Задания Д 7

При выполнении заданий Д 6, Д 7 необходимо учесть следующие замечания.

1. Если не все связи, наложенные на рассматриваемую механическую систему, являются идеальными, например, имеются шероховатые поверхности (неидеальные связи), то к активным нагрузкам следует добавить силы трения. Таким приемом силы трения переносят в разряд активных сил и, следовательно, шероховатую по-
верхность можно рассматривать как идеальную связь (рис. 14).

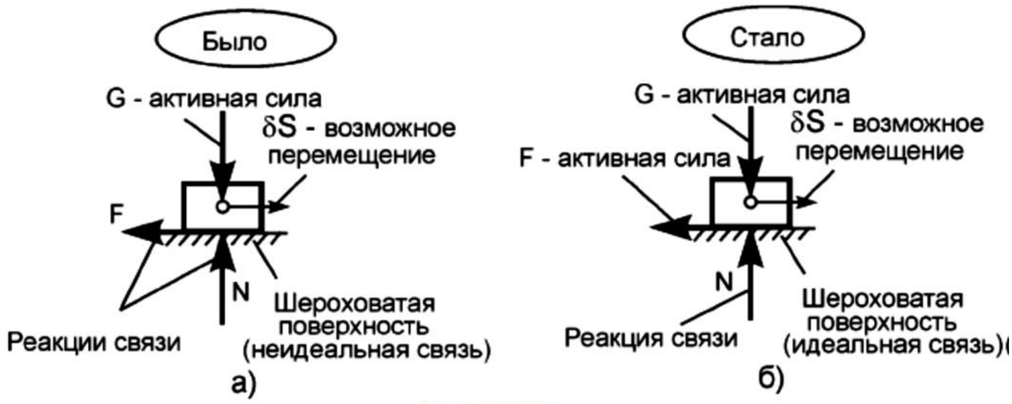


Рис. 6.14

Таким образом, при решении задачи рис. 6.14,а и рис. 6.14,б эквивалентны.

2. Если требуется определить какую-либо реакцию идеальной связи, то, применив аксиому связей, отбрасывают соответствующую связь и заменяют ее реакцией связи. Таким образом, исходная связь заменяется другой связью, допускающей возможные перемещения. Тем самым искомая реакция переносится в разряд активных сил. Этот прием решения задач является черезвычайно эффектив-
ным, так как искомая реакция связи непосредственно определяется из уравнения, выражающего принцип возможных перемещений.

На рис. 6.15, 6.16 приведены некоторые варианты определения реакций внешних связей для механических систем.

В исходном положении (см. рис. 6.15) на механическую систему, состоящую из двух тел, в точке А наложена связь – жёсткая заделка. Снимем ограничение на перемещение тела 1 в горизонтальном направлении, сохранив остальные ограничения. Варианты такой замены показаны на рис. 6.15,б, 6.15,в.
При таких заменах тело 1 может совершить только поступательное движение, параллельное координатной оси ОХ. Если задать возможное перемещение δ**S**A точке А механической системы, то её точки В и С получат возможные перемещения $\delta\mathbf{S}_B$, $\delta\mathbf{S}_C$, зависящие от $\delta\mathbf{S}_A$.

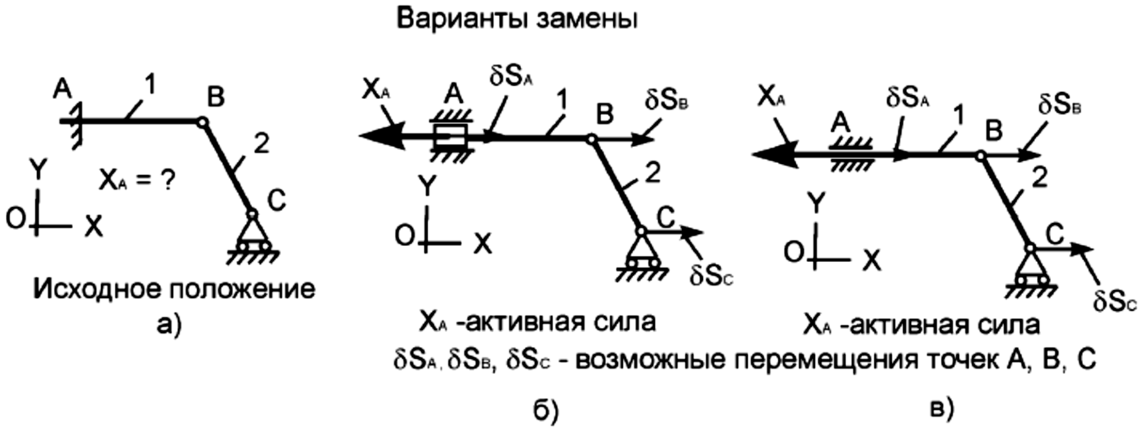


Рис. 6.15

При определении реактивного момента МА для механической системы, приведенной на рис 6.15, жесткую заделку заменяют шарнирно неподвижной опорой (см. рис. 6.16).

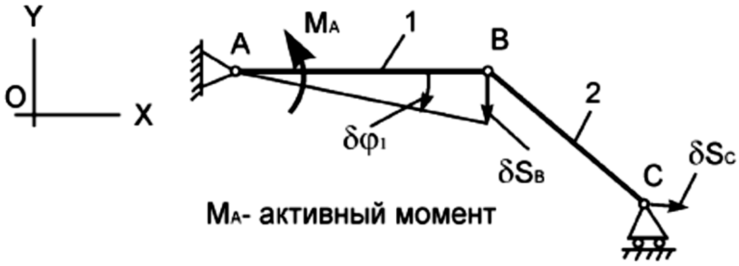


Рис. 6.16

При такой замене тело 1 может совершать вращательное движение. Зададим этому телу возможное угловое перемещение δφ1. Точки B и C механической системы получат линейные возможные перемещения δ**S**B, δ**S**C, зависящие от перемещения δφ1.

Задачи на применение принципа возможных перемещений рекомендуется решать по следующему алгоритму.

1. Изобразить рассматриваемую механическую систему на рисунке в соответствующем масштабе.

2. Приложить к механической системе активные нагрузки.

3. При наличии неидеальных связей добавить соответствующие реакции связей (например, силы трения).

4. Для определения реакции связи эту реакцию перенести в разряд активных сил путем замены существующей связи на связь, допускающую возможное перемещение в направлении, как правило, противоположном направлению определяемой реакции связи.

5. Дать возможное перемещение одной из точек механической системы и выразить возможные перемещения точек приложения сил в зависимости от заданного возможного перемещения.

6. Вычислить сумму работ активных сил на возможных перемещениях их точек приложения и приравнять эту сумму нулю.

7. Решив составленное уравнение, определить искомую величину.

В расчётах использовать следующие условные обозначения: c – коэффициент жёсткости пружины (Н/см); h – деформация пружины (см); Q, P – силы (Н); M – момент пары сил (Н·м).

«Применение принципа возможных перемещений к определению реакций опор составной конструкции»

Применяя принцип возможных перемещений, определить реакции опор составной конструкции. Схемы конструкций и необходимые для решения данные приведены в табл. 5.5. На рисунках все размеры указаны в метрах.

6.3.4. Пример выполнения задания Д 7

Дано: конструкция, состоящая из двух тел, находится в равновесии под действием следующих нагрузок: P_1 = 2 кН; P_2 = 4 кН; M = 6 кН·м; q = 1 кН/м (рис. 6.18).

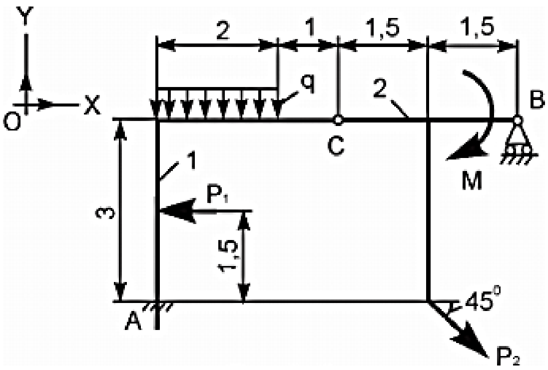


Рис. 6.18

Применяя принцип возможных перемещений, определить реакции опор составной конструкции.

Решение.

Заменим равномерно распределенную нагрузку интенсивностью q сосредоточенной силой Q = q·2 = 1·2 = 2 кН, приложенной в середине загруженного участка тела 1 (рис. 6.19).

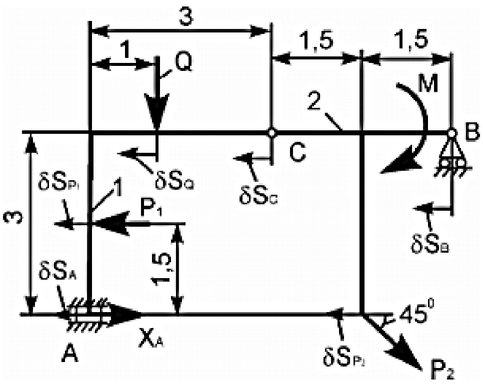


Рис. 6.19

Поскольку связи, наложенные на рассматриваемую механическую систему, являются идеальными, то для решения поставленной задачи правомерно применение принципа возможных перемещений.

Найдем горизонтальную составляющую $\mathbf{X}_A$ реакции в жесткой заделке.

Согласно известным положениям статики жесткая заделка накладывает три ограничения на перемещения тела в плоскости XOY (поступательные движения параллельно координатным осям и поворот в этой плоскости). Снимем ограничение на перемещение тела 1 только параллельно оси OX, сохраняя другие ограничения, и покажем на рисунке реакцию $\mathbf{X}_A$. В результате этих действий реакция $\mathbf{X}_A$ переходит в разряд активных сил, а жесткая заделка в точке A (см. рис. 6.18) заменяется кулисным камнем, к которому жестко закреплено тело 1 составной конструкции. При такой замене составная конструкция становится подвижной.

Зададим возможное перемещение $\delta\mathbf{S}_A$ точке A тела 1. Так как тело 1 может совершать только поступательное движение, то возможные перемещения всех точек этого тела геометрически равны:

$$\delta\mathbf{S}_A = \delta\mathbf{S}_{P_1} = \delta\mathbf{S}_Q = \delta\mathbf{S}_C,$$

где $\delta\mathbf{S}_{P_1}$ – возможное перемещение точки приложения силы $\mathbf{P}_1$; $\delta\mathbf{S}_Q$ – возможное перемещение точки приложения силы $\mathbf{Q}$; $\delta\mathbf{S}_C$ – возможное перемещение точки C.

Так как точка C принадлежит и телу 2, то оно тоже будет подвижным. Для того, чтобы связь в точке B не разрушилась, эта точка получит возможное перемещение $\delta\mathbf{S}_B$, параллельное опорной поверхности шарнирно-подвижной опоры. Поскольку возможные перемещения $\delta\mathbf{S}_C$, $\delta\mathbf{S}_B$ точек C и B тела 2 параллельны, то тело 2 совершает поступательное движение. Исходя из этого, имеем следующее равенство:

$$\delta\mathbf{S}_C = \delta\mathbf{S}_B = \delta\mathbf{S}_{P_2},$$

где $\delta\mathbf{S}_{P_2}$ – возможное перемещение точки приложения силы P_2.

Таким образом, возможные перемещения всех точек тел 1 и 2 геометрически равны:

$$\delta\mathbf{S}_A = \delta\mathbf{S}_{P_1} = \delta\mathbf{S}_Q = \delta\mathbf{S}_C = \delta\mathbf{S}_B = \delta\mathbf{S}_{P_2}.$$

Запишем уравнение, выражающее принцип возможных перемещений для рассматриваемого случая.

$$\sum F_i \cdot \delta S_i \cdot \cos(\mathbf{F}_i,\ \delta\mathbf{S}_i) = 0 = -X_A \cdot \delta S_A + P_1 \cdot \delta S_{P_1} - P_2 \cdot \cos 45^\circ \cdot \delta S_{P_2} = 0. \quad (1)$$

Поскольку $\delta S_A = \delta S_{P_1} = \delta S_{P_2}$, то выражение (1) можно записать в следующем виде:

$$-X_A \cdot \delta S_A + P_1 \cdot \delta S_A - P_2 \cdot \cos 45^\circ \cdot \delta S_A = 0.$$

Решая последнее выражение относительно X_A, получим

$$X_A = P_1 - P_2 \cdot \cos 45^\circ = 2 - 4 \cdot 0{,}707 = -0{,}828 \text{ кН}.$$

Найдем горизонтальную составляющую $\mathbf{Y}_A$ реакции в жесткой заделке.

Согласно известным положениям статики жесткая заделка накладывает три ограничения на перемещения тела в плоскости XOY (поступательные движения параллельно координатным осям и поворот в этой плоскости). Снимем ограничение на перемещение тела 1 только параллельно оси OY, сохраняя другие ограничения, и покажем на рисунке реакцию $\mathbf{Y}_A$. В результате этих действий реакция $\mathbf{Y}_A$ переходит в разряд активных сил, а жесткая заделка в точке A (рис. 6.20) заменяется кулисным камнем, к которому жестко закреплено тело 1 составной конструкции. При такой замене составная конструкция становится подвижной.

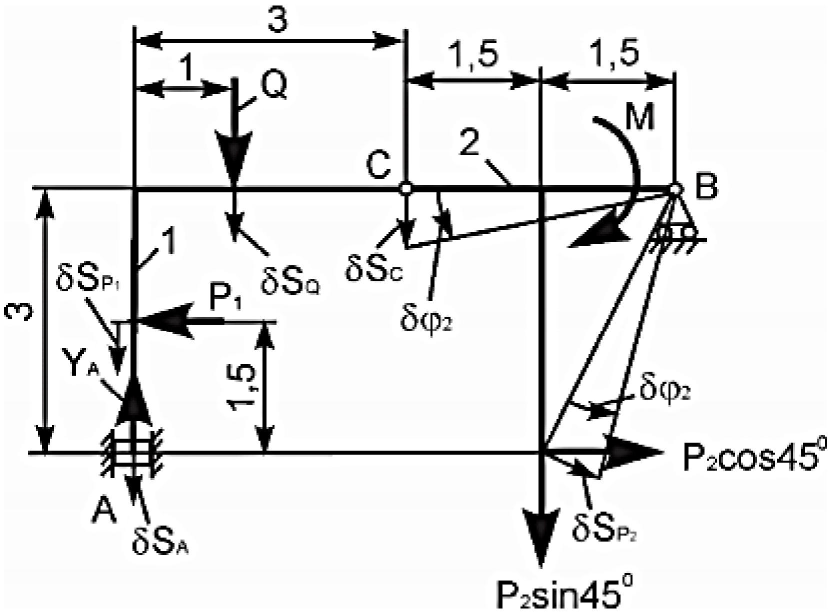


Рис. 6.20

Зададим возможное перемещение $\delta\mathbf{S}_A$ точке A тела 1. Так как тело 1 может совершать только поступательное движение, то возможные перемещения всех точек этого тела геометрически равны:

$$\delta\mathbf{S}_A = \delta\mathbf{S}_{P_1} = \delta\mathbf{S}_Q = \delta\mathbf{S}_C,$$

где $\delta\mathbf{S}_{P_1}$ – возможное перемещение точки приложения силы P_1; $\delta\mathbf{S}_Q$ – возможное перемещение точки приложения силы Q; $\delta\mathbf{S}_C$ – возможное перемещение точки C.

Так как точка C принадлежит и телу 2, то оно тоже будет подвижным. Для того, чтобы связь в точке B не разрушилась, эта точка должна получить возможное перемещение $\delta\mathbf{S}_B$, параллельное опорной поверхности шарнирно-подвижной опоры. Поскольку возможные перемещения $\delta\mathbf{S}_C$, $\delta\mathbf{S}_B$ точек С и В тела 2 не параллельны, то тело 2 совершает плоскопараллельное движение. Очевидно, что мгновенный центр поворота тела 2 находится в точке В. Относительно оси, проходящей через точку В и перпендикулярную плоскости рис. 6.20, тело 2 повернется на угол $\delta\varphi_2$. Исходя из этого, имеем следующее равенство:

$$\delta S_C = CB\cdot\delta\varphi_2 = 3\cdot\delta\varphi_2.$$

Следует заметить, что возможные перемещения $\delta\mathbf{S}_C$, $\delta\mathbf{S}_{P_2}$ точки С и точки приложения силы $\mathbf{P}_2$ перпендикулярны отрезкам, соединяющим эти точки с мгновенным центром поворота тела 2.

Принцип возможных перемещений выражается формулой

$$\sum F_i\cdot\delta S_i\cdot\cos(\mathbf{F}_i,\ \delta\mathbf{S}_i) = 0.$$

Так как величину угла между направлениями активной силы $\mathbf{P}_2$ и возможным перемещением $\delta\mathbf{S}_{P_2}$ точки приложения этой силы определять достаточно затруднительно, то элементарную работу приложенных к телу 2 сил определим через работу моментов сил относительно его мгновенного центра поворота, который находится в точке В. С этой целью силу $\mathbf{P}_2$ разложим на составляющие силы: $P_2\sin45^\circ$ и $P_2\cos 45^\circ$.

Запишем уравнение, выражающее принцип возможных перемещений:

$$\begin{aligned} &- Y_A\cdot\delta S_A + Q\cdot\delta S_Q + P_2\sin 45^\circ\cdot1{,}5\cdot\delta\varphi_2 + \\ &+ P_2\cos45^\circ\cdot3\cdot\delta\varphi_2 - M\cdot\delta\varphi_2 = 0. \end{aligned} \qquad (2)$$

Так как $\delta S_A = \delta S_Q = 3\cdot\delta\varphi_2$, то выражение (2) можно преобразовать к следующему виду:

$$\begin{aligned} &- Y_A\cdot3\cdot\delta\varphi_2 + Q\cdot3\cdot\delta\varphi_2 + P_2\sin 45^\circ\cdot1{,}5\cdot\delta\varphi_2 + \\ &+ P_2\cos45^\circ\cdot3\cdot\delta\varphi_2 - M\cdot\delta\varphi_2 = 0. \end{aligned}$$

Решая последнее выражение относительно Y_A, получим

$$\begin{aligned} Y_A &= Q\ 1 + P_2\sin 45^\circ\cdot0{,}5 + P_2\cos45^\circ\cdot1 - M/3 = \\ &= 2 + 4\cdot0{,}707\cdot0{,}5 + 4\cdot0{,}707\cdot1 - 6/3 = 4{,}242\ \text{кН}. \end{aligned}$$

Найдем реактивный момент M_A в жесткой заделке.

Жесткая заделка накладывает три ограничения на перемещения тела в плоскости XOY (поступательные движения параллельно координатным осям и поворот в этой плоскости). Снимем ограничение на поворот тела 1 в плоскости XOY, сохраняя другие ограничения, и покажем на рисунке реактивный момент M_A. В результате этих действий реакция M_A переходит в разряд активных нагрузок, а жесткая заделка в точке А (рис. 6.21) заменяется шарнирно-неподвижной опорой. При такой замене составная конструкция становится подвижной. Тело 1 может совершать вращательное движение относительно оси, проходящей через точку А. Зададим телу 1 возможное угловое перемещение $\delta\varphi_1$. Тогда точки приложения активных сил P_1, Q и точка C получат возможные перемещения $\delta\mathbf{S}_{P_1}$, $\delta\mathbf{S}_Q$, $\delta\mathbf{S}_C$.

$$\delta S_{P_1} = 1{,}5\cdot\delta\varphi_1; \quad \delta S_Q = (\sqrt{3^2+1^2})\cdot\delta\varphi_1; \quad \delta S_C = CA\cdot\delta\varphi_1.$$

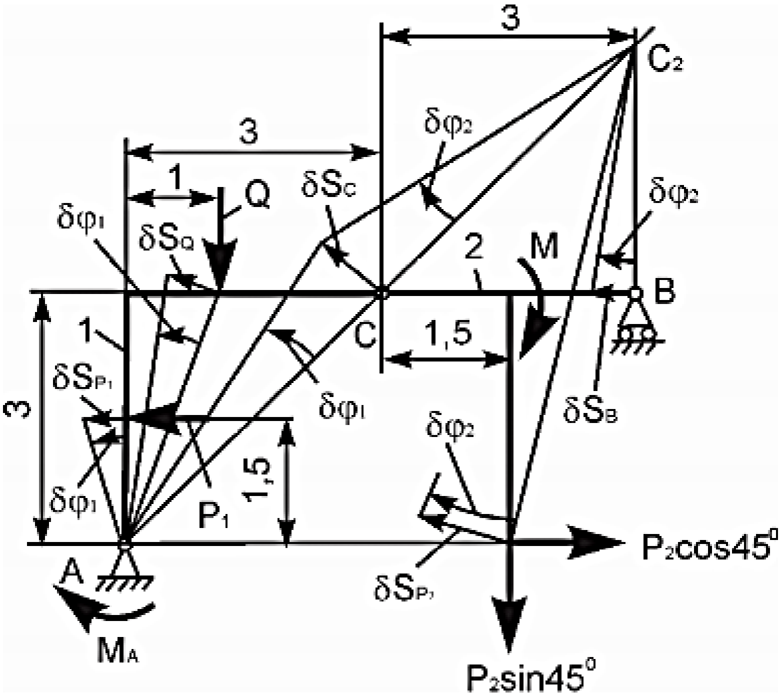


Рис. 6.21

Следует отметить, что возможное перемещение $\delta\mathbf{S}_C$ перпендикулярно отрезку, соединяющему точку C с осью вращения тела 1, проходящей через точку A.

Так как точка C принадлежит и телу 2, то оно тоже будет подвижным. Для того, чтобы связь в точке B не разрушилась, эта точка должна получить возможное перемещение $\delta\mathbf{S}_B$, параллельное опорной поверхности шарнирно-подвижной опоры. Поскольку возможные перемещения $\delta\mathbf{S}_C$, $\delta\mathbf{S}_B$ точек C и B тела 2 не параллельны, то тело 2 совершает плоскопараллельное движение. Очевидно, что мгновенный центр поворота тела 2 находится в точке C_2. Относительно оси, проходящей через точку C_2 и перпендикулярную плоскости рис. 6.21, тело 2 повернется на угол $\delta\varphi_2$. Исходя из этого, имеем следующее равенство:

$$\delta S_C = CC_2\cdot\delta\varphi_2.$$

Так как точка C принадлежит и телу 1, и телу 2, то справедливо равенство

$$\delta S_C = CA\cdot\delta\varphi_1 = CC_2\cdot\delta\varphi_2.$$

Из рис. 6.21 нетрудно установить, что CA = CC_2. Отсюда имеем

$$\delta\varphi_1 = \delta\varphi_2.$$

Возможные перемещения $\delta \mathbf{S}_C$, $\delta \mathbf{S}_{P_2}$ точки C и точки приложения силы $\mathbf{P}_2$ перпендикулярны отрезкам, соединяющим эти точки с мгновенным центром поворота тела 2.

В общем случае принцип возможных перемещений выражается формулой

$$\sum F_i \cdot \delta S_i \cdot \cos(\mathbf{F}_i, \delta \mathbf{S}_i) = 0.$$

Так как величину угла между направлениями активной силы $\mathbf{P}_2$ и возможным перемещением $\delta \mathbf{S}_{P_2}$ точки приложения этой силы определять достаточно затруднительно, то элементарную работу приложенных к телу 2 сил определим через работу моментов сил относительно его мгновенного центра поворота, который находится в точке C_2. Как и ранее (см. рис. 6.20), силу $\mathbf{P}_2$ разложим на составляющие силы: $P_2\sin45^o$ и $P_2\cos 45^o$, параллельные координатным осям.

Запишем уравнение, выражающее принцип возможных перемещений.

$$- M_A \cdot \delta\varphi_1 + P_1 \cdot 1{,}5 \cdot \delta\varphi_1 - Q \cdot 1 \cdot \delta\varphi_1 -$$
$$- P_2\sin45^o \cdot 1{,}5 \cdot \delta\varphi_2 - P_2\cos45^o \cdot 6 \cdot \delta\varphi_2 + M \cdot \delta\varphi_2 = 0. \quad (3)$$

Поскольку $\delta\varphi_1 = \delta\varphi_2$, то выражение (3) можно преобразовать к виду

$$- M_A \cdot \delta\varphi_1 + P_1 \cdot 1{,}5 \cdot \delta\varphi_1 - Q \cdot 1 \cdot \delta\varphi_1 -$$
$$- P_2\sin45^o \cdot 1{,}5 \cdot \delta\varphi_1 - P_2\cos45^o \cdot 6 \cdot \delta\varphi_1 + M \cdot \delta\varphi_1 = 0.$$

Решая это уравнение относительно M_A, получим

$$M_A = + P_1 \cdot 1{,}5 - Q \cdot 1 - P_2\sin45^o \cdot 1{,}5 - P_2\cos45^o \cdot 6 + M =$$
$$= 2 \cdot 1{,}5 - 2 \cdot 1 - 4 \cdot 0{,}707 \cdot 1{,}5 - 4 \cdot 0.707 \cdot 6 + 6 = - 14{,}210 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Определим реакцию $\mathbf{R}_B$.

Шарнирно-подвижная опора в точке B накладывает только одно ограничение на перемещение тела 2 в пространстве. Снимем это ограничение на поступательное движение тела, параллельное оси OY, и покажем на рис. 6.22 реакцию $\mathbf{R}_B$. Так как тело 1 неподвижно, то возможным перемещением тела 2 является его поворот относи-

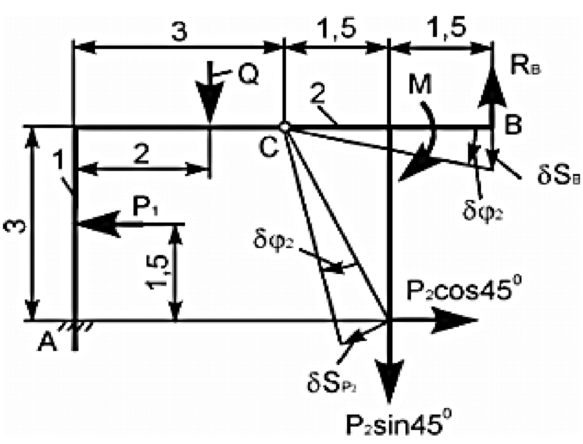


Рис. 6.22

тельно оси, проходящей через точку C на угол $\delta\varphi_2$.

На рис. 6.22 показаны возможные перемещения $\delta\mathbf{S}_B$, $\delta\mathbf{S}_{P_2}$ точек приложения сил $\mathbf{R}_B$ и $\mathbf{P}_2$.

Составим уравнение, выражающее принцип возможных перемещений, при этом учтем, что работа силы при повороте тела равна произведению момента силы относительно мгновенного центра поворота на угол поворота тела.

$$P_2\sin 45^o\cdot 1{,}5\cdot\delta\varphi_2 - P_2\cos 45^o\cdot 3\cdot\delta\varphi_2 + M\cdot\delta\varphi_2 - R_B\cdot\delta S_B = 0. \quad (4)$$

Так как $\delta S_B = 3\cdot\delta\varphi_2$, то выражение (4) приводится к виду

$$P_2\sin 45^o\cdot 1{,}5\cdot\delta\varphi_2 - P_2\cos 45^o\cdot 3\cdot\delta\varphi_2 + M\cdot\delta\varphi_2 - R_B\cdot 3\cdot\delta\varphi_2 = 0.$$

Решая последнее выражение относительно R_B, получим

$$R_B = P_2\sin 45^o\cdot 0{,}5 - P_2\cos 45^o\cdot 1 + M/3 =$$
$$= 4\cdot 0{,}707\cdot 0{,}5 - 4\cdot 0{,}707\cdot 1 + 6/3 = 0{,}586 \text{ кН}.$$

Проведем проверку полученных результатов расчета. Для этого рассмотрим равновесие составной конструкции под действием активных нагрузок $\mathbf{P}_1$; $\mathbf{P}_2$, M, $\mathbf{Q}$ и реакций внешних связей $\mathbf{X}_A$, $\mathbf{Y}_A$, M_A, $\mathbf{R}_B$ (рис. 6.23).

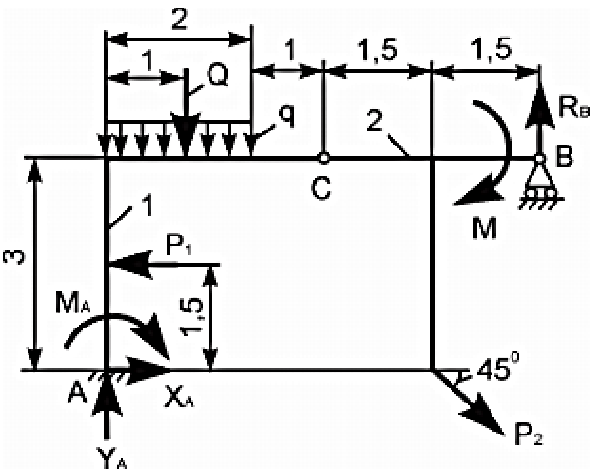


Рис. 6.23

Запишем уравнения равновесия для плоской произвольной системы сил и подставим в них определенные значения реакций внешних связей.

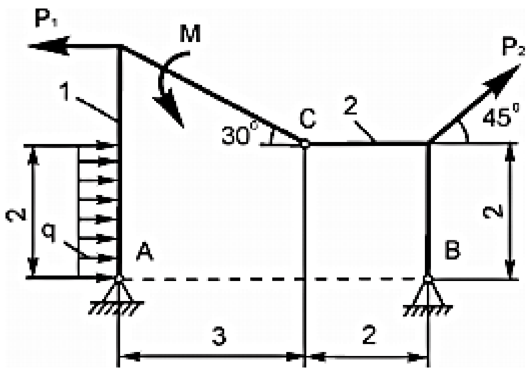
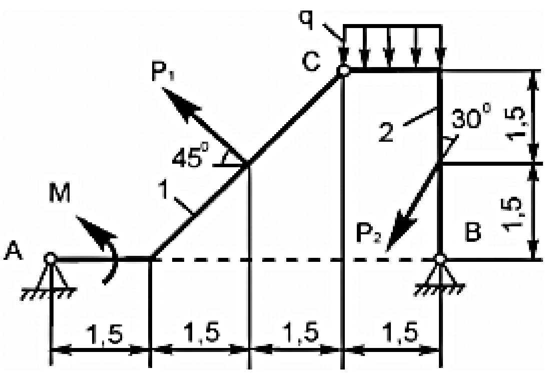
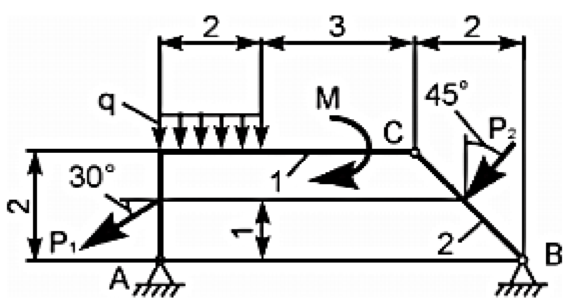
$$\Sigma F_{iox} = 0 = X_A - P_1 + P_2\cos 45^o =$$
$$= -0{,}828 - 2 + 4\cdot 0{,}707 = -2{,}828 + 2{,}828 = 0;$$
$$\Sigma F_{ioy} = 0 = Y_A - P_2\sin 45^o + R_B =$$
$$= 4{,}242 - 2 - 4\cdot + 0{,}586 = 4{,}828 - 4{,}828 = 0;$$
$$\Sigma M_{iA} = 0 = -M_A + P_1\cdot 1{,}5 - Q\cdot 1 - P_2\sin 45^o\cdot 4{,}5 - M + R_B\cdot 6 =$$
$$= -(-14{,}210) + 2\cdot 1{,}5 - 2\cdot 1 - 4\cdot 0{,}707\cdot 4{,}5 - 6 + 0{,}586\cdot 6 =$$
$$= 20{,}728 - 20{,}728 = 0.$$

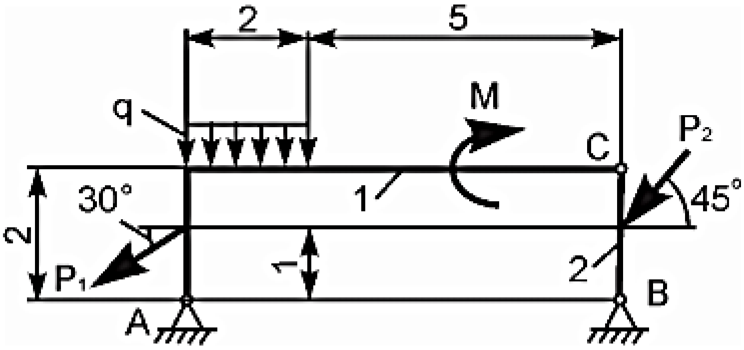
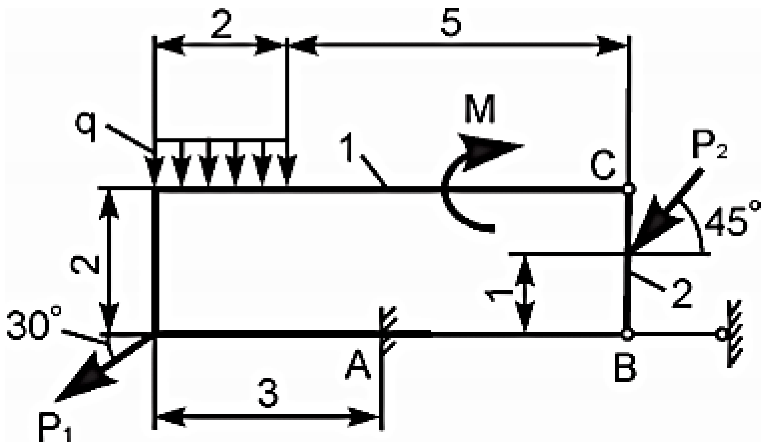
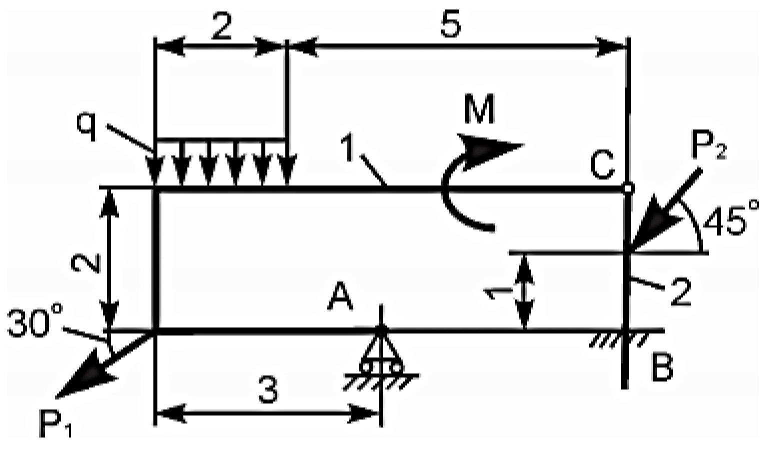
Проверка подтвердила правильность расчетов.

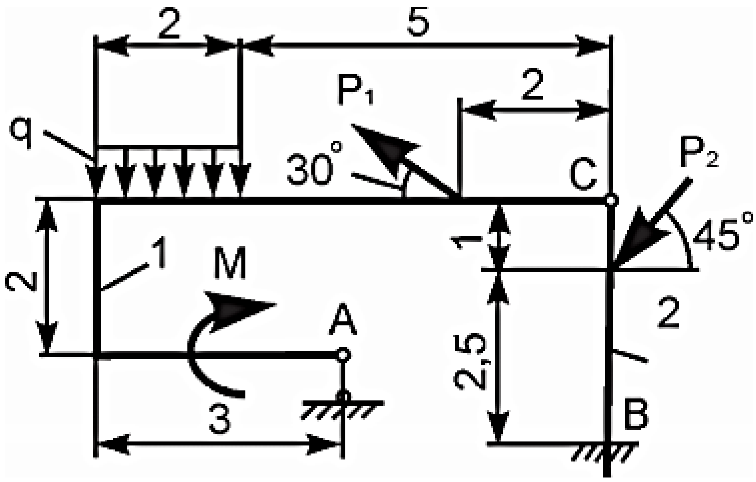
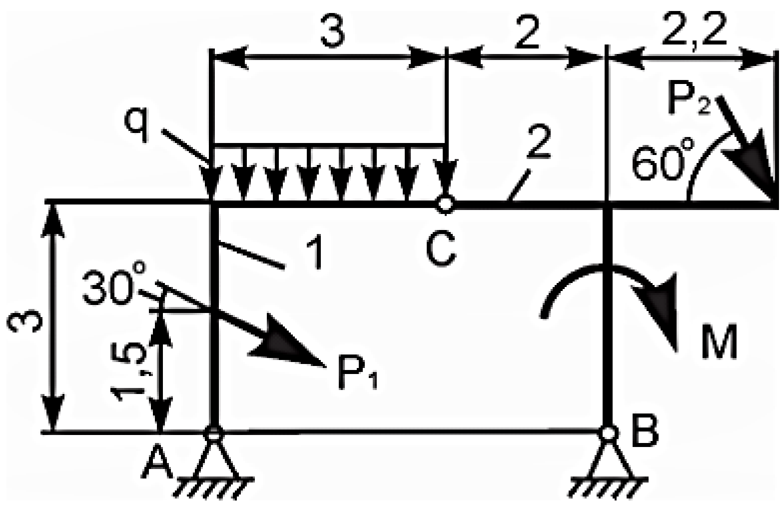
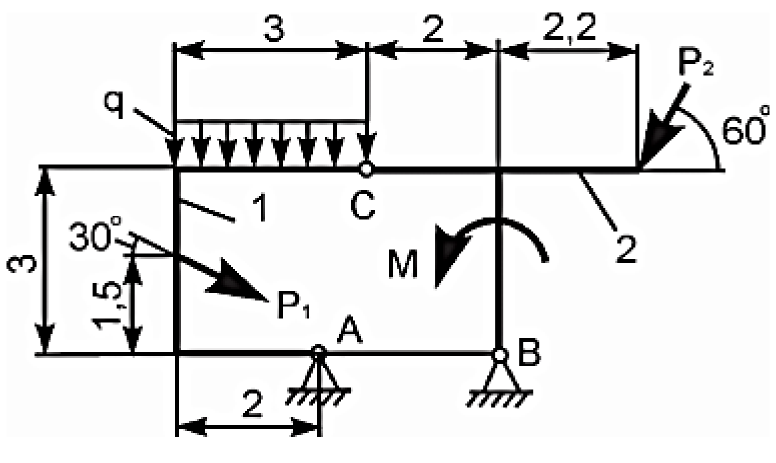
Варианты задания Д7

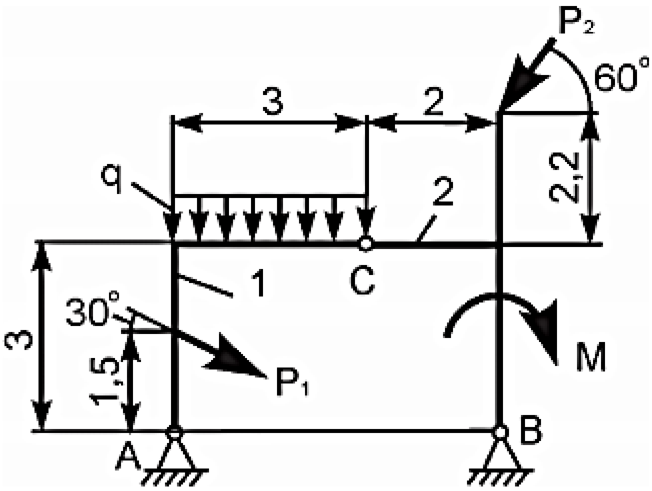
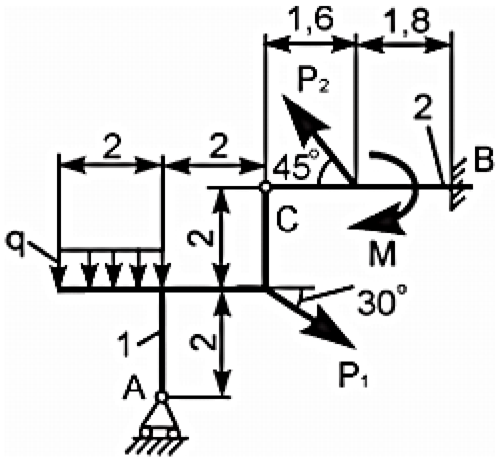
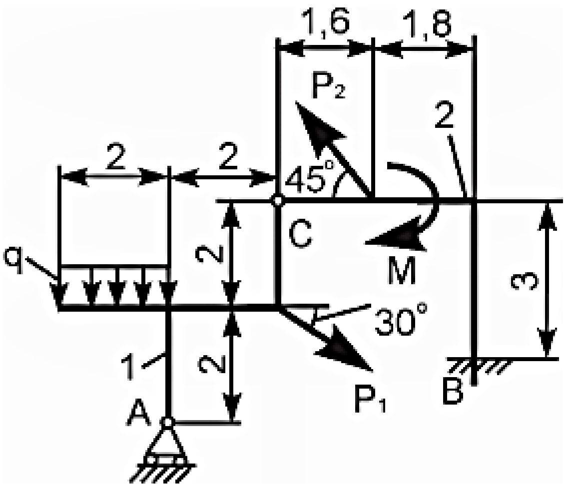
Применяя принцип возможных перемещений, определить реакции опор составной конструкции. Схемы конструкций и необходимые для решения данные приведены в табл. 5.5. На рисунках все размеры указаны в метрах.

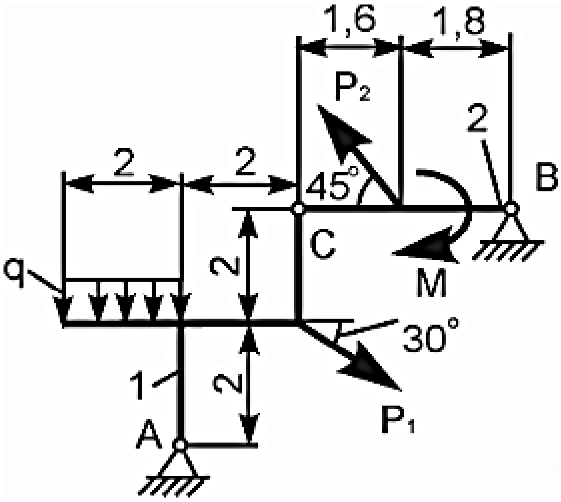
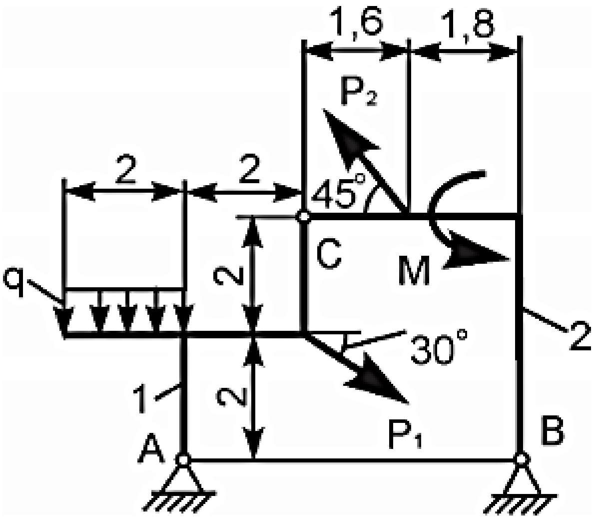
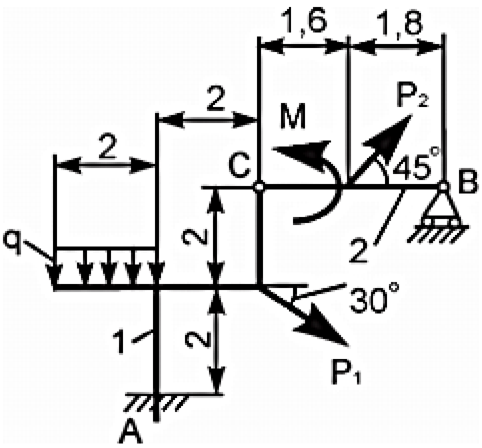
Таблица 5.5

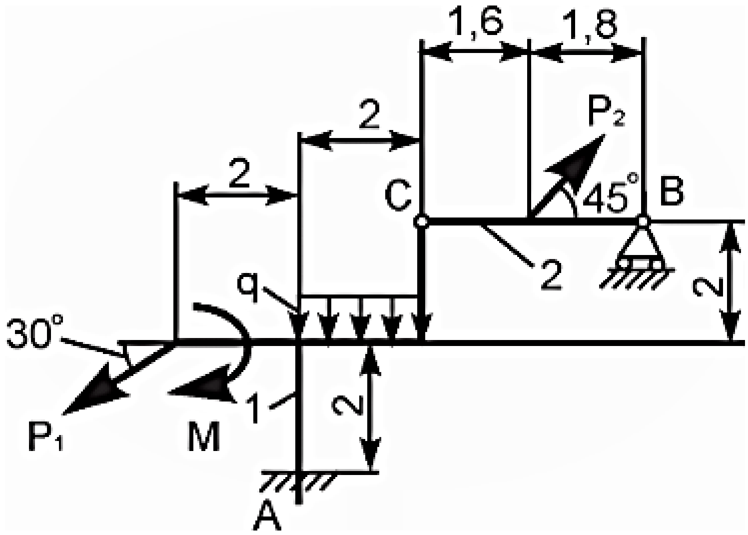
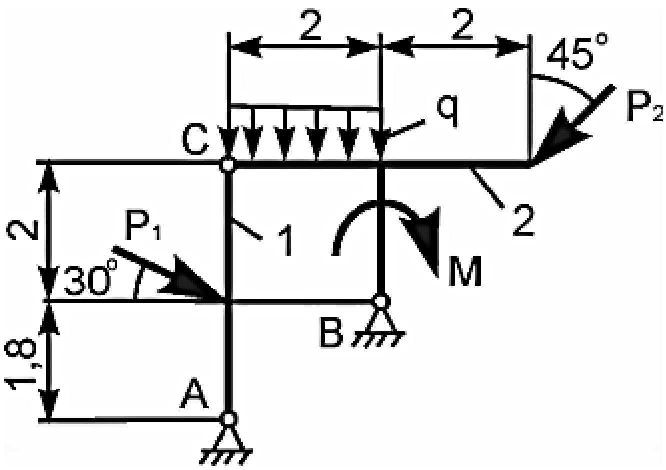
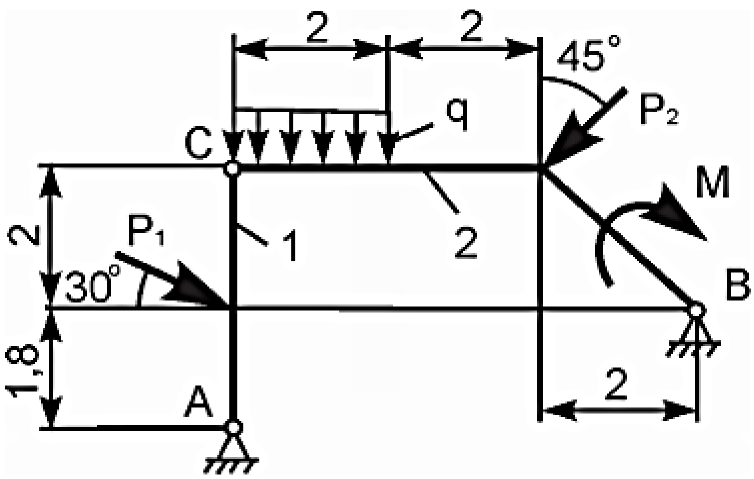
<table>
<tr><th>Номер варианта</th><th>Расчетная схема механизма</th><th>Исходные данные</th></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr>
<tr><td>1</td><td>
</td><td>P_1 = 10 кН;
P_2 = 10 кН;
M = 6 кН·м;
q = 2 кН/м</td></tr>
<tr><td>2</td><td>
</td><td>P_1 = 6 кН;
P_2 = 10 кН;
M = 12 кН·м;
q = 1 кН/м</td></tr>
<tr><td>3</td><td>
</td><td>P_1 = 8 кН;
P_2 = 10 кН;
M = 3 кН·м;
q = 2 кН/м</td></tr>
</table>

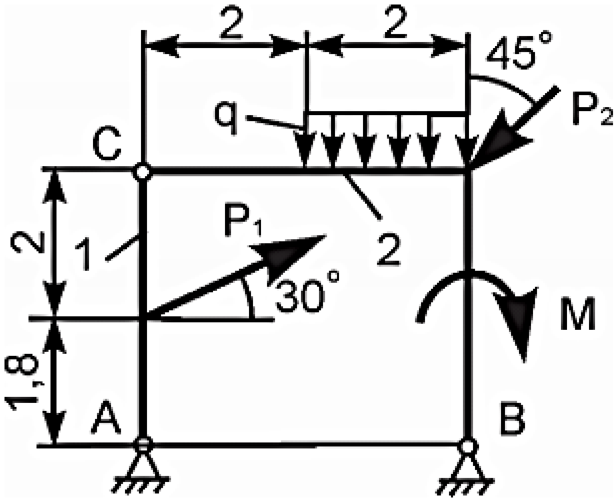
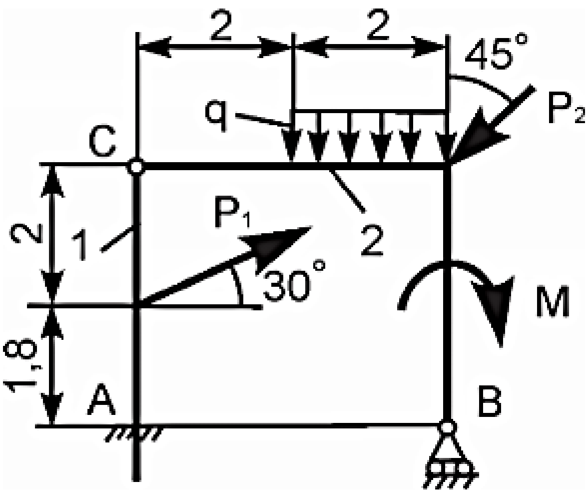
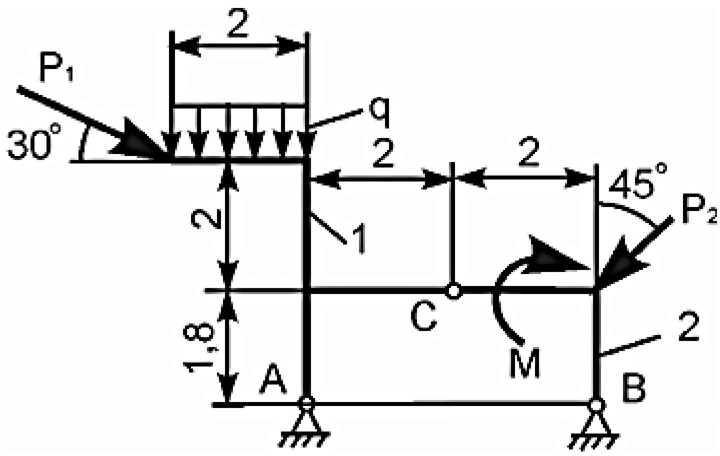
1	2	3
4		P_1 = 5 кН; P_2 = 12 кН; M = 4 кН·м; q = 2 кН/м
5		P_1 = 6 кН; P_2 = 8 кН; M = 3 кН·м; q = 2 кН/м
6		P_1 = 4 кН; P_2 = 6 кН; M = 10 кН·м; q = 2 кН/м

1	2	3
7		P_1 = 7 кН; P_2 = 8 кН; M = 15 кН·м; q = 2 кН/м
8		P_1 = 8 кН; P_2 = 8 кН; M = 16 кН·м; q = 2 кН/м
9		P_1 = 10 кН; P_2 = 10 кН; M = 6 кН·м; q = 2 кН/м

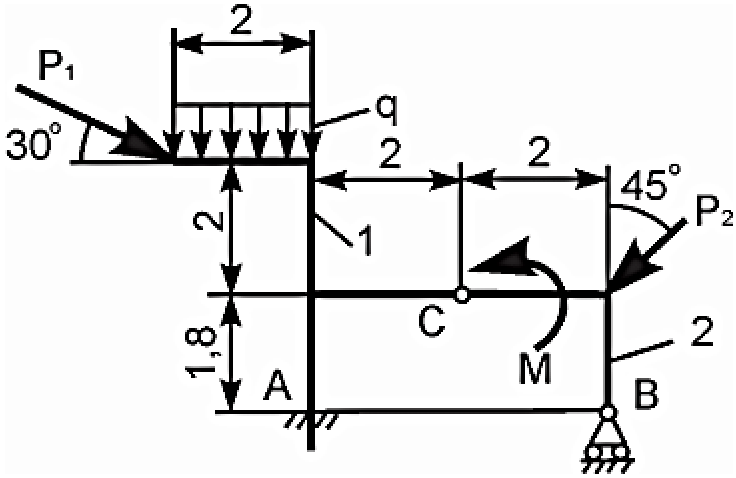
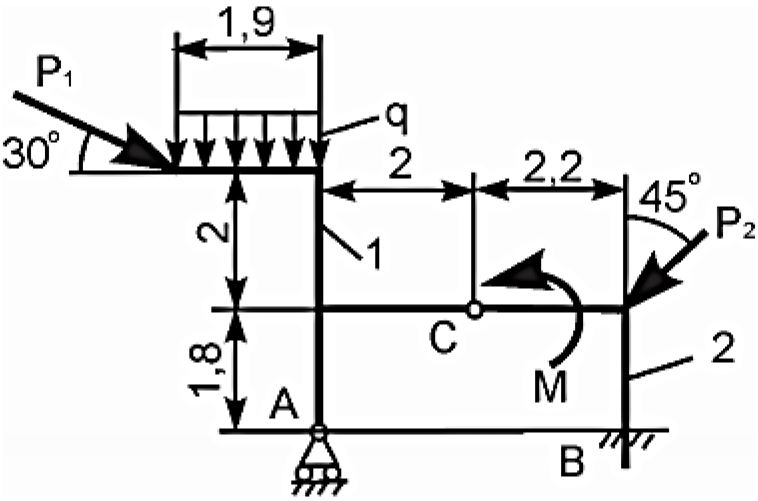
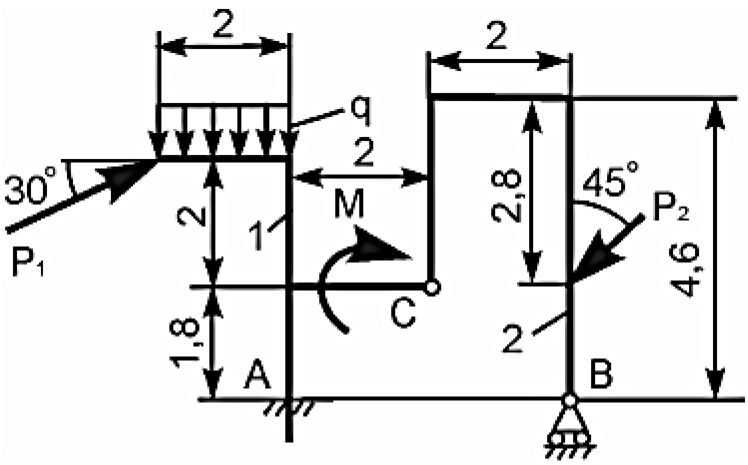
1	2	3
10		P_1 = 10 кН; P_2 = 3 кН; M = 9 кН·м; q = 2 кН/м
11		P_1 = 12 кН; P_2 = 5 кН; M = 6 кН·м; q = 1 кН/м
12		P_1 = 11 кН; P_2 = 3 кН; M = 8 кН·м; q = 4 кН/м

1	2	3
13		P_1 = 10 кН; P_2 = 12 кН; M = 8 кН·м; q = 2 кН/м
14		P_1 = 10 кН; P_2 = 2 кН; M = 12 кН·м; q = 2 кН/м
15		P_1 = 15 кН; P_2 = 10 кН; M = 5 кН·м; q = 2 кН/м

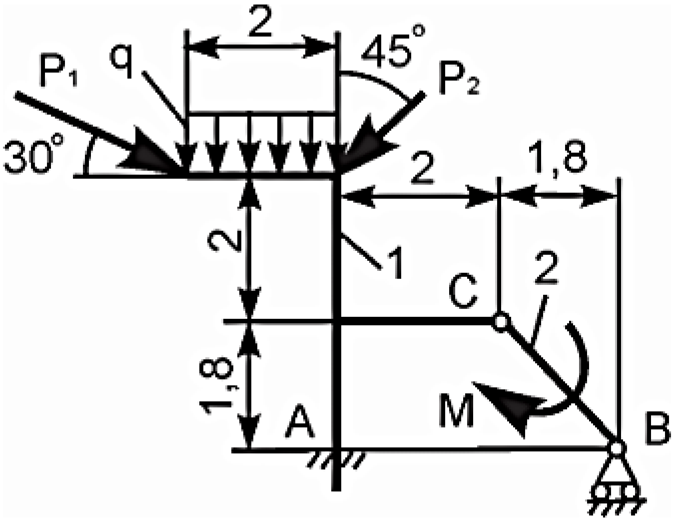
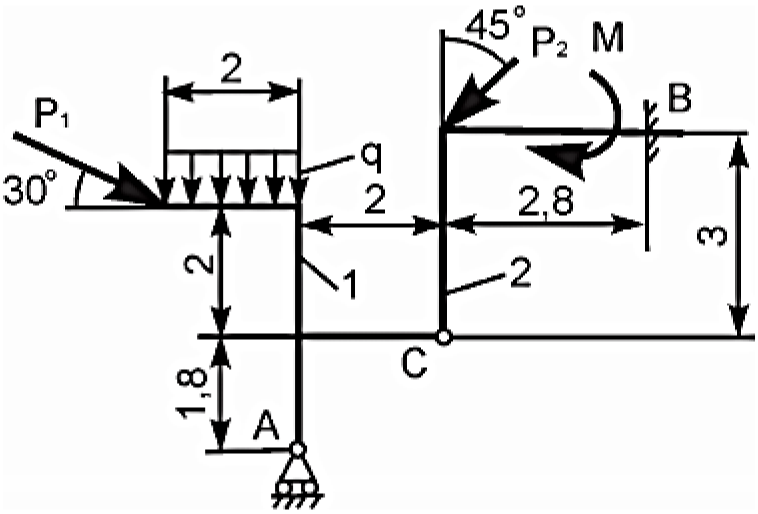
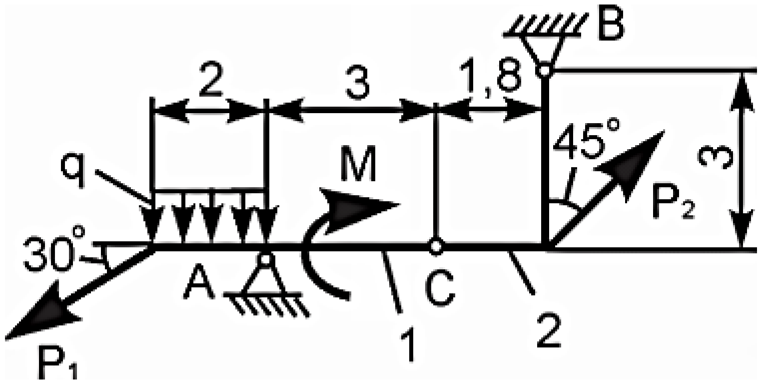
1	2	3
16		P_1 = 16 кН; P_2 = 10 кН; M = 4 кН·м; q = 1 кН/м
17		P_1 = 17 кН; P_2 = 3 кН; M = 6 кН·м; q = 6 кН/м
18		P_1 = 18 кН; P_2 = 9 кН; M = 4 кН·м; q = 8 кН/м

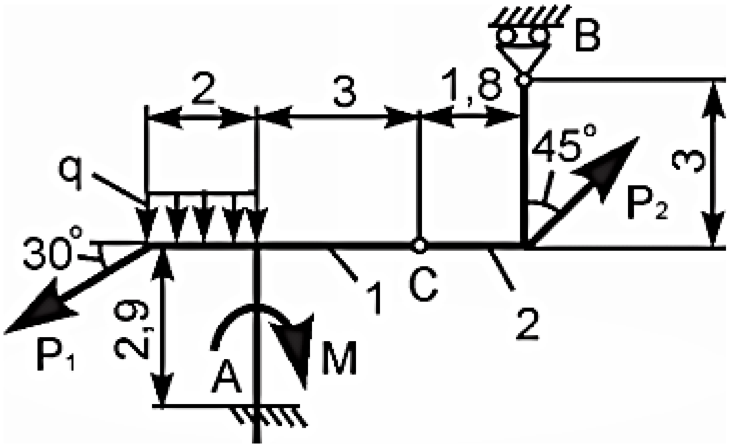
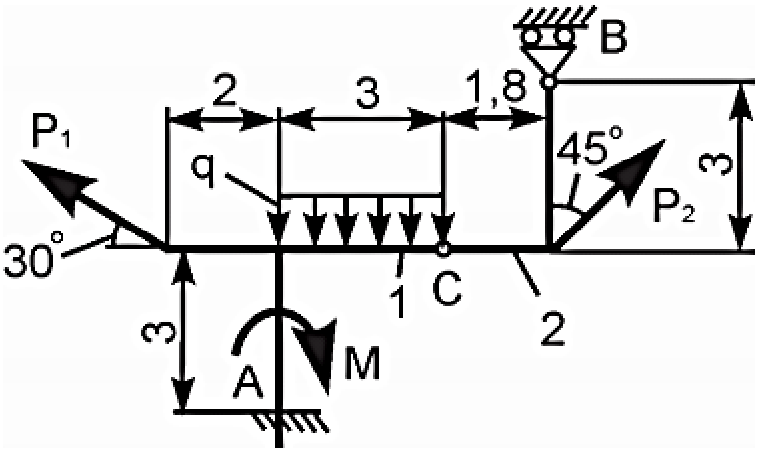
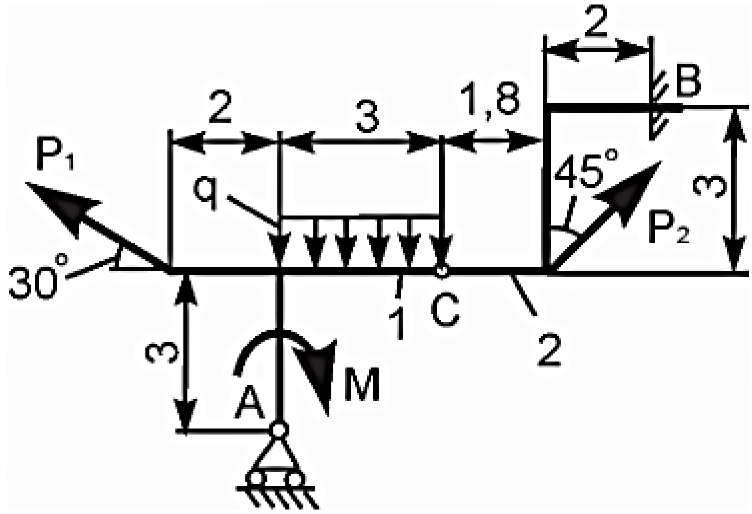
1	2	3
19		P_1 = 19 кН; P_2 = 7 кН; M = 12 кН·м; q = 2 кН/м
20		P_1 = 20 кН; P_2 = 12 кН; M = 8 кН·м; q = 4 кН/м
21		P_1 = 21 кН; P_2 = 10 кН; M = 12 кН·м; q = 6 кН/м

Продолжение табл..5.5

1	2	3
22		P_1 = 22 кН; P_2 = 12 кН; M = 10 кН·м; q = 5 кН/м
23		P_1 = 23 кН; P_2 = 9 кН; M = 5 кН·м; q = 8 кН/м
24		P_1 = 24 кН; P_2 = 10 кН; M = 12 кН·м; q = 2 кН/м

Продолжение табл..5.5

1	2	3
25		$P_1 = 25$ кН; $P_2 = 10$ кН; $M = 8$ кН·м; $q = 2$ кН/м
26		$P_1 = 26$ кН; $P_2 = 16$ кН; $M = 6$ кН·м; $q = 6$ кН/м
27		$P_1 = 27$ кН; $P_2 = 10$ кН; $M = 4$ кН·м; $q = 3$ кН/м

1	2	3
28		P_1 = 28 кН; P_2 = 18 кН; M = 8 кН·м; q = 2 кН/м
29		P_1 = 28 кН; P_2 = 20 кН; M = 6 кН·м; q = 2 кН/м
30		P_1 = 30 кН; P_2 = 20 кН; M = 6 кН·м; q = 1 кН/м