

Практическое занятие 4

Расчет ферм.

Фермой называется конструкция, состоящая из невесомых стержней, соединенных между собой шарнирами. Места соединения стержней фермы называются узлами. У статически определимой фермы число узлов (n) и число стержней (k) удовлетворяют равенству: $k = 2n - 3$. Расчет фермы заключается в определении внешних реакций связей и определении усилий в стержнях фермы. Методом вырезания узлов пользуются в том случае, если требуется определить усилия во всех стержнях фермы. Если требуется определить усилия в каком-то конкретном стержне, то используют метод сечений (Риттера).

Метод вырезания узлов заключается в том, что последовательно вырезают и рассматривают равновесие таких узлов фермы, в которых сходится не более двух стержней с неизвестными усилиями.

Метод сечений заключается в том, что ферму рассекают линией пересекающей не более трех стержней с неизвестными усилиями и рассматривают равновесие той части фермы, которая проще.

Пример

В узлах фермы C и D (рис. С3) приложены силы: $F_1 = 10$ кН, и $F_2 = 20$ кН. Определить усилия во всех стержнях фермы методом вырезания узлов. Кроме того, определить усилия в стержнях 2, 3, 4 методом сечений. Размеры указаны на рисунке.

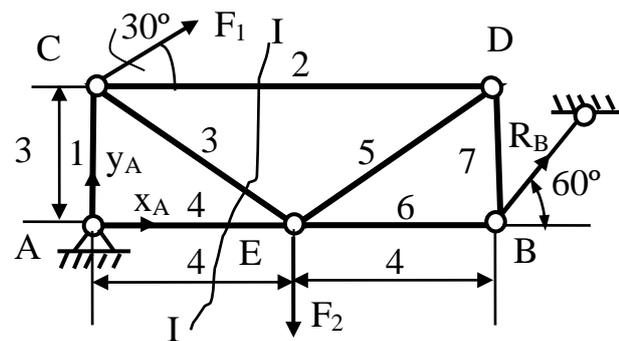


Рис. С3

1. Определим реакции опор: x_A , y_A , R_B .

Для этого составим уравнения равновесия для всей фермы в целом.

$$\sum x = x_A + F_1 \cos 30 + R_B \cos 60 = 0;$$

(1)

$$\sum y = y_A + F_1 \sin 30 - F_2 + R_B \sin 60 = 0; \quad (2)$$

$$\sum M_A = -F_1 \cos 30 \cdot 3 - F_2 \cdot 4 + R_B \sin 60 \cdot 8 = 0. \quad (3)$$

Решая уравнения (1,2,3), находим: $x_A = -16,309$ кН; $y_A = 1,752$ кН; $R_B = 15,297$ кН.

2. Определим усилия в стержнях фермы методом вырезания узлов.

Вначале будем полагать, что все стержни растянуты, тогда их реакции будут направлены во внутрь стержней. Покажем все силы, действующие на узел А (рис. С3а). Поскольку в узле А сходится только 2 стержня, то усилия в этих стержнях можно определить из уравнений равновесия:

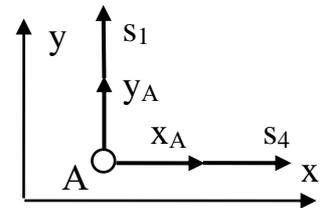


Рис. 3а

$$\sum x = x_A + s_4 = 0; \quad \text{Отсюда:} \quad s_4 = -x_A = 16,309 \text{ кН};$$

$$\sum y = y_A + s_1 = 0; \quad s_1 = -y_A = -1,752 \text{ кН}$$

Далее можно рассмотреть равновесие узла В (в нем сходится два стержня) или узла С (рис. С3б). В узле С сходится три стержня, но усилие s_1 нами уже определено, поэтому из уравнений равновесия можно найти s_2 , s_3 .

Угол α определим из треугольника АЕС: $\operatorname{tg} \alpha = 3/4$,

тогда: $\alpha = 36,9^\circ$, и $\sin \alpha = 0,6$; $\cos \alpha = 0,8$.

Составим уравнения равновесия:

$$\sum x = F_1 \cos 30 + s_3 \cos \alpha + s_2 = 0;$$

$$\sum y = F_1 \sin 30 - s_3 \sin \alpha - s_1 = 0;$$

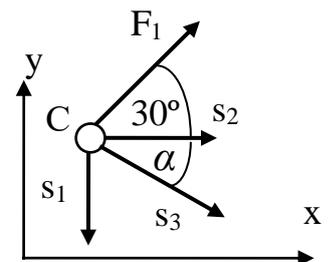


Рис. 3б

Решая эту систему уравнений, находим: $s_3 = 11,254$ кН, $s_2 = -17,663$ кН. Отрицательные значения усилий в первом и втором стержнях показывают, что эти стержни не растянуты, как предполагалось, а сжаты.

Далее можно рассмотреть равновесие узла Е и определить s_5 , s_6 . Из уравнения проекций на ось y для узла D, можно найти усилие в седьмом

стержне – s_7 . Уравнения равновесия для узла В должны обратиться в тождество, они являются уравнениями проверки.

3. **Определим усилия в стержнях 2,3,4 методом сечений.** Рассечем ферму сечением I-I (рис. С3в), и составим уравнения равновесия для части фермы, лежащей слева от сечения.

$$\sum M_E = -F_1 \cos 30 \cdot 3 - F_1 \sin 30 \cdot 4 - s_2 \cdot 3 - y_A \cdot 4 = 0.$$

(4)

$$\sum y = F_1 \sin 30 - s_3 \sin \alpha + y_A = 0;$$

(5)

$$\sum M_C = x_A \cdot 3 + s_4 \cdot 3 = 0.$$

(6)

Из уравнения (4) находим $s_2 = -17,663$ кН.

Из уравнения (5) находим $s_3 = 11,254$ кН. Из уравнения (5) находим $s_4 = 16,309$ кН.

Сравнивая эти результаты с полученными ранее, делаем вывод о том, что задача решена правильно.

Задание: Выполнить задачу С3 (согласно методичке)

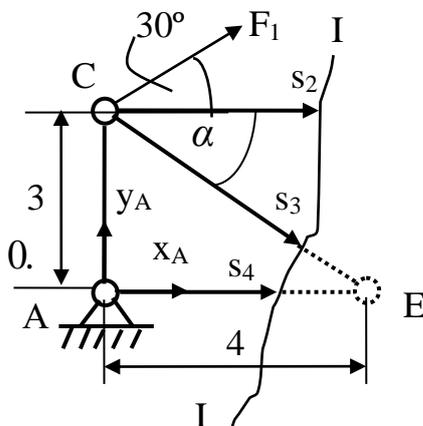


Рис. С3в