

УДК 621.18-5

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА ЗА КОТЛОМ

Кель А.

Научные руководители – д.т.н., профессор Кулаков Г.Т.,
к.э.н., доцент Кравченко В.В.

Температура перегретого пара за котлом обычно поддерживается типовой САР с дифференциатором [1].

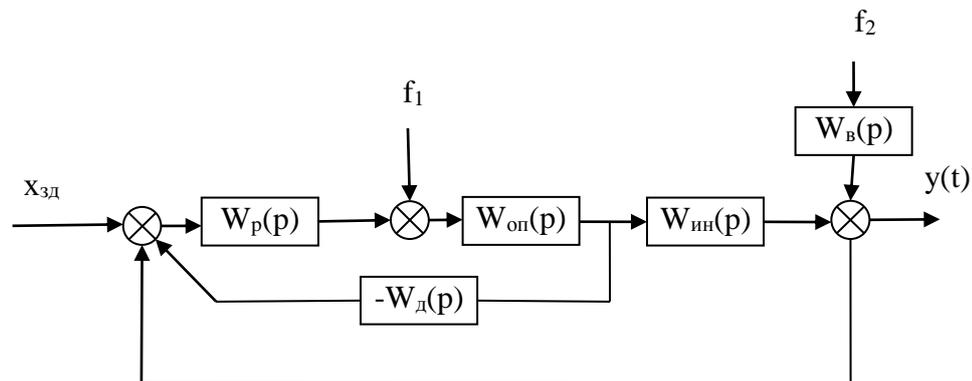


Рисунок 1. Схема моделирования переходных процессов САР с дифференциатором

Расчет настройки типовой САР с дифференциатором

Расчет дифференциатора выполняется по МПК в ЧВ по передаточной функции инерционного участка объекта регулирования $W_{ин}(p)$ для оптимальной отработки крайнего внешнего возмущения f_2 [2]:

$$T_{\partial} = T_{\kappa} = T_{ин} + \sigma_{ин} = 112 + 21.6 = 133.6 \text{ с};$$

$$K_{\partial} = \frac{2 \cdot K_{ин} \cdot \tau_y}{T_{\kappa}} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 44}{133.6} = 0,659, \text{ при } \xi = \frac{1}{\sqrt{2}};$$

$$W_{\partial}(p) = \frac{K_{\partial} T_{\partial} p}{T_{\partial} p + 1} = \frac{0,659 \cdot 133.6 p}{133.6 p + 1}.$$

Расчет основного регулятора выполняется по МЧК по передаточной функции опережающего участка объекта регулирования $W_{он}(p)$, направленный на оптимальную отработку внутреннего возмущения f_1 [2]:

$$T = \frac{T_{он}}{\sigma_{он}} = \frac{24}{3} = 8;$$

$$K = 0,7395 \cdot T \cdot \left(1 + \frac{1}{T}\right)^2 - 1 = 0,7395 \cdot 8 \cdot \left(1 + \frac{1}{8}\right)^2 - 1 = 6.487;$$

$$K_p = \frac{K}{K_{он} K_{\partial}} = \frac{6.487}{4 \cdot 0.659} = 2.462 \frac{\text{т/ч}}{\text{°C}}, \text{ при } \xi = \frac{1}{\sqrt{2}};$$

2. Для существенного улучшения качества регулирования используем экспресс-методы структурно-параметрической оптимизации, в частности инвариантную САР при ПИН, которая обеспечивает лучшие показатели качества переходных процессов по сравнению с типовой САР с дифференциатором [3].

Графики переходных процессов:

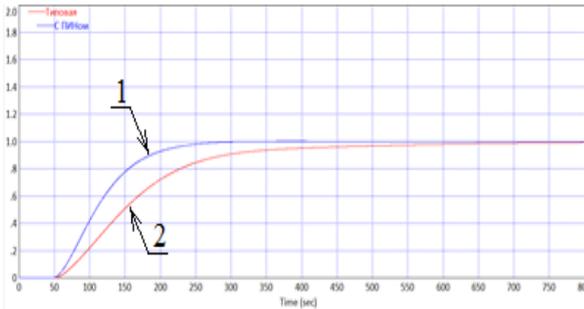


Рисунок 3. Отработка скачка задания $x_{зд}$

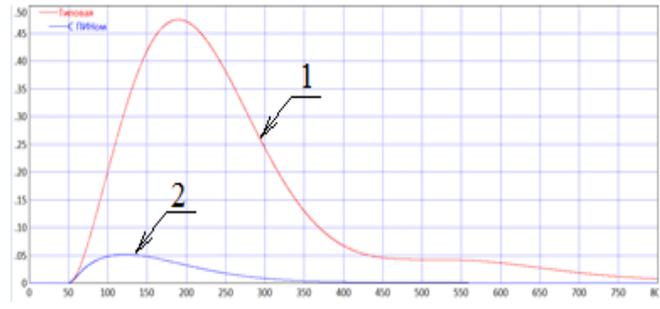


Рисунок 4. Отработка внутреннего возмущения f_1

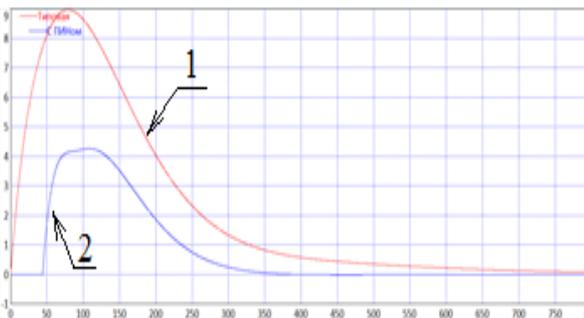


Рисунок 5. Отработка крайнего внешнего возмущения f_2

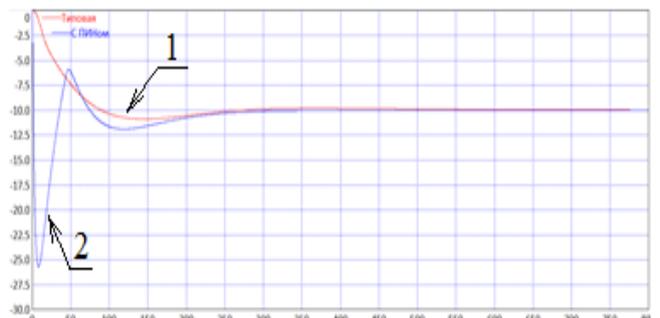


Рисунок 6. изменение регулирующего воздействия при отработке крайнего внешнего возмущения f_2

1 – типовая САР с дифференциатором;
2 – инвариантная САР при ПИН.

Прямые показатели качества переходных процессов:

Таблица 1 - Отработка скачка задания

Наименование САР:	t_p, c	$\sigma_m, \%$	ψ
Типовая	800	-	-
Инвариантная с ПИНОм	300	-	-

Таблица 2 - При отработке внутреннего возмущения f_1

Наименование САР:	t_p, c	A_1^+	ψ
Типовая	740	0,5	1
Инвариантная с ПИНОм	350	0,09	1

Таблица 3 - При отработке крайнего внешнего возмущения f_2

Наименование САР:	t_p, c	A_1^+	ψ
Типовая	800	9	1
Инвариантная с ПИНОм	390	4,2	0.375

Таблица 4 - Изменение регулирующего воздействия Хр

Максимальная величина Хр:	Типовая	ПИН
Хр	-11	-26

ТабАнализ качества регулирования:

- При отработке Хзд время регулирования инвариантной САР уменьшилось в 2,5 раза по сравнению с ТСАР. При этом максимальная динамическая ошибка перерегулирования равна нулю.

- При отработке внутреннего возмущения f_1 САР при ПИНе уменьшила время регулирования почти на 56 %, а максимальная динамическая ошибка регулирования сократилась на 45% по сравнению с ТСАР.

- При отработке крайнего внешнего возмущения f_2 расходом пара, комбинированная САР при ПИНе уменьшила время регулирования почти на 52 %, при этом максимальная динамическая ошибка уменьшилась в 2,2 раза, а площадь ошибки регулирования уменьшилась в 1,7 раза.

Литература

1. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике: учебник для студентов и вузов / Г.П. Плетнев. – 4-е изд., стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 352 с.: ил.
2. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования / Г.Т. Кулаков. – Минск: Вышэйш. шк., 1984. – 192 с.
3. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: учеб. пособие / Г.Т. Кулаков [и др.]; под ред. Г.Т. Кулакова. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. – 238 с.: ил.