

Пример 1.2 Построение эпюры крутящих моментов

При построении эпюр внутренних моментов, возникающих от деформации кручения, будем придерживаться правила знаков, изображенного на рис. 1. На этом рисунке показаны два возможных случая взаимодействия рассеченных частей скручиваемого стержня.

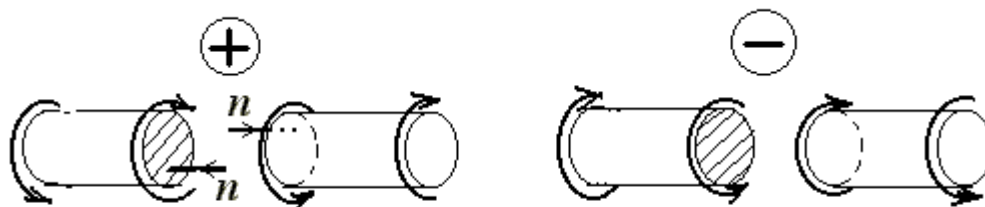


Рис. 1. Правило знаков для крутящего момента

Момент считается положительным, если при взгляде на сечение с конца его внешней нормали n , видим момент вращающим по ходу часовой стрелки. Для отрицательного момента – он будет направлен против часовой стрелки.

В технике употребляется терминология «винт с правой нарезкой» или «...с левой нарезкой...», причем правый винт наиболее распространен, являясь стандартом. Полезно заметить, что при навинчивании гайки на правый винт мы прикладываем положительный момент $M_{кр}$, а при свинчивании гайки – отрицательный.

На рис. 2 дан пример определения по методу сечений внутренних крутящих моментов по участкам и внизу изображена суммарная эпюра $M_{кр}$.

В данном случае для консольного стержня вести вычисления удобно, идя справа налево, начав их с 3 – го участка.

Участок 3 (рис. 2, б). Неизвестный момент $M_{кр3}$ прикладываем к отсеченной части как положительный, после чего пишем условие равновесия отсеченной части :

$$\sum_{отсеч} m_{z3} = M_{кр3} + 5 = 0; \rightarrow M_{кр3} = -5 \text{ тм}, (0 \leq z_3 \leq 2).$$

Участок 2 (рис. 2, б). Положение сечения фиксируем с помощью местной координаты z_2 :

$$\sum_{отсеч} m_{z2} = M_{кр2} + 3(4 - z_2) - 15 + 5 = 0; \rightarrow M_{кр2} = 10 - 3(4 - z_2), (0 \leq z_2 \leq 2).$$

$$\text{Точка } z_2 = 0, \quad M_{кр2} = 10 - 12 = -2 \text{ тм.}$$

$$\text{Точка } z_2 = 4, \quad M_{кр2} = 10 - 0 = 10 \text{ тм. График см. на рис. 2, с .}$$

Участок 1 (рис. 2, б):

$$\sum_{\text{отсеч}} m_{z_i} = M_{\text{кр1}} + 3 \cdot 4 + 5 + 5 - 15 = 0; \rightarrow M_{\text{кр1}} = -7 \text{ тм}, \quad (0 \leq z_1 \leq 2).$$

Найдем реактивный момент в заделке M_0 из условия равновесия всего стержня $\sum m_z = 0$, это дает $M_0 + 3 \cdot 4 + 5 + 5 - 15 = 0$ и $M_0 = -7 \text{ тм}$, что совпадает с $M_{\text{кр1}}$, найденным на участке 1 по методу сечений. Этого конечно следовало ожидать, так как по существу реактивный момент – это внутреннее усилие, действующее в поперечном сечении, где соединены торец стержня и заделка.

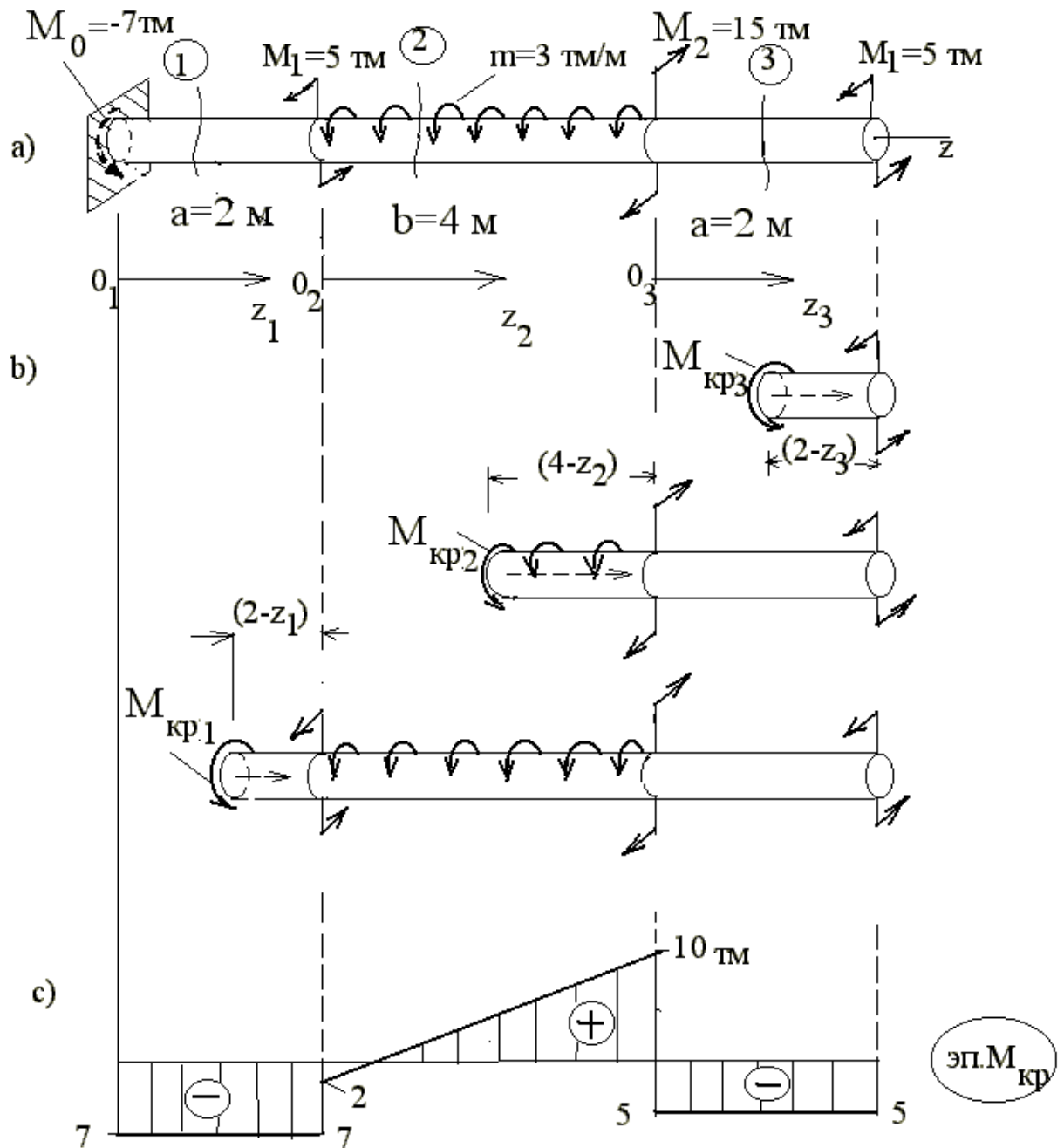


Рис. 2. а-заданный стержень с нагрузкой; б- отсеченные части стержня; с- эпюра крутящих моментов.