

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИНЕЙНОГО ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ

Е.Н. КАЛИНИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

При переменных нагрузках, вызванных колебаниями (например, из-за неуравновешенности валов отжимного устройства), энергия, затраченная на деформацию рабочего тела в рабочей полости линейного пневмодвигателя во время каждого цикла изменения нагрузки, полностью не освобождается. При анализе и синтезе колебательных систем, содержащих в качестве исполнительного механизма линейный пневмопривод, необходимо знать численные значения его полного комплексного

сопротивления, которое является функцией от частот, действующих в системе [1], и означает степень напряженности в преодолении действующей на систему нагрузки. Вследствие того, что поведение системы пневмопривода в режиме циклического нагружения можно изобразить с помощью упруговязкой модели Кельвина-Фойгта [2], наличие сопротивлений, представляемых коэффициентом демпфирования, обуславливает значения полных комплексных сопротивлений системы.

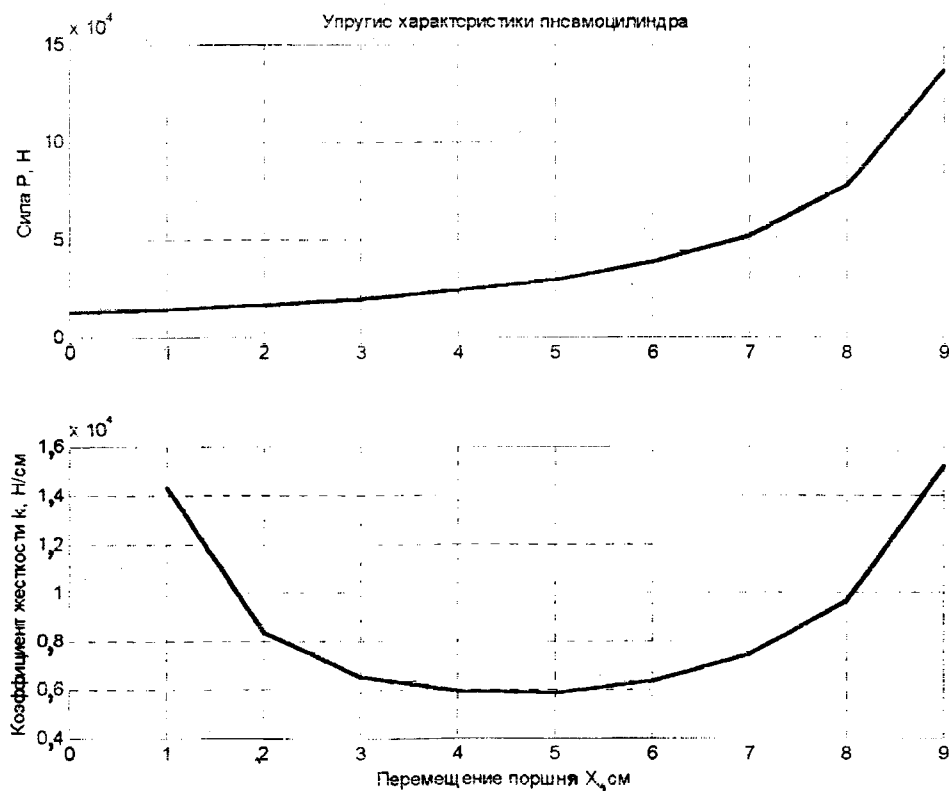


Рис. 1

Численные значения коэффициента  $k_i$  жесткости и его взаимосвязь с обобщенной координатой поршня (рис. 1) определены нами при рассмотрении процесса деформации рабочего тела в пневмоцилиндре как адиабатического [3] для единичного перемещения  $x$  поршня со штоком под действием приведенной  $P$  возмущающей силы. Значения коэффициента сопротивления  $r_i$  системы определены в соответствии с дифференциальным уравнением движения пневмодвигателя [3] для соответствующих значений коэффициента  $k_i$  жесткости. Исходя из равенства работы, совершаемой поршнем на сжатие воздуха в рабочей полости пневмоцилиндра, и кинетической энергии системы, определяемой приведенными инерционными характеристиками прижимного вала и подвижных элементов пневмоцилиндра, получены численные значения коэффициента  $r_i$  сопротивления, соответствующие значениям приведенной  $P$  возмущающей силы.

Алгоритм, описывающий технологию определения динамических параметров линейного пневмопривода, работающего в условиях кратковременного внешнего возмущающего воздействия, представлен следующими процедурами.

1. Определение коэффициента  $k_i$  динамической жесткости.

1.1. Сила сопротивления  $P_i$ , действующая на поршень при его единичном перемещении:

$$P_i = p \left( \frac{l}{l - x_i} \right)^k \frac{\pi d^2}{4},$$

где  $p$  – рабочее давление сжатого воздуха в рабочей полости пневмоцилиндра;  $l$  и  $d$  – рабочий ход и диаметр поршня соответственно;  $x$  – текущая обобщенная координата поршня;  $k$  – показатель адиабаты (для воздуха  $k = 1,4$ ).

1.2. Коэффициент  $k_i$  динамической жесткости:

$$k_i = \frac{P_i}{x_i}.$$

2. Определение коэффициента  $r_i$  сопротивления.

2.1. Работа, совершаемая при сжатии воздуха в рабочей полости, вызываемом перемещением вала совместно с подвижными элементами пневмоцилиндра, вызываемым внешним источником возмущения (швом на полотне ткани, проходящим через жало валов и общей неуравновешенностью валов):

$$A = P_j x_t, \quad (1)$$

где  $x_t$  – перемещение вала с подвижными элементами пневмоцилиндра, определяемое величиной толщины шва, значениями радиального биения вала;  $P_j$  – сила, необходимая для перемещения подвижных элементов системы на величину  $x_t$  и определяемая по кривым на рис. 1:  $P_j = f(x_t)$ .

2.2. Кинетическая энергия подвижных элементов системы:

$$T = \frac{m_{пр} V^2}{2}, \quad (2)$$

где  $V$  – скорость перемещения подвижных элементов системы;  $m_{пр}$  – приведенная масса вала совместно с подвижными элементами пневмоцилиндра.

2.3. Из условия равенства (1) и (2) скорость  $V$  определяется как

$$V_i = \sqrt{\frac{2P_j x_t}{m_{пр}}}.$$

2.4. Коэффициент  $r$  сопротивления – сила, вызывающая единичную скорость перемещения системы:

$$r_i = \frac{P_j}{V_i}.$$

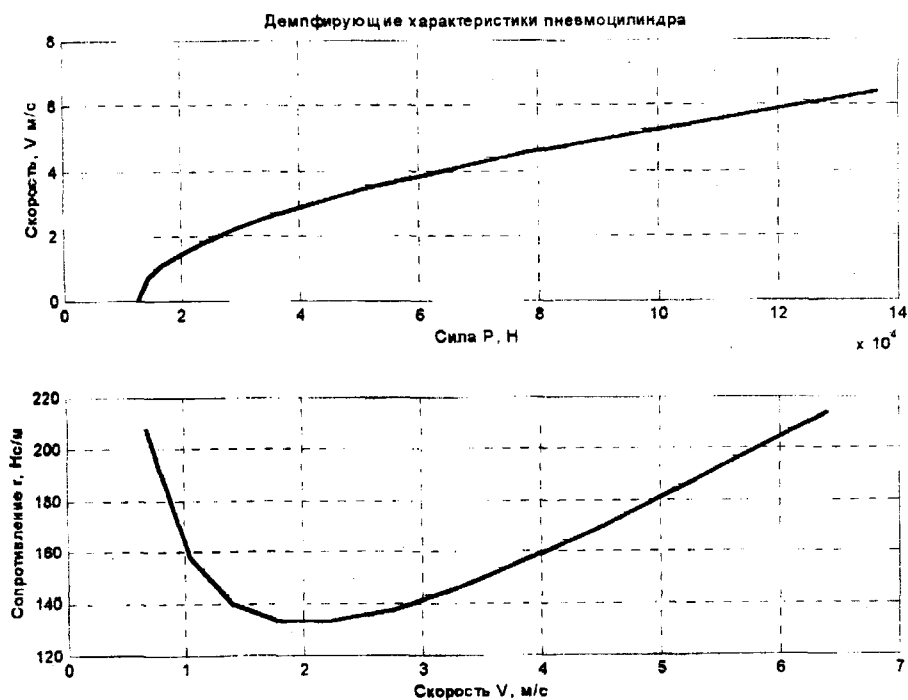


Рис. 2

Компьютерный эксперимент и визуализация его результатов (рис. 1, 2) выполнены нами с использованием системы инженерных и научных расчетов [4].

### ВЫВОДЫ

Установлена взаимосвязь между внешними силовыми факторами динамической системы валковое устройство – текстильный материал и динамическими характеристиками линейного пневмодвигателя в форме алгоритма, являющегося основой анализа и синтеза линейного пневмопривода.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин Е.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 5.
2. Калинин Е.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, № 2. С.106...108.
3. Герц Е.В. Пневматические приводы. – М.: Машиностроение, 1968.
4. Лазарев Ю.Ф. MatLAB 5.x – К.: Издательская группа BHV, 2000.

Рекомендована кафедрой теплотехники. Поступила 01.09.01.