

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5**

*Построение эюр поперечных сил и изгибающих моментов для простейших конструкций стальных балок*

## Методические указания к выполнению задания.

Осуществить следующие этапы

1. Определение реакций в расчетной схеме
2. Построение эпюр поперечных сил
3. Построение эпюр изгибающих моментов

Краткие теоретические сведения.

Цель работы — приобретение навыков построения эпюр изгибающих моментов и поперечных сил

Существует 3 типа опор (рис.1): жесткая заделка (а); шарнирно-неподвижная опора (в); шарнирно-подвижная (с).

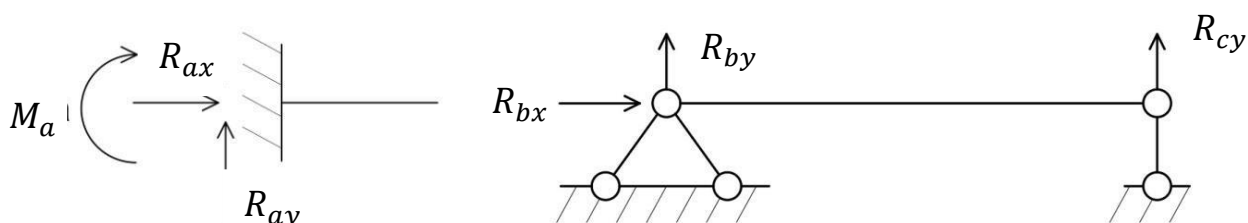


Рис. 1. Виды опор – жесткая заделка; в – шарнирно-неподвижная; с – шарнирно-подвижная.

На рисунке показаны возможные реактивные усилия, возникающие в опорах.

Если нагрузка симметричная, то вертикальные реакции равны между собой. Например:

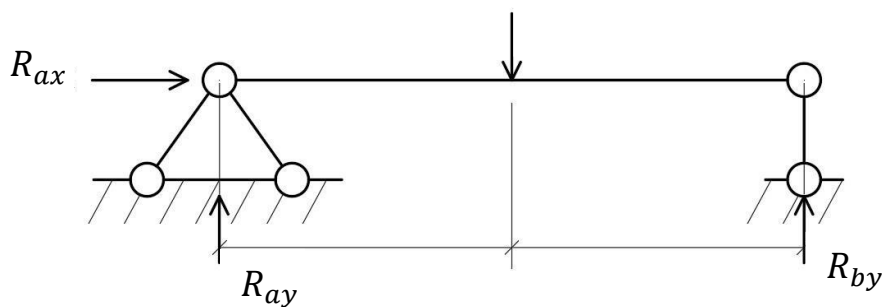


Рис.2 Расчетная схема однопролетной балки с сосредоточенной силой

Из условия равновесия:  $\sum N_x = 0$ ;  $R_{ax} = 0$ ;  $\sum N_y = 0$ ;  $N = R_{ay} + R_{by}$ ;  $R_{ay} = R_{by} = \frac{N}{2}$

При несимметричной расчетной схеме следует воспользоваться другим условием равновесия  $\sum M_A = 0$ . Тело находится в покое, если сумма моментов всех сил, действующих на тело, равна 0 относительно точки А (плоская схема).

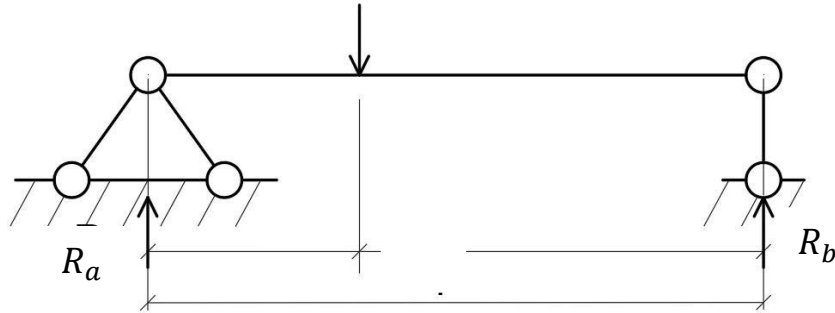


Рис.3 К определению опорных реакции

$$\sum M_A = N \cdot a - R_b \cdot l = 0$$

$$N \cdot a = R_b \cdot l; R_b = \frac{N \cdot a}{l}$$

$$R_A = N - R_b$$

#### Пример 1:

По схеме, представленной на рис. 3 определим опорные реакции.  $N = 150$  кН;  $l = 6$  м;  $a = 2$  м.

Решение:

$$\sum M_A = 0; R_b = \frac{N \cdot a}{l} = \frac{150 \cdot 2}{6} = 50 \text{ кН}$$

$$R_A = N - R_b = 150 - 50 = 100 \text{ кН}$$

## ***Построение эпюр моментов и поперечных сил.***

Эпюра моментов – это график изменения момента по длине конструкции.

### Пример 2.

Рассмотрим схему из примера 1. (Рис 3) Опорные реакции нам известны. Необходимо построить эпюры  $M$  и  $Q$ . Начнем построение эпюры моментов с точки  $A$  и будем двигаться направо.

В точке  $A$  момент равен нулю – это шарнир. Затем до точки приложения силы  $N$  никаких внешних факторов на балку не действует, следовательно, характер изменения момента на этом участке будет линейным.

Рассмотрим сечение в точке приложения силы. Слева от этой точки есть опорная реакция  $R_A$  на расстоянии  $a$ , следовательно, момент  $M = R_A \cdot a$

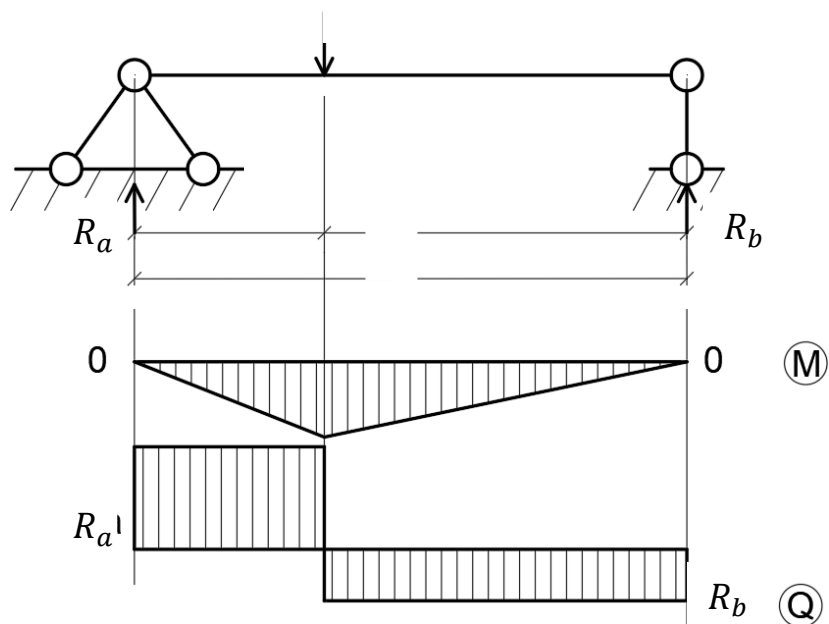


Рис. 4. Однопролетная балка с сосредоточенной силой и эпюры усилий

$$M_c = R_A \cdot a = 100 \text{ кН} \cdot 2 \text{ м} = 200 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Проверим этот же момент справа от действия силы  $R_B$ .

$$M_c = R_b \cdot (l - a) = 50 \text{ кН} \cdot (6 - 2) = 200 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Решение правильное.

Построим эпюру  $Q$ . В точке  $A$  действует опорная реакция  $R_A$ , отложим её вверх.  $R_A = 100$  кН. До точки  $C$  ничего не меняется. В точке  $C$ , под действием силы  $N = 150$  кН происходит скачок на 150 кН.  $Q_{\text{лев}} = 100$  кН;

$$Q_{\text{пр}} = 50 \text{ кН.}$$

Затем до опоры  $B$  ничего не меняется. На опоре  $B$  опорная реакция  $R_B$  возвращает эпюру в "0".

### Пример 3.

Консольная балка (Рис. 5) загружена силами  $N_1 = 10$  кН и  $N_2 = 20$  кН. Построить эпюры  $M$  и  $Q$ . Длина консоли 3 м.

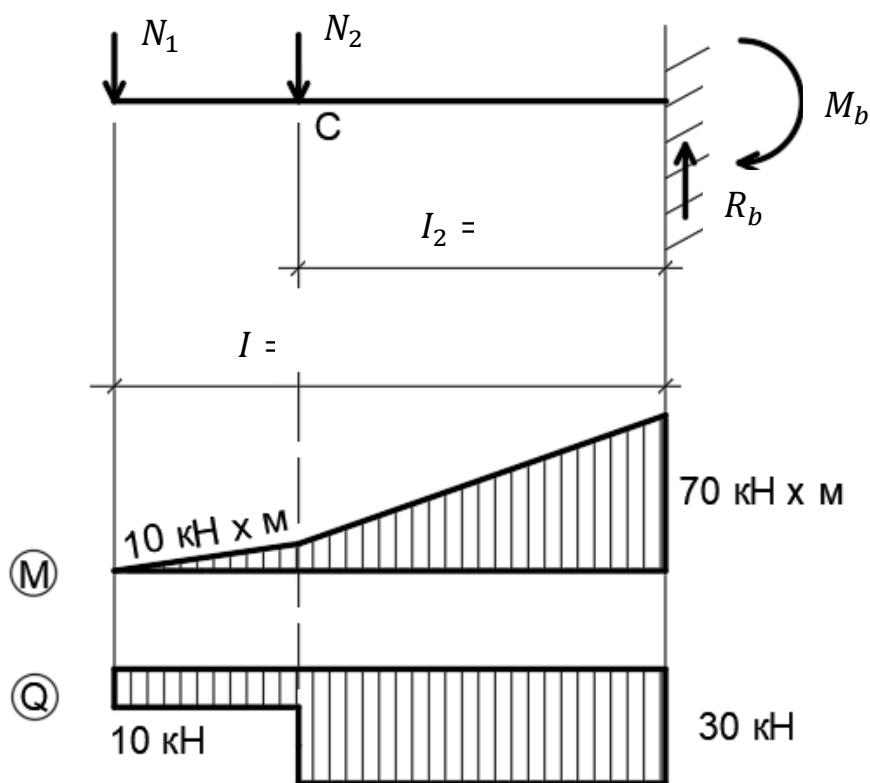


Рис. 2.5. Консоль

Решение:

Поскольку силы постоянны, то в эпюре моментов будет меняться только плечо (расстояния от силы до искомого сечения), поэтому эпюра моментов имеет линейный характер. В этом случае надо определить момент в характерных точках и соединить их прямыми линиями.

На конце консоли  $M_A =$

0 (плечо = 0) В точке «C» –

$$M_C = N_1 \cdot (l - l_1) = 10 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

В точке «B» –  $M_B = N_1 \cdot l + N_2 \cdot l_1 = 10 \cdot 3 + 20 \cdot 2$   
= 70 кН·м Эпюра Q на конце консоли равна силе

$N_1 = 10 \text{ кН}$ ; В точке «C» скачок на величину  $N_2$   
= 20 кН;

В точке «B» эпюра Q равна опорной реакции  $R_B$ , т.е.  
сумме сил.