

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОГО РЕГУЛЯТОРА ЧАСТОТЫ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТИ АУТОНОМНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Колесниченко С.П., ст.преп.; Бондарь А.А., магистрант

Кафедра автоматизации электромеханических систем и электропривода

Введение. Системы электроснабжения переменным током потребителей наземных транспортных средств (ТС), при условии их движения, обычно используют отдельный двигатель внутреннего сгорания в качестве первичного источника энергии. Использование для этих целей части мощности тягового двигателя ТС позволяет существенно повысить технико-экономические показатели системы электропитания [1]. В связи с тем, что скорость вращения вала первичного двигателя – величина переменная, возникает задача стабилизировать скорость вращения вторичного вала электрогидравлического привода постоянной скорости (ППС), приводящего синхронный генератор (СГ) электроустановки, и при этом обеспечить оптимальное качество переходных процессов.

Цель исследования. Объектом исследования является электрогидравлический ППС системы стабилизации частоты СГ автономной электроустановки транспортного средства с отбором мощности от тягового двигателя, линеаризованный обратной связью по состоянию [2]. Задачей синтеза является поиск оптимальных значений коэффициентов обратных связей регулятора скорости электрогидравлического ППС.

Материалы исследования. Нелинейные уравнения динамики электрогидравлического ППС в результате линеаризации методом обратной связи по состоянию в преобразованном координатном пространстве записываются в виде системы линейных дифференциальных уравнений в форме Бруновского:

$$\dot{y}_i = y_{i+1} \quad \dot{y}_n = v \quad i=1,2,n-1, \quad n=4. \quad (1)$$

Динамика системы (1) определяется управлением v , которое представляет собой линейный регулятор состояния $v = \sum_{i=1}^4 k_i y_i$. В результате система автономной ЭУ в канонической форме фазовой переменной примет следующий вид:

$$\begin{aligned} \dot{y}_1 &= y_2 \\ \dot{y}_2 &= y_3 \\ \dot{y}_3 &= y_4 \\ \dot{y}_4 &= b(u - k_1 y_1 - k_2 y_2 - k_3 y_3 - k_4 y_4) \end{aligned} \quad (2)$$

С целью оптимизации системы (2) примем квадратичный функционал качества вида: $\min J = \int_0^t (\alpha_1 x_1^2 + \alpha_2 x_2^2 + \alpha_3 x_3^2 + \alpha_4 x_4^2 + c u^2) dt$. Для получения

оптимального качества переходных процессов по $y(t)$ необходимо найти оптимальные значения коэффициентов вектора обратной связи по состоянию:

$$k = [k_1 \ k_2 \ k_3 \ k_4]^T.$$

Поиск оптимального вектора k регулятора скорости электрогидравлического ППС производился в среде моделирования MatLab с использованием функции $[k \ p \ e] = \text{lqr}(A, B, Q, R)$, где матрицы коэффициентов, управления, весовых констант, критерия качества по управлению для (2) принимают вид:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 10 \end{bmatrix}, \quad Q = \begin{bmatrix} 400 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad R = \left(\frac{1}{1^2} \right) = 1; \quad (3)$$

В результате получен вектор оптимальных коэффициентов: $k = [20 \ 13.89 \ 4.82 \ 0.98]^T$.

Переходный процесс с использованием полученных оптимальных коэффициентов регулятора представлен на рисунке 1.

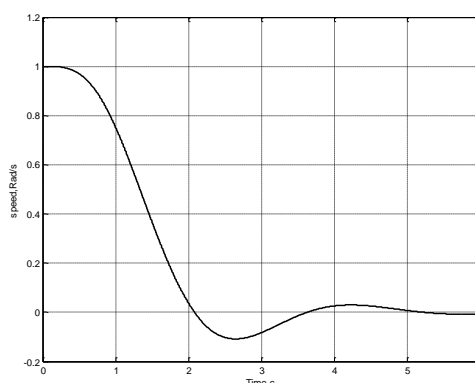


Рисунок 1- График оптимального переходного процесса

Выводы. Для линеаризованного обратной связью электрогидравлического ППС синтезирован оптимальный линейный регулятор состояния, обеспечивающий оптимальное качество переходных процессов скорости выходного вала.

Перечень ссылок

1. Колесниченко С.П. Система автоматического управления автономной электроэнергетической установкой при переменной скорости вращения первичного двигателя. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Киев, 1989.-16 с.
2. Колесниченко С.П., Бондарь А.А. Стабилизация частоты автономной электроэнергетической установки методом линеаризации обратной связью. Доповіді за матеріалами Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Сучасні проблеми електроенергетехніки та автоматики.-Київ: «Політехніка», 2010-600с. (стр.386-388).
3. Ким Д. П. Теория автоматического управления Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. М.: Физматлит, 2004.- 464с