

И. М. Петrochenко, А. А. Пугачев

(г. Брянск, Брянский государственный технический университет)

СИНТЕЗ КОНТУРА ПОЛОЖЕНИЯ СЛЕДЯЩЕГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

SYNTHESIS OF THE DC TRACKING ELECTRIC DRIVE POSITION LOOP

Представлены результаты моделирования трехконтурного следящего электропривода постоянного тока. Дана сравнительная характеристика использования пропорционального и параболического регуляторов положения, датчика интенсивности.

The results of DC tracking electric drive position loop simulation are presented. The comparative assessment of using of proportional gain and parabolic controller of angle (position), reference ramp.

Ключевые слова: электропривод, система управления, двигатель постоянного тока, контур положения, параболический регулятор.

Keywords: electric drive, control system, DC motor, position loop, parabolic controller.

Синтез системы регулирования положения электропривода достаточно подробно освещен как в учебной литературе [1, 2], так и в научных публикациях [3]. Традиционно для достижения желаемых показателей качества применяют трехконтурные системы для электроприводов с линейными механическими характеристиками. Тем не менее, при рассмотрении позиционных или следящих электроприводов имеются различные рекомендации по выбору регулирующих устройств, обеспечивающих заданную динамику и установившуюся ошибку по положению.

В данной работе приведены результаты моделирования для двигателя постоянного тока с параметрами: номинальное напряжение якоря $U = 220$ В, номинальная мощность $P_2 = 1,1$ кВт, коэффициент полезного действия $\eta = 0,78$, коэффициент мощности $\cos\varphi = 0,8$, активное сопротивление обмотки якоря $R_1 = 11$ Ом, индуктивность обмотки якоря $L_1 = 0,014$ Гн, постоянная электродвигателя $C = 0,7$.

Электропривод содержит трехконтурную систему подчиненного управления с ограничением сигнала задания на каждый контур согласно каталожным данным на двигатель. Параметры контура тока: коэффициент обратной связи по току $K_{OT} = 3,74$, регулятор тока $K_{PT} = 1.73 + \frac{1}{0.58p}$. Параметры контура скорости: коэффициент обратной связи по скорости $K_{OC} = 0,053$, регулятор скорости $K_{PC} = 43,8$. Параметры контура положения:

коэффициент обратной связи по положению $K_{оп} = 0,0106$. Здесь принято обозначение p -оператор Лапласа.

Первый эксперимент проводился при использовании пропорционального регулятора положения с коэффициентом усиления $K_{рп} = 61,4$. Результаты моделирования показаны на рис. 1.

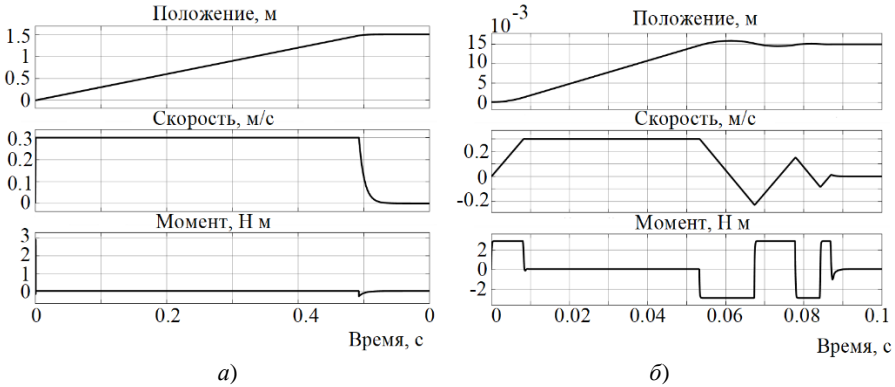


Рис. 1. Результаты моделирования с пропорциональным регулятором положения (а – большое изменение задания, б – малое изменение задания)

Из рис. 1 очевидно, что электропривод с пропорциональным регулятором положения хорошо отрабатывает большое изменение задания, в то время как при малом изменении происходят колебания, обусловленные превышением задания на скорость и ток своих максимальных значений. Установившаяся ошибка при этом удовлетворительная в обоих случаях.

Следующий эксперимент проводился при использовании пропорционального регулятора и датчика интенсивности положения. Структурная схема датчика интенсивности показана на рис. 2, результаты моделирования показаны на рис. 3.

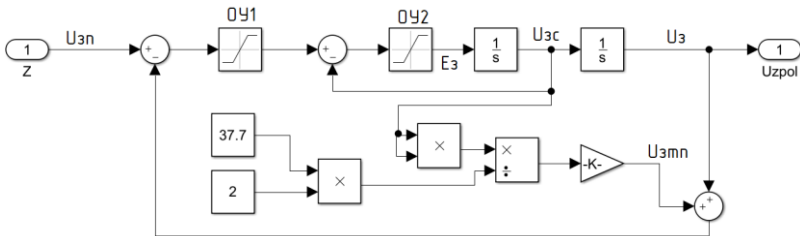


Рис. 2. Датчик интенсивности

Из рис. 3 очевидно, что электропривод по-прежнему удовлетворительно отрабатывает большое задание на положение. Обработка малого задания происходит с меньшей колебательностью, но, тем не менее, по-прежнему

имеется перерегулирование, которое может быть недопустимым в ряде промышленных установок или технологических комплексов. Отметим, что с уменьшением величины задания, величина перерегулирования увеличивается.

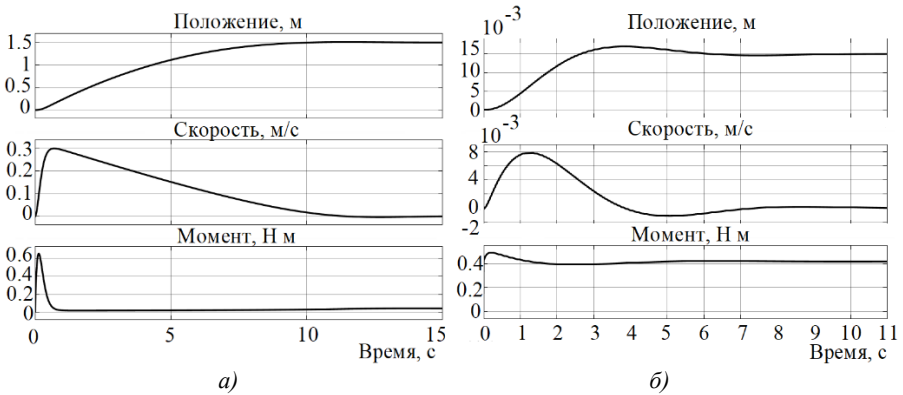


Рис. 3. Результаты моделирования с пропорциональным регулятором и задатчиком интенсивности положения (а – большое изменение задания, б – малое изменение задания)

Третий эксперимент проводился с параболическим регулятором положения. Структурная схема параболического регулятора показана на рис. 4, результаты моделирования показаны на рис. 5.

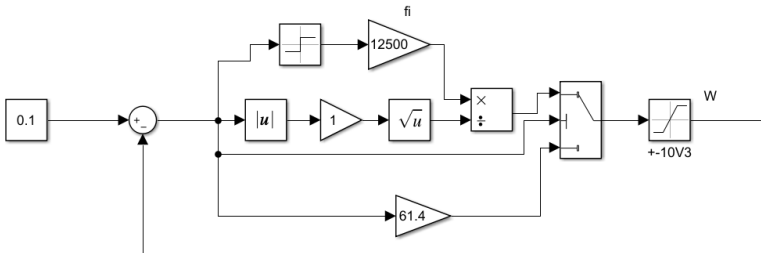


Рис. 4. Структурная схема параболического регулятора положения

Из рис. 5 видно, что регулирование положения с использованием параболического регулятора позволяет достичь максимального быстродействия без перерегулирования при задании как малого, так и большого перемещения.

Таким образом, в результате ряда экспериментов установлено, что, по отношению к показателям качества, в установившихся режимах работы все рассмотренные варианты реализации контура положения подчиненной системы управления обеспечивают удовлетворительную ошибку. Наилучшие показатели качества в переходных режимах соответствуют электроприводу с

параболическим регулятором положения. Электропривод с задатчиком интенсивности обладает лучшими характеристиками по сравнению с электроприводом с пропорциональным регулятором положения, но уступает в качестве управления при малом задании электроприводу с параболическим регулятором.

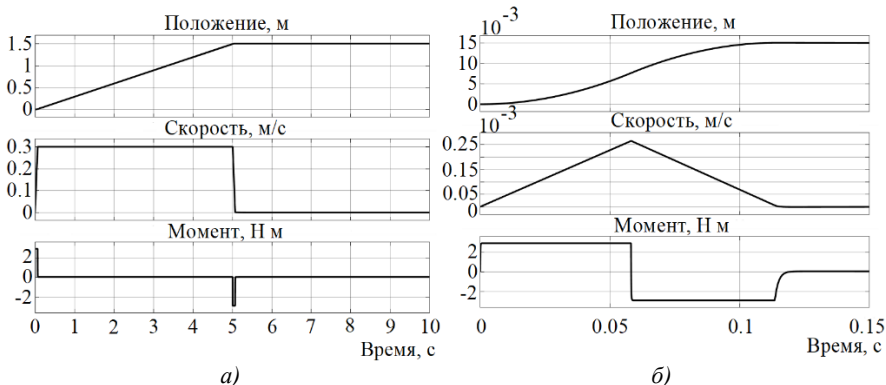


Рис. 5. Результаты моделирования с параболическим регулятором положения (а – большое изменение задания, б – малое изменение задания)

Исследование электропривода с учетом нелинейностей полупроводниковых преобразователей в цепи обмотки якоря (тиристорный преобразователь или широтно-импульсный преобразователь) не вносит изменений в полученные результаты ни качественно, ни количественно. Это можно объяснить тем, что благодаря существенной инерционности механической части колебания тока якоря и момента успешно демпфируются.

Список литературы

1. Терехов, В. М. Т35 Системы управления электроприводов : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. М. Терехов, О. И. Осипов; под ред. В. М. Терехова. - 2-е Изд., стер. - М. : Издательский центр «Академия», 2006. - 304 с.
2. Ключев, В. И. К 52 Теория электропривода: Учеб. для вузов.- 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 2001 . - 704 с.
3. Космодамианский, А.С. Дифференциальные уравнения асинхронного электропривода с поворотным статором / А.С. Космодамианский, В.И. Воробьев, А.А. Пугачев // НТТ – наука и техника транспорта, № 3 – 2008. – С. 50 – 55

Материал поступил в редколлегию 19.10.20.