

УДК 621.18-5

РАЗРАБОТКА АСР ТЕМПЕРАТУРЫ ПРЯМОЙ СЕТЕВОЙ ВОДЫ ДЛЯ МИНИ-ТЭЦ С ГПА

Мышленник М.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Буров А.Л.

Современные котельные, реконструируемые в мини-ТЭЦ, должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечение номинальной теплопроизводительности котлов;
- обеспечение высокой надежности и экономичности работы оборудования;
- обеспечение приемлемых экологических показателей;
- снижение влияния человеческого фактора;
- иметь малую стоимость капитальных и эксплуатационных расходов;
- работать в когенерационном режиме, т.е. вырабатывать два вида энергии – электрическую и тепловую, причем выработанная тепловая энергия должна полностью использоваться без сброса излишков в окружающую среду.

Появление энергетических двигателей внутреннего сгорания (ДВС), таких как газопоршневые агрегаты (ГПА) малой и средней мощности с высокими экономическими показателями (стоимость, КПД, эксплуатационные затраты) позволяет значительно расширить комбинированную выработку электроэнергии за счет вовлечения мелких потребителей, которые оказались вне возможностей традиционных паротурбинных ТЭЦ.

Основные преимущества мини-ТЭЦ на базе ГПА:

- обеспечивается более экономичное использование топлива;
- потребитель становится относительно независимым от энергосистемы, на него не распространяются ограничения по потреблению электроэнергии;
- электрическая и тепловая энергия, вырабатываемая собственно КГУ обходится потребителю значительно дешевле, чем энергия, получаемая от энергосистемы.

В данном докладе рассмотрим одно из преимуществ ГПА: использование тепла, полученного за счет охлаждения ДВС, а так же составим схему автоматизации для данного процесса.

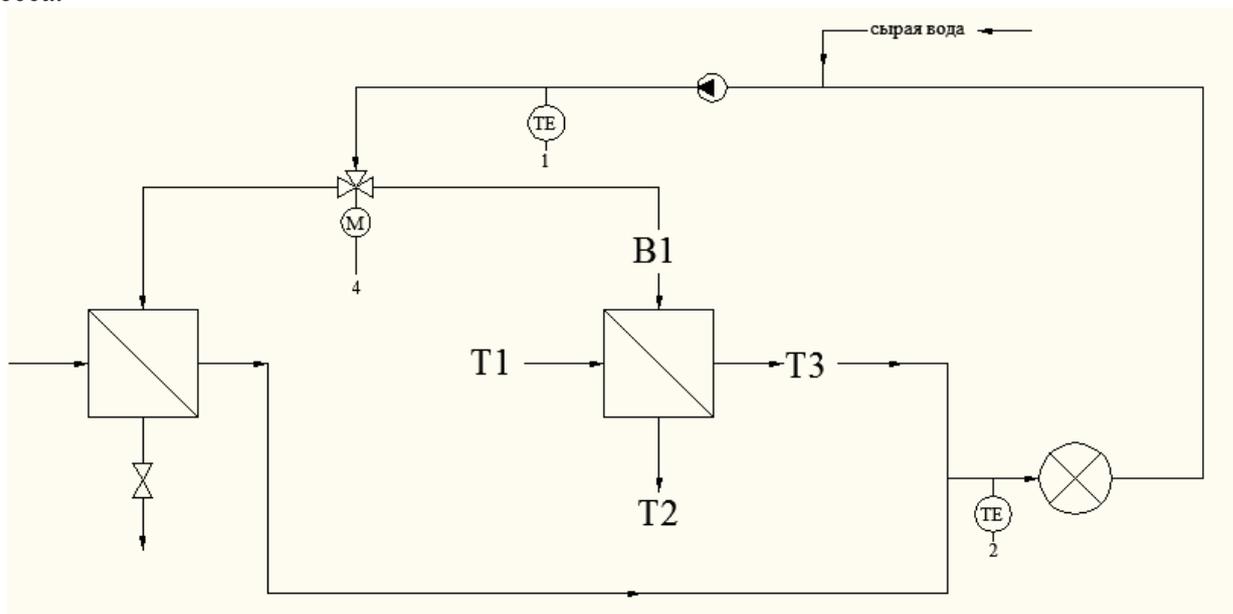


Рисунок 1 – Функциональная схема

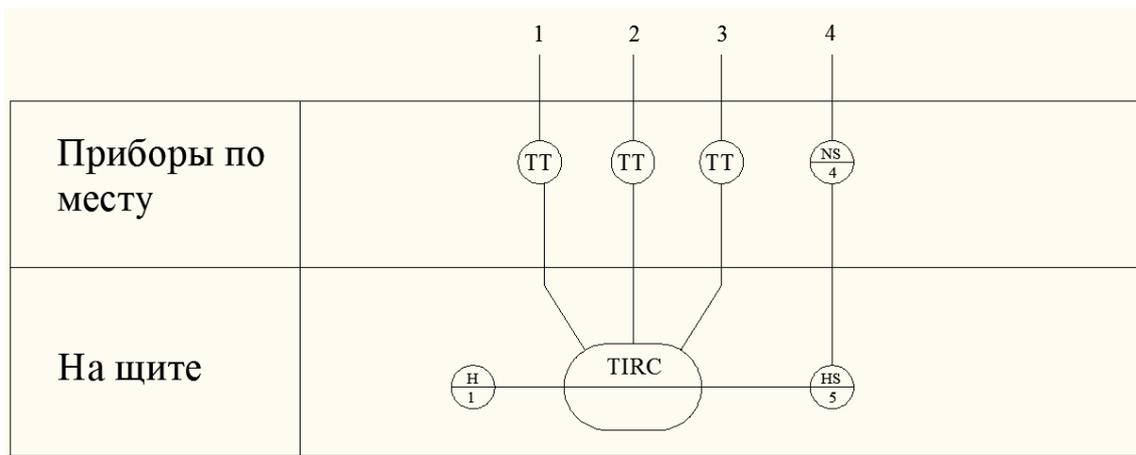


Рисунок 2 – Схема автоматизации

Схема работает по двум веткам. В первой нагрев воды для потребителя производится теплообменником, в котором греющей средой является сетевая вода от ГПА. Подпитка осуществляется сырой водой обычной врезкой в обратный трубопровод. В летнем режиме и при нормальной работе ГПА второй контур не задействуется, регулирующий клапан на левом теплообменнике закрыт.

При определенных условиях второй контур может работать независимо от первого контура, а также совместно:

- в случае останова ГПА или же срабатывания на ней технологических защит, на трехходовой клапан поступает сигнал, и вода идет на пароводяной теплообменник (левый), в котором греющий теплоноситель пар, вырабатываемый котельной – циркуляция воды осуществляется только по второму контуру.
- в зимнем режиме для достижения необходимой температуры теплоносителя, отдаваемого потребителю, работает и первый и второй контура. Регулирующий клапан на левом теплообменнике полностью открыт, а трехходовой клапан служит для разделения потока воды из обратного трубопровода. Режимы (зимний/летний) определяются с помощью датчика ТЭЗ (на схеме не указан), с которого сигнал о температуре наружного воздуха поступает на указанный выше регулятор.

Моделирование АСР температуры воды теплообменного аппарата

Таблица 1 – Исходные данные

Параметр	Значение
Коэффициент усиления объекта для опережающего участка	$K_{on} = 4,5 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{m}/\text{ч}$
Большая постоянная времени опережающего участка	$T_{on} = 20 \text{ с}$
Меньшая постоянная времени опережающего участка	$\sigma_{on} = 2 \text{ с}$
Коэффициент усиления объекта для инерционного участка	$K_{ин} = 1,5 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{m}/\text{ч}$
Большая постоянная времени инерционного участка	$T_{ин} = 103 \text{ с}$
Меньшая постоянная времени инерционного участка	$\sigma_{ин} = 18 \text{ с}$
Время по Кулакову	$T_k = 121 \text{ с}$
Время запаздывания	$\tau_y = 40 \text{ с}$

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

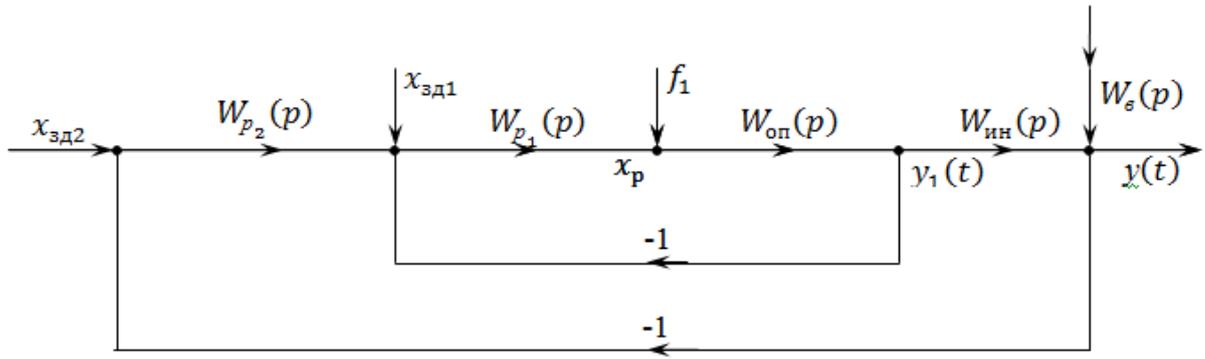


Рисунок 3 – Схема моделирования АСР температуры воды

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:

$$W_{оп}(p) = \frac{K_{оп}}{(T_{оп}p + 1)(\sigma_{оп}p + 1)} = \frac{4,5}{(20p + 1)(2p + 1)} \quad (1)$$

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

$$W_{ин}(p) = \frac{K_{ин} \cdot e^{-\tau_y p}}{(T_k p + 1)} = \frac{1,5 \cdot e^{-40p}}{(121p + 1)} \quad (2)$$

$$\text{где } T_k = T_{ин} + \sigma_{ин} = 103 + 18 = 121 \quad (3)$$

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

$$W_B(p) = \frac{K_g}{T_g p + 1} = \frac{5}{30p + 1} \quad (4)$$

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

$$W_{p1}(p) = \frac{K_{p1}(T_{и1}p + 1)}{T_{и1}p} \quad (5)$$

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

$$W_{p2}(p) = \frac{K_{p2}(T_{и2}p + 1)}{T_{и2}p} \quad (6)$$

Передаточная функция стабилизирующего регулятора:

$$W_{p1}(p) = \frac{1,766 \cdot (7,596p + 1)}{7,596p} \quad (7)$$

Передаточная функция корректирующего регулятора:

$$W_{p2}(p) = \frac{1,008 \cdot (121p + 1)}{121p} \quad (8)$$

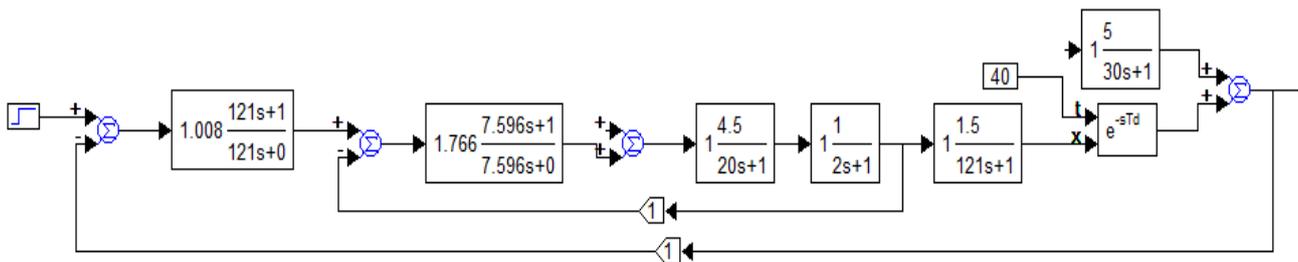


Рисунок 4 – Блок-схема типовой КСАР (динамика инерционного участка представлена в виде инерционного звена первого порядка с запаздыванием)

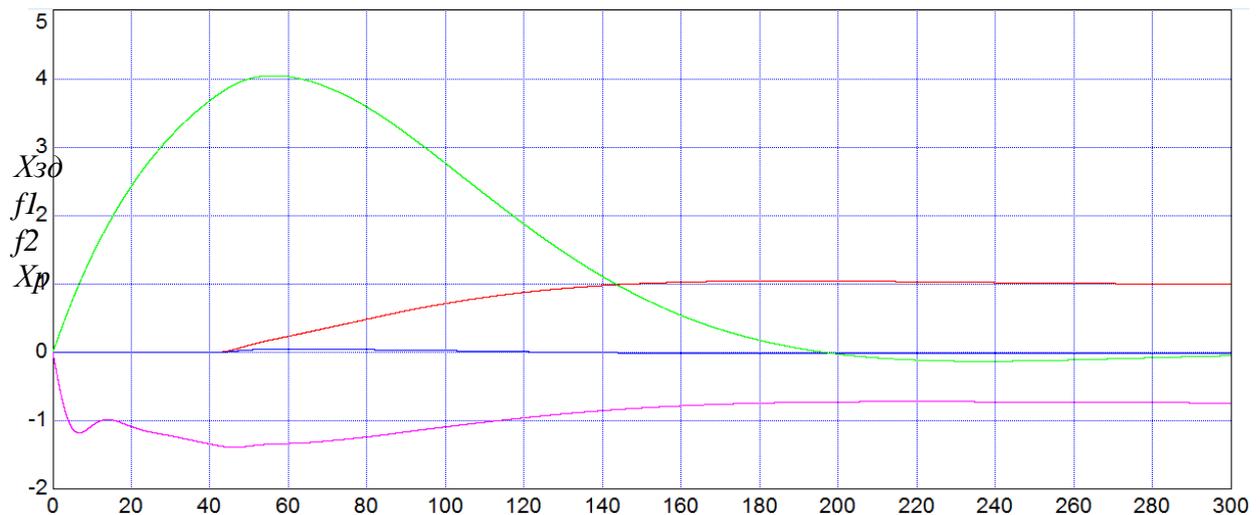


Рисунок 5 – Графики переходных процессов

Таблица 2 – Прямые показатели качества

	$t_{п}, c$	A_{max1}^+	A_{max1}^-	$\sigma_{max}, \%$	ψ
$x_{зд}$	240	0,038	–	4,6	1
f_1	121	0,04	0	–	1
f_2	300	4,04	0,13	–	1
x_p	–	–	1,39	–	–

Выводы

В данном докладе были приведены основные преимущества мини-ТЭЦ на базе ГПА. Составлена функциональная схема, а так же схема автоматизации АСР температуры прямой сетевой воды. При помощи математической схемы моделирования рассчитаны параметры оптимальной динамической настройки регуляторов. Из графиков Рис. 5 видно, что система полностью обрабатывает внутренние и внешние возмущения, что от нее и требуется.

Литература

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