

УДК 621.313.292

О.А. Киселёва, Д.П. Киселёв
**МОДЕЛИРОВАНИЕ НАБЛЮДАТЕЛЯ СОСТОЯНИЯ В
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ НА БАЗЕ
БЕСКОНТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА**
Воронежский государственный технический университет

В работе проводятся исследования процессов восстановления скорости и угла по математической модели электромеханической системы с бесконтактным двигателем постоянного тока на базе математической модели.

Ключевые слова: наблюдатель состояния, электромеханическая система, бесконтактный двигатель постоянного тока.

Выбор метода управления в электромеханической системе с бесконтактным двигателем постоянного тока (БДПТ) зависит от наличия датчика положения ротора (ДПР) [1,2]. Системы управления без ДПР сложнее, в них используются наблюдатели состояния [3,4,5]. Исследование наблюдателя состояний проведем для различных комбинаций восстановления скорости и угла [6]. Восстановление угла магнитного потока ротора возможно осуществить по интегралу от скорости, а восстановление скорости по идеальному или реальному дифференциатору. Сравним наблюдатель с восстановлением скорости вращения ротора по формуле (1) и угла магнитного потока ротора по формуле (2) с наблюдателем с восстановлением скорости вращения ротора по реальному дифференциатору, а угла магнитного потока ротора по расширенной формуле. Наблюдатель с восстановлением частоты вращения ротора и угла магнитного потока ротора описывается выражениями (1) и (2).

$$\hat{\omega} = \frac{\sqrt{\hat{e}_\alpha^2 + \hat{e}_\beta^2}}{\lambda}, \quad (1)$$

где \hat{e}_α — наводимая ЭДС в проекции α ;

\hat{e}_β — наводимая ЭДС в проекции β ;

λ — амплитуда потокосцепления, индуцированного постоянными магнитами ротора в фазах статора.

$$\theta = -\tan^{-1} \left(\frac{e_\alpha}{e_\beta} \right), \quad (2)$$

где θ — восстановленный угол;

\hat{e}_α — наводимая ЭДС в проекции α ;

\hat{e}_β — наводимая ЭДС в проекции β .

Наблюдатель с восстановлением скорости вращения ротора по реальному дифференциатору и угла магнитного потока ротора по расширенной формуле описывается выражениями (3) и (4).

$$\hat{\omega} = \frac{\theta}{t_{filter}} - \left(\frac{\theta}{t_{filter}} \right)_{exp}, \quad (3)$$

где $\hat{\omega}$ — восстановленная угловая скорость;
 θ — восстановленный угол;
 t_{filter} — время экспоненциального фильтра.

$$\theta = -\tan^{-1} \left(\frac{e_{\alpha}}{e_{\beta}} \right) + \left(\frac{e_{\beta}}{|e_{\beta}|} - 1 \right) \cdot \frac{\pi}{2}, \quad (4)$$

где θ — восстановленный угол;
 \hat{e}_{α} — наводимая ЭДС в проекции α ;
 \hat{e}_{β} — наводимая ЭДС в проекции β .

Результаты моделирования при замыкании системы управления БДПТ с различными наблюдателями состояний приведены на рис.1.

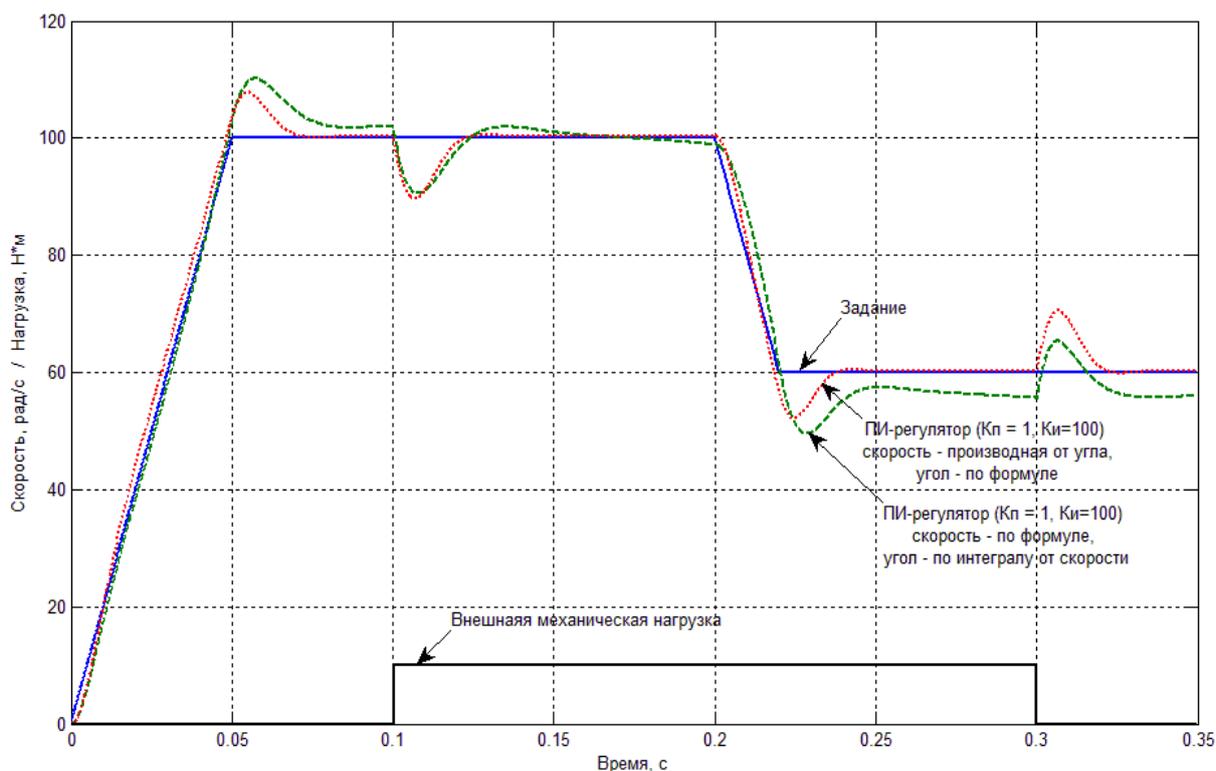


Рис.1 – Переходные процессы

Достоинства наблюдателя с восстановлением скорости вращения ротора по формуле и угла магнитного потока ротора по интегралу от

скорости заключаются в том, что не нужен детектор полного оборота и дифференциатор, а из-за отсутствия дифференциатора форма скорости не искажается и отсутствует запаздывание.

К недостаткам следует отнести наличие интегральной ошибки в определении угла поворота ротора. Это связано с тем, что коэффициент в формуле в действительности является нелинейным. Иногда возникают проблемы с моделированием реверса, т.к. формирует только положительные значения скорости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчинников И.Е., Лебедев Н.И. Бесконтактные двигатели постоянного тока. – Л.: Наука, 1979.- 270с.
2. Овчинников И.Е. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность): Курс лекций.- СПб.: КОРОНА-Век, 2006.- 336с.
3. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления: Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и допол. Т.2: Статическая динамика и идентификация систем автоматического управления/ Под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Ягупова. – М., Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.- 640 с.
4. Киселёва О.А. Постановка задачи оптимального управления логико-динамической системы с бесконтактным двигателем постоянного тока/ О.А. Киселева, В.Е. Букатова, Т.В. Попова // Электротехнические комплексы и системы управления.- 2008.- №3(11).- с. 41-42.
5. Киселева О.А. Синтез детерминированной дискретной логико-динамической системы с бесконтактным двигателем постоянного тока/ О.А. Киселёва, В.Е. Букатова, Т.В. Попова// Электромеханические комплексы и системы управления.- 2009.- №4(16).- с.11-14.
6. Винокуров С.А. Синтез регуляторов для электромеханических систем с бесконтактным двигателем постоянного тока по импульсной переходной характеристике/ С.А. Винокуров, О.А. Киселева, В.Е. Букатова // Электротехнические комплексы и системы управления.- 2007.- №2(8).- с. 77- 80.

O.A. Kiseleva, D.P. Kiselev

**MODELLING OBSERVER STATUS IN THE ELECTROMECHANICAL
SYSTEM BASED ON A BRUSHLESS DIRECT CURRENT MOTOR**

Voronezh State Technical University

In this paper we study the processes of speed recovery and angle on a mathematical model of an electromechanical system with contactless direct current motor using as a base the mathematical model.

Keywords: state observer, electromechanical system, contactless direct current motor.