

Практическое занятие 6

Конструкция состоит из невесомых стержней 1, 2, ..., 6, соединенных друг с другом (в узлах К и М) и с неподвижными опорами А, В, С, D шарнирами (рис. 4.10). В узлах К и М приложены силы \vec{P} и \vec{Q} , образующие с координатными осями углы $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ и $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$ соответственно (на рисунке показаны только углы $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$).

Дано: $P = 100 \text{ Н}$, $\alpha_1 = 60^\circ$, $\beta_1 = 60^\circ$, $\gamma_1 = 45^\circ$, $Q = 50 \text{ Н}$, $\alpha_2 = 45^\circ$, $\beta_2 = 60^\circ$, $\gamma_2 = 60^\circ$; $\psi = 30^\circ$, $\varphi = 60^\circ$, $\delta \approx 74^\circ$.

Определить: усилия в стержнях 1-6.

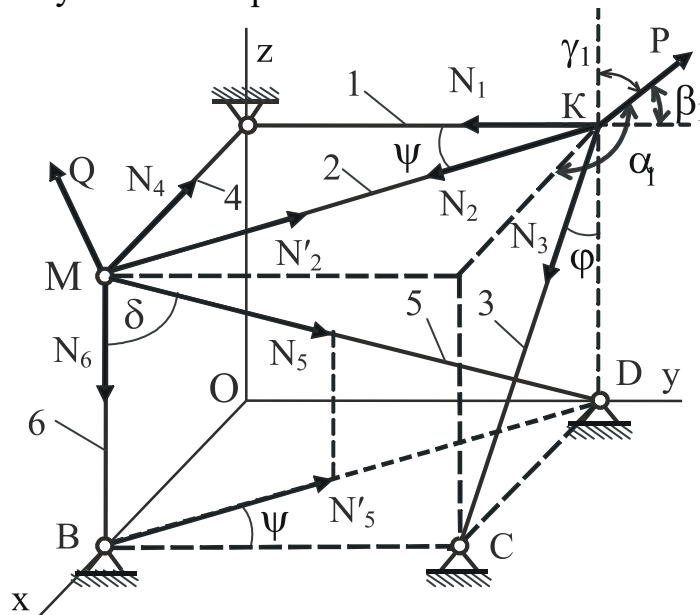


Рис. 4.10

Решение:

1. Рассмотрим равновесие узла К, в котором сходятся стержни 1-3. На узел действуют сила \vec{P} и реакции $\vec{N}_1, \vec{N}_2, \vec{N}_3$ стержней, которые направим по стержням от узла, считая стержни растянутыми.

Составим уравнения равновесия этой пространственной системы сходящихся сил:

$$\sum F_{kx} = 0, \quad P \cos \alpha_1 + N_2 \sin \psi + N_3 \sin \varphi = 0; \quad (18)$$

$$\sum F_{ky} = 0, \quad P \cos \beta_1 - N_1 - N_2 \cos \psi = 0; \quad (19)$$

$$\sum F_{kz} = 0, \quad P \cos \gamma_1 - N_3 \cos \varphi = 0. \quad (20)$$

Решив уравнения (18-20) при заданных числовых значениях силы P и углов, получим: $N_1 = 349 \text{ Н}$, $N_2 = -345 \text{ Н}$, $N_3 = 141 \text{ Н}$.

2. Рассмотрим равновесие узла М. На узел действуют силы \vec{Q} , $\vec{N}'_2, \vec{N}_4, \vec{N}_5, \vec{N}_6$ стержней. При этом по закону о равенстве действия и

противодействия реакция \overline{N}'_2 направлена противоположно \overline{N}_2 , численно же: $N'_2 = N_2$.

Составим уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = 0, \quad Q \cos \alpha_2 - N_2 \sin \psi - N_4 - N_5 \sin \delta \sin \psi = 0; \quad (21)$$

$$\sum F_{ky} = 0, \quad Q \cos \beta_2 + N_2 \cos \psi + N_5 \sin \delta \cos \psi = 0; \quad (22)$$

$$\sum F_{kz} = 0, \quad Q \cos \gamma_2 - N_5 \cos \delta - N_6 = 0. \quad (23)$$

При определении проекций силы \overline{N}_5 на оси x и y в уравнениях (21) и (22) удобно сначала найти проекцию \overline{N}'_5 этой силы на плоскость xOy (по величине $N'_5 = N_5 \sin \delta$), а затем найденную проекцию на плоскость спроектировать на оси. Решив систему уравнений (21-23) и учитывая, что $N'_2 = N_2 = -345 \text{ Н}$, найдем, чему равны N_4, N_5, N_6 .

Ответ: $N_1 = 349 \text{ Н}$; $N_2 = -345 \text{ Н}$; $N_3 = 141 \text{ Н}$; $N_4 = 50 \text{ Н}$; $N_5 = 329 \text{ Н}$; $N_6 = -66 \text{ Н}$. Знаки показывают, что стержни 2 и 6 сжаты; остальные — растянуты.