

Задание на курсовую работу

Часть 1 «Исследование относительного движения материальной точки»

Дана механическая система, состоящая из твердого тела и шарика на пружине. Тело совершает равномерное вращение с постоянной угловой скоростью относительно неподвижной точки (для плоских систем) или оси (для пространственных систем). Даны масса шарика и тела, геометрические размеры тела, угловая скорость вращения тела, длина недеформированной пружины, начальное относительное положение и скорость шарика.

1. Составить уравнения движения шарика относительно тела.
2. Подобрать граничное значение жесткости пружины c_1 , которое разделяет режим колебательного движения от движения по экспоненте.
3. Методом подбора на основе анализа графика зависимости координаты шарика от времени найти предельное значение жесткости пружины c_2 , при котором шарик не вылетает за пределы тела.
4. Выбрать значение жесткости c между c_1 и c_2 и построить
 - a. графики зависимости координаты шарика от времени;
 - b. графики зависимости скорости шарика от времени;
 - c. графики зависимостей проекций силы реакции, которая действует со стороны тела на шарик;
 - d. фазовый портрет (зависимость скорости шарика от его координаты).

Часть 2 «Применение общих теорем динамики к анализу движения механической системы»

Рассмотреть движение механической системы из предыдущей части курсовой работы при произвольной угловой скорости вращения $\omega = \dot{\varphi}$. К телу подключен электродвигатель, который создает момент M_{BP} , направленный вдоль оси вращения тела. Жесткость пружины соответствует значению c , взятому в 4 задании первой части.

1. Используя теорему об изменении количества движения и момента количества движения определить силы реакции в точках закрепления оси вращения (ω -произвольно, $M_{BP} = 0$).
2. Построить графики изменения сил реакции для случая $\omega = \text{const}$, а относительная координата шарика x_1 – определяется выражением, полученным в первой части курсовой работы.
3. С помощью теоремы об изменении момента количества движения определить момент двигателя M_{BP} , который обеспечивает постоянную угловую скорость вращения системы.
4. Проверить правильность полученных результатов с помощью теоремы об изменении кинетической энергии для случая, когда включен двигатель, обеспечивающий постоянную скорость вращения системы. Построить график зависимости полной энергии системы и разности полной энергии и работы двигателя.

Часть 3 «Применение методов аналитической механики»

Рассмотреть движение механической системы из первой части курсовой работы при произвольной угловой скорости вращения $\omega = \dot{\varphi}$. Жесткость пружины соответствует значению c , взятому в 4 задании первой части.

1. С помощью общего уравнения динамики составить уравнения движения механической системы (два дифференциальных уравнения второго порядка)
2. Численно проинтегрировать дифференциальные уравнения и построить графики зависимостей угла отклонения тела и координаты шарика от времени.
3. Составить уравнения Лагранжа второго рода.
4. Численно проинтегрировать уравнения Лагранжа и построить на одном рисунке графики зависимости кинетической, потенциальной и полной энергии от времени.

Часть 4 «Определение реакций в опорах вращающегося тела»

Рассмотреть движение механической системы при постоянной угловой скорости вращения. Жесткость пружины соответствует значению c , взятому в 4 задании первой части.

1. Определить величину и направление реакций в опорах относительно неподвижной и подвижной систем координат.
2. Построить графики зависимости реакций опор от времени.

Часть 5 «Исследование положений равновесия механических систем»

Рассмотреть движение механической системы из первой части курсовой работы. Если система имеет вертикальную ось вращения, то поверните систему на 90 градусов, чтобы ось вращения была горизонтальной. Жесткость пружины соответствует значению c , взятому в 4 задании первой части.

1. Составьте уравнения Лагранжа (для случая, когда система была повернута на 90 градусов.)
2. Найдите положения равновесия системы и определите их устойчивость.

Часть 6 «Исследование малых колебаний механических систем»

Рассмотреть движение механической системы из пятой части курсовой работы.

1. Для устойчивого положения равновесия записать уравнения малых колебаний системы.
2. Составить характеристическое уравнение и найти его корни (собственные частоты малых колебаний). Записать уравнения малых колебаний
3. Вычислить коэффициенты форм колебаний.
4. Для заданных начальных условий: $\varphi_0=0,1$, $x_0=0,01l_0$ построить графики зависимости малых колебаний от времени.