

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Проф. Сункуев Б. С.; асп. Беликов С. А.;
асп. Кузнецова Т. В. (ВГТУ)

При проектировании полуавтоматов с микропроцессорным управлением возникает проблема выбора типов шаговых двигателей для приводов их механизмов, использование которых позволяет получить максимально возможную производительность полуавтоматов при высокой устойчивости их работы. Однозначно по паспортной мощности осуществить выбор шагового двигателя невозможно, так как его движущий момент зависит от различных факторов: частоты вращения ротора, напряжения питания и тока в фазных обмотках шагового двигателя, способа коммутации обмоток, дробления основного шага и др. Поэтому при выборе шагового двигателя должны быть известны его рабочие характеристики, которые определяют максимально возможную величину движущего момента для заданных значений углового ускорения и угловой скорости с учетом параметров привода.

В работах [1,2] были проведены экспериментальные исследования механических характеристик шагового двигателя типа ДШИ-200-0,5, используемого в приводе координатного устройства вышивального полуавтомата. Однако максимальный движущий момент на валу шагового двигателя ДШИ-200-0,5 не превышает 0,45 Н·м, что недостаточно для обеспечения скоростных и нагрузочных характеристик механизмов петельного полуавтомата с микропроцессорным управлением и полуавтомата для сборки плоских заготовок верха обуви. Сопоставив инерционные параметры проектируемых механизмов, время, необходимое для обеспечения требуемой производительности с паспортными данными известных шаговых двигателей, было установлено, что максимальная производительность полуавтоматов может быть достигнута при использовании в их приводах шаговых двигателей типов ДШР-60 или ДШИ-200-3.

С целью окончательного выбора типа шагового двигателя, были проведены испытания шаговых двигателей ДШР 60 и ДШИ 200-3 по методике описанной в [2] на доработанной установке. Доработка установки заключалась в обеспечении возможности испытания различных типов шаговых двигателей.

Механические характеристики шаговых двигателей исследовались в заданном диапазоне угловых скоростей при различных угловых ускорениях. Формируемый закон движения ротора шагового двигателя задавался с помощью ЭВМ и через усилители мощности подавался в фазные обмотки испытываемого шагового двигателя. Соответствие поданных с ЭВМ импульсов и отработанных ротором шагового двигателя угловых перемещений контролировалось датчиком BE-178-A5 и фиксировалось на цифровом табло. Работа шагового двигателя считалась устойчивой, если количество импульсов, поданных с ЭВМ в фазные обмотки шагового двигателя и отработанных им, совпадает. Величина приведенного момента нагрузки, при котором происходит потеря хотя бы одного импульса, принимается в качестве предельной и определяет механическую характеристику данного типа двигателя при заданном режиме работы.

При проведении испытаний была выявлена необходимость более точного определения максимального движущего момента шаговых двигателей при малых угловых скоростях ротора шагового двигателя. При этом для задания определенной нагрузки на валу шагового двигателя использовались наборы маховых масс с известными моментами инерции. Маховыми массами служили стальные диски одного диаметра и разной толщины, момент инерции которых рассчитывался по формуле:

$$J = (\pi \cdot (D^4 - d^4) \cdot \rho / 32) \cdot H,$$

где H - толщина диска;

D , d - наружный и внутренний диаметры диска;

ρ - удельная плотность материала дисков.

Наборы дисков с известными моментами инерции устанавливались непосредственно на вал шагового двигателя, являющегося звеном приведения при определении момента нагрузки, в результате чего были исключены погрешности измерения и расчета.

Численные значения максимального движущего момента на валу шагового двигателя определялись из следующего соотношения:

$$M = J \cdot \varepsilon,$$

где J - момент инерции ротора шагового двигателя и соответствующего набора дисков;

ε - угловая скорость ротора шагового двигателя.

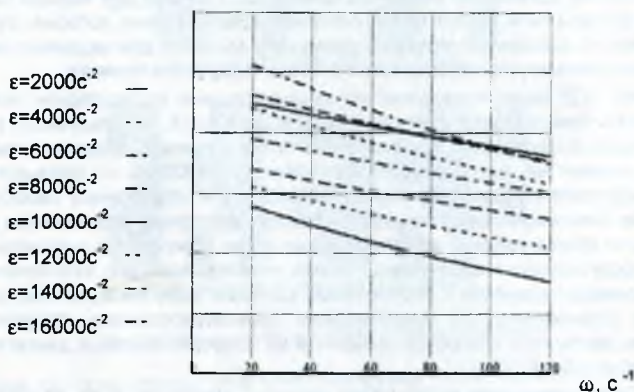


Рис. 1. Динамические механические характеристики шагового двигателя ДШР-60

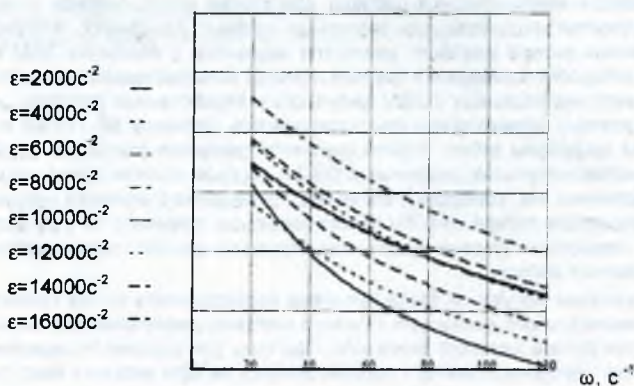


Рис. 2. Динамические механические характеристики шагового двигателя ДШИ-200-3

На рис. 1,2 приведены полученные экспериментальные динамические механические характеристики шаговых двигателей ДШР-60 и ДШИ 200-3.

Для определения аналитических выражений зависимости максимального движущего момента от угловой скорости ротора шагового двигателя была проведена аппроксимация полученных зависимостей с помощью математического пакета статистической обработки «Statgraph». Установлено, что с наибольшей достоверностью полученные зависимости описываются дробно-рациональной функцией вида:

$$M_d = 1 / (a + b \cdot \omega)$$

Соответствующие коэффициенты принятой модели для различных угловых ускорений приведены в табл. 1,2

Таблица 1. Коэффициенты аппроксимации рабочих характеристик шагового двигателя ДШР-60

ε Коеф	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000	16000
a	1.9478	1.8674	1.7940	1.6392	1.4961	1.4879	1.4509	1.3219
$b \cdot 10^{-3}$	7.4	4.8	3.3	3.0	2.4	3.8	3.0	4.2

Таблица 2. Коэффициенты аппроксимации рабочих характеристик шагового двигателя ДШИ 200-3

ε Коеф	2000	4000	6000	8000	10000	12000	14000	16000
a	1.3764	1.6737	1.4994	1.5838	1.5793	1.4413	1.4530	1.3228
$b \cdot 10^{-3}$	28.9	20.0	17.7	12.5	12.4	14.0	12.5	10.1

Литература:

1. Дусматов Х.С. Разработка и исследование механизмов вышивального полуавтомата с микропроцессорным управлением: Дисс. канд. техн. наук: 05.02.13 / Науч. рук. д.т.н., проф. Сункуев Б.С., ВГТУ. - Витебск, 1995 - 303с.
2. Дусматов Х.С., Сункуев Б.С., Радченко Э.В. Экспериментальное исследование механических характеристик шагового электродвигателя // Сб. науч. трудов ВГТУ ч1 / ВГТУ - Витебск, 1995, с 127-129.