УДК 62.50

ДИНАМИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР С НАБЛЮДАТЕЛЕМ СОСТОЯНИЯ ПОЛНОГО ПОРЯДКА ДЛЯ «ИСПАРИТЕЛЯ-ПЕРЕГРЕВАТЕЛЯ» ПАРОВОГО КОТЛА

Ткачёва Ю.В., студентка, Рафиков Г. Ш., доцент, к.т.н.
(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Современные паровые котлы, ТЭС и ТЕЦ являются многомерными и многосвязными объектами. Входы и выходы многомерных объектов влияют друг на друга, что приводит к взаимозависимости цепей прямой передачи сигналов от входа к выходу. Наиболее рациональным является управление паровым котлом с помощью оптимального регулятора. Но в этом случае возникает проблема определения переменных состояния. Для большого сложного объекта их количество может достигать нескольких десятков, на практике их невозможно или очень сложно измерить, так как процедура измерения указанных переменных требует значительных финансовых затрат, что делает экономически невыгодным применение такой системы. В данной ситуации для управления паровым котлом необходимо применить динамический регулятор, который уже содержит наблюдатель состояния полного порядка и регулятор.

Уравнение состояния и выхода в дискретной форме для парового котла записываются следующим образом [1]:

$$\bar{x}(k+1) = \Phi\,\bar{x}(k) + H\,\bar{u}(k); \qquad \bar{y}(k) = C\,\bar{x}(k). \tag{1}$$

Для «испарителя-перегревателя» парового котла при помощи решения уравнения Риккати можно записать следующие уравнения для нахождения матрицы коэффициентов наблюдателя состояния полного порядка [1]:

$$K_E = \left[R + CPC^T\right]^{-1} CP\Phi^T; \tag{2}$$

Матрицу P определяем итерационным методом по формуле

$$P_{k+1} = Q + \Phi P_k \Phi^T - K_E \left[R + CP_k C^T\right] K_E^T$$

С учетом некоторых преобразований уравнение Риккати для нахождения матрицы коэффициентов обратной связи динамической системы «испаритель-перегреватель» будет выглядеть так [1]:

$$K = \left[R + H^T P H\right]^{-1} H^T P \Phi^T; \qquad (3)$$
$$P_{k+1} = Q + \Phi P_k \Phi^T - K^T \left[R + H^T P_k H\right] K.$$

Учитывая матрицы наблюдателя состояния полного порядка (2) и оптимального регулятора (3) можно записать уравнения состояния и выхода системы с динамическим регулятором для независимых друг от друга регулятора и наблюдателя (4) [2]:

$$\begin{bmatrix} \bar{x}(k+1) \\ \tilde{\bar{x}}(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Phi - HK & HK \\ \bar{0} & \Phi - K_E C \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{x}(k) \\ \tilde{\bar{x}}(k) \end{bmatrix}; \qquad (4)$$

$$\bar{y}(k) = \begin{bmatrix} C & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{x}(k) \\ \tilde{\bar{x}}(k) \end{bmatrix}.$$

Данная система промоделирована в пакете прикладных программ MATLAB – 6.0, в номинальном и возмущенном режимах работы. Результаты моделирования показывают хорошую работоспособность полученного динамического регулятора. Исследование данной динамической системы свидетельствует о том, что наименее чувствительным к изменению параметров является испаритель, у него так же наблюдается самое минимальное время, за которое заканчиваются переходные процессы. Наиболее чувствительной к изменению параметров оказывается связь перегреватель-испаритель. Самые неустойчивые процессы у перегревателя, они являются и самыми инерционными. При введении в систему динамического регулятора переходные процессы становятся менее чувствительными к изменению параметров, и система практически на них не реагирует. Таким образом, что введение в систему динамического регулятора значительно улучшает качество работы системы и уменьшает чувствительность к возмущающим воздействиям.

Перечень ссылок

1.Изерман Р. Цифровые системы управления: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 541 с.

2. Katzuchito Ogata “Designing Linear Control System with Matlab”, Prntise-Hall,Inc Engliwood Cliffs №J07632-1994-226p.

3. Стрейц В. Метод пространства состояний в теории дискретных линейных систем управления / пер. с англ. Под ред. Я.З. Цыпкина. – М.: наука, 1985. – 296 с.