

УДК 681.5

## ПРОЕКТ ТЭЦ МОЩНОСТЬЮ 500МВт С РАЗРАБОТКОЙ САР ТЕМПЕРАТУРЫ СЕТЕВОЙ ВОДЫ

Кулик К.Ю.

Научный руководитель – к.э.н., старший преподаватель Кравченко В.В.

Теплоэлектроцентрали предназначены для обеспечения потребителя не только электрической энергией, но и теплом.

Для того чтобы покрывать меняющуюся в течение отопительного сезона тепловую нагрузку, температура воды в теплосети должна меняться в широких пределах, в зависимости от температуры наружного воздуха.

В этом случае отпуск тепла от ТЭЦ ведется по температурному графику (ТГ) теплосети. Такой температурный график рассчитывается для каждого источника отпуска тепла (ТЭЦ) с учетом покрытия совместной нагрузки отопления, горячего водоснабжения и вентиляции, а также с учетом способа включения подогревателей горячей воды.

При условии стабильности погоды, строго соблюдения гидравлического режима сети, сбалансированного подключения потребителей тепла и правильной работы тепловой автоматики на центральных тепловых пунктах он должен точно выполняться.

Однако на практике полного выполнения отопительного графика нет. В связи с этим возникает необходимость регулирования температур прямой и обратной сетевой воды.

Для поддержания температуры сетевой воды применяют сетевые подогреватели. Подогреватель теплофикационной сетевой воды предназначен для её подогрева до требуемой температуры, значение которой задают в зависимости от температуры наружного воздуха. Подогреватель – поверхностный теплообменник, по змеевикам которого с помощью сетевого насоса прокачивают воду. Снаружи змеевики обогревают паром. Основной регулируемой величиной подогревателя служит температура прямой сетевой воды тс.в., которую необходимо поддерживать на заданном уровне с высокой точностью. Обратная сетевая вода подается в подогреватель, где нагревается за счет пара, поступающего из отборов турбины. При этом неизбежные потери в тепловой сети восполняют за счёт подпиточной воды, которая поступает на всос сетевых насосов под избыточным давлением.

В данном докладе рассмотрим САР регулирования температуры прямой и обратной сетевой воды.

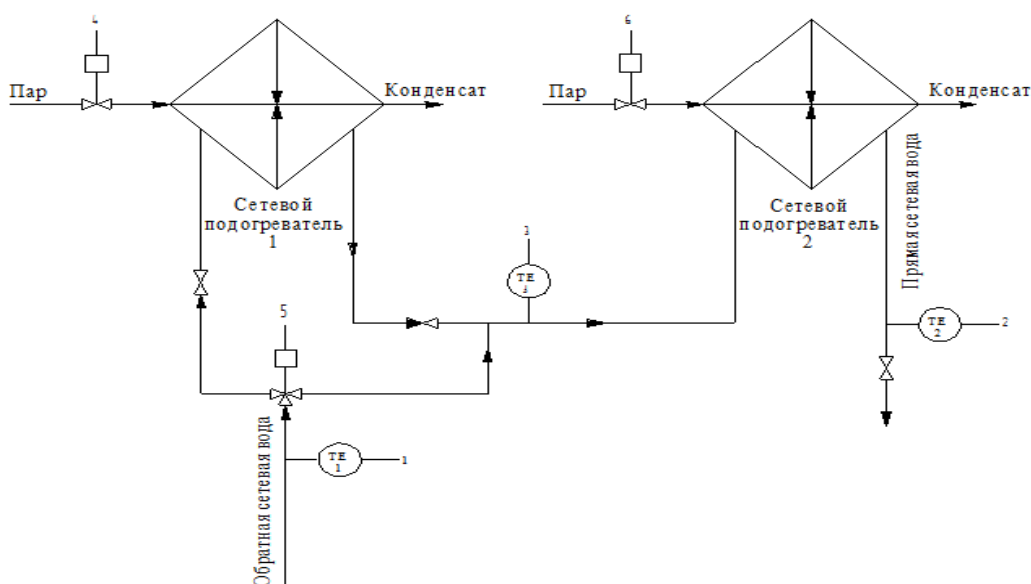


Рисунок 1 – Функциональная схема регулирования температуры сетевой воды

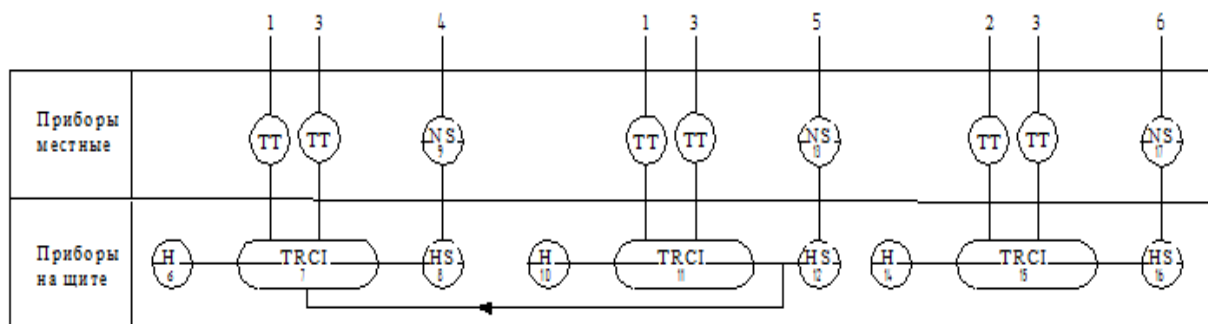


Рисунок 2 – Схема автоматизации

Заданные значения температур прямой и обратной сетевой воды зависят от температурного графика теплосетей, устанавливаемого в зависимости от температуры наружного воздуха.

Температура обратной сетевой воды, приходящей от потребителя измеряется с помощью датчика температуры ТЕ-1. Если температура воды ниже или равна значению, установленному температурным графиком, то в работу включается регулятор TRCI-7. Обратная вода поступает в сетевой подогреватель 1. Регулятор вырабатывает регулирующее воздействие, поступающее на исполнительный механизм 4, который изменяет положение регулирующего клапана. В результате изменяется расход пара, необходимого для подогрева воды. Затем вода поступает в сетевой подогреватель 2, где вторично подогревается и подается потребителю.

Регулирование температуры вторичного подогрева сетевой воды осуществляется с помощью регулятора TRCI-15, который подает сигнал регулирования на исполнительный механизм 6.

В случае, когда температура обратной воды превышает значение, установленное температурным графиком, в работу включается регулятор TRCE-11. Он вырабатывает регулирующее воздействие, которое поступает на исполнительный механизм 5, воздействующий на трехходовой регулирующей клапан. Обратная вода поступает на вход сетевого подогревателя 2 (минуя сетевой подогреватель 1), подогревается и подается потребителю.

### Моделирование АСР температуры сетевой воды

Таблица 1 – Исходные данные

Параметр	Значение
Коэффициент усиления объекта для опережающего участка	$K_{оп} = 7,4 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{T}/\text{ч}$
Большая постоянная времени опережающего участка	$T_{оп} = 25,4 \text{ с}$
Меньшая постоянная времени опережающего участка	$\sigma_{оп} = 2,54 \text{ с}$
Коэффициент усиления объекта для инерционного участка	$K_{ин} = 1,61 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{T}/\text{ч}$
Время по Кулакову	$T_k = 175 \text{ с}$
Время запаздывания	$\tau_y = 109 \text{ с}$

АСР температуры воды в теплообменном аппарате будет представлять собой каскадную САР:

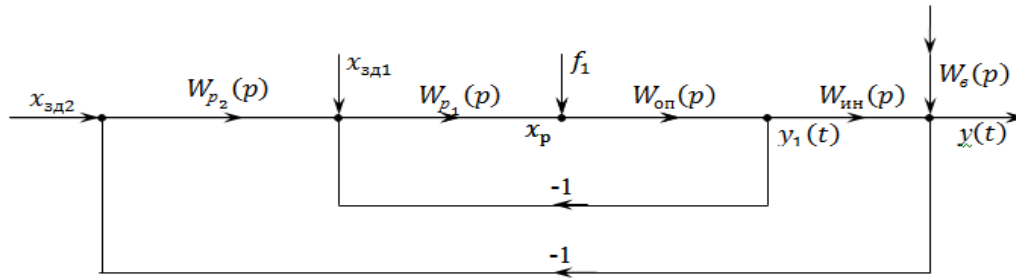


Рисунок 3 – Схема моделирования АСР температуры сетевой воды

где  $x_{зд1}$ ,  $x_{зд2}$  – заданные значения промежуточной и основной регулируемых величин соответственно;

$y(t), y_1(t)$  – основная и промежуточная регулируемые величины соответственно;

$f_1, f_2$  – внутреннее и внешнее возмущения соответственно;

$\varepsilon_1(t), \varepsilon(t)$  – ошибки регулирования соответственно внутреннего и внешнего контуров.

Динамика опережающего участка представлена в виде инерционного звена второго порядка:

$$W_{оп}(p) = \frac{K_{оп}}{(T_{оп}p + 1)(\sigma_{оп}p + 1)} = \frac{7,4}{(25,4p + 1)(2,54p + 1)} \quad (1)$$

Динамика инерционного участка представлена в виде инерционного звена первого и второго порядков с запаздыванием:

$$W_{ин}(p) = \frac{K_{ин} \cdot e^{-\tau_y p}}{(T_k p + 1)} = \frac{1,61 \cdot e^{-109p}}{(175p + 1)} \quad (2)$$

$W_в(p)$  – передаточная функция крайнего внешнего возмущения:

$$W_в(p) = \frac{K_в}{T_в p + 1} = \frac{5}{30p + 1} \quad (3)$$

$W_{p1}(p)$  – передаточная функция стабилизирующего регулятора:

$$W_{p1}(p) = \frac{K_{p1}(T_{и1}p + 1)}{T_{и1}p} \quad (4)$$

$W_{p2}(p)$  – передаточная функция корректирующего регулятора:

$$W_{p2}(p) = \frac{K_{p2}(T_{и2}p + 1)}{T_{и2}p} \quad (5)$$

Передаточная функция стабилизирующего регулятора:

$$W_{p1}(p) = \frac{1,074 \cdot (9,646p + 1)}{9,646p} \quad (6)$$

Передаточная функция корректирующего регулятора:

$$W_{p2}(p) = \frac{0,499 \cdot (175p + 1)}{175p} \quad (7)$$

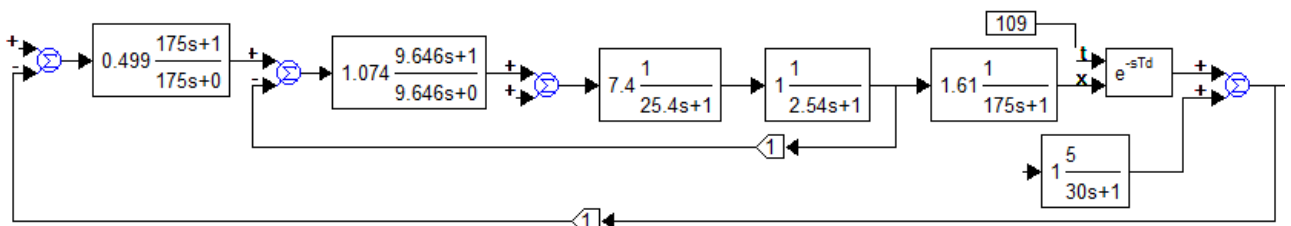


Рисунок 4 – Блок-схема типовой КСАР

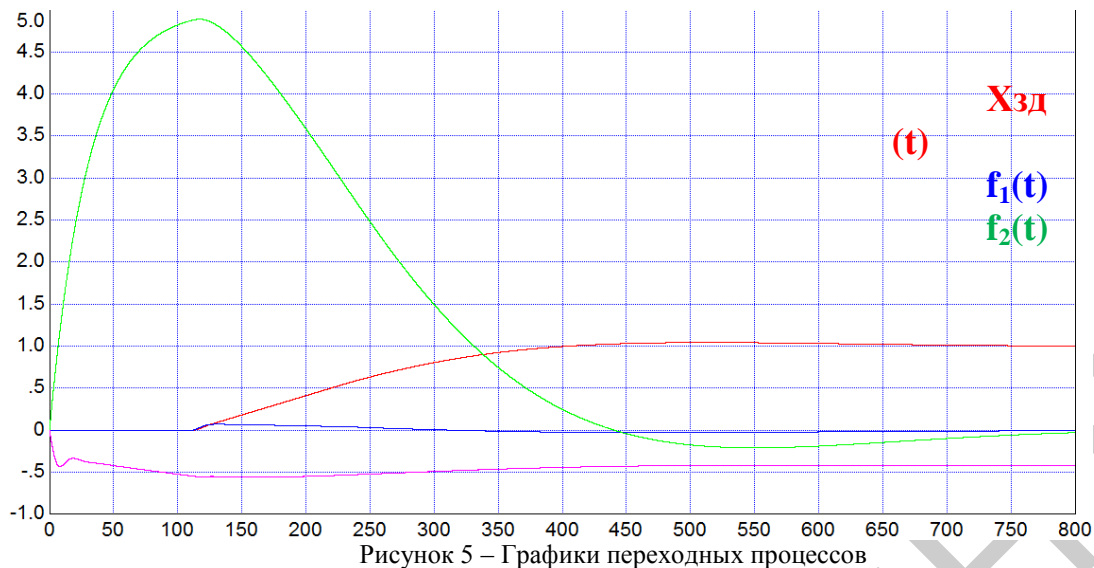


Таблица 2 – Прямые показатели качества

	$t_n, c$	$A_{max1}^+$	$A_{max1}^-$	$\sigma_{max}, \%$	$\psi$
$x_{зд}(t)$	660	0,038	–	4,6	1
$f_1(t)$	300	0,04	0	–	1
$f_2(t)$	785	4,75	0,17	–	1
$p(t)$	–	–	0,57	–	–

### Выводы

В данном докладе была составлена функциональная схема, а так же схема автоматизации АСР температуры сетевой воды. При помощи математической схемы моделирования рассчитаны параметры оптимальной динамической настройки регуляторов. Из графиков на рисунке 5 видно, что система полностью обрабатывает внутренние и внешние возмущения, что от нее и требуется.

### Литература

1. Плетнев, П.Г. Автоматизированные технологических процессов и производств в теплоэнергетике. Учебное пособие для вузов – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
2. Кулаков, Г.Т. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования». – Мн.: «Высшая школа», 1984. – 192 с.
3. Кулаков, Г.Т. Анализ и синтез систем автоматического регулирования. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – 134 с.