

УДК 681.5

МИНИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ПРИВодОВ РОБОТОВ ПРИ СИНТЕЗЕ МЕТОДОМ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛЮСОВ

Прокопеня О.Н., Власовец А.А., Олех А.Г.
Брестский государственный технический университет
Брест, Республика Беларусь

В робототехнике широко применяются приводы на основе двигателей постоянного тока [1]. Основным требованием к таким приводам является монотонный характер движения (отсутствие перерегулирования). Метод размещения полюсов позволяет удовлетворить практически любые требования к приводу, но приводит к усложнению его структуры [2]. Привод получается многоконтурным с обратными связями по всем переменным состояния. Применительно к рассматриваемым приводам получаем трехконтурную систему с обратными связями по перемещению, скорости и току двигателя.

В результате анализа уравнений, описывающих движение привода, получены условия, при которых привод может быть построен без обратной связи по одной из переменных (скорости или тока двигателя). В частности, значение коэффициента обратной связи по скорости k_2 получается равным нулю при назначении кратных полюсов

$$p^* = \sqrt{\frac{c_e c_M}{3J_{\text{пр}} L_{\text{я}}}} \quad (1)$$

где c_e и c_M – постоянные двигателя;

$J_{\text{пр}}$ – приведенный к валу двигателя момент инерции привода;

$L_{\text{я}}$ – индуктивность обмотки якоря.

При этом коэффициенты обратной связи по перемещению и току

$$k_1 = \frac{c_e}{3k_{\text{в}} k_{\text{р}}} \sqrt{\frac{c_e c_M}{3J_{\text{пр}} L_{\text{я}}}} \quad (2)$$

$$k_3 = -\frac{1}{k_{\text{в}}} \left(\sqrt{\frac{3c_e c_M L_{\text{я}}}{J_{\text{пр}}}} - R_{\text{я}} \right) \quad (3)$$

где $R_{\text{я}}$ – сопротивление цепи якоря;

$k_{\text{р}}$ и $k_{\text{в}}$ – коэффициенты передачи редуктора и силового преобразователя.

В свою очередь, при назначении кратных полюсов

$$p^* = -\frac{R_{\text{я}}}{3L_{\text{я}}} \quad (4)$$

получается равным нулю коэффициент обратной связи k_2 по току двигателя. В этом случае коэффициенты обратной связи по перемещению и скорости

$$k_1 = \frac{J_{\text{пр}} R_{\text{я}}^3}{27L_{\text{я}}^2 c_M k_{\text{в}} k_{\text{р}}} \quad (5)$$

$$k_2 = \frac{J_{\text{пр}} R_{\text{я}}^2}{3L_{\text{я}} c_M k_{\text{в}}} - \frac{c_e}{k_{\text{в}}}. \quad (6)$$

Нулевые значения коэффициентов означают отсутствие обратных связей по соответствующим переменным. В ремя переходного процесса при этом может быть оценено по формуле

$$t_p = 7,5 / p^*. \quad (7)$$

Заданное качество регулирования должно сохраняться при изменении приведенного момента инерции привода в достаточно широких пределах. Анализ влияния данного параметра был выполнен методами математического моделирования в среде программирования MATLAB. В результате было установлено, что данное условие выполняется при отсутствии обратной связи как по скорости, так и по току, что подтверждает возможность практической реализации данного подхода. Соответствующие кривые переходного процесса приведены на рисунке 1.

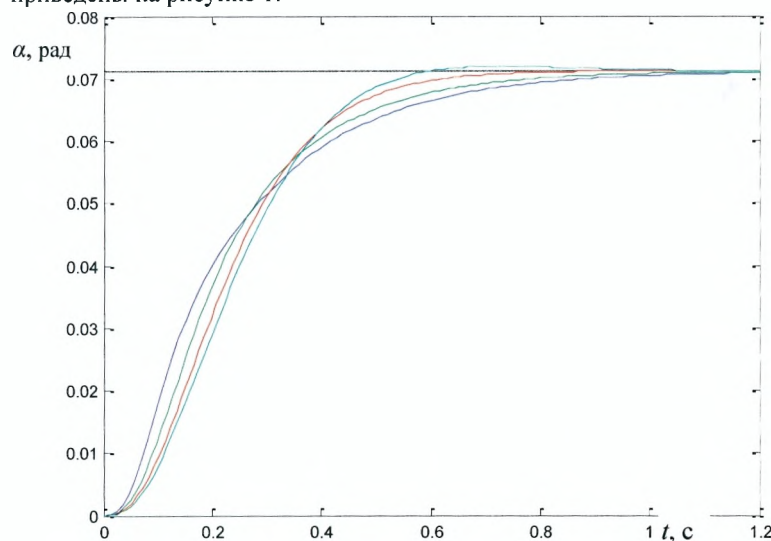


Рис.1. Переходные характеристики по угловому перемещению привода при изменении $J_{\text{пр}}$ в пределах $(0,4 \dots 1,2) J_{\text{расч}}$ ($J_{\text{расч}}$ – значение приведенного момента инерции, при котором рассчитывались коэффициенты в цепях обратной связи).

1. Шахинпур, М. Курс робототехники: Пер. с англ. / М. Шахинпур. – М.: Мир, 1990. – 527 с.
2. Филипс, Ч. Системы управления с обратной связью: Пер. с англ. / Ч. Филипс, Р. Харбор – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 616 с.