ЛИТЕРАТУРА

1. *Тарг С.М.* Краткий курс теоретической механики. – М.: Высш. шк., 2008.

2. *Мещерский И.В.* Сборник задач по теоретической механике. – М.: Физматгиз, 1986.

3. *Норейко С.С., Яблонский А.А., Вольфсон С.А.* Сборник задач для курсовых работ по теоретической механике: учеб. пособие. – М.: Интеграл-Пресс, 2008.

4. Контрольные задания к разделу «Статика твердого тела»

Задача С1

В стержневых системах (фермах) (рис. С1.0 – С1.9, табл. С1), находящихся в равновесии, известны сила F и угол α. Определить усилия в стержнях и реакции связей A и B. Все острые углы ферм, кроме указанных, принять 45°.

Таблица С1

Номер условия	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сила F (Н)	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Угол α, (град)	30	45	60	90	120	135	150	210	225	240

Методические указания

Задача С1 – на равновесие тела, находящегося под действием плоской системы сходящихся сил. Для определения усилий в стержнях и реакций в опорах нужно применить метод вырезания узлов. Проверить решение методом Риттера и построением силового многоугольника для нагруженного силой узла.

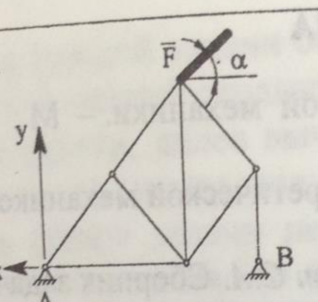


Рис. C1.0

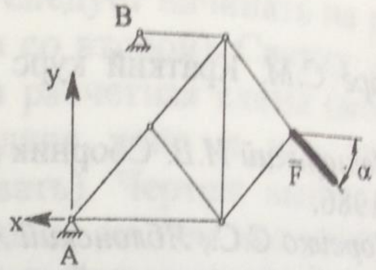


Рис. C1.1

от узла

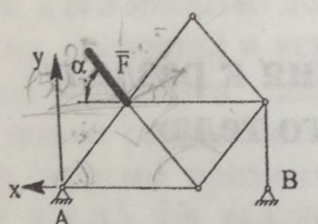


Рис. C1.2

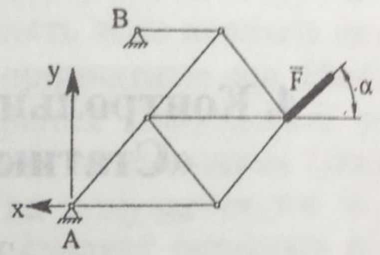


Рис. C1.3

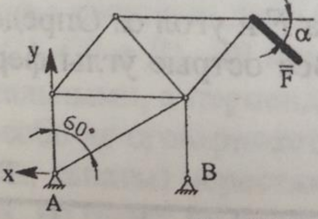


Рис. C1.4

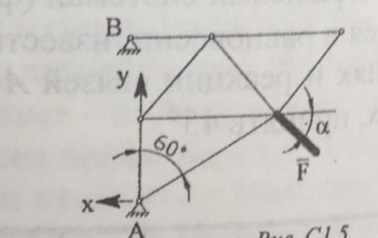


Рис. C1.5

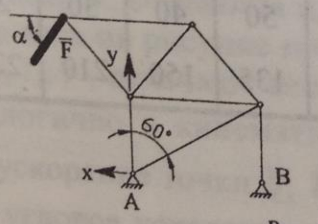


Рис. C1.6

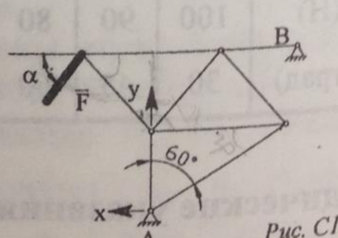


Рис. C1.7

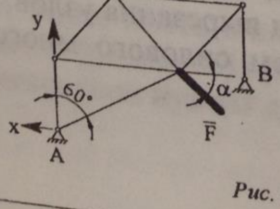


Рис. C1.8

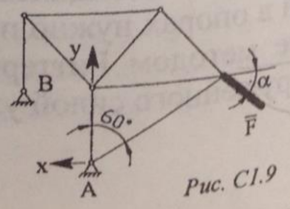
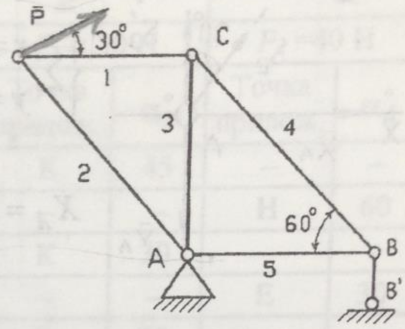


Рис. C1.9

ПРИМЕР решения задач типа С1

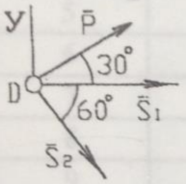


На узел фермы, находящейся в равновесии, действует известная сила P.

Определить усилия в стержнях фермы и реакции связей в точках A и B.

1. Рассмотрим равновесие узла D.

Составим уравнения равновесия:



$$\left\{\sum \begin{aligned} x &= 0, \\ y &= 0; \end{aligned}\right. \qquad \left\{ \begin{aligned} &P\cos 30^\circ + S_1 + S_2 \cos 60^\circ = 0, \\ &P\cos 60^\circ - S_2 \cos 30^\circ = 0; \end{aligned}\right.$$

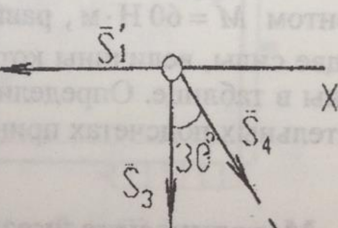
$$S_2 = \frac{P\cos 60^\circ}{\cos 30^\circ} = \frac{P}{\sqrt{3}} = \frac{P\sqrt{3}}{3};$$

$$S_1 = -P\cos 30^\circ - S_2 \cos 60^\circ = -P\frac{\sqrt{3}}{2} - P\frac{\sqrt{3}}{6} = -\frac{2}{3}P\sqrt{3}.$$

2. Далее рассмотрим равновесие узла C.

Составим уравнения равновесия:

$$\left\{\sum \begin{aligned} x &= 0, \\ y &= 0; \end{aligned}\right. \qquad \left\{ \begin{aligned} &-S_1' + S_4 \cos 60^\circ = 0, \\ &S_3 + S_4 \cos 30^\circ = 0; \end{aligned}\right.$$

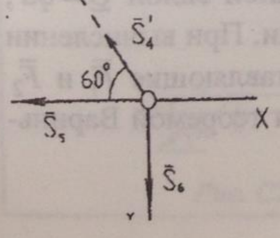


$$S_4 = \frac{S_1'}{\cos 30^\circ} = \frac{2P\sqrt{3}}{3 \cdot 0.5} = \frac{4P\sqrt{3}}{3};$$

$$S_3 = -S_4 \cos 30^\circ = 4P\frac{\sqrt{3}}{3}\frac{\sqrt{3}}{2} = 2P.$$

3. Рассмотрим равновесие узла B.

$$\left\{\sum \begin{aligned} x &= 0, \\ y &= 0; \end{aligned}\right. \qquad \left\{ \begin{aligned} &S_4' \cos 60^\circ - S_5 = 0, \\ &S_6 + S_4' \cos 30^\circ = 0; \end{aligned}\right.$$

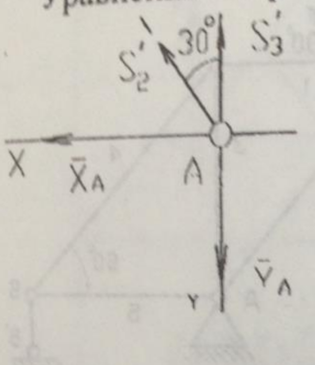


$$S_5 = -S_4' \cos 60^\circ = \frac{2P\sqrt{3}}{3};$$

$$S_6 = S_4' \cos 30^\circ = -2P.$$

4. Наконец, рассмотрим равновесие узла A.

Уравнения его равновесия:



$$\left\{\sum \begin{matrix} x=0, \\ y=0; \end{matrix}\right. \qquad \begin{cases} X_A + S_2'\cos 60° - S_5' = 0, \\ Y_A + S_3' - S_2'\cos 30° = 0; \end{cases}$$

$$X_A = S_5' - S_2'\cos 60° = \frac{2P\sqrt{3}}{3} - \frac{m\sqrt{3}}{6} = \frac{m\sqrt{3}}{2};$$

$$Y_A = S_3' + S_2'\cos 30° = 2P + \frac{P\sqrt{3}}{3}\frac{\sqrt{3}}{2} = 2.5P;$$

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}\,.$$

Задача С2

Жесткая рама (рис. С2.0–С2.9, табл. С2) закреплена в точке A шарнирно, а в точке B прикреплена к невесомому шарнирному стержню или к шарнирной опоре на катках. На раму действует пара сил с моментом $M = 60\ \text{Н}\cdot\text{м}$, равномерно распределенная нагрузка $q = 5\ \text{Н/м}$ и две силы, величины которых, направления и точки приложения указаны в таблице. Определить реакции связей в точках A и B. При окончательных подсчетах принять $a = 0.2$ м.

Методические указания

Задача С2 – на равновесие тела под действием плоской системы сил. При решении задачи рекомендуется равномерно распределенную нагрузку интенсивностью q заменить сосредоточенной силой $Q = qa$, приложенной в центре тяжести эпюры этой нагрузки. При вычислении момента силы $\bar{F}$ часто удобно разложить ее на составляющие $\bar{F}_1$ и $\bar{F}_2$ параллельно координатным осям и воспользоваться теоремой Вариньона; тогда

Задача К3

Плоский механизм состоит из стержней 1-4 и ползуна B, соединенных друг с другом и с неподвижными опорами O_1 и O_2 шарнирами (рис. К3.0–К3.9). Длины стержней равны: $l_1 = 0.4$ м, $l_2 = 1.2$ м, $l_3 = 1.4$ м, $l_4 = 1.0$ м. Положение механизма определяется углами α, β, γ, φ, θ, которые вместе с другими величинами находятся в середине соответствующего стержня. Определить величины, указанные в табл. К3, в столбце «Найти».

9 вариант

Таблица К3

Номер условия	Углы					Дано			Найти
	α°	β°	γ°	φ°	θ°	ω_1 (c^{-1})	ω_1 (c^{-1})	V_B (м/с)	
0	30	120	120	0	60	4	–	–	V_B V_E ω_3
1	0	60	30	0	120	–	–	6	V_A V_E ω_2
2	90	150	120	90	30	–	5	–	V_A $V_Д$ ω_3
3	30	120	30	0	60	8	–	–	V_B V_E ω_3
4	60	150	120	90	30	–	–	8	V_A V_E ω_3
5	0	150	30	0	60	–	4	–	V_A V_A ω_2
6	90	120	90	90	60	10	–	–	V_B V_E ω_2
7	0	120	120	0	60	–	–	10	V_A V_E ω_2
8	60	60	60	90	120	–	3	–	V_A $V_Д$ ω_3
9	30	150	120	0	60	6	–	–	V_B V_E ω_3

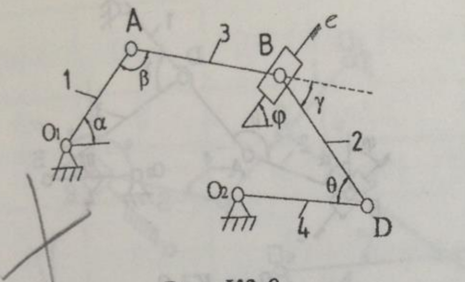


Рис. К3.0

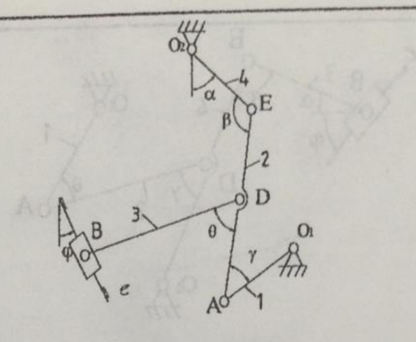


Рис. К3.1

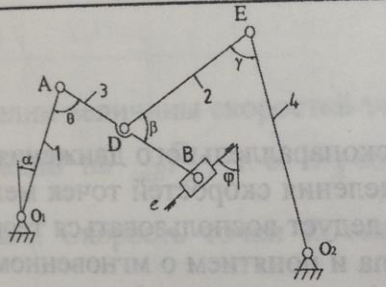


Рис. К3.2

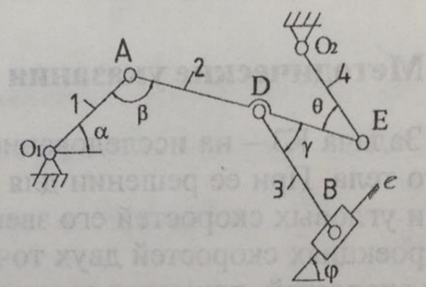


Рис. К3.3

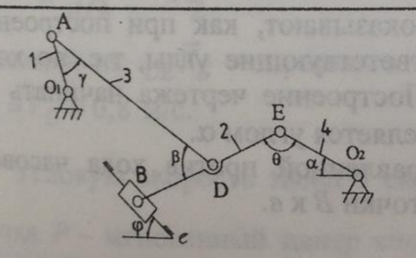


Рис. К3.4

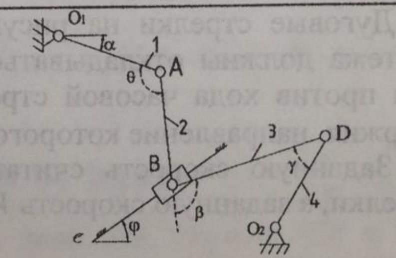


Рис. К3.5

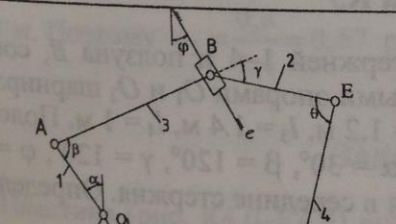


Рис. К3.6

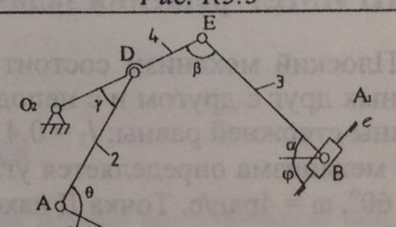


Рис. К3.7

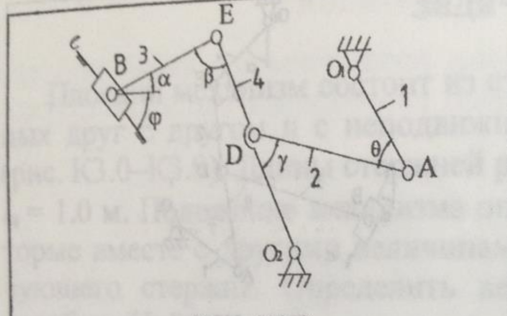


Рис. К3.8

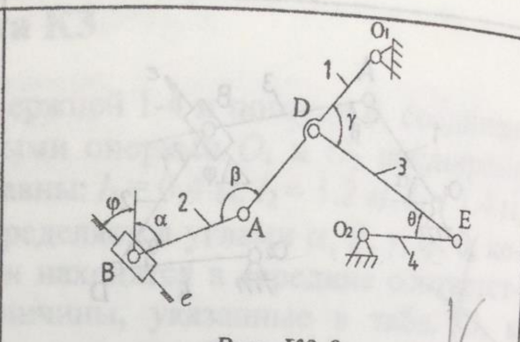


Рис. К3.9

Методические указания

Задача К3 – на исследование плоскопараллельного движения твердого тела. При ее решении для определения скоростей точек механизма и угловых скоростей его звеньев следует воспользоваться теоремой о проекциях скоростей двух точек тела и понятием о мгновенном центре скоростей, применяя эту теорему (или это понятие) к каждому звену механизма в отдельности.

Дуговые стрелки на рисунках показывают, как при построении чертежа должны откладываться соответствующие углы, т.е. по ходу или против хода часовой стрелки. Построение чертежа начинать со стержня, направление которого определяется углом α.

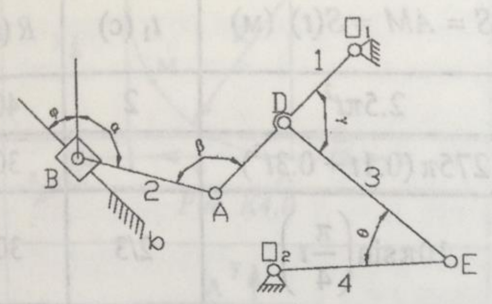
Заданную скорость считать направленной против хода часовой стрелки, а заданную скорость V_B – от точки B к $в$.

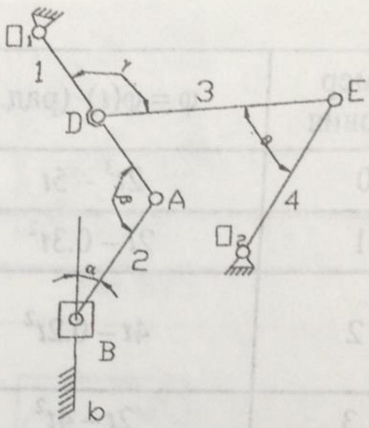
ПРИМЕР решения задач типа К3

Плоский механизм состоит из стержней 1–4 и ползуна B, соединенных друг с другом и с неподвижными опорами O_1 и O_2 шарнирами. Длины стержней равны: $l_1 = 0.4$ м, $l_2 = 1.2$ м, $l_3 = 1.4$ м, $l_4 = 1$ м. Положение механизма определяется углами $\alpha = 30^o$, $\beta = 120^o$, $\gamma = 120^o$, $\varphi = 0^o$, $\theta = 60^o$, $\omega = 4$рад/с. Точка Д находится в середине стержня. Определить V_B, V_E, ω_3.

Строим положение механизма для заданных углов. Определяем скорость точки A: $V_A = \omega_1 \cdot OA = 4 \cdot 0.4 = 1.6$ м/с. $\overline{V}_A \perp O_1A$.

Далее указываем направление скоростей всех точек механизма: $\overline{V}_A \perp OA$, $\overline{V}_B$ направляем вдоль направляющей ползуна, $\overline{V}_E \perp O_2E$.





Определим величины скоростей точек механизма: проекции на $_{AB}\overline{V}_A$ = = проекции на $_{AB}\overline{V}_B$, т. е. $V_A \cos 30° = V_B \cos 30°$. Отсюда $V_B = V_A =$ $=1{,}6$ м/с. Скорость точки D определим из пропорции $\dfrac{V_D}{DO_1} = \dfrac{V_A}{AO_1}$; $V_D = V_A \dfrac{DO_1}{AO_1} = V_A \dfrac{1}{2} = 0.8$ м/с. Скорость точки E определим из теоремы проекции на $_{DE}\overline{V}_E$ = проекции на $_{DE}\overline{V}_E$, т.е. $V_D \cos 30° = V_E \cos 30°$; $V_E = V_D = 0{,}8$ м/с.

Угловую скорость звена 3 определим по формуле $\omega_3 = \dfrac{V_E}{EP} = \dfrac{V_L}{DP}$, точка P – мгновенный центр скоростей звена DE. Отрезок DP и DP определим из равностороннего треугольника DEP. $DP = EP = DE =$ $= 1{,}4$ м. Поэтому $\omega_3 = \dfrac{0{,}8}{1{,}4} = 0{,}57$ рад/с.

Задача К4

Пластина (рис. К4.0–К4.9) вращается вокруг неподвижной оси согласно уравнению $\varphi = \varphi(t)$. По пластине движется точка M по закону $S = AM = S(t)$. Определить для момента времени $t = t_1$ абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки M.

Отсюда угловое ускорение барабана будет определяться так:

$$\varepsilon = \frac{m_{вр} - fP_2 r_1}{(m_1 - 2m_2) r_1^2} 2g \,.$$

Затем за механическую систему выберем груз и запишем для него теорему о движении центра масс в проекции на ось X: $Ma_{cx} = T - F_{\text{ТР}}$.

Отсюда $T = Ma_{cx} + F_{\text{ТР}} = \dfrac{m_2}{g} \varepsilon r_1 + fP_2$ или, учитывая (3),

$$T = \frac{m_2}{g} \frac{m_{вр} - fP_2 r_1}{(m_1 - 2m_2) r_1^2} 2g + fP_2 \,. \tag{4}$$

Задача Д3

Механическая система состоит из груза *1* (коэффициент трения скольжения груза по плоскости $f = 0{,}1$), невесомого шкива *2*, цилиндрического однородного катка *4* радиусом $r_4 = r_2 = 0.1$ м и ступенчатого шкива *3* с радиусами ступеней $R_3 = 0.3$ м, $r_3 = 0{,}1$ м и моментом инерции J (кг · м^2) (рис. Д3.0–Д3.9, табл. Д3). Тела системы соединены невесомыми нерастяжимыми нитями. Под действием постоянной силы $\overline{F}$ (Н) система приходит в движение из состояния покоя. При движении системы на шкив *3* действует постоянный момент сил сопротивления $M_{\text{сопр}}$ (Н · м). Определить скорость груза *1* в момент времени, когда точка приложения силы $\overline{F}$ получит перемещение s (м).

19

Таблица Д3

Номер условия	m_1	m_4	M_c	J_3	F	S
0	2	10	0.1	0.2	100	1.0
1	3	9	0.2	0.4	120	1.2
2	4	8	0.3	0.3	140	1.4
3	5	7	0.2	0.5	150	1.6
4	6	6	0.1	0.6	120	1.8
5	7	5	0.3	0.2	160	2.0
6	8	4	0.2	0.4	180	1.5
7	9	2	0.1	0.3	200	1.6
8	10	3	0.3	0.2	210	1.8
9	6	8	0.2	0.5	150	2.0

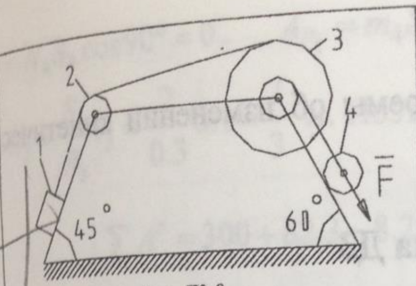


Рис. Д3.0

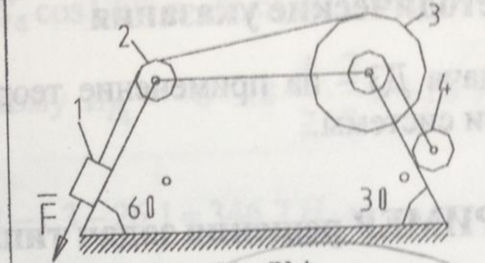


Рис. Д3.1

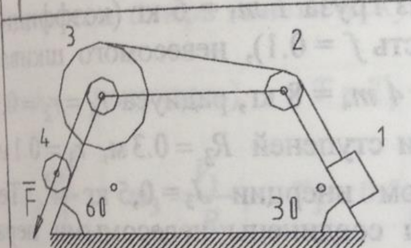


Рис. Д3.2

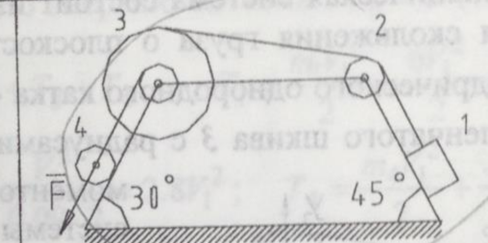


Рис. Д3.3

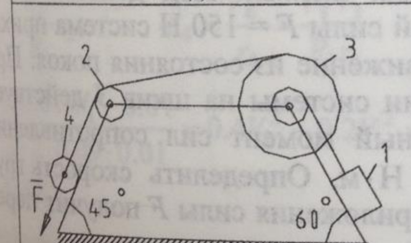


Рис. Д3.4

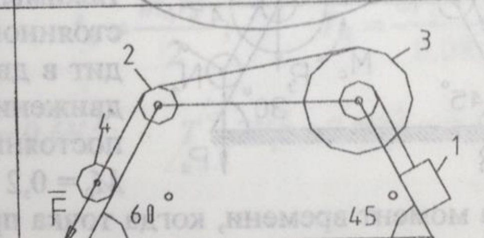


Рис. Д3.5

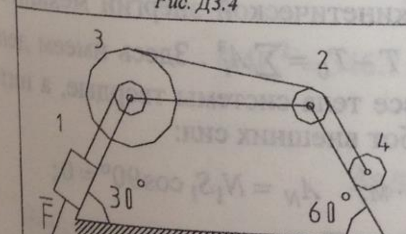


Рис. Д3.6

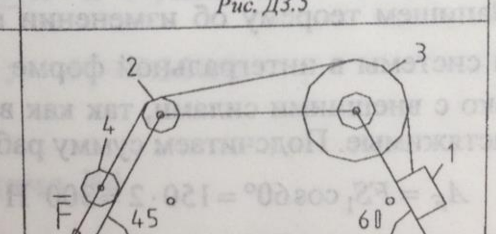


Рис. Д3.7

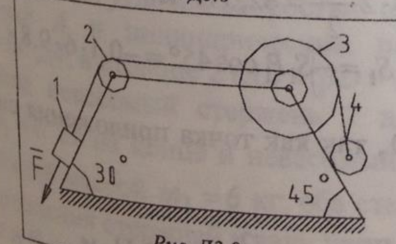


Рис. Д3.8

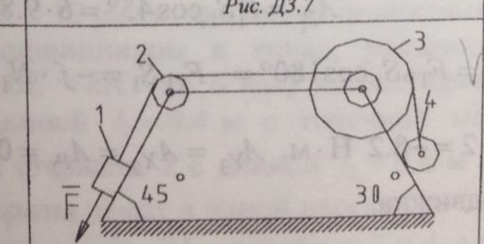


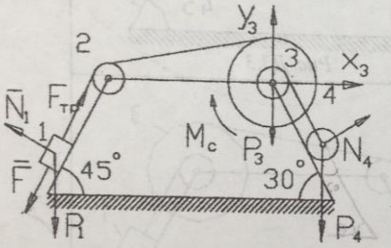
Рис. Д3.9

Методические указания

Задача Д3 – на применение теоремы об изменении кинетической энергии системы.

ПРИМЕР решения задач типа Д3

Механическая система состоит из груза *1* $m_1 = 6$ кг (коэффициент трения скольжения груза о плоскость $f = 0.1$), невесомого шкива *2*, цилиндрического однородного катка *4* $m_4 = 8$ кг, радиуса $r_4 = r_2 = 0.1$ м и ступенчатого шкива *3* с радиусами ступеней $R_3 = 0.3$ м, $r_3 = 0.1$ м и моментом инерции $J_3 = 0{,}5$ кг $\cdot$ м^2. Тела системы соединены невесомыми нерастяжимыми нитями. Под действием постоянной силы $F = 150$ Н система приходит в движение из состояния покоя. При движении системы на шкив *3* действует постоянный момент сил сопротивления $M_c = 0{,}2$ Н $\cdot$ м. Определить скорость груза *1* в момент времени, когда точка приложения силы F получит перемещение $S_1 = 2.0$ м.



Запишем теорему об изменении кинетической энергии механической системы в интегральной форме $T - T_0 = \sum A_i^a$. Здесь имеем дело только с внешними силами, так как все тела системы твердые, а нити нерастяжимые. Подсчитаем сумму работ внешних сил:

$$A_F = FS_1 \cos 0° = 150 \cdot 2 = 300 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad A_N = N_1 S_1 \cos 90° = 0;$$

$$A_{P_1} = P_1 S_1 \cos 45° = 6 \cdot 9.8 \cdot 2 \frac{\sqrt{2}}{2} = 82{,}3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$A_{F_{ТР}} = F_{ТР} S_1 \cos 180° = -F_{ТР} S_1 = -f \cdot N_1 S_1 = -f S_1 P_1 \cos 45° = -0.1 \cdot 6 \cdot 9.8 \times$ $\times \dfrac{\sqrt{2}}{2} 2 = -8.2$ Н $\cdot$ м. $A_{Y_3} = A_{X_3} = A_{P_3} = 0$, так как точка приложения сил неподвижна.

$$A_{M_c} = -M_c \cdot \varphi = -M_c \frac{S_3}{R_3} = -M_c \frac{S1}{R_1} = -0.2 \frac{2}{0.3} = -1.3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$A_{N_4} = N_4 S_4 \cos 90° = 0$. $A_{P_4} = m_4 S_4 \cos 120° = -m_4 S_4 \cos 60°$.

$S_4 = S_3 = \dfrac{S_1}{R_3} r_3 = \dfrac{2}{0.3} 0.1 = \dfrac{2}{3}$ м. Поэтому $A_{P_4} = -8 \cdot 9.8 \cdot \dfrac{1}{2} \cdot \dfrac{2}{3} = -26.1$ Н · м.

$$\sum A^e = 300 + 82.3 - 8.2 - 1.3 - 26.1 = 346.7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Вычислим теперь кинетическую энергию системы: $T_0 = 0$ (так как система покоилась). $T = T_1 + T_3 + T_4$. $T_1 = \dfrac{m_1 V_1^2}{2} = \dfrac{6V_1^2}{2} = 3V_1^2$;

$T_3 = J_3 \dfrac{\omega_3^2}{2}$; $\omega_3 = \dfrac{V_1}{R_3}$; $T_3 = 0.5 \dfrac{V_1^2}{0.09 \cdot 2} = 2.8 V_1^2$; $T_4 = \dfrac{m_4 V_1^2}{2} + \dfrac{J_4 \omega_4^2}{2}$;

$V_4 = \dfrac{V_1}{R_3} r_3$; $\omega_4 = \dfrac{V_4}{r_4} = \dfrac{V_1 r_3}{R_3 r_4}$; $J_4 = \dfrac{m_4 r_4^2}{2}$; $T_4 = \dfrac{8V_1^2 \cdot 0.01}{0.08 \cdot 2} +$
$+ \dfrac{8 \cdot 0.01 \cdot V_1^2 \cdot 0.01}{2 \cdot 2 \cdot 0.09 \cdot 0.01} = 0.4V_1^2 + 0.2V_1^2 = 0.6V_1^2$; $T = 3V_1^2 + 2.8V_1^2 + 0.6V_1^2 =$
$= 6{,}4V_1^2$.

Подставляя найденные значения $\sum A^e$ и T, получим

$$6.4V_1^2 = 346.7; \quad V_1 = 7.36 \text{ м/с}.$$

Задача Д4

Вертикальный вал AK (рис. Д4.0–Д4.9, табл. Д4), вращающийся с постоянной угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с, закреплен подпятником в точке A и цилиндрическим подшипником в точке, указанной в табл. Д4, в столбце 2 ($AB = BD = DE = EK = a$). К валу жестко прикреплены невесомый стержень 2 длиной $l_1 = 0.4$ м с точечной массой $m_1 = 6$ кг на конце и невесомый стержень 2 с длиной $l_2 = 0.6$ м с точечной массой $m_2 = 6$ кг; оба стержня лежат в одной плоскости. Точки крепления стержней к валу указаны в табл. Д4, в столбцах 3 и 4, а углы α и β – в столбцах 5 и 6; пренебрегая весом вала, определить реакции

то при нагревании второго
юсти выравниваются, и по
ачения.

неопределимых задач способом
ь за тем, чтобы напряженное
деформированному состоянию, в
ы неверные результаты.

2.3. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

ЗАДАЧА 3

Для стального стержня переменного сечения (табл. 3.1), загруженного сосредоточенными силами, требуется:

1) используя метод сечений, определить продольные силы N и нормальные напряжения σ в поперечном сечении на каждом участке. Построить эпюры N и σ по длине бруса;

2) найти полное удлинение бруса $\Delta l_{полн.}$, просуммировав удлинение его отдельных участков;

3) построить эпюру продольных перемещений Δ по длине бруса. Данные к задаче взять из табл. 3.1 Во всех вариантах принять модуль упругости $E=2\cdot10^5$ МПа.

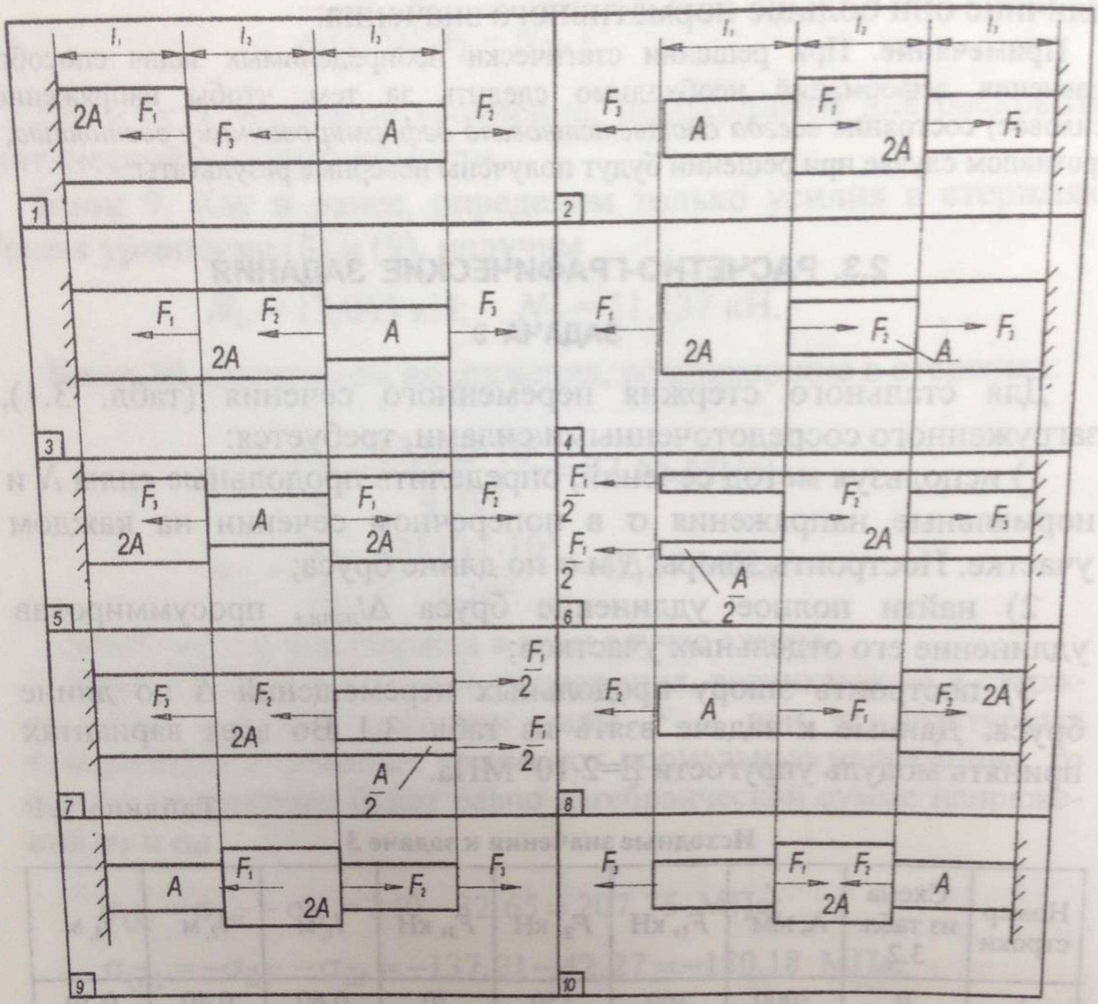
Таблица 3.1

Исходные значения к задаче 3

Номер строки	Схема из табл. 3.2	A, мм^2	F_1, кН	F_2, кН	F_3, кН	l_1, м	l_2, м	l_3, м
1	0	3000	300	150	70	0,60	0,40	0,50
2	9	3100	270	130	80	0,50	0,50	0,40
3	8	3200	290	140	80	1,00	0,60	1,00
4	7	3300	280	120	60	0,50	0,40	0,80
5	6	3400	260	160	80	0,60	0,80	0,40
6	1	3300	290	150	70	0,40	0,60	0,40
7	2	3200	270	140	80	1,00	1,00	1,00
8	3	3200	280	130	60	0,80	0,80	0,80
9	4	3000	300	150	70	0,70	0,40	0,60
0	5	3100	290	140	80	1,20	1,20	1,2
	д	б	в	г	д	а	а	а

Таблица 3.2

Расчётные схемы к задаче 3



ЗАДАЧА 4

Для заданной схемы стального
брусьев (табл. 4.1 и 4.2) требуется
1) построить эпюры продольны
ний σ и перемещений δ;
2) если зазор перекрывается, т
ределимость и построить эпюры п
напряжений σ и перемещений δ;
3) если зазор не перекрывается
необходимо приложить к сече

ЗАДАЧА 7

На стальной ступенчатый брус круглого поперечного сечения, закрепленного с двух сторон (см. табл. 7.1 и 7.2), действуют скручивающие моменты сил.

1. Определить диаметры стержня из условия прочности и условия жесткости.

2. Построить эпюры крутящих моментов и абсолютных углов закручивания при принятых диаметрах ступеней стержня.

3. Определить рабочие максимальные касательные напряжения и сравнить с допускаемыми касательными напряжениями.

4. Определить действительный относительный угол закручивания и сравнить с допускаемым относительным углом закручивания.

Таблица 7.1

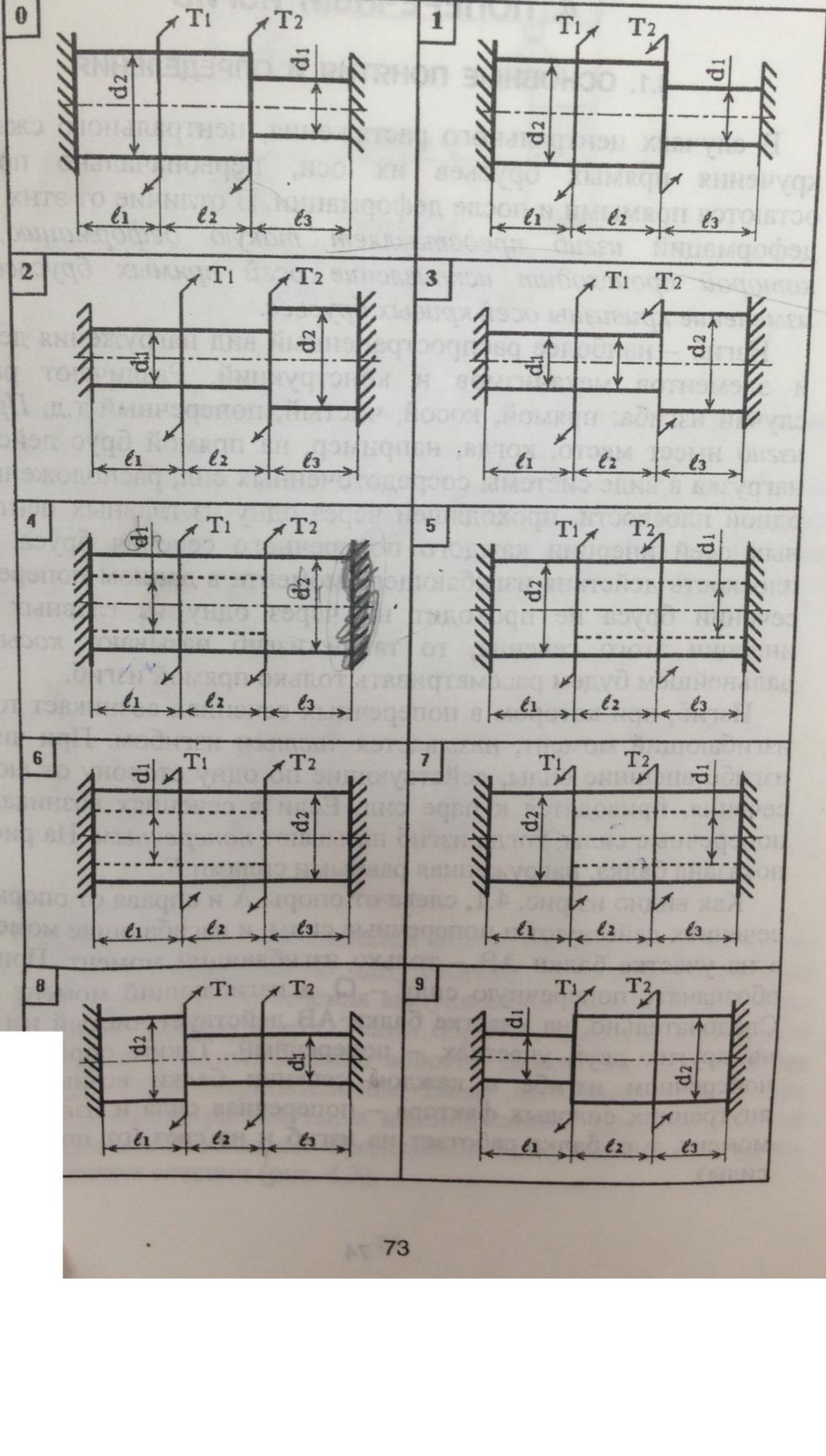
Расчётные данные к задаче 7

Номер строки	Схема из табл. 7.2	Размеры, м			Моменты, кНм		$\frac{d_1}{d_2}$	[Θ] град/м	[τ] МПа
		ℓ_1	ℓ_2	ℓ_3	T_1	T_2			
0	5	0,2	0,3	0,4	4	2	0,80	0,20	30
1	6	0,2	0,2	0,3	3	2	0,65	0,25	35
2	7	0,3	0,4	0,5	8	5	0,70	0,30	40
3	8	0,2	0,3	0,3	5	3	0,50	0,35	45
4	9	0,3	0,2	0,2	4	7	0,50	0,40	50
5	0	0,4	0,5	0,3	6	4	0,60	0,45	45
6	1	0,3	0,5	0,2	7	2	0,80	0,50	40
7	2	0,5	0,2	0,4	7	3	0,75	0,55	35
8	3	0,2	0,2	0,3	6	2	0,70	0,30	30
9	4	0,4	0,3	0,1	8	4	0,65	0,35	50
	д	а	б	б	г	г	д	г	д

21119

Таблица 7.2

Расчётные схемы к задаче 7



ЗАДАЧА 9

Дано: q, F, m, a, $[\sigma]$, $E=2\cdot10^5$ Н/мм^2 (МПа).

Требуется:

1. Рассчитать данную статически определимую балку.

1.1. Определить реакции опор и сделать проверку.

1.2. Построить эпюры Q и $M_{изг}$ и выявить опасные сечения.

1.3. Из условия прочности определить номер двутавра.

1.4. Для опасных сечений построить эпюры $\sigma_{раб}$ и $\tau_{раб}$.

1.5. Определить перемещения нескольких (характерных) точек и показать деформированную ось бруса (упругую линию балки).

2. Рассчитать и исследовать статически неопределимую балку.

2.1. С целью повышения несущей способности балки добавить связь (опору), т. е. превратить балку в статически неопределимую.

2.2. Раскрыть статическую неопределимость балки.

2.3. Построить эпюры Q и $M_{изг}$. Оценить полученную ситуацию, принять ее или отказаться от нее и поискать другую.

3. Сделать теоретические и практические выводы.

Таблица 9.1

Исходные данные к задаче 9

Номер строки	Схема из табл. 9.2	а, м	q, кН/м	F, кН	m, кНм	$[\sigma]$, мПа	X, м
1	5	1,0	1,0	$5qa$	$4qa^2$	130	a
2	6	2,0	2,0	$-4qa$	$5qa^2$	120	a
3	7	1,5	3,0	$2qa$	$-4qa^2$	125	3a
4	8	0,8	4,0	$-3qa$	$2qa^2$	145	3a
5	9	0,6	5,0	$5qa$	$-3qa^2$	135	2a
6	0	0,5	6,0	$-2qa$	$5qa^2$	140	2a
7	1	0,4	7,0	$3qa$	$-2qa^2$	150	2a
8	2	0,9	8,0	$-4qa$	$3qa^2$	160	2a
9	3	0,7	9,0	$-5qa$	$-4qa^2$	170	3a
0	4	0,3	10,0	$8qa$	$-2qa^2$	180	2a
	д	г	б	д	г	в	д

Примечания 1. Знак "минус" означает, что направление сил и моментов сил необходимо принять противоположным данному на расчетной схеме.
2. X – расстояние дополнительной опоры от левого конца балки.

Таблица 9.2

Расчётные схемы к задаче 9