зависимости момента сопротивления в редукторе от произведения вязкости смазки η (в паузах) на скорость вращения входного вала редуктора *n*.

УДК 531.314.2

УПРАВЛЯЮЩИЕ УСИЛИЯ В МАНИПУЛЯТОРАХ С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Федосеев Г.Н., к.т.н., доц., Нестеров Д.А., студ., Новожилов А.Е., студ.

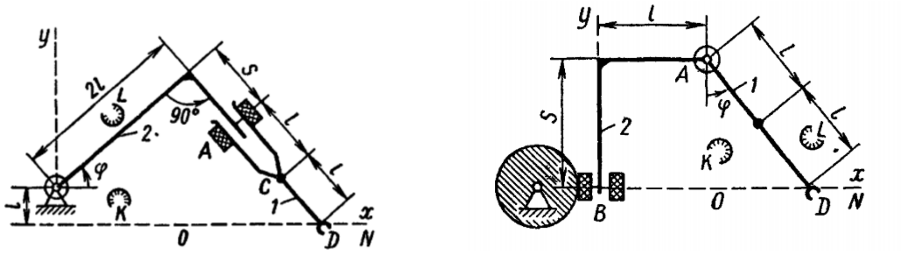
Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. *В предлагаемой статье описывается применение уравнений Лагранжа второго рода относительно манипулятора с двумя степенями свободы. Получены законы изменения управляющих усилий для двух конкретных случаев, построены графики.*

Ключевые слова: манипулятор, захват, звено, закон движения, уравнение, производная, скорость, ускорение.

Для реализации автоматического управления манипулятором, необходимо знать законы изменения управляющих усилий. В предложенной работе получим эти законы для двух конкретных случаев.

Манипуляторы (рис. 1), состоящие из звеньев 1 и 2 и захватов D, приводятся в движение приводами A и B. Захваты D перемещаются вдоль прямой ON. Со стороны приводов A и B к звеньям прилагаются управляющее усилие либо момент в соответствии со схемами на рисунках.



(а) (б)

Рисунок 1 – Схемы манипуляторов

Перемещение вращающихся звеньев манипуляторов ограничено препятствиями K и L, поэтому изменение угла поворота φ = φ(t) этих звеньев возможно лишь в интервале [φ(0); φ(τ)], где τ – время движения звеньев. Технические условия работы манипуляторов требуют, чтобы вращающееся звено сошло со связи K при t = 0 и «мягко» коснулось препятствия L при t = τ.

Программные движения вращающихся звеньев, удовлетворяющие требованиям «мягкого» касания, приняты в таком виде:

а) $$\varphi(t)=\varphi(0)+[\varphi(t)-\varphi(0)](\frac{t}{\tau}-\frac{1}{2\pi}\sin\frac{2\pi t}{\tau}),$$

б) $$\varphi(t)=\varphi(0)+[\varphi(t)-\varphi(0)](10-\frac{15t}{\tau}+\frac{6t^2}{\tau^2})\frac{t}{\tau};$$

а) *m_1 = 4 кг; J_1 = 1.5 кг*м²; J_2 =2 кг*м²; l = 0.3 м; τ = 0.5 с; φ(0) = 0; φ(τ) = π/6*

б) *m_1 = 3 кг; m_2=3 кг; J_1 = 0,7 кг*м²; l = 0.7 м; τ = 0.4 с; φ(0) = π/6; φ(τ) = π/3*

Используя заданные параметры масс и длин звеньев, их моментов инерции относительно главной оси, начального и конечного угла поворота вращающегося звена, времени движения, потребуем:

1. Вычислить значения управляющих сил и моментов в начале торможения вращающегося звена.

2. Построить графики зависимости управляющих моментов и сил от времени.

Решение:

Для решения задачи применим уравнения Лагранжа II рода [1, с.393]. Будем рассматривать механические системы как системы с двумя степенями свободы, приняв за обобщённые координаты угол поворота φ вращающегося звена и смещение s поступательно движущегося звена.

Для рассматриваемых систем можно записать:

$$x_c = 2l\cos\varphi + s\sin\varphi + l\sin\varphi, \quad y_c = l + 2l\sin\varphi - s\cos\varphi - l\cos\varphi; \quad (1)$$

$$x_{c1} = l + l\sin\varphi, \quad y_{c1} = s - l\cos\varphi;$$

В связи с выбранными обобщёнными координатами имеем:

$$\begin{cases} \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial T}{\partial\dot\varphi}\right) - \dfrac{\partial T}{\partial\varphi} = Q_\varphi \\ \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial T}{\partial\dot s}\right) - \dfrac{\partial T}{\partial s} = Q_s \end{cases}$$

Составим выражение для кинетических энергий систем T как функции обобщённых скоростей $\dot\varphi$ и $\dot s$ и обобщённых координат φ и s.

$$T = T_1 + T_2 = 2\dot\varphi^2(5l^2 + s^2 + 2sl) + 2\dot s^2 - 8l\dot\varphi\dot s + 1.75\dot\varphi^2$$

$$T = T_1 + T_2 = \frac{(m_1 + m_2)\dot s^2}{2} + \frac{(m_1 l^2 + J_1)\dot\varphi^2}{2} + m_1\dot s\dot\varphi l\sin\varphi$$

Определим обобщённые силы Qφ и Qs.

$$N_\varphi = Q_\varphi\dot\varphi = M\dot\varphi \Rightarrow Q_\varphi = M; \qquad N_s = Q_s\dot s = P\dot s \Rightarrow Q_s = P.$$

Так как захваты D манипуляторов по условию двигаются вдоль оси x, дополнительно оказываются наложены связи:

$$y_0 = l + 2l\sin\varphi - (2l + s)\cos\varphi = 0$$

$$y_D = s - 2l\cos\varphi = 0$$

Уравнения Лагранжа примут вид:

$$\begin{cases} M = 4(\ddot\varphi(5l^2 + (\dfrac{l + 2l\sin\varphi - 2l\cos\varphi}{\cos\varphi})^2 + 2l(\dfrac{l + 2l\sin\varphi - 2l\cos\varphi}{\cos\varphi})) + \\ + 2\dot\varphi^2(\dfrac{l\sin\varphi + 2l}{\cos^2\varphi})(\dfrac{l + 2l\sin\varphi - 2l\cos\varphi}{\cos\varphi} + l)) - 8l(\dfrac{l(\dfrac{\dot\varphi}{\cos^2\varphi} + \ddot\varphi tg\varphi + \dot\varphi^2 tg^2\varphi)}{\cos\varphi} + \\ + 2l(\dfrac{\ddot\varphi + 2\dot\varphi^2 tg\varphi}{\cos^2\varphi})) + 3.5\ddot\varphi; \\ P = 4(\dfrac{l(\dfrac{\dot\varphi}{\cos^2\varphi} + \ddot\varphi tg\varphi + \dot\varphi^2 tg^2\varphi)}{\cos\varphi} + 2l(\dfrac{\ddot\varphi + 2\dot\varphi^2 tg\varphi}{\cos^2\varphi})) - 8l\ddot\varphi - \\ - 4\dot\varphi^2(\dfrac{l + 2l\sin\varphi - 2l\cos\varphi}{\cos\varphi}) - 4\dot\varphi^2 l. \end{cases}$$

$$\begin{cases} P = -l(2m_2 + m_1)(\ddot\varphi\sin\varphi + \dot\varphi^2\cos\varphi); \\ M = (m_1 l^2 + J_1)\ddot\varphi - 2m_1 l^2\ddot\varphi\sin^2\varphi - m_1 l^2\dot\varphi^2\sin(2\varphi). \end{cases}$$

Вычислим M и P в момент начала торможения:

t = 0.25с. – момент начала торможения в сл. (а). ***P(0.25) = 9,26 Н; M(0.25) = -2,92 Н*м.***

t = 0.2с. – момент начала торможения в сл. (б). ***P(0.2) = -26.7Н; M(0.2) = -8.82 Н*м***.

Построим графики зависимостей управляющих усилий и моментов от времени.

а)

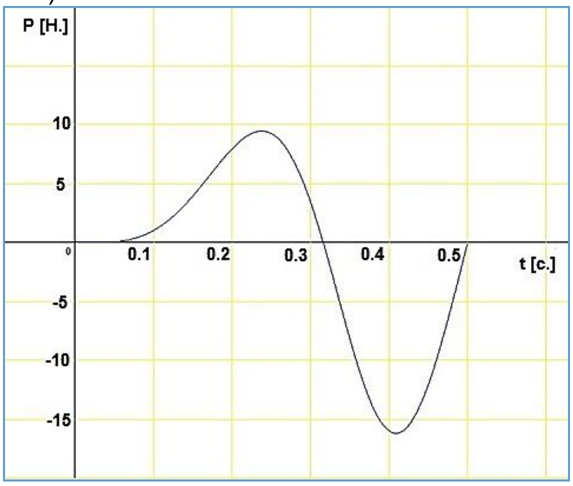


график *P(t)*

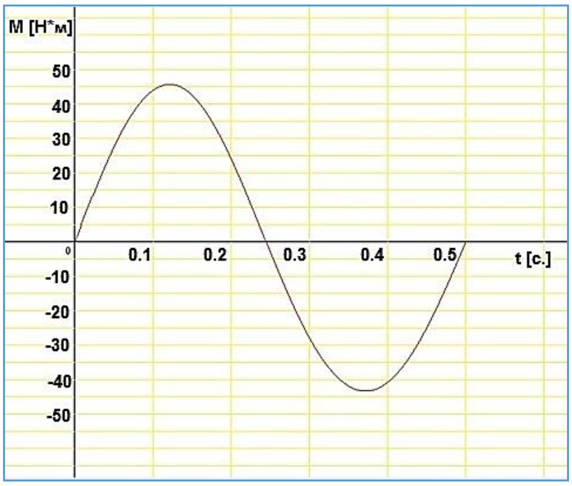


график *M(t)*

б)

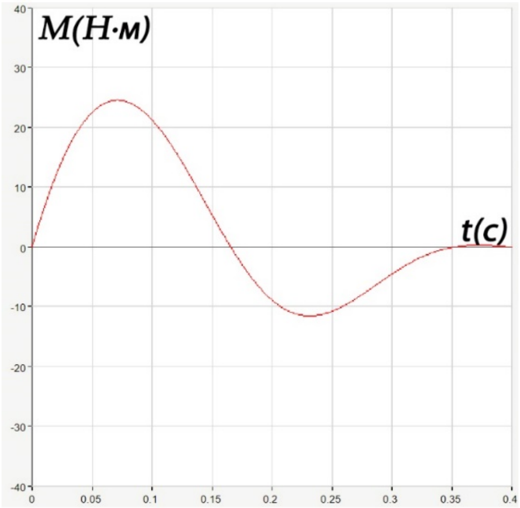


график *M(t)*

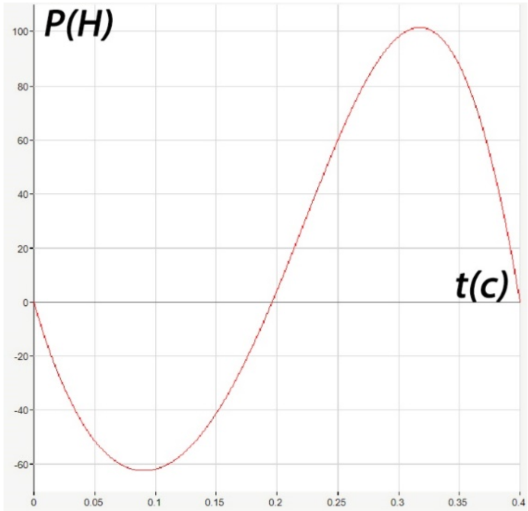


график *P(t)*

Список использованных источников

1. Бутенин, Н. В. Курс теоретической механики: учебник для студентов высших технических учебных заведений/ Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. – Москва : Наука, 1985 – 496с.

УДК 535.3+537.6

О ШИРИНЕ РЕЗОНАНСА ПРИ КОМПТОНОВСКОМ РАССЕЯНИИ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Серый А.И., к.ф.-м.н., доц.

Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина,
г. Брест, Республика Беларусь

<u>Реферат</u>. *Получено выражение для ширины резонанса на произвольном уровне Ландау при комптоновском рассеянии в квантующем магнитном поле без ограничений на значение параметра, зависящего от частоты фотона, индукции магнитного поля и угла между направлениями волнового вектора фотона и линиями индукции магнитного поля. Результат, полученный в результате интегрирования по углам, представлен в виде*