

Методические рекомендации к решению задачи Д4

В задаче Д4 исследуем динамику механической системы твердых тел. Используем дифференциальные уравнения динамики твердого тела.

План решения задачи.

1) Выполняем кинематический анализ системы – решаем задачу скоростей и задачу ускорений: определяем скорости и ускорения тел и особых кинематических точек.

2) Выполняем динамический анализ системы:

а) разбиваем систему на части и рассматриваем движение каждой из частей в отдельности под действием внешних и внутренних сил,

б) записываем дифференциальные уравнения движения каждой из частей с учетом внешних и внутренних сил,

в) решаем систему дифференциальных уравнений и определяем закон изменения угловой скорости блока 1.

Общая структура решения задачи.

Решение задачи включает графическую и текстово-математическую части. В графической части показываем схему задачи, схему скоростей, кинематические схемы частей системы с приложенными внешними и внутренними силами. В текстовой части приводим вычисления и необходимые комментарии. В конце отчета – ответы.

В 1 пункте решения выполняем анализ механизма и вводим особые кинематические точки.

Во 2 пункте решения показываем схему скоростей и выполняем кинематический анализ механизма.

Определяем скорости тел и особых кинематических точек.

Для тел, совершающих поступательное движение, определяем их скорости v . Для вращающихся тел определяем их угловые скорости ω .

Угловую скорость 1 тела ω_1 считаем заданной, все остальные скорости тел и особых кинематических точек выражаем через угловую скорость 1 тела.

Определяем ускорения тел. Угловое ускорение 1 тела ε_1 считаем заданным, все остальные ускорения тел выражаем через угловое ускорение 1 тела.

В 3 пункте решения выполняем динамический анализ системы.

Разбиваем систему на части и рассматриваем движение каждой из частей в отдельности. Разбиение на части производим путем разрезания по соединяющим тела нитям или разъединения тел в точках касания.

Для каждой из выделенных частей показываем активные внешние силы и в местах разрезки (разъединения) прикладываем дополнительные внутренние

силы (реакции связей), заменяющие удаленную часть системы. Там же показываем скорость и ускорение тела.

Записываем дифференциальное уравнение движения тела. Для тела при поступательном движении оно имеет вид $m \cdot a = \Sigma F_k$, где m – масса тела, a – его ускорение, ΣF_k – сумма активных сил и реакций связей, действующих вдоль направления ускорения. Для вращающегося тела оно имеет вид $J_z \cdot \varepsilon = \Sigma \tilde{m}_O(\bar{F}_k)$, где J_z – момент инерции вращающегося тела относительно оси вращения, проходящей через центр O , ε – угловое ускорение тела, $\Sigma \tilde{m}_O(\bar{F}_k)$ – сумма моментов всех активных внешних сил и реакций связей относительно центра O .

В дифференциальных уравнениях положительными считаются силы и моменты, направленные в сторону движения рассматриваемого элемента систем, а отрицательными – направленные против движения элемента.

В 4 пункте решения решаем систему дифференциальных уравнений и получаем зависимость углового ускорения ε_1 от времени. Интегрируем полученную зависимость, формулируем начальное условие (при $t = 0 \dots$), определяем неизвестную константу интегрирования. В результате получаем закон изменения угловой скорости движения блока 1 от времени.