

# ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОДНОСТУПЕНАТНЫЙ ПЛАНЕТАРНЫЙ РЕДУКТОР

Р.М. Хайдарова, студент гр. 4НМ91,  
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина,30,  
E-mail: mrh4@tpu.ru

В статье рассмотрен пример исследования динамики одноступенчатых волновых (планетарных и планетарно-цевочных) редукторов. Для повышения эффективности проектирования можно воспользоваться созданием математической модели с использованием пакета прикладных программ для технических вычислений MATLAB [1].

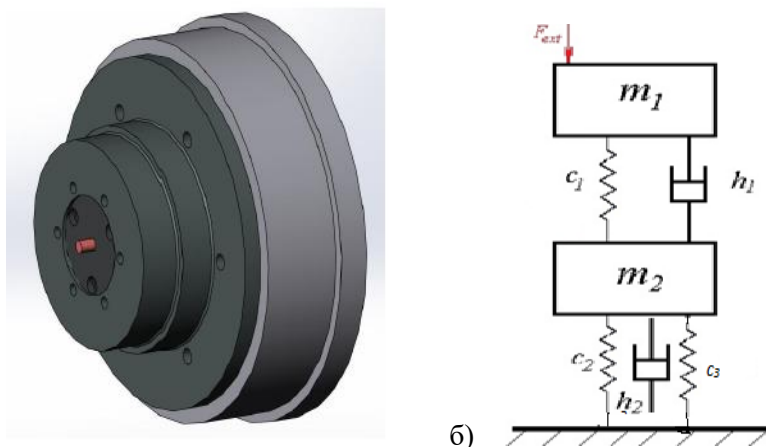


Рис. 1. а) 3D – модель планетарный редуктор б) структурная схема динамической системы

- $m_1$  – Масса дисбаланса
- $m_2$  – Масса корпуса
- $h_1$  – Соединение вала-шнека с редуктором
- $h_2$  – Трения подшипника
- $c_1$  – Суммарная жесткость системы
- $c_2$  – Суммарная жесткость системы
- $c_3$  – Суммарная жесткость системы

На электродвигатель с массой  $m_1$  действует внешняя сила  $F_{ext}$  направленная вниз. Следовательно, появляется противоположенная сила инерции  $F_{m1}$ , сила демпфирования  $F_{h1}$ , сила жесткости  $F_{c1}$ .  
Уравнение баланса для первого тела:

$$F_{c1} + F_{h1} + F_{m1} = F_{ext} \tag{1}$$

Уравнение баланса для второго тела:

$$F_{c2} + F_{c3} + F_{h2} + F_{m2} = F_{c1} + F_{h1} \tag{2}$$

Таблица 1. Значения коэффициентов

Массы, кг		Коэффициенты жесткости, Н/мм			Коэффициенты трения, Н·(с/м)	
$m_1$	$m_2$	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$h_1$	$h_2$
0.2393	13.821	332800	332800	332800	0.0003	0.0001

Составление систем дифференциальных уравнений согласно схеме (рис. 1б):

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx_1}{dt} = v_1 \\ \frac{dv_1}{dt} = \frac{F_{ext} - c_1(x_1 - x_2) - h_1(v_1 - v_2)}{m_1} \\ \frac{dx_2}{dt} = v_2 \\ \frac{dv_2}{dt} = \frac{c_1(x_1 - x_2) + h_1(v_1 - v_2) - c_2(x_2 - x_3) - h_2(v_2 - v_3)}{m_2} \\ \frac{dx_3}{dt} = v_3 \\ \frac{dv_3}{dt} = \frac{c_2(x_2 - x_3) + h_2(v_2 - v_3) - c_3x_3 - h_3v_3}{m_3} \end{array} \right. \quad (3)$$

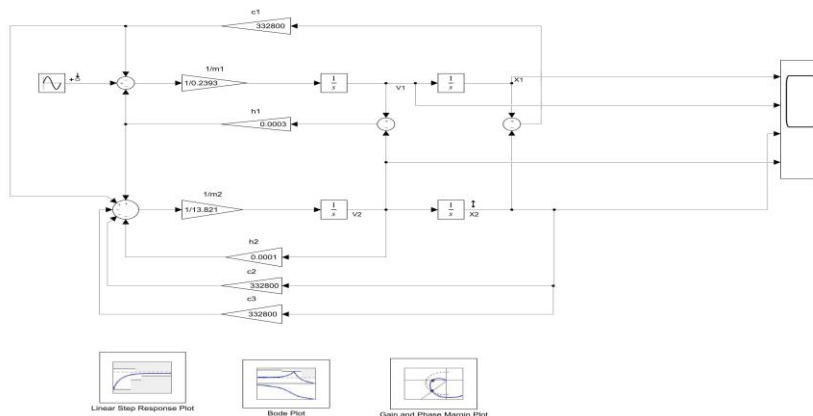


Рис. 2. Структурная схема в Simulink

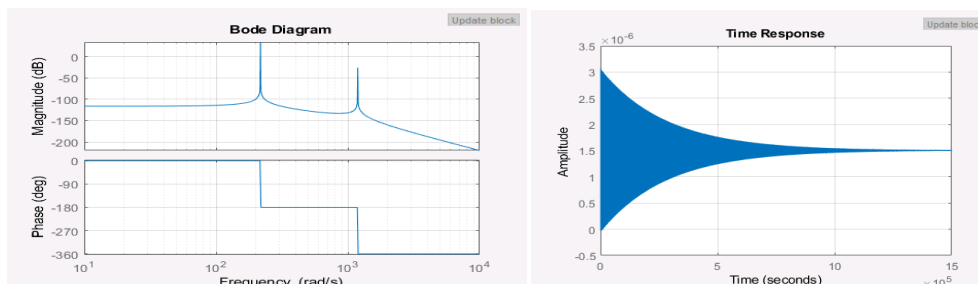


Рис. 3. Результаты исследования

В данном проекте был спроектирован редуктор. Была построена математическая модель планетарный редуктор. Далее полученная модель была исследована в среде Matlab и Simulink. Провели ознакомление с динамическими и частотными характеристиками системы и получили навыки исследования линейных динамических моделей. С помощью Matlab и Simulink получили графики амплитудно-фазовых частотных характеристик.

#### Список литературы:

1. Дерюшева, В.Н. Математическое моделирование и компьютерные технологии в машиностроении /В.Н. Дерюшева. – Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2014, - 8 с.
2. Основы динамики и прочности конструкций ракетно-космической техники // Корпоративный портал Томского политехнического университета [Электронный ресурс] URL: <https://portal.tpu.ru/SHARED/v/VDERUSHEVA/ucheba/Magistr>