки и эпюры Q и M_x поперечных сил и изгибающих моментов

$$\sum Y_i = 0; \quad Y_A - Q_1 = 0;$$

$$\sum M_{O_i} = 0; \quad -Y_A \cdot z_1 + M_2 + M_{x1} = 0.$$

Рис. 15. Участок I

Отсюда $Q_1 = Y_A = 30 \text{ кН}; M_{x1} = Y_A \cdot z_1 - M_2 = 30z_1 - 10.$

На границах участка:

при $z_1 = 0$ $M_{x1} = -10 \text{ кН} \cdot \text{м};$

при $z_1 = 2 \text{ м}$ $M_{x1} = 50 \text{ кН} \cdot \text{м}.$

II участок ($0 \leq z_2 \leq 2$):

$$\sum Y_i = 0; \quad Y_A - P - q \cdot z_2 - Q_2 = 0;$$

$$\sum M_{O_i} = 0; \quad -Y_A(2 + z_2) + M_2 + P \cdot z_2 + q \frac{z_2^2}{2} + M_{x2} = 0.$$

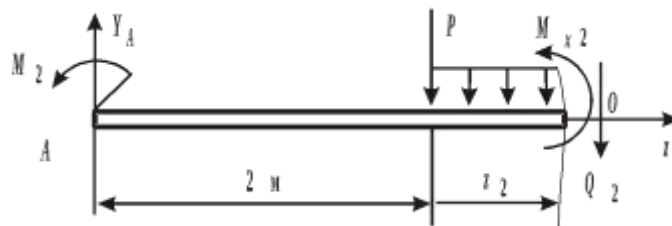


Рис. 16. Участок II

Отсюда

$$Q_2 = Y_A - P - q \cdot z_2; \quad M_{x2} = Y_A(2 + z_2) - M_2 - P \cdot z_2 - q \frac{z_2^2}{2}.$$

На границах участка:

при $z_2 = 0$ $Q_2 = 10 \text{ кН}; M_{x2} = 50 \text{ кН} \cdot \text{м};$

при $z_2 = 2 \text{ м}$ $Q_2 = -30 \text{ кН}; M_{x2} = 30 \text{ кН} \cdot \text{м}.$

Так как поперечная сила Q_2 на участке меняет знак, то эпюра изгибающего момента в этом сечении имеет минимум или максимум. При $Q_2 = 0$

координата $z_2 = \frac{Y_A - P}{q} = \frac{30 - 20}{20} = 0,5$ м. Значение изгибающего момента в этом

сечении: $M_{x2} = 30 \cdot 2,5 - 10 - 20 \cdot 0,5 - 20 \frac{0,5^2}{2} = 52,5 \text{ кН} \cdot \text{м}.$

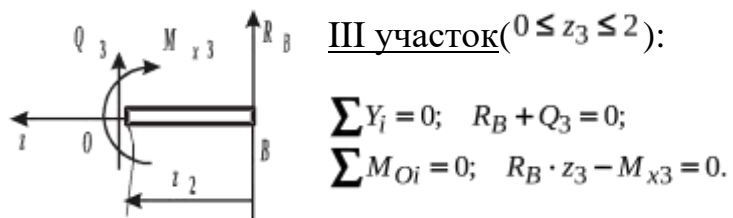


Рис. 17. Участок III

Отсюда

$$Q_3 = -R_B = -30 \text{ кН}; \quad M_{x3} = R_B \cdot z_3 = 30z_3.$$

На границах участка:

при $z_3 = 0$ $M_{x3} = 0 \text{ кН} \cdot \text{м};$

при $z_3 = 2 \text{ м}$ $M_{x1} = 60 \text{ кН} \cdot \text{м}.$

По полученным значениям строим эпюры поперечных сил и изгибающих моментов (рис. 14).