

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

УДК 622.532:004.4

А.Е. Медведев, Е.М. Галушко

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЯГОДУТЬЕВОГО ПРОЦЕССА ПАРОВОГО КОТЛА ТЭЦ

Согласно существующей статистике, большинство тепловых станций России нуждаются в модернизации средств контроля, управления и регулирования. Состояние и технические возможности установленных ранее

аппаратных средств автоматизации оцениваются как удовлетворительные. Необходимость в модернизации средств управления подтверждается ухудшением экономических и экологических показателей функционирования

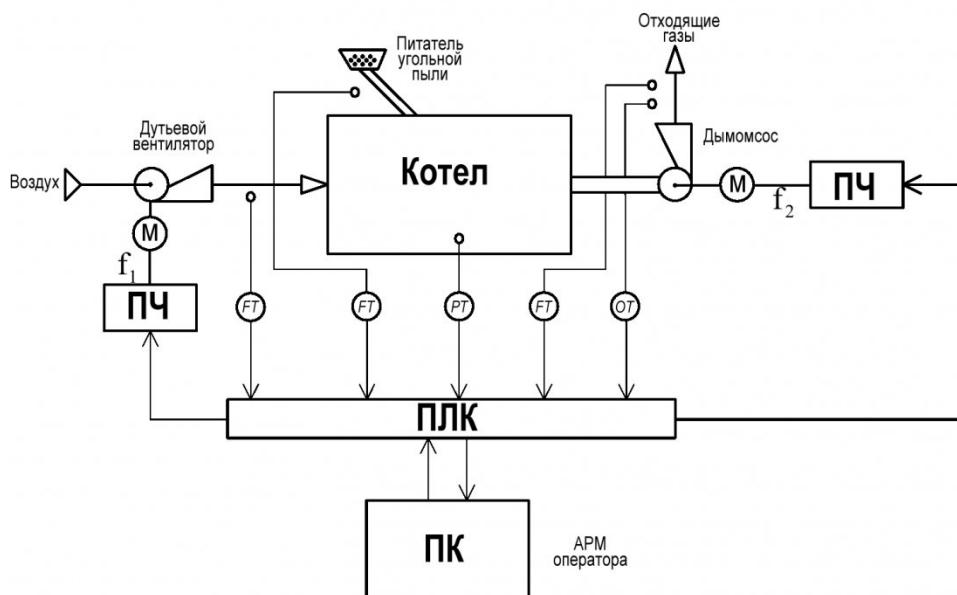


Рис. 1. Функциональная структура САУ тягодутьевым процессом котла

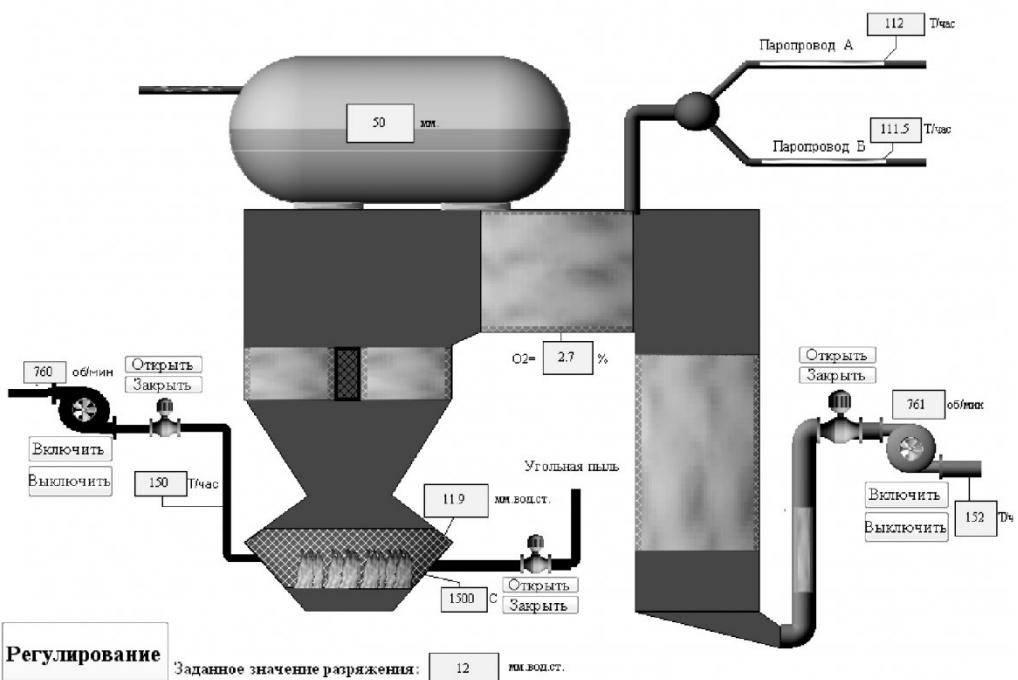


Рис. 2. Мнемосхема процесса управления тягодутьевым трактом

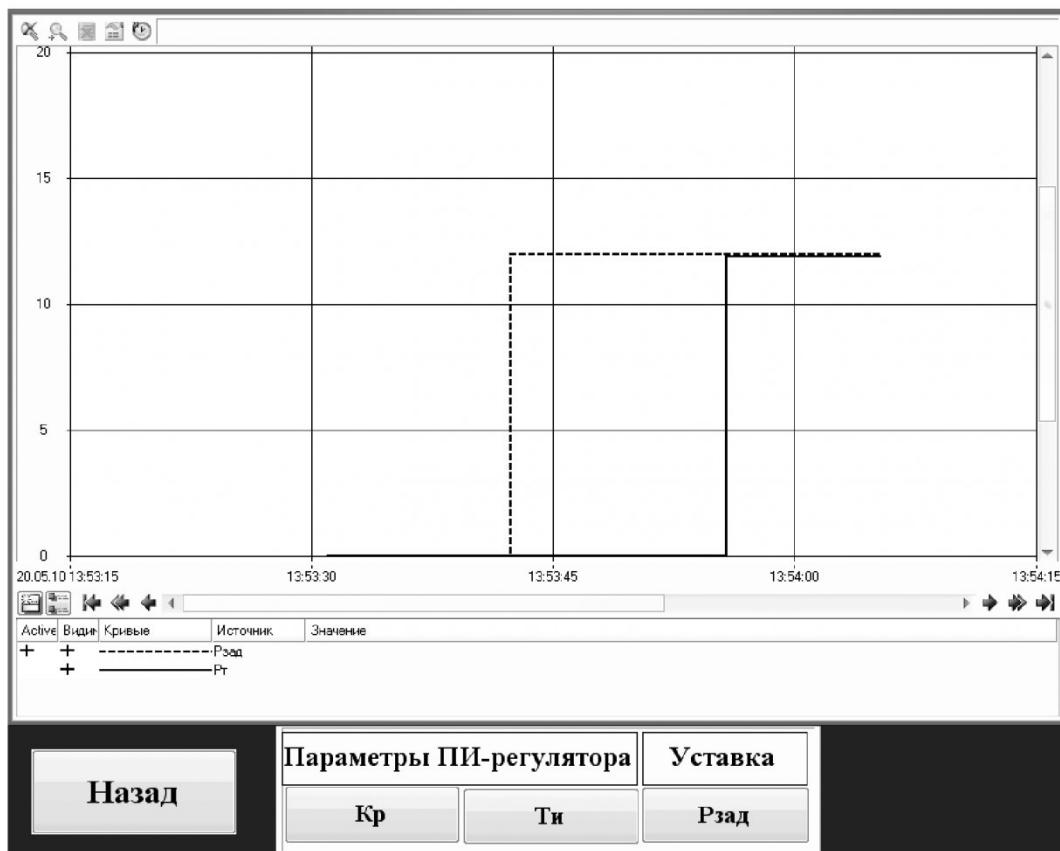


Рис. 3. Экран регулирования

ТЭЦ.

Для достижения более высокого качества технологических процессов требуется современные высоконадежные системы управления.

Отличительные особенности современных систем управления подачей воздуха в топку котла и удаления дымовых газов являются использование:

а) частотно-регулируемых приводов вентиляторов и дымососов, что по сравнению с направляющими аппаратами регулирования потока воздуха и газа, обеспечивает

существенную экономию расхода электроэнергии;

б) компьютерных систем управления, способных с высокой точностью обеспечивать требуемые показатели качества управления тягодутьевым процессом.

Структура системы автоматического управления тягодутьевым процессом котла представлена на рис. 1.

Система включает в свой состав датчики расходов FT воздуха, топлива и отходящих газов, датчик разряжения в топке РТ, датчик содержания кислорода ОТ в отходящих газах, транзисторные преобразователи частоты ПЧ для управления

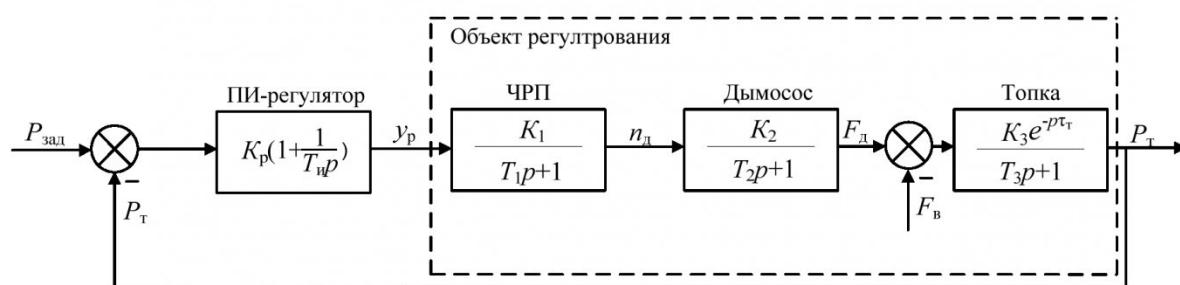


Рис. 4. САР разряжения в топке:

$P_{\text{зад}}$, P_t – заданное и фактическое значения разряжения в топке; y_p – сигнал регулятора; n_d – частота вращения двигателя; F_d – поток дымовых газов (дыма); F_v – поток воздуха, подаваемого в топку; K_p, K_1, K_2, K_3 – передаточные коэффициенты, соответственно, ПИ-регулятора, частотно-регулируемого привода, дымососа и топки; T_n, T_1, T_2, T_3 – постоянные времени, соответственно, ПИ-регулятора, частотно-регулируемого привода, дымососа и топки; τ_t – постоянная времени запаздывания топки.

скоростью электродвигателей М вентилятора и дымососа, программируемый логический контроллер котла ПЛК, реализующий алгоритм локального управления процессом тягодутьевого тракта, и персональный компьютер ПК (АРМ оператора), выполняющий функции интерфейса «человек – машина».

Интерфейс разработан на базе SCADA-системы Trace Mode 6. Мнемосхема процесса управления тягодутьевым трактом представлена на рис. 2. Схема включает в себя технологическую часть и элементы индикации, управления и регулирования.

При «клике» левой кнопкой мыши на соответствующие команды (см. рис. 2) осуществляется дистанционное управление пуском/остановом механизмов котла – дутьевым вентилятором, дымососом и задвижкой. Кликом команды «Регулирование» вызывается экран (рис. 3), на котором с помощью кнопок K_p , T_i и

$P_{\text{зад}}$ задаются параметры ПИ-регулятора и заданное значение разряжения в топке котла. На этом же экране представляются в графическом виде заданное $P_{\text{зад}}$ и текущее P_t значения разряжения в топке котла.

САР разряжения в топке котла (рис. 4), согласно требованиям оптимизации процесса горения для котлов, должна обеспечить поддержание разряжения на уровне равным 12 мм.вод.ст.

Допустимое отклонение параметра от заданной величины не должно превышать $\pm 0,8$ мм.вод.ст.

Модель объекта регулирования разряжения в топке может быть представлена в виде трех последовательно соединенных звеньев – частотно-регулируемого привода (ЧРП), дымососа и топки, описываемых соответствующими передаточными функциями.

Для исследования переходных процессов в

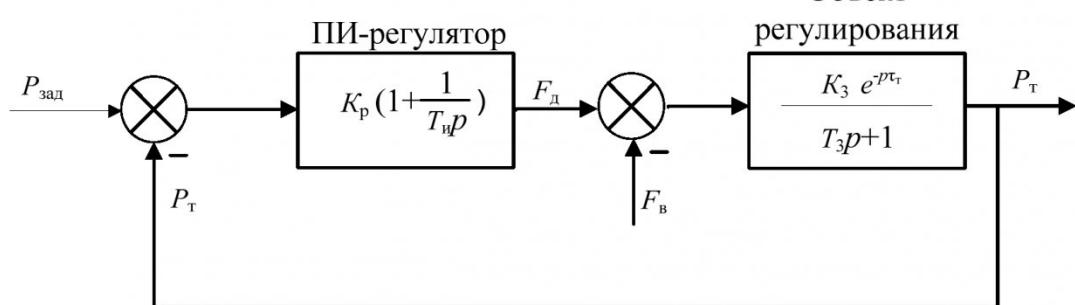


Рис. 5. Структура одноконтурной САР разряжения в топке котла

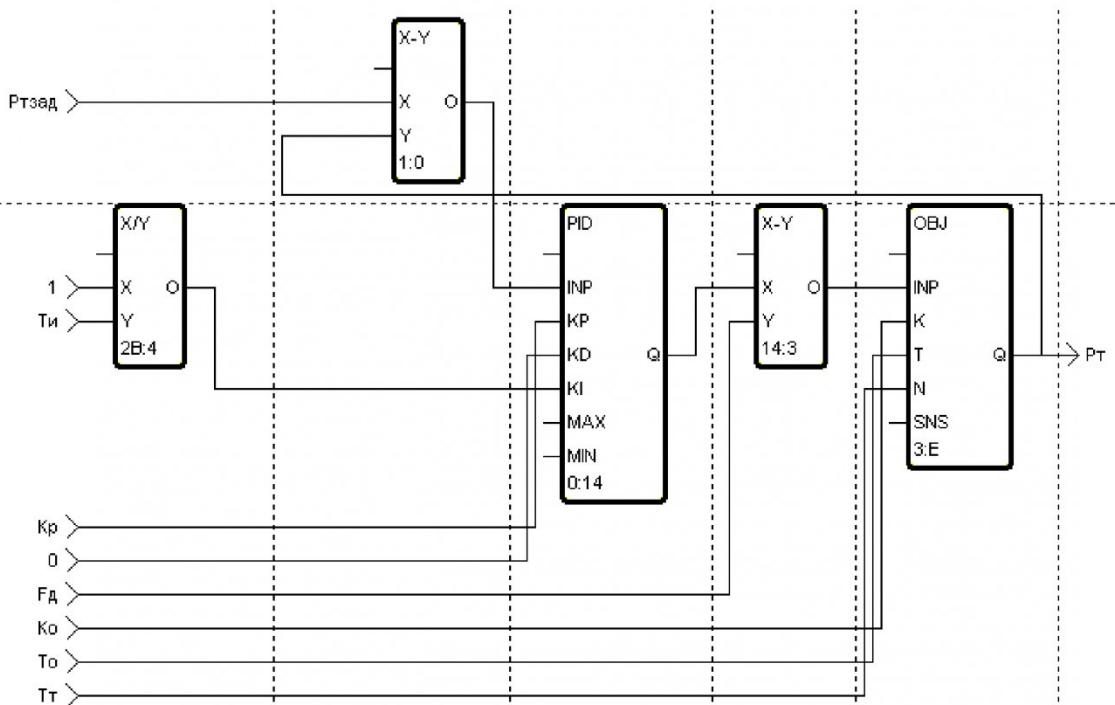


Рис. 6. Компьютерная модель САР разряжения в топке котла

ПИ-регулятор		Максимальное отклонение (мм.вод.ст)	Перерегулирование σ (%)	Время регулирования t_p (сек)	Установившееся значение параметра разряжения (мм.вод.ст)	Число колебаний
Коэффициент усиления K_p	Постоянная интегрирования T_i					
2,7	2	14,79	23,25	27	11,87	1
2,3	2,5	13,57	13,08	32	11,91	1
0,9	3,6	12,42	3,5	30	11,95	0
1,7	3,1	11,99	0	28	11,99	0
1,2	1,9	13,33	11,08	28	11,99	0

системе, учитывая малые значения постоянных времени T_1 и T_2 по сравнению с T_3 , принятая одноконтурная структура САР разряжения (рис. 5) со следующими параметрами объекта регулирования [1]:

$$K_0 = K_1 K_2 K_3 = 0,89 \text{ мм.вод.ст/Гц};$$

$$T_0 = T_3 = 6,4 \text{ с.}; \tau_0 = \tau_1 = 1 \text{ с.}$$

На основе представленной выше структуры САР разряжения создана ее компьютерная модель в SCADA-системе Trace Mode 6 с использованием языка функциональных блоковых диаграмм FBD (рис. 6).

Результаты исследования на модели переходных процессов в САР разряжения для различных значений параметров настройки ПИ-регулятора представлены в таблице.

Наилучшие показатели качества регулирования разряжения в топке котла получены при

параметрах настройки ПИ-регулятора $K_p=1,7$, $T_i=3,1$ с.

В качестве примера на рис. 7 показаны графики изменения разряжения в топке котла, представляющие собой реакцию системы на скачкообразное изменение расхода воздуха F_v и задания $P_{\text{зад}}$.

Сравнение процессов разряжения на модели и реальном объекте показывает их хорошее совпадение.

При помощи разработанной модели можно с высокой достоверностью оценивать влияние изменения параметров объекта и возмущающих воздействий на качество процесса регулирования разряжения в топках паровых котлов и осуществлять благодаря этому, оптимальные настройки автоматических регуляторов.

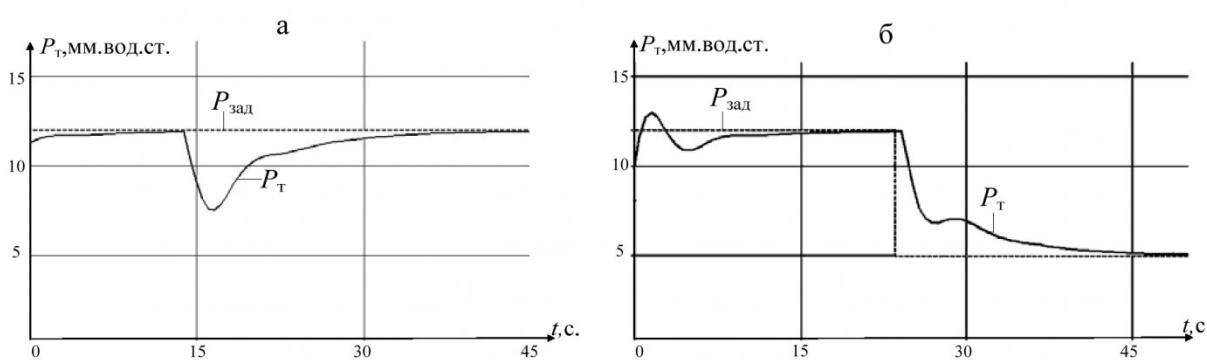


Рис. 7. Графики изменения разряжения в топке котла при скачкообразном изменении возмущения (а) и задания (б) с параметрами настройки ПИ-регулятора $K_p=1,7$, $T_i=3,1$ с

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Белов М.В., Каперко А.Ф. Автоматизация водогрейной котельной установки на базе ПТК и частотно-регулируемых приводов. //Автоматизация в промышленности. – 2008. – № 5. – С 13-18.

□Авторы статьи:

Медведев
Алексей Елисеевич
- канд. тех. наук, доц. каф.
электропривода и автоматизации
КузГТУ,
тел.: 8(384-2)39-63-54

Галушко
Евгений Михайлович
- студент группы ЭА-051
КузГТУ,
тел.: 8-923-489-17-70