



ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ГОРОДА МОСКВЫ
МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
КОЛЛЕДЖ ИМ. А. А. НИКОЛАЕВА

КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

по учебной дисциплине **ОП.02 Техническая механика**

Контрольная работа

Методические указания по выполнению контрольной работы варианты
заданий

Составитель преподаватель

высшей квалификационной категории

ГБПОУ МАДК им А.А. Николаева Воскресенская Л.А.

Москва
2016 год

Пояснительная записка

Контрольная работа по **Технической механике** выполняется по темам **1.2 Плоская система сходящихся сил**, **1.4 Плоская система произвольно расположенных сил**, **1.7 Кинематика точки**, **1.8 Простейшие движения твердого тела**, **1.10 Основные понятия динамики**, **1.11 Работа и мощность**.

Тематика контрольной работы: **Определение усилий в стержневых системах и опорных реакций балочных систем. Определение кинематических характеристик. Движение материальной точки. Определение работы и мощности.**

Для этого необходимо **знать**: аналитические условия равновесия плоской системы сходящихся сил произвольно расположенных, три формы уравнений равновесия и уметь ими пользоваться при определении реакций в опорах балочных систем, обозначения и формулы для определения основных кинематических параметров движения, виды движения в зависимости от ускорения, формулы для расчетов основных параметров вращательного движения, формулы для расчета работы и мощности при поступательном и вращательном движении.

Задания для контрольной работы составлены в трех вариантах.

Цель контрольной работы:

Проверка знаний о видах опор и возникающих реакциях в опорах, условий равновесия тел, проверка знаний видов движений в зависимости от ускорения, формул и графиков равномерного и равнопеременного движения, знания законов поступательного и вращательного движения, аксиом динамики, принципа Даламбера, формулы для расчета работы и мощности при поступательном и вращательном движении.

Проверка умения составить расчетные схемы, умения использовать уравнения равновесия для определения реакций в стержневых кронштейнах и балочных системах и умения определять реакции стержней и опор, умения выполнять проверку правильности решения. Умения определять кинематические параметры при поступательном и вращательном движении, применять принцип кинетостатики, пользоваться формулами для расчета работы и мощности при вращательном и поступательном движениях.

Повторение теоретического материала.

1. Виды опор. Определение направлений реакций опор.
2. Как направлены реакции в стержневых кронштейнах?
3. Аналитические и геометрические условия равновесия системы сходящихся сил.
4. Сколько реакций, и какие дают шарнирно-подвижная и шарнирно-неподвижная опоры?
5. Сколько реакций, и какие дает жесткая заделка (защемление)?

6. Какую точку на балке обычно берут за центр моментов?
7. Сколько независимых уравнений равновесия можно составить для плоской системы параллельных сил?
8. Сколько независимых уравнений равновесия можно составить для плоской системы произвольных сил?
9. Что собой представляет консольная балка?
10. Как определяется численное значение и направление скорости в данный момент?
11. Как определяется нормальное и касательное ускорение точек, если закон движения задан уравнением $S = f(t)$?
12. Какое движение твердого тела называют поступательным, и какое вращательным?
13. Формулы для определения линейных и угловых скоростей при поступательном и вращательном движении.
14. Основные законы динамики.
15. При каком движении материальной точки возникает сила инерции? Чему равно ее численное значение, ка она направлена?
16. Как определяется работа постоянной силы при прямолинейном перемещении тела, если направление силы совпадает с направлением движения, если не совпадает с направлением движения?
17. Что такое мощность, единицы измерения в системе СИ.

Методические рекомендации к выполнению контрольной работы

К задаче №1

1. Внимательно прочитать условие задачи, выписать данные для своего варианта, перечертить схему задачи.
2. Составить расчетную схему, используя правило рационального расположения координатных осей
3. Составить два уравнения проекций на оси координат
4. Решить уравнения в отношении неизвестных реакций
5. Если в результате вычислений хотя бы одно неизвестное получилось со знаком «-» необходимо объяснить.
6. Сделать проверку решения задачи, решив ее, графоаналитическим способом (по теореме синусов), для этого необходимо построить силовой треугольник (без масштаба).
7. Написать ответ.

К задаче №2.

1. Внимательно прочитать условие задачи, записать, что дано и что требуется определить.
2. Расставить все активные и реактивные силы.
3. Составить расчетную схему.

4. Составить и решить относительно неизвестных три уравнения равновесия (для системы параллельных сил – два уравнения).
5. Сделать проверку правильности решения. Если в уравнении проверки не получается «0», то может быть два объяснения:
 - а) в проверке получается число > 1 – ищите ошибки в составлении и решении уравнений равновесия;
 - б) в проверке получается число < 1 – это значит, что при вычислении реакций опор округлялись. В таком случае требуется объяснение.
6. Написать ответ. Если хотя бы одно неизвестное получилось со знаком «-» - требуется объяснение.

К задаче №3

Продифференцировать заданное уравнение движения, чтобы получить уравнение скорости

$$v = \frac{dS}{dt}, \text{ м/с}$$

Продифференцировать уравнение скорости, чтобы получить значение касательного ускорения:

$$a_t = \frac{dv}{dt}, \text{ м/с}^2$$

; полное ускорение

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$$

К задаче №4

Нарисовать рисунок согласно условию, записать что дано и что требуется определить.

Расставить все активные, реактивные силы и силу инерции $F_{\text{и}}$.

Составить уравнение равновесия, спроектировать все силы на оси.

Вычислить неизвестную величину из уравнения

К задаче №5

Нарисовать рисунок и записать исходные данные. Расставить все силы, действующие в данной задаче: силу тяжести, активную силу \vec{F} , силу инерции $\vec{F}_{\text{и}}$ и силу трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, причем $\vec{F}_{\text{и}}$ и $\vec{F}_{\text{тр}}$ направить в сторону, противоположную движению груза, т.е. вниз.

Приложить систему координат X, Y. Ось X направить в направлении движения, ось Y перпендикулярно к оси X.

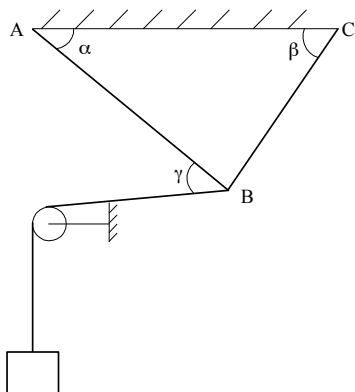
Спроектировать силу тяжести \vec{F}_T на оси координат: $F_T \cos \alpha$ на ось Y и $F_T \sin \alpha$ на ось X и показать эти проекции на рисунке.

Составить 2 уравнения суммы проекций всех сил на оси и приравнять их к нулю.

Из первого уравнения выразить заданную силу \vec{F} . Перемножив её на расстояние АВ найдем работу.

Пример решения задачи №1.

Определить усилия в стержнях кронштейна от приложенной внешней силы. Трением в блоке пренебречь. Данные из задачи своего варианта взять из таблицы.



Дано: $F = 50 \text{ кН}$
 $\alpha = 45^\circ; \beta = 50^\circ; \gamma = 60^\circ$

Определить: R_1 и R_2

Решение:

1. Составим расчетную схему (рис. 1)
2. Составим уравнения проекций сил системы на оси x и y :

$$(1) \sum F_{ix} = 0; \quad R_1 \cos 50^\circ - R_2 \cos 45^\circ - F \cos 15^\circ = 0$$

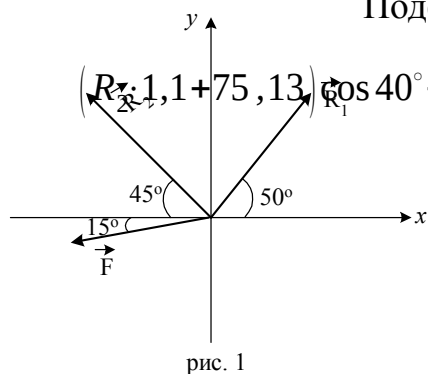
$$(2) \sum F_{iy} = 0; \quad R_1 \cos 40^\circ + R_2 \cos 45^\circ - F \cos 75^\circ = 0$$

3. Решим их относительно неизвестных R_1 и R_2 :
из 1-го уравнения:

$$R_1 = \frac{R_2 \cos 45^\circ + F \cos 15^\circ}{\cos 50^\circ} = \frac{R_2 \cdot 0,7071 + 50 \cdot 0,9659}{0,6428} =$$

$$R_2 \cdot 1,1 + 75,13 \text{ Н}$$

Подставим найденное значение R_1 во второе уравнение:



$$(R_2 \cdot 1,1 + 75,13) \cos 40^\circ + R_2 \cos 45^\circ = F \cos 75^\circ$$

$$R_2 \cdot 0,8426 + 57,55 + R_2 \cdot 0,7071 = 50 \cdot 0,2588$$

$$R_2 (0,8426 + 0,7071) = 12,94 - 57,55$$

$$R_2 = -\frac{44,61}{1,55} = -28,78 \text{ Н}$$

Следовательно, R_1 будет равно:

$$R_1 = R_2 \cdot 1,1 + 75,13 \text{ Н}$$

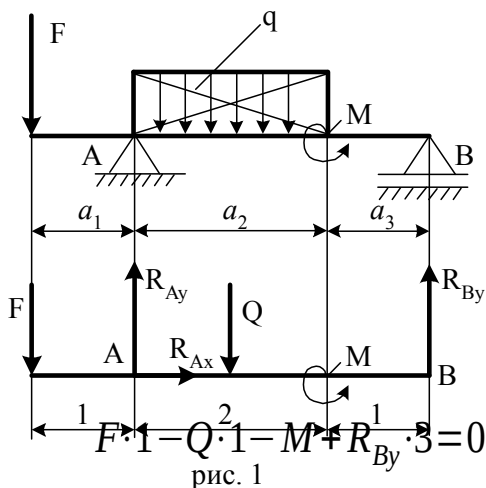
$$R_1 = -28,78 \cdot 1,1 + 75,13 = 43,47 \text{ Н}$$

Ответ: $R_1 = 43,47 \text{ Н}; R_2 = -28,78 \text{ Н}$

Знак «-» в реакции R_2 получился из-за того, что первоначально направление реакции было выбрано ошибочно.

Пример решения задачи №2

Определить опорные реакции балки, лежащей на двух опорах. Данные своего варианта взять из таблицы.



Дано: $F = 102$ кН

$q = 4$ кН/м; $M = 8$ кН·м,

$a_1 = 1$ м; $a_2 = 2$ м; $a_3 = 1$ м

Определить: R_{Ax} ; R_{Ay} ; R_{By}

Решение:

1. Составим расчетную схему (рис. 1)
2. Составим уравнения равновесия для системы параллельных сил:

$$(1) \quad \sum M_A(\vec{F}_i) = 0 ;$$

$$(2) \quad \sum M_B(\vec{F}_i) = 0 ;$$

$$F \cdot 4 - R_{Ay} \cdot 3 + Q \cdot 2 + M = 0$$

$$(3) \quad \sum F_{ix} = 0 ; \quad R_{Ax} = 0$$

3. Решим их относительно неизвестных:
из 1-го уравнения:

$$R_{By} = \frac{-F \cdot 1 + Q \cdot 1 - M}{3}, \text{ кН}$$

$$Q = q \cdot 2 = 4 \cdot 2 = 8 \text{ кН}$$

$$R_{By} = \frac{-10 \cdot 1 + 8 \cdot 1 - 8}{3} = -3,33 \text{ кН}$$

- из 2-го уравнения:

$$R_{Ay} = \frac{F \cdot 4 + Q \cdot 2 + M}{3} = \frac{40 + 16 + 8}{3} = 21,33 \text{ кН}$$

Проверка:

Для проверки правильности решения задачи примем уравнение, которое не использовалось при решении:

$$\sum F_{iy} = 0 ; \quad -F_y + R_{Ay} - Q + R_{By} = 0$$

$$-10 + 21,33 - 8 - 3,33 = 0$$

следовательно, опорные реакции определены правильно

Пример выполнения задачи №3

Вал диаметром 0,2м вращается согласно уравнению: $\varphi = 1,2t^2 - t + 9$, рад.
Определить угловую скорость, угловое ускорение, линейную скорость, полное ускорение в момент времени $t = 1$ с. Сколько оборотов сделает вал за 15 с?

Дано: $\varphi = 1,2t^2 - t + 9$, рад, $d = 0,2$ м; $t = 1$ с

Определить: ω , Σ , v , a_n , a_t , a , N .

Определим угловую скорость вращения по формуле:

$$\omega = \varphi' = (1,2t^2 - t + 9)' = 2,4t - 1, \text{ с}^{-1}$$

Подставив $t = 1$ с, получим

$$\omega = 2,4 \cdot 1 - 1 = 1,4 \text{ с}^{-1}$$

Определим угловое ускорение:

$$\Sigma = \omega' = (2,4t - 1)' = 2,4 \text{ с}^{-2}$$

Угловое ускорение от времени не зависит и является постоянным.

Линейная скорость определяется по формуле:

$$v = \omega \cdot r = 2,4 \cdot 0,1 = 0,24 \text{ м/с}$$

Касательное ускорение определяется по формуле:

$$a_t = \Sigma \cdot r = 2,4 \cdot 0,1 = 0,24 \text{ м/с}^2$$

Нормальное ускорение определяется по формуле:

$$a_n = \omega^2 \cdot r = 1,4^2 \cdot 0,1 = 0,154 \text{ м/с}^2$$

Полное ускорение вала

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{0,24^2 + 0,154^2} = 0,29 \text{ м/с}^2$$

Угол поворота вала за 15 секунд вращения будет:

$$\varphi = 1,2t^2 - t + 9 = 1,2 \cdot 15^2 - 15 + 9 = 264 \text{ рад}$$

Число оборотов вала за 15 секунд будет:

$$N = \frac{\phi}{2\pi} = \frac{264}{2 \cdot 3,14} \approx 42 \text{ оборота}$$

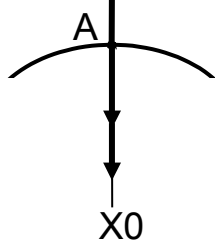
Ответ: $\omega = 1,14 \text{ с}^{-1}$; $\Sigma = 2,4 \text{ с}^{-2}$; $v = 0,24 \text{ м/с}$; $a_t = 0,24 \text{ м/с}^2$; $a_n = 0,154 \text{ м/с}^2$;
 $a = 0,29 \text{ м/с}^2$; $N = 42 \text{ оборота}$.

Пример решения задачи №4.

С какой скоростью мотоциклист должен проехать по выпуклому мосту, радиус кривизны которого равен 25 м, чтобы в самой верхней точке моста сила давления мотоцикла на мост была в три раза меньше его общей с мотоциклом силы тяжести?

Решение.

1 Составим расчетную схему, на которой покажем активную силу (\vec{F}_T), реактивную силу \vec{R} и силу инерции $\vec{F}_{\text{и}}$.



Дано:

$$r = 25 \text{ м}$$

$$R = \frac{F_T}{n} = \frac{mg}{3}, H$$

$$n = 3$$

Определить: v - ?

- 2 Спроектируем все силы на ось Y:

$$\Sigma F_{iy} = 0; \quad F_{y\delta} + R - F_m = 0.$$

- 3 Поскольку необходимо определить скорость движения мотоциклиста, а она входит в формулу центральной силы следовательно выразим $F_{y\delta}$:

$$F_{y\delta} = F_m - R$$

- 4 Выразим все величины через исходные данные для расчета

$$\frac{mv^2}{r} = mg - \frac{mg}{3}$$

- 5 Сокращая на величину массы получаем:

$$\frac{v^2}{r} = g - \frac{g}{3}$$

- 6 Определим скорость движения:

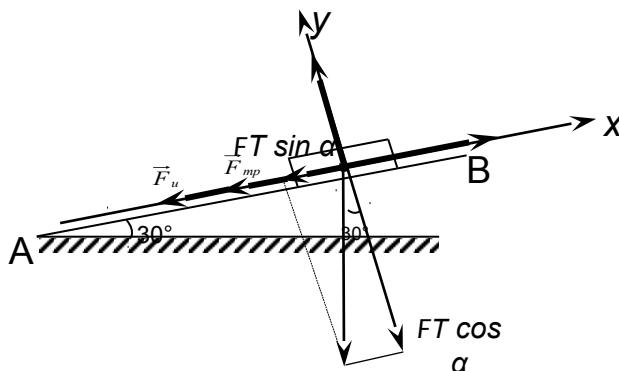
$$v^2 = r \left(g - \frac{g}{3} \right)$$

$$v = \sqrt{r \left(g - \frac{g}{3} \right)} = \sqrt{25 \left(9,81 - \frac{9,81}{3} \right)} = \sqrt{801,97} \approx 12,8 \text{ м/с}$$

Ответ: $v = 12,8 \text{ м/с}$

Пример выполнения задачи №5

По наклонной плоскости АВ длиной 4 м равноускоренно передвигают груз с ускорением $1,5 \text{ м/с}^2$ силой F // наклонной плоскости. Сила тяжести груза $F_T = 200 \text{ Н}$. Коэффициент трения $f = 0,01$. Определить работу, которая выполняется в данном случае.



1 Для решения данной задачи необходимо нарисовать наклонную плоскость под углом $\alpha = 30^\circ$ и расставить все силы, которые действуют в данном случае (см. рис.).

2 Приложить систему координат X,Y.

3 Спроектировать все силы на ось X и Y и составить 2 уравнения суммы проекций:

$$\Sigma F_{ix} = 0; \quad F - F_T \sin \alpha - F_{mp} - F_u = 0$$

$$\Sigma F_{iy} = 0; \quad R - F_T \cos \alpha = 0$$

4 Решая эти уравнения необходимо вычислить силу F . Из 1^{го} уравнения

$$F = F_T \sin \alpha + F_{mp} + F_u$$

5 Сила трения определяется по формуле:

$$F_{mp} = f \cdot R, \quad \text{где } R - \text{нормальная реакция}$$

6 Нормальную реакцию R определить из 2^{го} уравнения:

$$R = F_T \cos \alpha$$
$$R = 200 \cdot 0,87 = 174 \text{ Н}$$

Тогда сила трения: $F_{mp} = f \cdot R = 0,01 \cdot 174 = 1,74 \text{ Н}$

7 Сила инерции определяется:

$$F_u = ma = \frac{F_T}{g} \cdot a = \frac{200}{9,81} \cdot 1,5 = 30,6 \text{ Н}$$

8 Движущую силу F определим по формуле:

$$F = F_T \sin \alpha + F_{mp} + F_u = 200 \cdot 0,5 + 1,74 + 30,6 = 132,34 \text{ Н}$$

9 Работа при передвижении груза по наклонной плоскости будет

$$W = F \cdot S = 132,34 \cdot 4 = 529,36 \text{ Дж}$$

Ответ: $W = 529,36 \text{ Дж}$

Критерии оценки работы.

Оценка	Основные критерии оценки
«5»	Работа выполнена правильно, без ошибок, оформлена согласно методическим указаниям.
«4»	Работа выполнена правильно, но в оформлении допущены небольшие погрешности.
«3»	В работе допущены ошибки, оформление небрежное, есть погрешности.

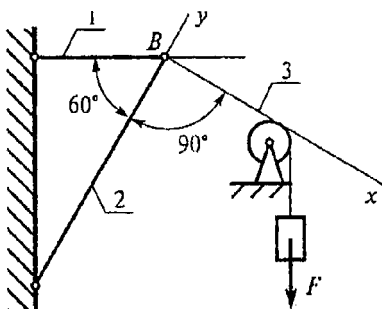
Список литературы

1. Олофинская В.П. Техническая механика. Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий - М.: [Инфра-М](#); [Форум](#), 2011. 352 с.
2. Эрдеди А.А. Эрдеди Н.А. Теоретическая механика. Сопротивление материалов.- Р-н-Д; Феникс, 2010. 320 с.
3. [Вереина Л.И.](#), [Краснов М.М.](#) Техническая механика: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования.- М; Академия, 2010. 288 с.
4. Мовнин М.С., Основы технической механики - СПб; Политехника, 2011. 286 с.

ВАРИАНТ №1

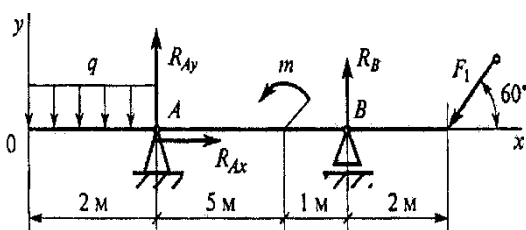
Задача №1

Груз находится в равновесии. Найти реакции стержней аналитическим способом. Найти реакции стержней 2 и 3. (R_2 ? ; R_3 ?) Выполнить проверку решения графоаналитическим способом (по теореме синусов).



Задача №2

Определить опорные реакции балки, лежащей на двух опорах $F=10$ кН, $m=7$ кНм, $q=$ кН/м

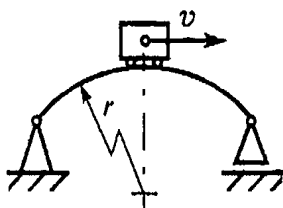


Задача №3

Точка движется по дуге АВ согласно уравнению $S=0,1t^2+0,3t$ Определить начальную скорость и полное ускорение через 2 с движения, если радиус дуги $R=0,45$ м

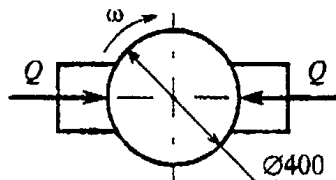
Задача №4

Чему равна сила давления автомобиля на мост при скорости $v=20$ м/с, когда он находится на середине моста, если вес автомобиля $G=35$ кН, а радиус кривизны моста $R=800$ м



Задача №5

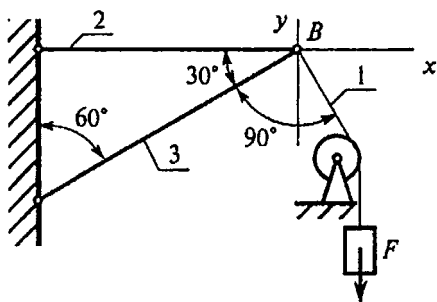
Определить работу торможения за один оборот колеса, если коэффициент трения между тормозными колодками и колесом $f = 0,1$. Сила прижатия колодок $Q = 100 \text{ Н}$.



ВАРИАНТ №2

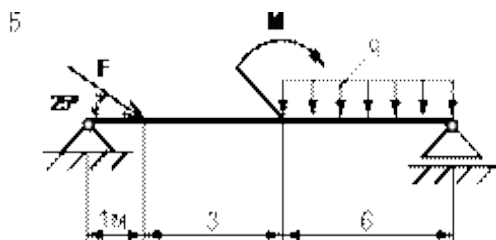
Задача №1

Груз находится в равновесии. Найти реакции стержней 2 и 3 аналитическим способом (R_2 ? ; R_3 ?) Выполнить проверку решения графоаналитическим способом (по теореме синусов).



Задача №2

Определить опорные реакции балки, лежащей на двух опорах $F = 10 \text{ кН}$, $m = 7 \text{ кНм}$, $q = \text{кН/м}$

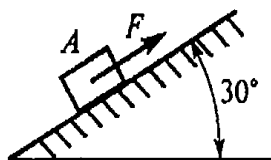


Задача №3

Автомобиль движется по круглому арочному мосту $R = 100 \text{ м}$ согласно уравнению $S = 10t + t^2$. Определить полное ускорение автомобиля через 3 секунды движения.

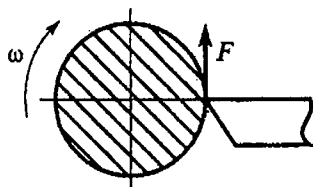
Задача №4

Определить натяжение тросового каната скрепера А весом 30 Н, перемещающегося с ускорением 2 м/с^2 . Коэффициент трения между поверхностями $f=0,25$.



Задача №5

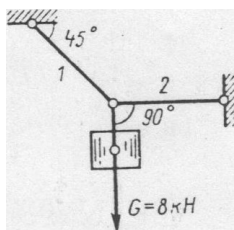
Определить работу силы резания при обточке детали диаметром 200мм. Деталь обрабатывается на токарном станке при $F_{\text{рез}}=1 \text{ кН}$ и $n = 300 \text{ об/мин}$ за 2 минуты



ВАРИАНТ №3

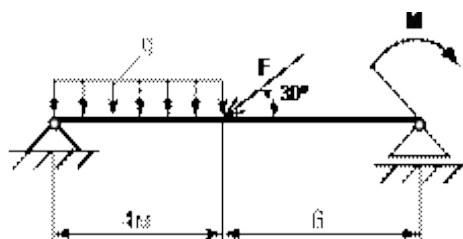
Задача №1

Определить реакции R_1 и R_2 стержня 1 и 2 шарнирно-стержневой системы. $G = 8 \text{ кН}$



Задача №2

Определить опорные реакции балки, лежащей на двух опорах $F=6 \text{ кН}$, $m=5 \text{ кНм}$, $q=2 \text{ кН/м}$



Задача №3

Точка движется прямолинейно согласно уравнению

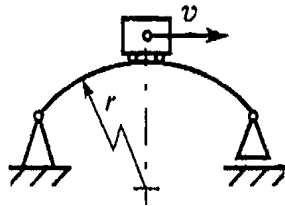
$$S = 0,5 t^2 + 10t + 5$$

Определить начальную скорость и ускорение на третьей секунде движения.

Задача №4

Автомобиль движется по выпуклому мосту со скоростью

$v = 20$ м/с. Масса автомобиля 2000 кг, радиус моста $R = 100$ м. Определить силу давления автомобиля на мост при нахождении его посередине моста.



Задача №5

Каую работу совершит сил F , если тело равномерно переместить на 10 метров вверх по наклонной плоскости? Трением пренебречь, сила тяжести 1820 Н.

