

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ИНВАРИАНТНЫХ И ТИПОВЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА ЗА КОТЛОМ

Кулаков Г.Т., Кулаков А.Т., Воюш Н.В., Колесников В.М.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Для повышения качества поддержания температуры перегретого пара за котлом ТГМП-114 Лукомльской ГРЭС Белорусским национальным техническим университетом на основе разработанной теории структурно-параметрической оптимизации систем автоматического регулирования [1÷3] были предложены следующие методы параметрической оптимизации и новые структурные схемы инвариантных систем автоматического регулирования (САР) регуляторов впрысков для повышения качества регулирования в широком диапазоне изменения нагрузки:

1. методы параметрической оптимизации типовых САР с дифференциатором;

2. типовая САР с дифференциатором, дополненная устройством компенсации наиболее опасного внутреннего возмущения по температуре перегретого пара до места второго впрыска;

3. инвариантная каскадная САР по отношению к неизмеряемому внешнему возмущению и дополнительным дифференциатором инвариантности наиболее опасного измеряемого внутреннего возмущения.

Предложенные САР сравнивались с типовой САР ЛГРЭС, реализованной на базе САР с дифференциатором со штатными настройками.

При этом дифференциатор типовой САР БНТУ был оптимизирован по методу полной компенсации в частном виде (МПК в ЧВ) по динамике иннерционного участка пароперегревателя, а параметры динамической настройки регулятора рассчитывались по методу частичной компенсации по динамике опережающего участка с учетом коэффициента передачи дифференциатора [2].

В типовых САР ЛГРЭС и БНТУ с дополнительным дифференциатором инвариантности наиболее опасного внутреннего возмущения, параметры динамической настройки которого впервые предложено определять из условия равенства передаточной функции дифференциатора инвариантности обратной передаточной функции регулятора.

Инвариантная каскадная САР БНТУ была реализована на базе структурной схемы типовой каскадной САР с двумя ПИ-регуляторами, у которой корректирующий регулятор был настроен на оптимальную отработку внешнего возмущения по МПК в ЧВ, а стабилизирующий – на

основе передаточной функции оптимального регулятора с использованием передаточной функции опережающего участка.

Затем параллельно инерционному участку пароперегревателя была реализована его модель, выход которой с обратным знаком был подключен ко входу дополнительного элемента сравнения, на второй вход которого был подключен сигнал по температуре пара за котлом, а разница между ними с выхода дополнительного элемента сравнения поступала на вход устройства компенсации эквивалентного внешнего возмущения, реализованного в виде инерционно-дифференцирующего звена второго порядка, инвертируемый выход которого был подключен ко входу стабилизирующего регулятора. В результате была реализована инвариантная каскадная САР по отношению к внешнему возмущению, которой был добавлен дифференциатор инвариантности по отношению наиболее опасному внутреннему возмущению. На основе анализа переходных процессов 27 промышленных экспериментов были получены следующие выводы:

При наборе нагрузки энергоблока с 270 до 300 МВт со скоростью 5 МВт/мин максимальное отклонение температуры пара на выходе из котла ТСАР ЛГРЭС составила $A_1 = \pm 3,05$ °С, а при снижении нагрузки с 300 до 270 МВт – $A_1 = \pm 2,2$ °С при среднем значении $A_1 \text{ ср} = \pm 2,63$ °С.

Использование инвариантной каскадной САР с дифференциатором инвариантности дополнительно измеряемого внутреннего возмущения по температуре пара до места впрыска позволило уменьшить максимальное отклонение температуры пара на выходе котла в 1,42 раза.

На средней нагрузке котла использование типовой САР ЛГРЭС с дифференциатором инвариантности по внутреннему возмущению позволяет уменьшить максимальное отклонение температуры пара на выходе котла в 1,73 раза по сравнению со штатными настройками типовой САР.

Замена типовой САР ЛГРЭС на каскадную САР позволяет улучшить качество регулирования в 1,5 раза.

Таким образом, разработанные варианты модернизации регуляторов второго впрыска целесообразно рекомендовать для внедрения на всех САР температуры перегретого пара за котлом ТГМП-114 дубль-блоков мощностью 300 МВт Лукомльской ГРЭС.

1. Кулаков, Г.Т. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования: Спр. пособие / Г.Т. Кулаков. – Мн.: Выш. шк., 1984. – 192 с.

2. Кулаков, Г.Т. Анализ и синтез систем автоматического регулирования / Г.Т. Кулаков. Минск: УП «Технопринт», 2003. – 135 с.

3. Кузьмицкий, И.Ф. Теория автоматического управления: учебник / И.Ф. Кузьмицкий. – Минск: БГТУ, 2010. – 574 с.