

АЛГОРИТМ НАСТРОЙКИ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПЫЛЕПИТАТЕЛЯ ТЭЦ

Доронкин Д.Ю., Буркатовская Ю.Б.

Научный руководитель: Буркатовская Ю.Б., к.ф.-м.н., доцент
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: paranamix2@mail.ru

Введение

В современной промышленности большое внимание уделяется таким аспектам отрасли, как экономия энергоресурсов, безопасность производства и экология. В связи с этим при решении современных задач автоматизации предпочтение отдается передовым, технологичным и высокоинтеллектуальным системам. Данные системы способны не только поддерживать технологический процесс в нормальном состоянии, но и реагировать на экстремальные ситуации, предотвращая тем самым аварии и отклонения регулируемых параметров от нормы.

Автоматизация процесса получения тепловой энергии занимает значительное место среди мероприятий по экономии топлива в системах теплоснабжения. Актуальной задачей является разработка автоматов и систем автоматического управления такого важного технологического объекта, как паровой котел [1].

В данной работе будет рассмотрен один из возможных способов оптимизации процесса подачи угольного топлива в топочную камеру котла – применение нечеткого регулятора (НР) как основного звена системы управления технологическим процессом. Целью данной работы является внедрение нечеткого регулятора в систему автоматического управления (САУ) электроприводом пылепитателя и разработка алгоритма его настройки.

Описание моделируемой САУ

Упомянутая ранее динамическая САУ представляет собой многокаскадную систему стабилизации выходного регулируемого параметра, состоящую из преобразователя частоты (ПЧ), асинхронного двигателя (АД), внутреннего контура с обратной связью по скорости, внешнего контура с обратной связью по температуре. Структурная схема системы представлена на рисунке 1.

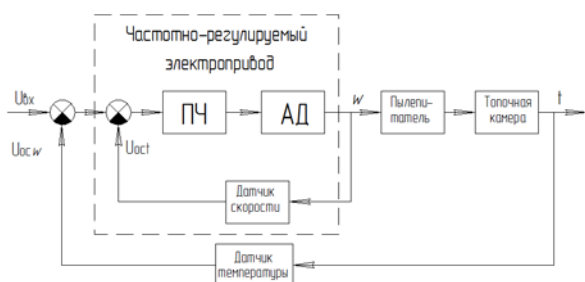


Рис. 1. Структурная схема САУ

Задающим сигналом является входное напряжение на обмотке АД, регулируемым параметром – угловая скорость вращения АД.

Математическое описание моделируемой САУ
Для проведения этапа моделирования необходимо математически описать моделируемую систему. Данный этап можно разбить на следующие подзадачи [2]:

- определение передаточных функций отдельных элементов и замкнутой системы;
- расчет коэффициентов и постоянных времени для передаточных функций;
- синтез функциональной схемы САУ.

При моделировании системы не будем учитывать внешний контур. Таким образом, мы сможем перейти от многокаскадной системы к системе с одним контуром регулирования, что упростит моделирование на начальном этапе.

Исход из математического описания ПЧ, его передаточная функция:

$$W_{ПЧ}(p) = \frac{\omega_0}{U_y} = k_n$$

где ω_0 – синхронная угловая скорость двигателя;

k_n – коэффициент передачи ПЧ;

U_y – напряжение управления;

Передаточная функция асинхронного двигателя состоит из электромагнитной и механической составляющих [3]:

$$W_{АДЭ}(p) = \frac{\beta_e}{1 + T_\beta p} \quad W_{АДМ}(p) = \frac{1}{1 + T_m p}$$

где β_e – модуль жесткости естественной характеристики АД;

T_β – электромагнитная постоянная времени;

T_m – электромеханическая постоянная времени;

Передаточная функция преобразователя скорости в обратной ветви имеет вид безынерционного звена:

$$W_{ОСВ}(p) = k_{осв}$$

Передаточная функция прямой ветви системы имеет вид:

$$W_{ПВ} = W_{ПЧ} * W_{АДЭ}$$

Передаточная функция замкнутой по контуру скорости системы имеет вид:

$$W = \frac{W_{ПВ}}{1 + W_{ПВ} * W_{ОСВ}} = \frac{W_{ПЧ} * W_{АДЭ}}{1 + W_{ПЧ} * W_{АДЭ} * W_{ОСВ}}$$

Механическую составляющую передаточной функции АД представим как возмущающее воздействие, т.к. необходимо поддерживать постоянное значение выходной величины в независимости от величины нагрузки. На рисунке 2 представлена функциональная схема САУ.

Схема собрана в ППП Matlab.

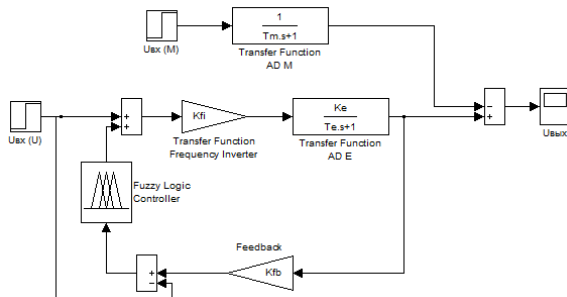


Рис. 2. Схема динамической САУ с нечетким регулятором

Настройка нечеткого регулятора

Выполнить настройки НР в ППП Matlab можно вызвав редактор настроек командой fuzzy в главном окне программы. В редакторе настроек необходимо [4]:

1. Указать лингвистические переменные, в данном случае сигнал рассогласования на входе нечеткого контроллера ϵ и выходное управляющее напряжение U_y .

2. Указать диапазоны определения значений переменных. Диапазон выставляется таким образом, чтобы охватывал все возможные значения для переменной.

3. Определить терм множества для лингвистических переменных. Для ϵ используем множество из трех термов $T_\epsilon = \{\text{отрицательная (NegE)}, \text{«нулевая» (Ne)}, \text{«положительная (PosE)»}\}$, для U_y – множество из трех термов $U_y = \{\text{«положительное (PosU)»}, \text{«нулевое (Nu)»}, \text{«отрицательное (NegU)»}\}$.

4. Выбрать функции принадлежности для термов. Функции принадлежности зададим виде кусочно-линейных функций. Для крайних термов в виде Z и S образных функции принадлежности, а для средних значений в виде треугольной формы.

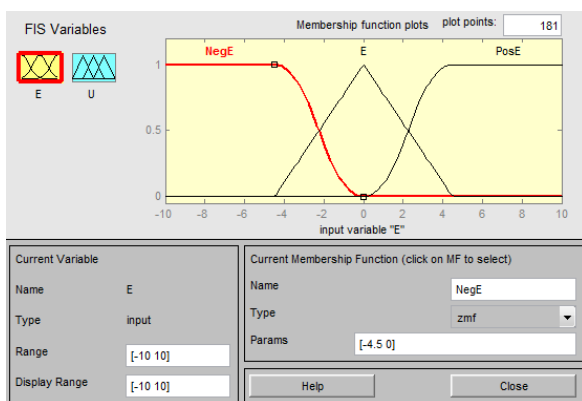


Рис. 3. Окно редактора функций принадлежности

Функции принадлежности располагаются таким образом, чтобы они перекрывали друг друга. Чем больше перекрытие, тем выше степень принадлежности смежных функций принадлежности, и тем большей мерой элементы

универсального множества соответствуют свойствам нечеткого множества.

5. Создать базу правил нечеткого вывода:

ПРАВИЛО 1: ЕСЛИ «отрицательная ошибка» ТО «отрицательное управляющее воздействие»;

ПРАВИЛО 2: ЕСЛИ «нулевая ошибка» ТО «нулевое управляющее воздействие»;

ПРАВИЛО 3: ЕСЛИ «положительная ошибка» ТО «положительное управляющее воздействие».

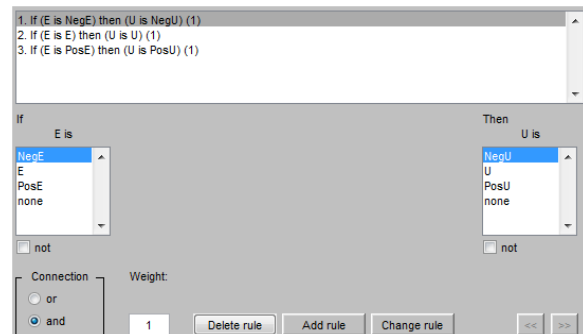


Рис. 4. Вид редактор правил нечеткого вывода

Заключение

Разработанный алгоритм настройки НР позволяет по шагам определить переменные входа и выхода, диапазон значений, функции принадлежности их термов, а также определить базу правил, в соответствии с которой будут реализованы принципы регулирования САУ. Использование нечеткой логики позволяет в независимости от характера возмущающего воздействия и значений параметров звеньев САУ стабилизировать выходное значение в поддерживаемом диапазоне регулирования.

При моделировании многокаскадной САУ сложность законов автоматического регулирования многократно растет. В связи с этим применение нечеткой логики будет рациональным решением, т.к. принципы его настройки позволяют модифицировать управление САУ в независимости от степени сложности ее построения.

Применение НР позволяет отойти от традиционных законов коррекции САУ, таких, как применение корректирующих звеньев и ПИД-регуляторов.

Список использованной литературы

1. Теория автоматического управления в примерах и задачах – А.А. Клавдиев, СПб: СЗТУ, 2005 – 74 с.

2. Руководство по проектированию систем автоматического управления – В.А. Бесекерский, М.: Высш. Школа, 1983 – 296 с.

3. Теория систем автоматического регулирования – В.А. Бесекерский, Е.П. Попов, Изд.: Наука, 1972 – 768 с.

4. MATLAB 7 – И. Ануфриев, СПб: БХВ-Петербург, 2005 – 1104 с.