

УДК 621.01

Ле Дык Тхинь (стажер, каф. Автоматы), А.Н Волков, к.т.н., доц.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЦИКЛОВЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ ПО БЫСТРОДЕЙСТВИЮ

В последние годы для автоматизации самых разных технологических процессов в промышленности широкое применение находят цикловые пневмоприводы (ЦПП). В частности, они используются в средствах автоматизации ковочного, штамповочного, прессового оборудования, испытательных вибрационных установок, специальных транспортных систем, фасовочного и упаковочного оборудования.

В существующей литературе по проектированию и исследованию ЦПП практически отсутствуют рекомендации по рациональному выбору схемных решений и конструктивных параметров (механизма и его передаточной функции в сочетании с параметрами цилиндра и магистралей) ЦПП для обеспечения необходимого быстродействия при требуемой механике движений. Кроме того, для эффективного решения ряда практических задач (в частности, проектирования цикловых ЦПП средств автоматизации) желательно иметь методику для обоснования выбора размеров цилиндра при принятом значении объема рабочих полостей.

Данная работа посвящена решению следующих задач. Во-первых, необходимо разработать математические модели пневмоприводов с передаточными механизмами, имеющими различные функции положения. Во-вторых, требуется исследовать влияние вида передаточной функции на быстродействие привода. В-третьих, следует разработать методику определения оптимальных конструктивных параметров передаточного механизма ЦПП по критерию заданного быстродействия.

В работе для описания функционирования ЦПП использованы следующие математические модели:

а) уравнение движения тела с переменной массой (приведенной), обусловленной применением передаточных механизмов с переменной во время работы передаточной функцией:

$$m(x) \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{1}{2} \frac{dm(x)}{dx} \left( \frac{dx}{dt} \right)^2 - F(x) = 0 \quad (1)$$

б) уравнение наполнения полости:

$$G_m = K \cdot \mu \cdot f \frac{P_m}{\sqrt{R \cdot T_m}} \cdot \varphi(\sigma) \quad (2)$$

в) функция положения передаточного механизма (например, кулисного):

$$\varphi = \arccos \frac{L1^2 + L0^2 - (x + L2)^2}{2L0L1}, \quad (3)$$

где  $L0$ - расстояние между неподвижными опорами;  $L1$ - длина радиуса кривошипа;  $\varphi$ -текущий угол вращения кривошипа;  $x$  – промежуточное перемещение пневматического поршня.

Анализ математических моделей производился методами численного интегрирования системы дифференциальных уравнений с помощью программы Mathcad-2001.

В работе исследованы упрощенные модели с разными типами нагрузки:

- 1) учитывается только активная нагрузка, когда массами подвижных частей элементов самого передаточного механизма и нагрузки можно пренебречь;
- 2) учитывается только инерционная нагрузка передаточного механизма и выходного звена, когда сила активного сопротивления равна нулю;

3) учитывается активная нагрузка и инерционная нагрузка, возникающая в передаточном механизме, приводе и выходном звене.

Результаты исследования показывают следующее:

- для ЦПП всегда существует значение передаточного отношения  $\frac{d\varphi}{dx}$  и соответствующее ему значение хода  $h$  поршня, при которых обеспечивается минимальное время срабатывания;
- одно и то же быстродействие привода можно достичь применением различных цилиндров с одинаковыми объемами рабочих полостей, но работающих в сочетании с различными передаточными механизмами;
- существует вариант выбора сочетания передаточного механизма и цилиндра, имеющий минимальную стоимость привода.