

УДК 621.3

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ КОМПЛЕКСЕ СБОРКИ ДЕТАЛЕЙ В КАССЕТАХ

Игорь Валерьевич Федоров

*Магистр 2 года,**кафедра «Приборные системы и автоматизация технологических процессов»
Севастопольский государственный университет**Научный руководитель: В.Я. Копп,**доктор технических наук, профессор кафедры «Приборные системы и автоматизация технологических процессов»*

При автоматизации сборки малогабаритных деталей в кассетах используются трехкоординатные электромеханические системы, обеспечивающие большое количество точек позиционирования. В рамках выпускной квалификационной работы магистра разрабатывается автоматизированный комплекс сборки узлов «Дроссель с глушителем», которые является малогабаритным, а детали, входящие в его состав плохо поддаются бункеризации. В работе используются электромеханические модули DGE-ZR, в которых вращательное движение вала электродвигателя преобразуется в поступательное с помощью зубчатых шкивов и ремня, а датчик перемещения (энкодер) устанавливается на валу двигателя. Общий вид комплекса показан на рисунке 1.

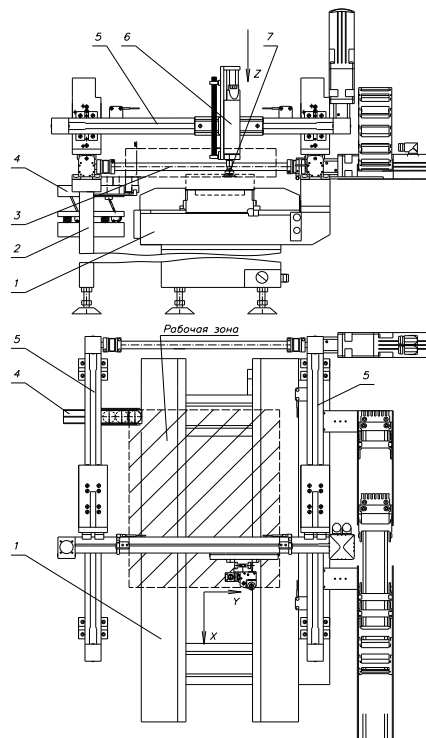


Рис. 1. Общий вид автоматизированного комплекса сборки

Автоматизированный комплекс состоит из: устройства 1 транспортирования кассет; рамы 2, на которой закреплен трехкоординатный порталный привод 3; вибрототка 4 для подачи глушителей в зону захвата в ориентированном положении. Трехкоординатный привод состоит из двух линейных электроприводов 5 по координатам X и Y типа DGE-25-ZR-RF с длиной хода 500 и 420 мм соответственно и

привода 6 координаты Z типа HMPL-12 с длиной хода 80 мм, на штоке которого установлен захват 7 для захвата корпусов.

Для управления автоматизированным технологическим комплексом используется компактный контроллер фирмы Schneider Electric TWIDO LCDA 24 DRF, а для управления электроприводами — сервоконтроллеры FESTO SEC-AC-305-CO-PO1. Такие контроллеры имеют возможность параметрирования при помощи ПК через последовательный порт, поддерживающий протокол RS-232. Для управления от PLC-контроллера имеется возможность установки модуля связи CAN. Управление осуществляется по протоколу CANopen.

Автоматизированный комплекс работает следующим образом. Глушители подаются в ориентированном состоянии по вибрлотку на позицию захвата, откуда переносятся трехкоординатным приводом и устанавливаются на корпуса, расположенные в кассете, затем цикл сборки повторяется. Для повышения производительности сборочных операций необходимо уменьшать время транспортирования, что возможно за счет оптимального управления электроприводами, обеспечивающего максимальное быстроедействие при ограничении на колебания в конце хода, так как трехкоординатная система приводов имеет конечную жесткость. В данном автоматизированном комплексе наименьшую жесткость имеют привод вертикального перемещения.

Целью исследования является изучение возможности реализации оптимальных законов перемещения упругого исполнительного элемента из начальной позиции в конечную за заданное время из состояния покоя в состояние абсолютного покоя, а также получение законов оптимального изменения управляющего воздействия при использовании асинхронного электродвигателя.

В [1] показано, что существует оптимальный закон, который для перемещения, скорости и ускорения упругих объектов, записывается так:

$$s_e = \frac{L}{2\pi} (p_1 t - \sin p_1 t), \quad v_e = \frac{L p_1}{2\pi} (1 - \cos p_1 t), \quad a_e = \frac{L p_1^2}{2\pi} \sin p_1 t \quad (1)$$

где L — максимальное перемещение упругого объекта (в его переносном движении); $p_1 = \frac{2\pi}{T}$, T — общее время переносного движения.

Дифференциальное уравнение асинхронного двигателя с учетом сопротивления вращению имеет вид

$$J \frac{d\omega}{dt} = M - M_c - k_1 \omega,$$

где M , M_c — активный момент двигателя и постоянный момент сопротивления, приведенные к валу двигателя; ω — частота вращения ротора двигателя; J — момент инерции всех элементов системы, приведенный к валу двигателя. Активный момент вычисляется следующим образом:

$$M = \frac{2M_k}{\frac{s_k}{s} + \frac{s}{s_k}},$$

где M_k и S_k — критические значения момента и скольжения; $s = \frac{(\omega_0 - \omega)}{\omega_0}$ —

скольжение, в котором $\omega_0 = \frac{2\pi f}{p}$ — синхронная частота; p — число пар полюсов двигателя; f — частота напряжений статорных обмоток (управляемая величина).

$$J = J_{\partial} + J_1 + J_2 + \frac{mv^2}{2\omega^2},$$

где J_{∂} — момент инерции вращающихся частей двигателя; J_1, J_2 — моменты инерции редуктора и тормоза; i — передаточное число планетарного редуктора. Линейная скорость каретки $v = \frac{\omega \cdot Def}{i \cdot 2}$, где Def — эффективный диаметр приводного шкива ременной передачи. Постоянный момент сопротивления, приведенный к валу электродвигателя

$$M_c = \frac{(F_{cm} + F_{mp})v}{\eta \cdot \omega},$$

где $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2$ — коэффициент полезного действия передач системы; F_{cm} — сила сопротивления, приложенная к каретке; $F_{mp} = f_{mp} \cdot mg$ — сила трения; f_{mp} — коэффициент трения скольжения в роликовой направляющей. При решении относительно ω_0 получается два корня, один из которых соответствует физическому смыслу задачи.

Численное решение выполнено в системе Maple для следующих исходных данных: $D_{ef} = 0,02865 \text{ м}$; $i = 4$; $\eta_1 = 0,98$; $\eta_2 = 0,8$; $m = 3,5 \text{ кг}$; $f_{mp} = 0,05$; $M_{\kappa} = 2,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$;

$L = 0,3 \text{ м}$; $J_{\partial g} = 0,00004 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $J_{ред} = 0,00002 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $J_{тор} = 0,00001 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $k_1 = 0,001$;
 $s_{кр} = 0,18$; $\varphi_0 = \pi/2$; $T_0 = 0,5 \text{ с}$; $p_1 = 2\pi/T_0 \text{ с}^{-1}$.

В результате моделирования получен необходимый закон изменения синхронной угловой скорости ω_0 от времени, который изображен на рисунке 7.4.

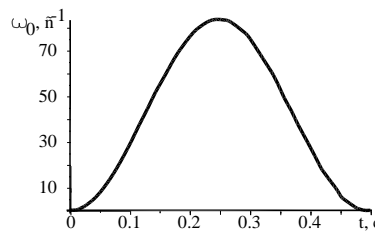


Рис. 2. График оптимального закона изменения синхронной угловой скорости

Выводы. Доказана возможность реализации оптимальных законов перемещения упругого исполнительного элемента за заданное время из состояния покоя в состояние покоя с применением асинхронного электродвигателя; получены оптимальные законы изменения управляющего напряжения для приводов автоматизированной установки сборки; с помощью предложенной модели возможно получение оптимальных законов управления для различных упругих электромеханических систем.

Литература

1. Бохонский А.И. Оптимальное управление переносным движением деформируемых объектов: теория и технические приложения/ А.И. Бохонский, Н.И. Варминская, М.И. Мозолевский; Под. общ. ред. А.И. Бохонского.— Севастополь, Изд-во СевНТУ, 2007.—296 с.