

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Филиал ТИУ в г. Сургуте
Кафедра «Эксплуатация транспортных и технологических машин»

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Часть 1 СТАТИКА

Методические указания к практическим занятиям и выполнению
расчетно-графической работы
студентов всех форм обучения направлений:
21.03.01 – Нефтегазовое дело
23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и
комплексов

Составители

***Н.Я. Головина, кандидат технических наук
П.А. Белов, доктор физико-математических наук***

Тюмень
ТИУ
2019

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Часть 1 СТАТИКА

Методические указания к практическим занятиям и выполнению расчетно-графической работы студентов всех форм обучения направлений: 21.03.01 – Нефтегазовое дело, 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов/сост. Головина Н.Я., Белов П.А. Тюменский индустриальный университет, филиал в г. Сургуте. – Тюмень: Издательский центр БИК, ТИУ, 2019. – 24 с.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры «Эксплуатация транспортных и технологических машин» от «__» ноября 2019 года, протокол №__

Аннотация

Методические указания предназначены для работы студентов при подготовке к практическим занятиям, промежуточной и итоговой аттестации по теоретической механике, а также для выполнения расчетно-графической работы. В методических указаниях изложены основные сведения, необходимые для выполнения и оформления расчетно-графической работы: формулировка и применение законов Ньютона в статическом случае, принцип равновесия произвольной отсеченной части механической системы, находящейся в равновесии, понятие кинематической связи и процедура освобождения от кинематических связей, понятие статически определимой и статически неопределимой системы. Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины и списком рекомендуемой литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Законы статики	3
2. Кинематические связи и принцип освобождения от связей	4
3. Понятие статически определимой и статически неопределимой системы	4
4. Задания к расчетно-графическим и контрольным работам	4
4.1 Пример решения задачи С1	14
4.2 Пример решения задачи С2	14
4.3 Пример решения задачи С3	15
Заключение	22
Литература	23

ВВЕДЕНИЕ

Теоретическая механика является универсальной основой для последующих, более специализированных и детальных курсов сопротивления материалов, теории упругости, теории пластичности, механики деформируемых сред, гидродинамики.

В курсе сопротивления материалов рассматриваются задачи, в которых наиболее существенными являются свойства деформируемых тел. Вследствие общности основных положений, сопротивление материалов может рассматриваться, как раздел механики деформируемого тела.

Для студентов направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» теоретическая механика изучается в рамках дисциплины «Прикладная механика».

Содержание дисциплины излагается кратко и лишь в том объеме, который необходим для выполнения расчетно-графических и контрольных работ.

1. Законы статики

Статика есть часть теоретической механики, изучающая условия, при которых тело находится в равновесии.

Основные понятия механики – сила и момент.

Сила есть мера механического воздействия на тела. Сила – величина векторная, т.е. имеет три характеристики: числовое значение, направление и точку приложения. Согласно международной системе единиц (СИ) сила измеряется в ньютонах (Н).

Момент является характеристикой вращательного движения. В статике понятие момента используют для описания вращения тела относительно точки или оси под действием приложенной силы. Момент силы есть величина векторная. Вектор момента расположен перпендикулярно плоскости вращения тела, направлен в сторону, откуда вращение видится происходящим против хода часовой стрелки, а величина момента равна произведению численного значения силы на плечо. Плечом называется кратчайшее расстояние от линии действия силы до центра/оси вращения. Размерность момента силы M (Н·м).

Содержание системы уравнений равновесия определяется видом системы сил, приложенной к телу.

Вид системы сил	Условие равновесия	Содержание условий равновесия
Плоская система сходящихся сил:	$\begin{cases} \sum X = 0 \\ \sum Y = 0 \end{cases}$	Суммы проекций всех сил системы на оси x и y должны быть равны нулю.

Пространственная система сходящихся сил:	$\begin{cases} \Sigma X = 0 \\ \Sigma Y = 0 \\ \Sigma Z = 0 \end{cases}$	Суммы проекций всех сил системы на оси x , y и z должны быть равны нулю.
Плоская система произвольно расположенных сил:	$\begin{cases} \Sigma X = 0 \\ \Sigma Y = 0 \\ \Sigma M = 0 \end{cases}$	Суммы проекций всех сил системы на оси x и y должны быть равны нулю и сумма моментов всех сил системы относительно любой точки плоскости должна быть равна нулю.
Пространственная система произвольно расположенных сил:	$\begin{cases} \Sigma X = 0 \\ \Sigma Y = 0 \\ \Sigma Z = 0 \\ \Sigma M_x = 0 \\ \Sigma M_y = 0 \\ \Sigma M_z = 0 \end{cases}$	Суммы проекций всех сил системы на оси x , y и z должны быть равны нулю и суммы моментов всех сил системы относительно осей x , y и z должны быть равны нулю.

2. Кинематические связи и принцип освобождения от связей

Одной из важнейших задач статики является определение реактивных сил/моментов. Реактивной называется сила/момент, с которой связь действует на тело. Направление реактивной силы/момента противоположно тому перемещению/углу поворота, которое предотвращает связь. Это определение позволяет пользоваться общим принципом «освобождения от кинематических связей». Для этого каждая кинематическая связь отбрасывается, а её действие на тело заменяется соответствующей силой или моментом. Примером такой кинематической связи может служить опорный стержень, препятствующий перемещению механической системы в направлении оси опорного стержня. Другим примером кинематических связей является «жесткая заделка» в некоторой точке тела. Освобождая тело от этой связи, следует приложить в этой точке две взаимно перпендикулярные реактивные силы, препятствующие перемещению этой точки в плоскости, и реактивный момент, препятствующий повороту упругого тела в этой точке

3. Понятие статически определимой и статически неопределимой механической системы

Числовые значения части реактивных сил/моментов могут быть определены из уравнений равновесия (уравнений статики). Если это возможно, соответствующая механическая система называется статически определимой. Если часть реактивных сил/моментов не определяется из уравнений статики (их больше, чем уравнений равновесия), то соответствующая механическая система называется статически неопределимой. Механическая система называется « N раз статически неопределимой», если после замены всех кинематических связей реактивными силами/моментами и решения уравнений статики N реактивных сил/моментов остались неопределёнными.

4. Задания к расчетно-графическим и контрольным работам

Для выбора задания, студент должен использовать двузначный номер варианта, выданный преподавателем. Первая цифра варианта соответствует номеру схемы на рисунке, вторая цифра соответствует номеру строки или столбца в таблице.

Задачи по темам статики имеют в обозначении букву С.

По темам раздела «Статика» студенты должны решить задачи С1, С2, С3.

Расчетно-графические работы студентов очной формы обучения оформляются с использованием компьютера. Расчетные схемы и эпюры могут быть выполнены в программе Word или КОМПАС. Расчетно-графические работы сдаются преподавателю в распечатанном виде в папке-скоросшивателе. Пример оформления титульного листа показан в приложении 1.

Контрольные работы студентов заочной формы обучения могут быть оформлены в тетради от руки. Графическая часть работы выполняется с использованием чертежных инструментов с соблюдением пропорций. Пример оформления титульного листа тетради показан в приложении 2.

Защита контрольной работы является обязательным условием допуска студента к зачету или экзамену. При защите студент должен продемонстрировать:

- знание основных понятий и законов механики, алгоритмов решения задач;
- умение решать задачи, используя законы механики и соответствующие математические аппараты;
- владение навыками, необходимыми для решения задач, а также грамотного и логичного изложения этих решений.

К защите принимаются контрольные работы, выполненные студентом самостоятельно.

4.1. Задача С1

Тема: «Пространственная система сходящихся сил».

Конструкция состоит из шести невесомых стержней, которые вписаны в грани параллелепипеда. Данные выбрать из таблицы С1 и рис. С1.1-С1.9.

Верхняя грань параллелепипеда – квадрат, диагонали боковых граней составляют с горизонтальной плоскостью угол $\varphi=60^\circ$. Диагональ параллелепипеда составляет с горизонтальной плоскостью угол $\theta=51^\circ$. Стержни соединены между собой шарнирами.

В шарнирах-узлах, соединяющих стержни приложены силы $P=200$ Н и $Q=100$ Н. Сила P образует с положительными направлениями осей x , y , z

углы, соответственно $\alpha_1=45^\circ$; $\beta_1=60^\circ$; $\gamma_1=60^\circ$, сила Q - углы $\alpha_2=60^\circ$; $\beta_2=45^\circ$; $\gamma_2=60^\circ$.

Определить усилия в стержнях.

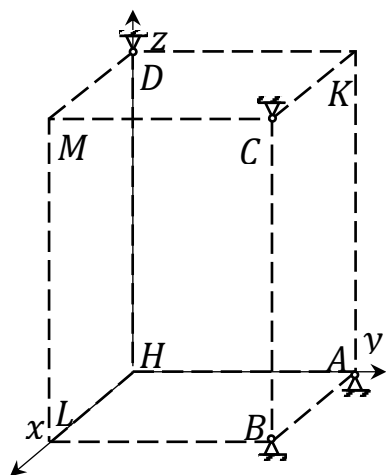


Рис. C1.1

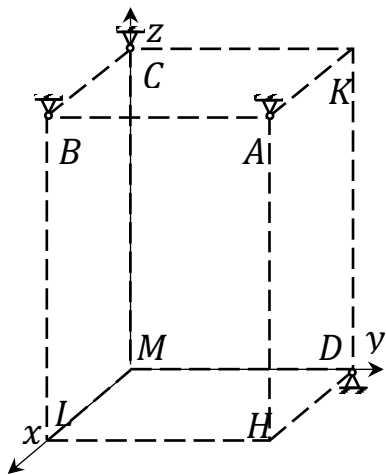


Рис. C1.2

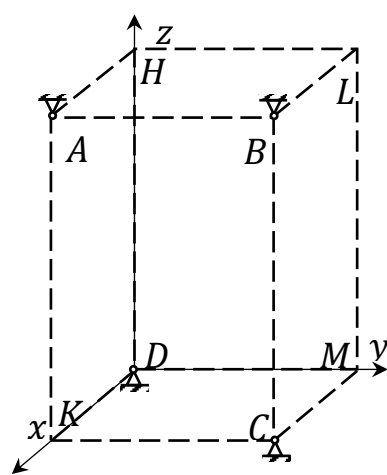


Рис. C1.3

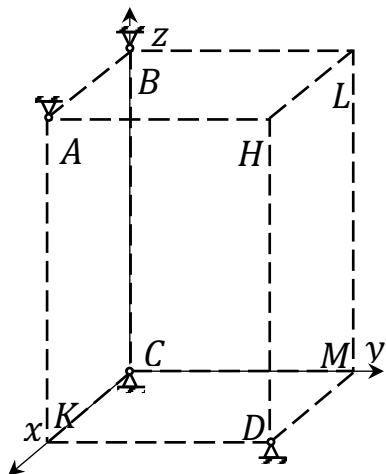


Рис. C1.4

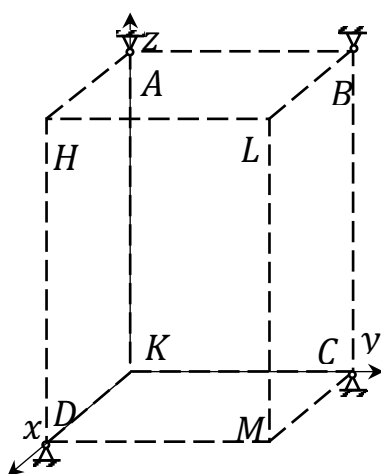


Рис. C1.5

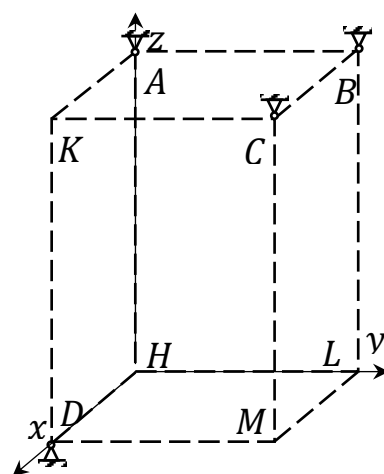


Рис. C1.6

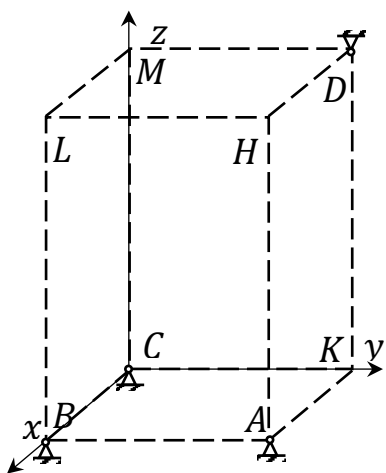


Рис. C1.7

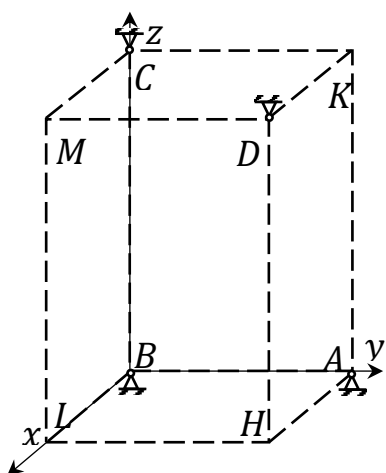


Рис. C1.8

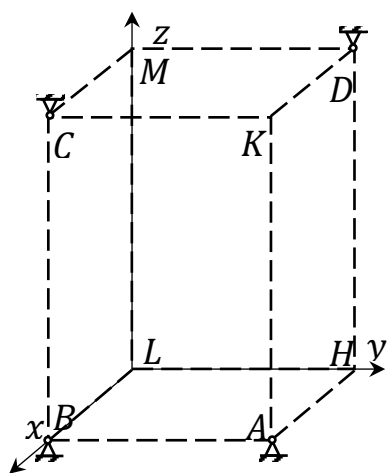


Рис. C1.9

Таблица С1

Вторая цифра варианта	Узел, в котором приложена сила $\bar{P}$	Узел, в котором приложена сила $\bar{Q}$	Стержни, образующие конструкцию
0	Н	М	НМ, НА, НВ, МА, МС, МD
1	L	М	LM, LA, LD, МА, МВ, МС
2	К	М	KM, KA, KB, МА, МС, MD
3	L	Н	LH, LC, LD, НА, НВ, НС
4	К	Н	KH, KB, KC, НА, НС, HD
5	М	Н	MH, MB, MC, НА, НС, HD
6	L	Н	LH, LB, LD, НА, НВ, НС
7	К	Н	KH, KC, KD, НА, НВ, НС
8	L	М	LM, LB, LD, МА, МВ, МС
9	К	М	KM, KA, KD, МА, МВ, МС

Указания: для решения задачи следует рассмотреть в равновесии шарниры, в которых приложены силы $\bar{P}$ и $\bar{Q}$. При составлении уравнения равновесия, силы, приложенные к шарниру со стороны стержней, направляем от шарнира вдоль каждого стержня.

4.2. Пример решения задачи С1

В грани параллелепипеда вписаны шесть невесомых стержней. Верхняя грань – квадрат, диагональ боковой грани составляет с горизонтальной плоскостью угол φ . Диагональ параллелепипеда составляет с горизонтальной плоскостью угол θ . Стержни соединены между собой шарнирами.

В узле Н приложена сила $\bar{P}$, в узле М – сила $\bar{Q}$. Сила $\bar{P}$ образует с положительными направлениями осей x, y, z углы, соответственно $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$, сила $\bar{Q}$ – углы $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$.

Дано:

$P=200 \text{ Н}; \alpha_1=45^\circ; \beta_1=60^\circ; \gamma_1=60^\circ;$

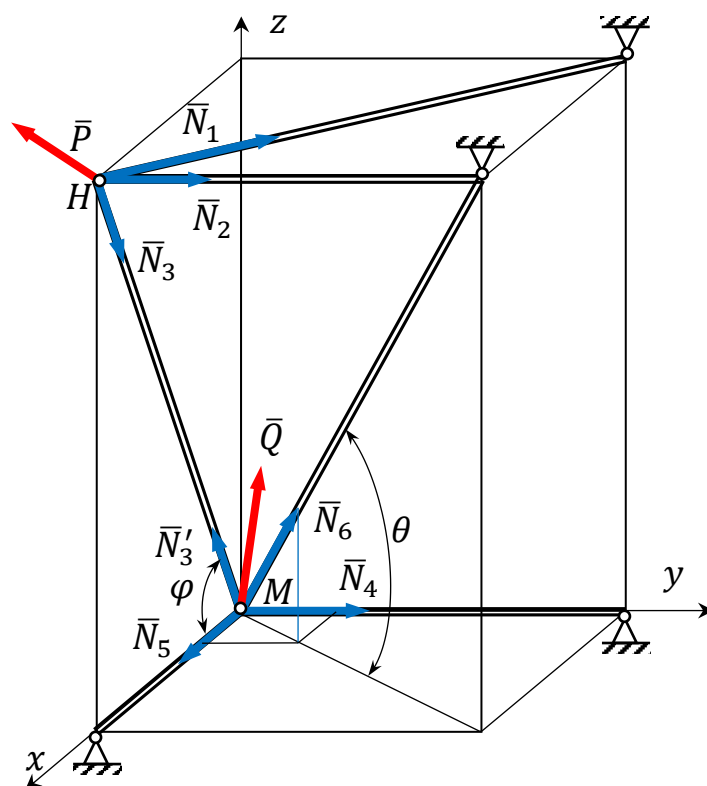
$Q=100 \text{ Н}; \alpha_2=60^\circ; \beta_2=45^\circ; \gamma_2=60^\circ;$

$\varphi=60^\circ; \theta=51^\circ$

Определить усилия в стержнях.

Решение:

Изображаем условно силы P и Q , приложенные в шарнирах. Точное их расположение не обязательно, т.к. для выполнения расчета достаточно данных о значении углов, которые эти силы образуют с осями.



Для решения задачи используем принцип вырезания шарниров. То есть мысленно вырезаем шарнир, прикладываем силы, приложенные к нему, и рассматриваем шарнир в равновесии. Силы, приложенные к шарниру со стороны стержней, направляем от шарнира вдоль каждого стержня.

Система сил, приложенных к шарниру, образует пространственную систему сходящихся сил. Условие равновесия выражено тремя уравнениями равновесия.

Первым рассмотрим в равновесии шарнир H , т.к. он соединяет три стержня и составив для него три уравнения равновесия, усилия во всех стержнях могут быть определены сразу.

Составляем уравнения равновесия для шарнира H :

$$\Sigma X = P \cos \alpha_1 - N_1 \cos 45^\circ - N_3 \cos \varphi = 0$$

$$\Sigma Y = P \cos \beta_1 + N_1 \sin 45^\circ + N_2 = 0$$

$$\Sigma Z = P \cos \gamma_1 - N_3 \sin \varphi = 0$$

Решаем систему уравнений равновесия для шарнира H .

$$N_3 = \frac{P \cos \gamma_1}{\sin \varphi} = \frac{200 \cdot 0,5}{0,87} = 115,47 \text{ H}$$

$$N_1 = \frac{P \cos \alpha_1 - N_3 \cos \varphi}{\cos 45^\circ} = \frac{200 \cdot 0,71 - 115,47 \cdot 0,5}{0,71} = 118,34 \text{ H}$$

$$N_2 = -P \cos \beta_1 - N_1 \sin 45^\circ = -200 \cdot 0,5 - 118,34 \cdot 0,71 = -183,67 \text{ H}$$

Знак минус у силы N_2 говорит о том, что действительное направление этой силы противоположно тому, которое было выбрано первоначально, т.е. сила N_2 имеет направление к шарниру, а не от него.

Составляем уравнения равновесия для шарнира M :

$$\Sigma X = Q \cos \alpha_2 + N'_3 \cos \varphi + N_5 + N_6 \cos \theta \cos 45^\circ = 0$$

$$\Sigma Y = Q \cos \beta_2 + N_4 + N_6 \cos \theta \sin 45^\circ = 0$$

$$\Sigma Z = Q \cos \gamma_2 + N'_3 \sin \varphi + N_6 \sin \theta = 0$$

Решаем систему уравнений равновесия для шарнира M , принимая во внимание, что сила N'_3 равна силе N_3 , но направлена противоположно ей.

$$N_6 = \frac{-Q \cos \gamma_2 - N'_3 \sin \varphi}{\sin \theta} = \frac{-100 \cdot 0,5 - 115,47 \cdot 0,87}{0,78} = 192,89 \text{ H}$$

$$\begin{aligned} N_5 &= -Q \cos \alpha_2 - N'_3 \cos \varphi - N_6 \cos \theta \cos 45^\circ = \\ &= -100 \cdot 0,5 - 115,47 \cdot 0,5 - 192,89 \cdot 0,63 \cdot 0,71 = -194,01 \text{ H} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_4 &= -Q \cos \beta_2 - N_6 \cos \theta \sin 45^\circ = -100 \cdot 0,71 - 192,89 \cdot 0,63 \cdot 0,71 = \\ &= -157,28 \text{ H} \end{aligned}$$

Задача решена.

Ответ:

$$\begin{aligned} N_1 &= 118,34 \text{ H}; \\ N_2 &= -183,67 \text{ H}; \\ N_3 &= 115,47 \text{ H} \\ N_4 &= -157,28 \text{ H} \\ N_5 &= -194,01 \text{ H} \\ N_6 &= 192,89 \text{ H} \end{aligned}$$

4.3. Задача С2

Тема: «Плоская система произвольно расположенных сил»

Жесткая плоская рама имеет опоры в точках A и B . Расположение и длины стержней, образующих раму указаны на рисунках С2.1-С2.9. Длина единичного отрезка $a = 0,5$ м.

В точке C к раме прикреплен трос, на конце которого закреплен груз, весом $P = 15$ кН.

На раму действуют момент $M = 5$ кНм и две силы. Значения, направления и точки приложения сил заданы в таблице С2 и рис. С2.10.

Положение конструкции задано с помощью шарнирных опор.

Определить реактивные силы в точках A и B .

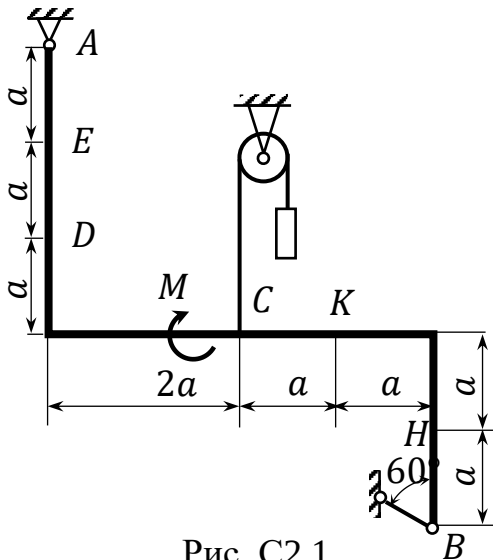


Рис. С2.1

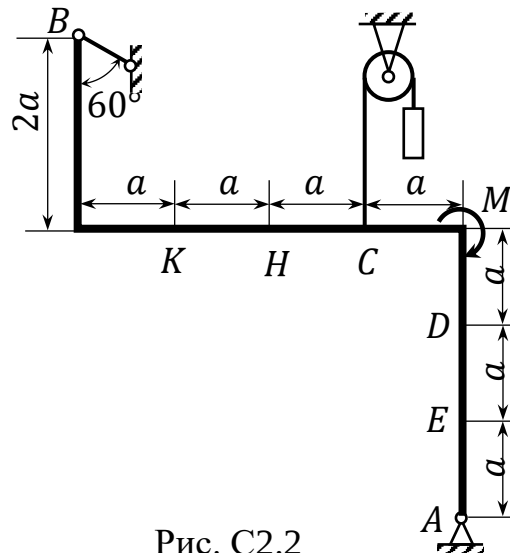


Рис. С2.2

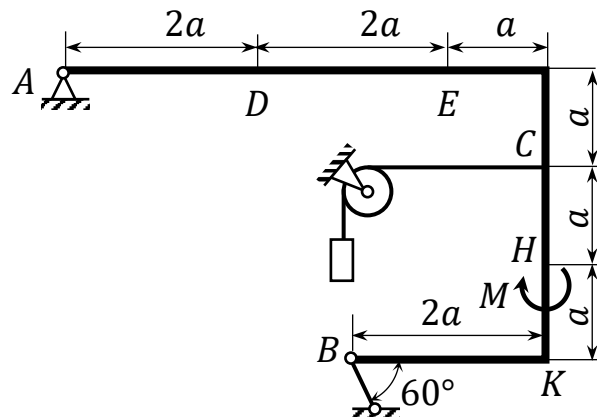


Рис. С2.3

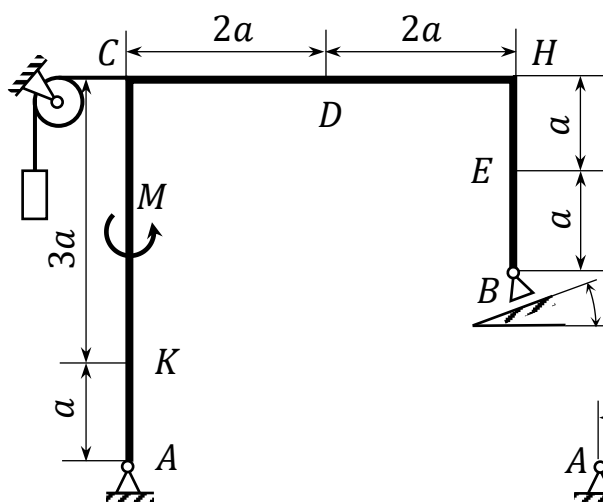


Рис. С2.4

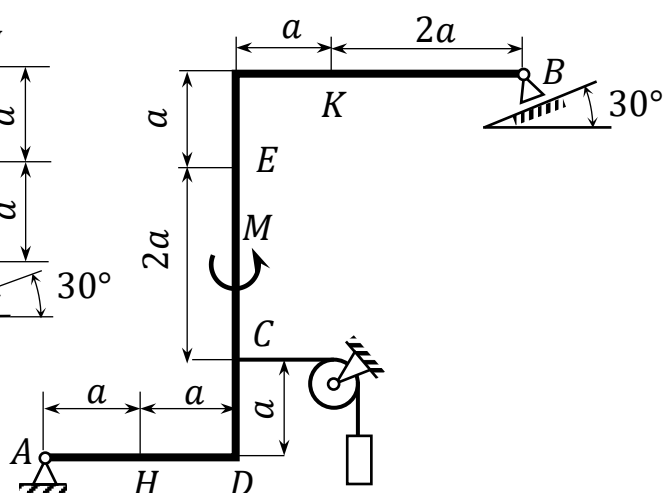


Рис. С2.5

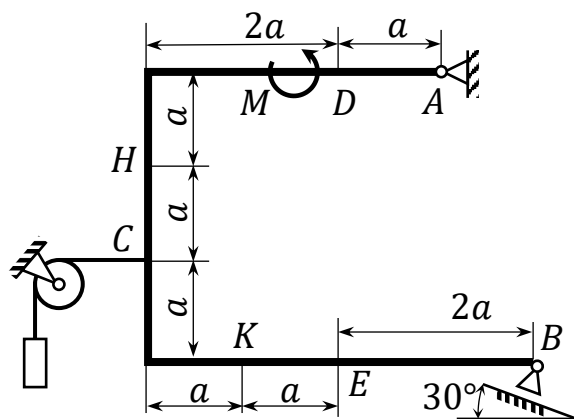


Рис. С2.6

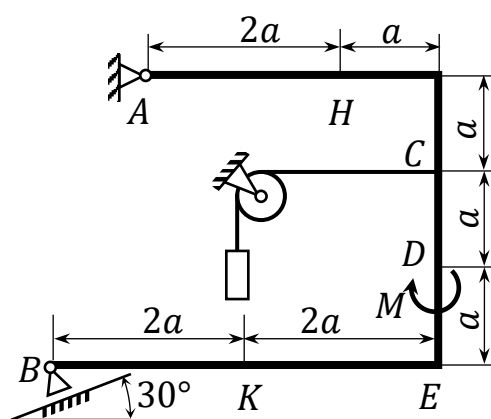


Рис. С2.7

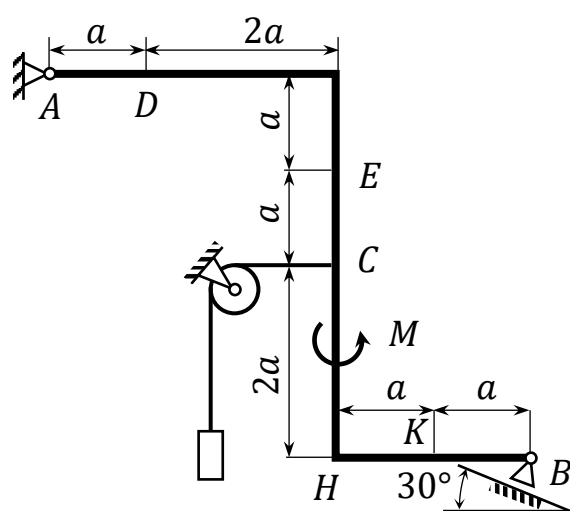


Рис. С2.8

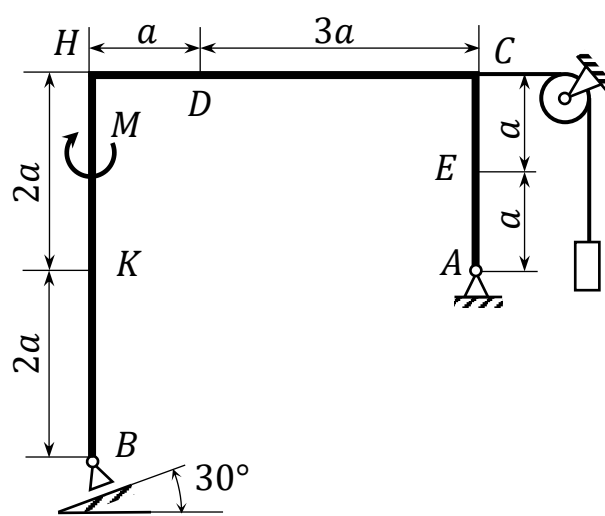


Рис. С2.9

Вторая цифра ва- рианта	$F_1 = 10$ кН		$F_2 = 15$ кН		$F_3 = 20$ кН		$F_4 = 25$ кН	
	Точка приложе- ния	α_1 , град	Точка приложе- ния	α_2 , град	Точка приложе- ния	α_3 , град	Точка приложе- ния	α_4 , град
0	К	30			Н	15		
1			Д	60	Е	75		
2	Н	60					К	30
3			Н	30	Д	30		
4	Е	75	К	15				
5	Д	30					Е	60
6			Е	75	Н	60		
7	Д	15					Н	75
8			К	30			Д	30
9					К	60	Е	60

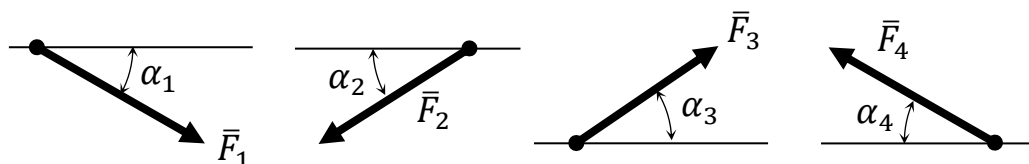


Рис. С2.10

Указания: при составлении уравнения моментов, в качестве центра момен-
тов следует выбрать шарнирно неподвижную опору. Трением в блоке, через
который перекинут трос, пренебречь.

4.4. Пример решения задачи С2

К раме AB приложены две силы $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ и момент M . Положение рамы
зафиксировано опорами в точках A и B . В точке C прикреплен трос, на конце
которого закреплен груз, весом P .

Дано:

$$F_1 = 10 \text{ кН}, \alpha_1 = 30^\circ$$

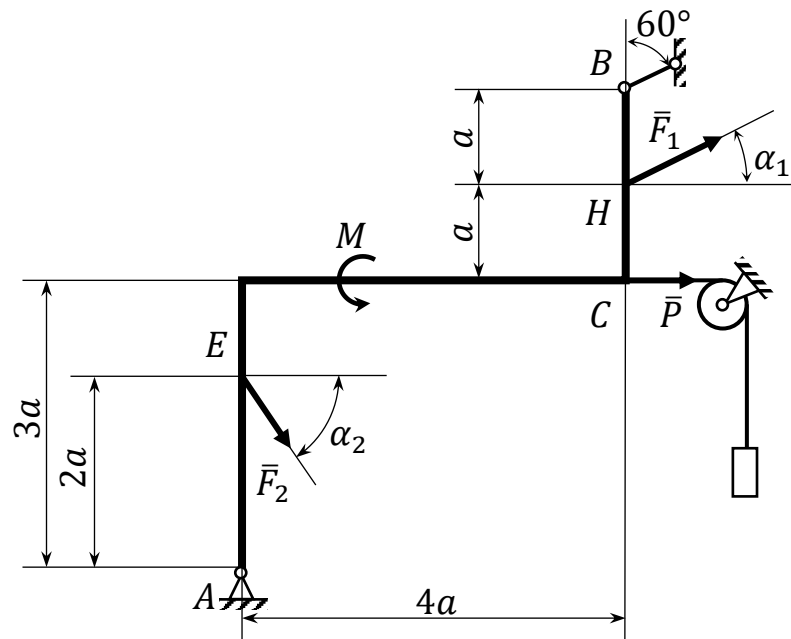
$$F_2 = 20 \text{ кН}, \alpha_2 = 60^\circ$$

$$P = 15 \text{ кН}$$

$$M = 5 \text{ кНм}$$

$$a = 0,5 \text{ м}$$

Определить величину реактивных сил X_A, Y_A, R_B .



Решение:

Изобразим реактивные силы и для удобства расчета разложим все силы на удобные составляющие по осям x и y .

На раму действует плоская система произвольно расположенных сил, под действием которой она находится в равновесии. Значит выполнено условие равновесия.

Составим уравнения равновесия:

$$\Sigma X = X_A + F_2 \cos \alpha_2 + P + F_1 \cos \alpha_1 + R_B \sin 60^\circ = 0$$

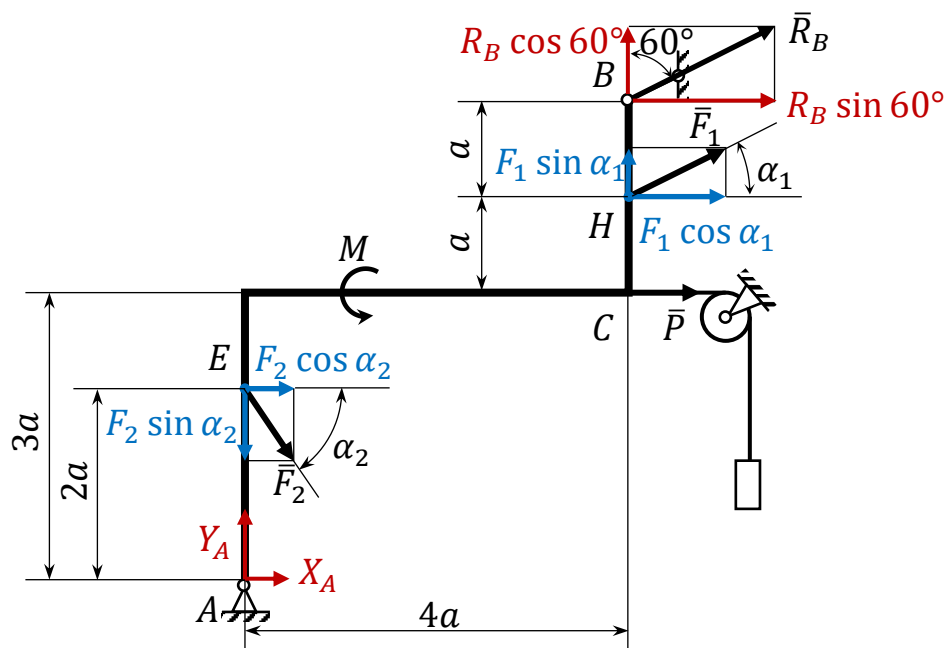
$$\Sigma Y = Y_A - F_2 \sin \alpha_2 + F_1 \sin \alpha_1 + R_B \cos 60^\circ = 0$$

$$\Sigma M_A = -F_2 \cos \alpha_2 \cdot 2a + M - P \cdot 3a - F_1 \cos \alpha_1 \cdot 4a + F_1 \sin \alpha_1 \cdot 4a + \\ + R_B \cos 60^\circ \cdot 4a - R_B \sin 60^\circ \cdot 5a = 0$$

Составляя уравнение моментов, в качестве центра момента следует выбрать опорную точку A , чтобы легче было определять значение плеча каждой силы, и чтобы математическое решение было более простым.

Решение начинаем с уравнения моментов:

$$R_B = \frac{F_2 \cos \alpha_2 \cdot 2a - M + P \cdot 3a + F_1 \cos \alpha_1 \cdot 4a - F_1 \sin \alpha_1 \cdot 4a}{\cos 60^\circ \cdot 4a - \sin 60^\circ \cdot 5a} = \\ = \frac{20 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 0,5 - 5 + 15 \cdot 3 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,87 \cdot 4 \cdot 0,5 - 10 \cdot 0,5 \cdot 4 \cdot 0,5}{0,5 \cdot 4 \cdot 0,5 - 0,87 \cdot 5 \cdot 0,5} = \\ = -29,70 \text{ кН}$$



Определяем значения сил X_A и Y_A .

$$X_A = -F_2 \cos \alpha_2 - P - F_1 \cos \alpha_1 - R_B \sin 60^\circ =$$

$$= -20 \cdot 0,5 - 15 - 10 \cdot 0,87 - (-29,70) \cdot 0,87 = -7,86 \text{ кН}$$

$$Y_A = F_2 \sin \alpha_2 - F_1 \sin \alpha_1 - R_B \cos 60^\circ =$$

$$= 20 \cdot 0,87 - 10 \cdot 0,5 - (-29,70) \cdot 0,5 = 27,25 \text{ кН}$$

Знак минус у сил говорит о том, что действительные их направления противоположны тем, что приняты первоначально. Задача решена.

Ответ:

$$X_A = -7,86 \text{ кН}; \quad Y_A = 27,25 \text{ кН}; \quad R_B = -29,70 \text{ кН}$$

4.5. Задача С3

Тема: «Пространственная система произвольно расположенных сил»

Две плиты соединены жестко под прямым углом. Расположение и размеры плит указаны на рисунках С3.1-С3.9. Длина единичного отрезка $a = 0,5 \text{ м}$.

Вес большей плиты $P_1 = 7 \text{ кН}$, вес меньшей плиты $P_2 = 3 \text{ кН}$. На плиты действуют: момент $M = 5 \text{ кНм}$ и две силы. Значения, направления и точки приложения сил выбрать из таблицы С3 и рис. С3.10

Положение конструкции задано с помощью шарнирных опор.

Определить значения реактивных сил.

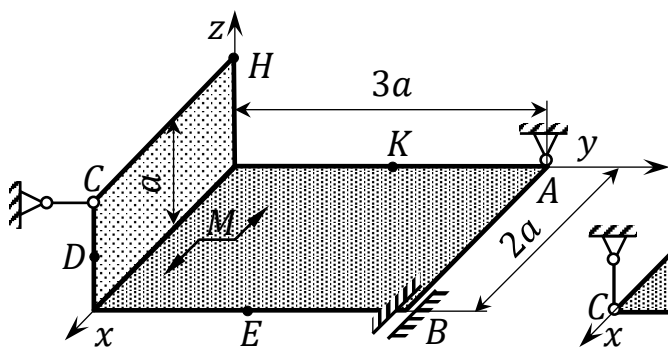


Рис. C3.1

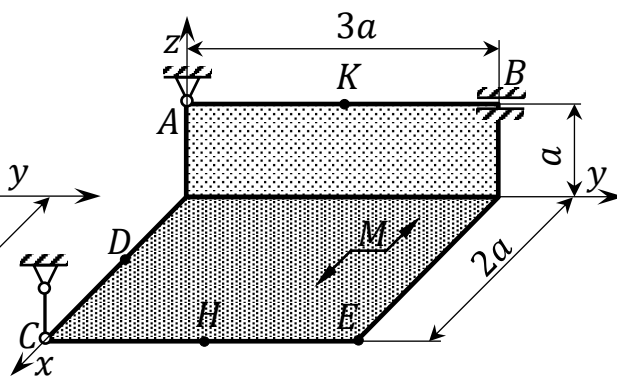


Рис. C3.2

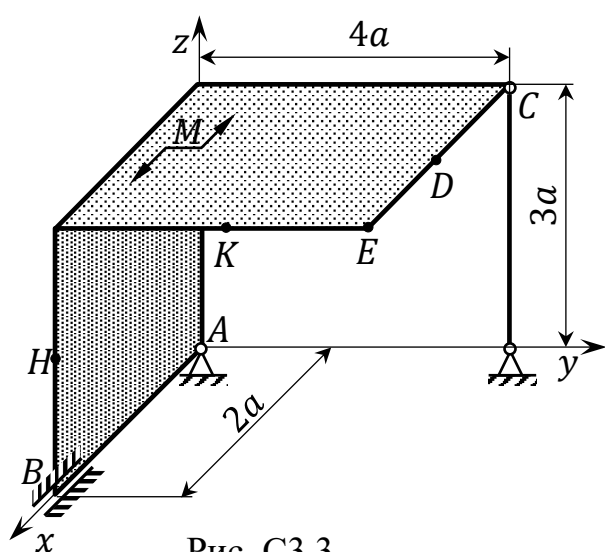


Рис. C3.3

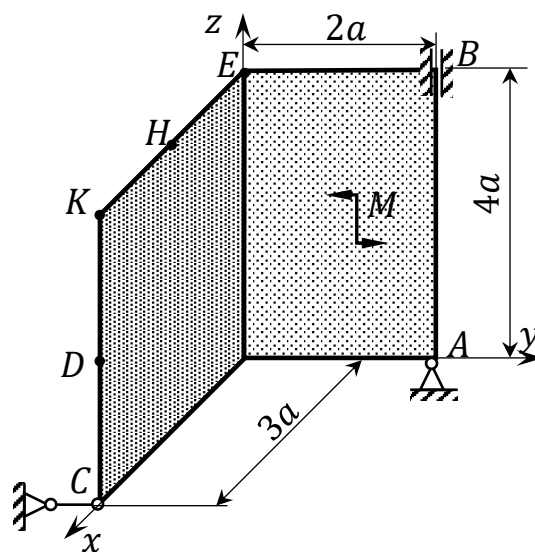


Рис. C3.4

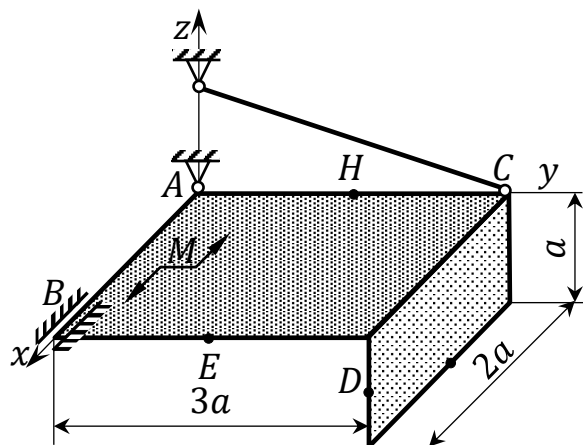


Рис. C3.5

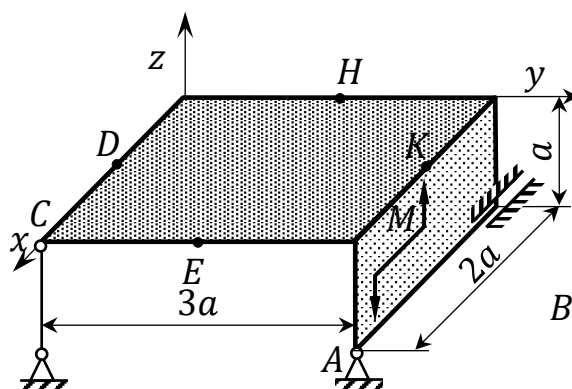


Рис. C3.6

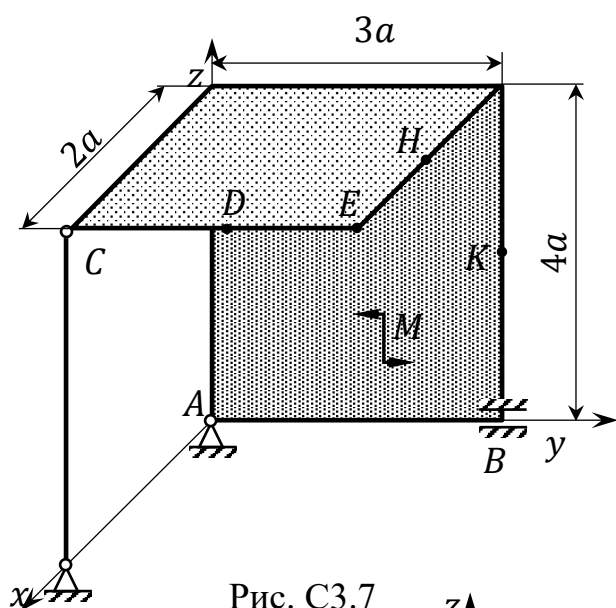


Рис. С3.7

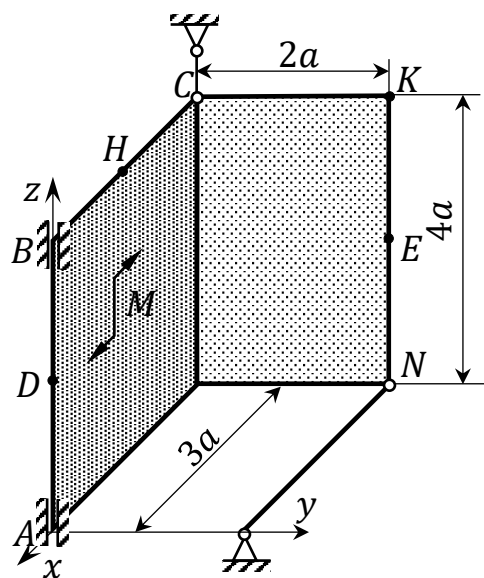


Рис. С3.8

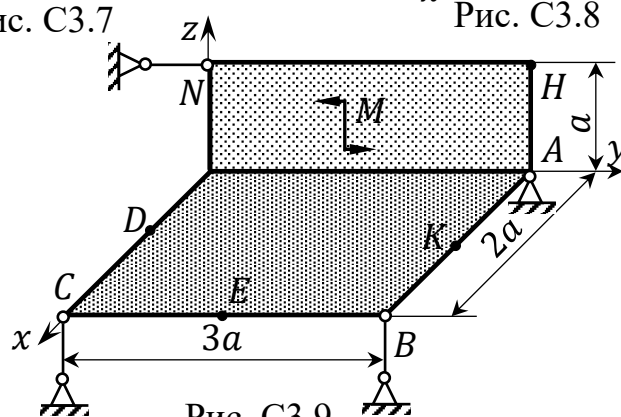


Рис. С3.9

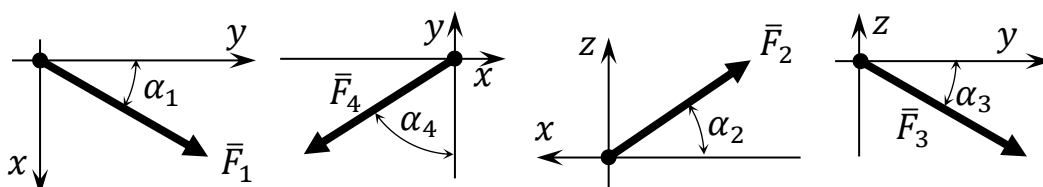


Рис. С3.10

Таблица С3

Вторая цифра вари- анта	$F_1 = 4$ кН		$F_2 = 6$ кН		$F_3 = 8$ кН		$F_4 = 10$ кН	
	Точка приложе- ния	α_1 , град	Точка приложе- ния	α_2 , град	Точка приложе- ния	α_3 , град	Точка приложе- ния	α_4 , град
0	К	30			Н	45		
1			Д	60	Е	90		
2	Н	60					К	30
3			Н	30	Д	30		
4	Е	90	К	45				
5	Д	30					Е	60
6			Е	90	Н	60		
7	Д	45					Н	90
8			К	30			Д	30
9					К	60	Е	60

4.6. Пример решения задачи СЗ

Две плиты соединены жестко под прямым углом. Вес одной P_1 , второй P_2 . В точке E приложена сила $\bar{F}_1$, расположенная в плоскости xu . В точке H приложена сила $\bar{F}_2$, расположенная в плоскости xz . В плоскости xu лежит пара сил с моментом M . Положение конструкции задано с помощью сферического шарнира в точке A , цилиндрического шарнира в точке B и невесомого стержня в точке C .

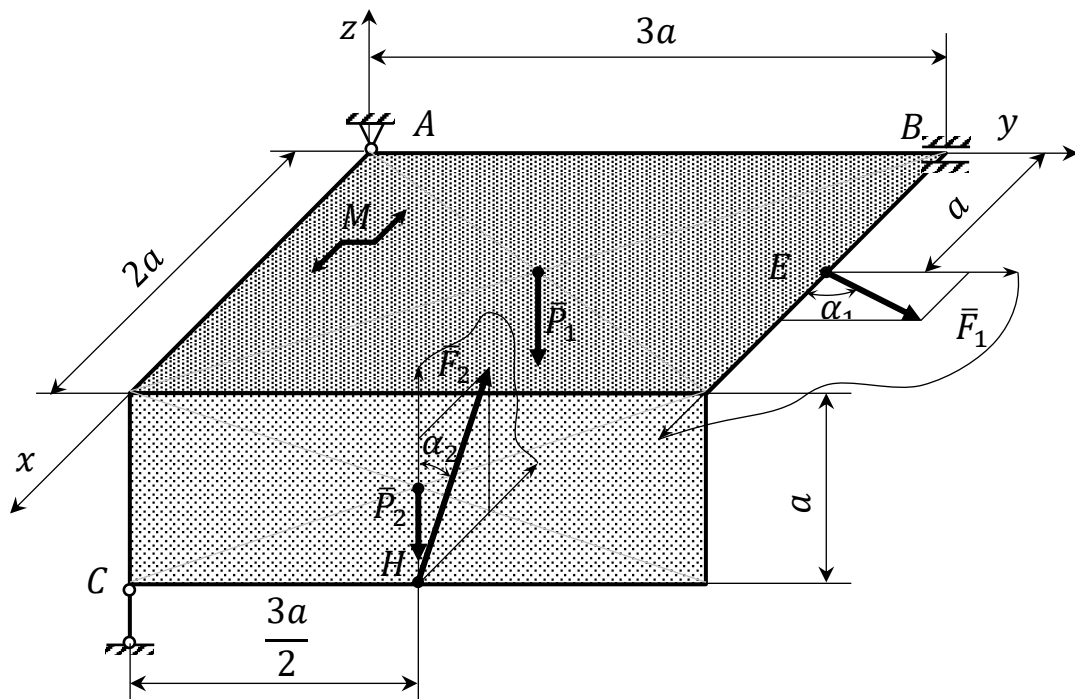
Дано:

$$P_1 = 5 \text{ кН}; \quad P_2 = 3 \text{ кН};$$

$$F_1 = 10 \text{ кН}; \quad F_2 = 20 \text{ кН};$$

$$\alpha_1 = 30^\circ; \quad \alpha_2 = 60^\circ;$$

$$M = 5 \text{ кНм}; \quad a = 0,5 \text{ м};$$



Определить значения реактивных сил.

Решение:

1. Перенесем силу $\bar{P}_2$ вдоль линии действия в точку.
2. Разложим силы $\bar{F}_1$ и $\bar{F}_2$ на удобные составляющие по осям, задающим плоскости их расположения.
3. Изображаем реактивные силы.
4. Составляем систему уравнений равновесия.

$$\Sigma X = X_A + X_B + F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \sin \alpha_2 = 0$$

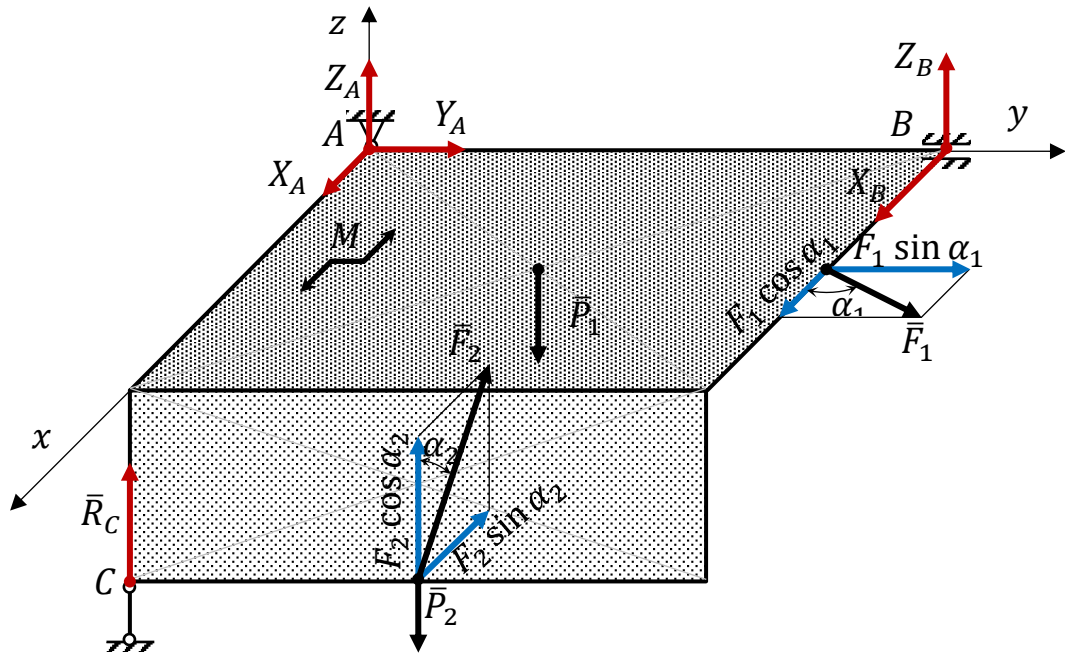
$$\Sigma Y = Y_A + F_1 \sin \alpha_1 = 0$$

$$\Sigma Z = Z_A + Z_B + R_C - P_1 - P_2 + F_2 \cos \alpha_2 = 0$$

$$\Sigma M_x = Z_B \cdot 3a - P_1 \cdot \frac{3a}{2} - P_2 \cdot \frac{3a}{2} + F_2 \cos \alpha_2 \cdot \frac{3a}{2} = 0$$

$$\Sigma M_y = -R_C \cdot 2a + P_1 \cdot a + P_2 \cdot 2a - F_2 \cos \alpha_2 \cdot 2a + F_2 \sin \alpha_2 \cdot a = 0$$

$$\Sigma M_z = -X_B \cdot 3a - F_1 \cos \alpha_1 \cdot 3a + F_1 \sin \alpha_1 \cdot a + F_2 \sin \alpha_2 \cdot \frac{3a}{2} + M = 0$$



5. Решаем систему уравнений и определяем значения реактивных сил. Уравнения могут быть решены в любой последовательности. По знаку реактивной силы определяем ее действительное направление.

$$Y_A = -F_1 \sin \alpha_1 = -10 \cdot 0,5 = -5 \text{ кН}$$

$$Z_B = \frac{P_1 \cdot \frac{3a}{2} + P_2 \cdot \frac{3a}{2} - F_2 \cos \alpha_2 \cdot \frac{3a}{2}}{3a} =$$

$$= \frac{5 \cdot \frac{3 \cdot 0,5}{2} + 3 \cdot \frac{3 \cdot 0,5}{2} - 20 \cdot 0,5 \cdot \frac{3 \cdot 0,5}{2}}{3 \cdot 0,5} = -1 \text{ кН}$$

$$R_C = \frac{P_1 \cdot a + P_2 \cdot 2a - F_2 \cos \alpha_2 \cdot 2a + F_2 \sin \alpha_2 \cdot a}{2a} =$$

$$= \frac{5 \cdot 0,5 + 3 \cdot 2 \cdot 0,5 - 20 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 0,5 + 20 \cdot 0,87 \cdot 0,5}{2 \cdot 0,5} = 4,2 \text{ кН}$$

$$X_B = \frac{-F_1 \cos \alpha_1 \cdot 3a + F_1 \sin \alpha_1 \cdot a + F_2 \sin \alpha_2 \cdot \frac{3a}{2} + M}{3a} =$$

$$= \frac{-10 \cdot 0,87 \cdot 3 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,5 \cdot 0,5 + 20 \cdot 0,87 \cdot \frac{3 \cdot 0,5}{2} + 5}{3 \cdot 0,5} = 5 \text{ кН}$$

$$X_A = -X_B - F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \sin \alpha_2 = -5 - 10 \cdot 0,87 + 20 \cdot 0,87 = 3,7 \text{ кН}$$

$$Z_A = -Z_B - R_C + P_1 + P_2 - F_2 \cos \alpha_2 =$$

$$= -(-1) - 4,2 + 5 + 3 - 20 \cdot 0,5 = -5,2 \text{ кН}$$

Ответ:

$$Y_A = -5 \text{ кН}$$

$$Z_B = -1 \text{ кН}$$

$$R_C = 4,2 \text{ кН}$$

$$X_B = 5 \text{ кН}$$

$$X_A = 3,7 \text{ кН}$$

$$Z_A = -5,2 \text{ кН}$$

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЛИАЛ В Г. СУРГУТЕ

Кафедра ЭТТМ

Расчетно-графическая работа № 1

по дисциплине: «Теоретическая механика»

Раздел: Статика

Вариант XX

Выполнил:

студент группы _____

Иванов Д.А.

Принял:

доцент кафедры ЭТТМ

Головина Н.Я.

Дата: _____

Оценка: _____

Сургут, 2020 г.

Контрольная работа № 1

по дисциплине: «Теоретическая механика»

Раздел: Статика

Вариант XX

Выполнил студент группы _____

Иванов Д.А. _____

Принял доцент кафедры ЭТТМ Головина Н.Я. _____

Дата: _____

Оценка: _____

Сургут, 2020 г.

Список литературы

1. Бать М.И и др. Теоретическая механика в примерах и задачах. Учеб. пособ. для вузов. В 2-х т./М.И.Бать, Г.Ю.Джанелидзе, А.С. Кельзон. 9-е изд., перераб. - М.: Наука, 2007. -670 с.
2. Бутенин Н.В. и др. Курс теоретической механики: Учеб.пособие для студ-ов вузов по техн. спец.:В 2-х т./ Н.В.Бутенин, Я.Л.Лунц, Д.Р.Меркин. СПб.: Лань.-5-е изд., испр. 2008.-729 с.
3. Добронравов В.В., Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. М.: Высшая школа, 1983.
4. Сборник коротких задач по теоретической механике: Учебное пособие / Под ред. О.Э. Кепе. – СПб.: Изд. «Лань», 2008.
5. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике: Учеб. пособие для студ. вузов, обуч.по техн. спец./И.В.Мещерский; Под ред. В.А.Пальмова, Д.Д.Меркина. - 45-е изд., стер. - СПб. и др.: Лань, 2009. - 447 с. 2.
6. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. для втузов/С.М.Тарг. -15-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2008. - 415 с.
7. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учеб. пособие для студ.втузов/[А.А. Яблонский, С. С.Норейко,С.А.Вольфсон и др.];Под общ. ред. А. А. Яблонского.- 11-е изд.,стер.-М.:Интеграл- Пресс,2008.-382 с.
8. Теоретическая механика. Терминология. Буквенные обозначения величин: Сборник рекомендуемых терминов. Вып. 102. М.: Наука, 2007. – 48с.
9. Эрдеди, А.А. Теоретическая механика (для бакалавров) / А.А. Эрдеди, Н.А. Эрдеди. - М.: КноРус, 2018. - 416 с.
- 10.Яблонский А.А., В.М.Никифорова Курс теоретической механики. Учеб.пособие для вузов: 13-е изд., исправ. - М.: Интеграл-Пресс, 2009.-603с.

Учебное издание

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

**Часть 1
СТАТИКА**

Методические указания к практическим занятиям и выполнению
расчетно-графической работы
студентов всех форм обучения направлений:
21.03.01 – Нефтегазовое дело
23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и
комплексов

Составители
ГОЛОВИНА Наталья Яковлевна
БЕЛОВ Петр Анатольевич

В авторской редакции

Подписано в печать. Формат 60х90 1/16. Печ. л.
Тираж экз. Заказ №.

Библиотечно-издательский комплекс
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Тюменский индустриальный университет».
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.
625039, Тюмень, ул. Киевская, 5