

## ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО КОНТУРА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСХОДА ОБЩЕГО ВОЗДУХА КОТЛА

Канд. техн. наук, доц. НАЗАРОВ В. И., магистр. техн. наук БУРОВ А. Л.

*Белорусский национальный технический университет*

В настоящее время сжигание топлива с предельно низкими избытками воздуха является малозатратной, энергосберегающей технологией. В большинстве своем газомазутные котлоагрегаты оснащаются простейшими одно-контурными автоматическими системами регулирования (АСР) «топливо – воздух». Реже это касается крупных котлоагрегатов, где используется двух-контурная каскадная АСР с корректирующим сигналом по концентрации кислорода в режимном сечении котла. Недостаток этого корректирующего сигнала был рассмотрен в [1], где определено, что наиболее приемлемым с точки зрения оптимизации процесса сжигания топлива является сигнал по химическому недожогу, приведенный к оксиду углерода CO.

Исследуем АСР расхода общего воздуха с различными корректирующими сигналами для оценки влияния их на динамические характеристики регулирования соотношения «топливо – воздух». Типовые структуры систем регулирования с различными корректирующими сигналами приведены на рис.1, их математические модели – на рис.2. Путем математического моделирования были исследованы динамические характеристики этих систем при обработке возмущения по нагрузке котла (расходу топлива) и разрежения (при различных уровнях присосов воздуха в котел).

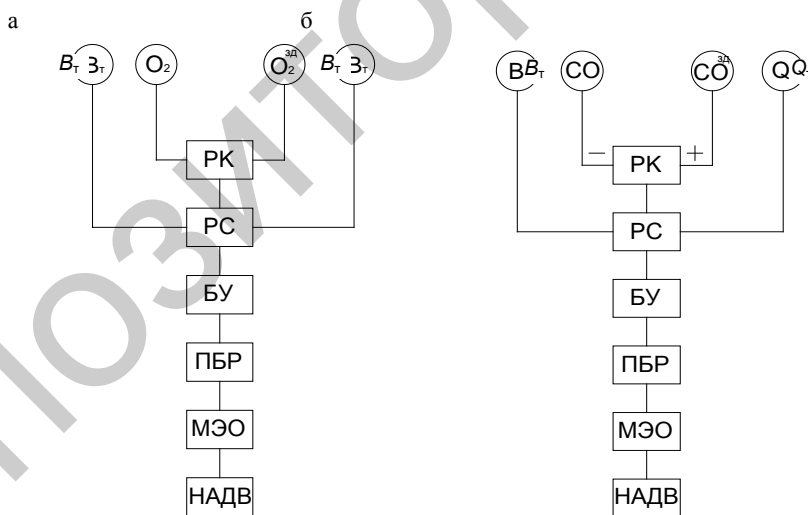


Рис. 1. Структурная схема автоматической системы регулирования расхода общего воздуха:

- а – с коррекцией по  $O_2$ ; б – то же по CO;  $B_T$  – сигнал по расходу топлива;
- $O_2$  (CO) – то же концентрации кислорода (оксида углерода) в уходящих газах;
- $O_2^{3d}$  (CO<sup>3d</sup>) – то же задания концентрации кислорода (оксида углерода) в уходящих газах;
- $Q_a$  – то же по расходу общего воздуха; РК – регулятор корректирующий; РС – то же стабилизирующий; БУ – блок управления; ПБР – пускатель бесконтактный реверсивный;
- МЭО – механизм электрический однооборотный; НАДВ – регулирующий орган

В каждой АСР внутренний контур образован: стабилизирующим регулятором  $W_{PC}(P)$ ; объектом регулирования  $W_{HQ}(P)$ , представляющим собой участок воздушного тракта от напора дутьевого вентилятора до места измерения расхода воздуха  $Q$ . Внешний контур образован: контуром стабилизации, корректирующим регулятором  $W_{PK}(P)$ ; объектом регулирования  $W_{QO_2}(P)$  по концентрации  $O_2$ ; аналогично  $W_{QCO}(P)$  по концентрации CO. Кроме того, на рис.2 указаны:  $W_{BO_2}(P)$  – передаточная функция по каналу расход топлива  $B_T$  – концентрация  $O_2$ ; аналогично  $W_{BCO}(P)$  по концентрации CO;  $W_{QS}(P)$  – передаточная функция по каналу расход воздуха  $Q$  – разрежение  $S$  за топкой котла;  $W_{SO_2}(P)$  – то же по каналу разрежения  $S$  – концентрация  $O_2$ ;  $W_{SCO}(P)$  – то же по каналу разрежения  $S$  – концентрация CO;  $W_{O_2}(P)$  – то же преобразователя концентрации  $O_2$ ;  $W_{CO}(P)$  – то же преобразователя по концентрации CO.

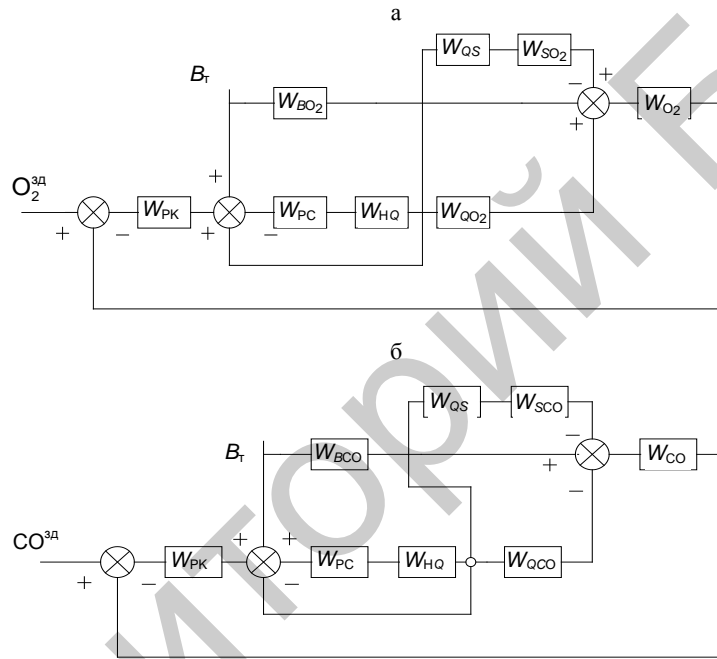


Рис. 2. Математическая модель автоматической системы регулирования расхода общего воздуха: а – с коррекцией по  $O_2$ ; б – то же по CO

Все передаточные функции моделируемых участков задавали в виде апериодического звена первого порядка с запаздыванием, то есть

$$W(P) = \frac{ke^{-\nu p}}{T_p + 1}. \quad (1)$$

Коэффициенты моделей участков представлены в табл. 1 [2].

Таблица 1

**Числовые значения коэффициентов передаточных функций для математического моделирования автоматической системы регулирования расхода общего воздуха**

Передаточная функция модели	Параметры модели		
	$K$	$\tau, c$	$T, c$

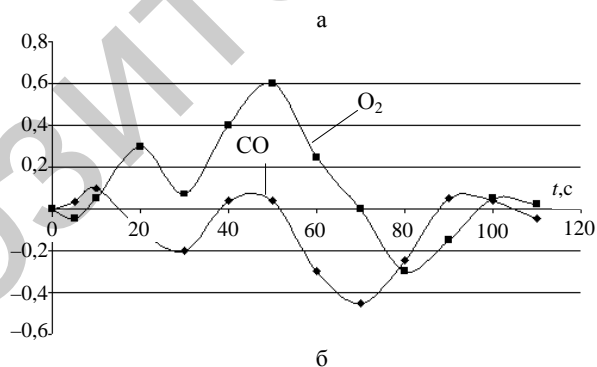
$W_{H_2O}$	2,5	1,5	10
$W_{BO_2}$	1,8	4,0	15

Окончание табл. 1

Передаточная функция модели	Параметры модели		
	$K$	$\tau, c$	$T, c$
$W_{QO_2}$	0,5	4,0	15
$W_{QS}$	1,2	3,0	12
$W_{SO_2}$	1,0/1,3	0,5	7
$W_{O_2}$	0,8	2,0	20
$W_{BCO}$	3,2	–	–
$W_{QCO}$	2,1	4,0	15
$W_{SCO}$	0,40/0,38	1,5	10
$W_{CO}$	0,9	2,0	20

Исследования переходных процессов осуществляли при стандартных и повышенных присосах воздуха в котле. Считалось, что измерения концентрации  $O_2$  и  $CO$  осуществляются в режимном сечении. Параметры настройки регуляторов обеих АСР были рассчитаны по [3].

Результаты математического моделирования приведены на рис. 3–6. Как видно, на характер переходных процессов АСР РОВ с коррекцией по  $O_2$  существенное влияние оказывают изменения присосов воздуха перед режимным сечением котла. Это объясняется тем, что изменение присоса воздуха на 1,00% изменяет концентрацию кислорода в газах на 0,25% об., причем величина присосов также зависит и от изменения разрежения за топкой котла. Для АСР РОВ с коррекцией по  $CO$  изменения присосов воздуха незначительно сказываются на изменении концентрации оксида углерода. Отсюда для этой АСР динамические процессы будут более оптимальными. Причем возмущение разрежением  $S$  на выходе из топки котла АСР РОВ с коррекцией по  $O_2$  приводит к существенному пережогу топлива (рис.3а, 4а).



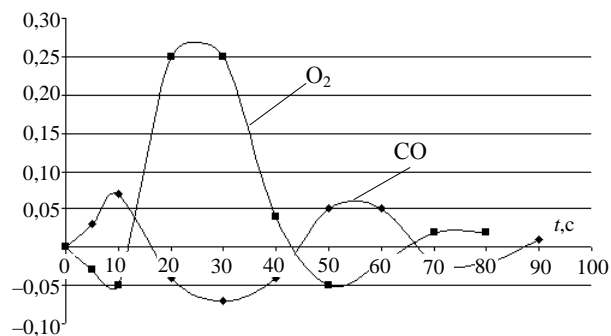
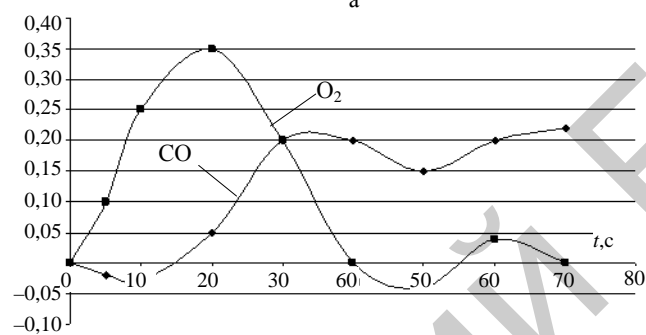
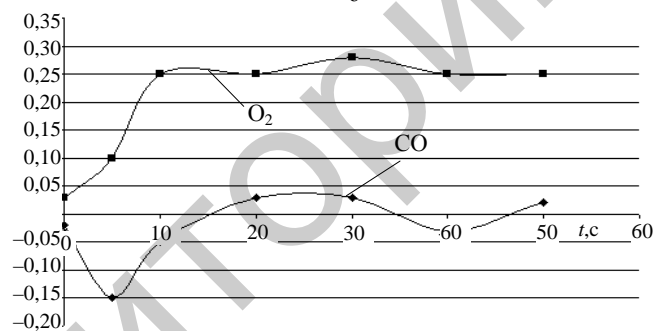


Рис. 3. Переходные процессы в АСР РОВ при ступенчатом увеличении расхода топлива  $B_T$  (присосы в котел нормативные): а – с коррекцией по  $O_2$ ; б – то же по  $CO$

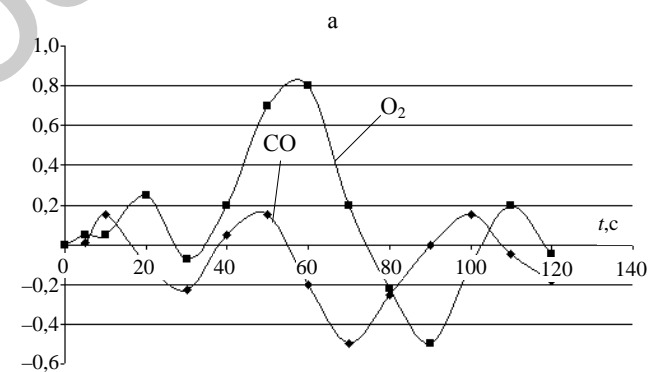


а



б

Рис. 4. Переходные процессы в АСР РОВ при ступенчатом увеличении разрежения  $S$  на выходе из топки (присосы в котел нормативные): а – с коррекцией по  $O_2$ ; б – то же по  $CO$



б

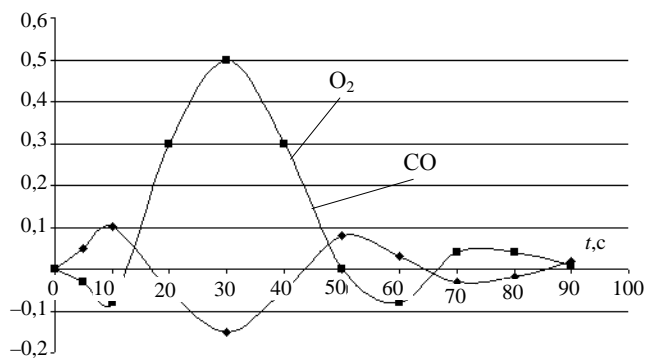


Рис. 5. Переходные процессы в АСР PОВ при ступенчатом увеличении расхода топлива  $V$  (присосы в котел на 30 % больше нормативных): а – с коррекцией по  $O_2$ ; б – то же по  $CO$

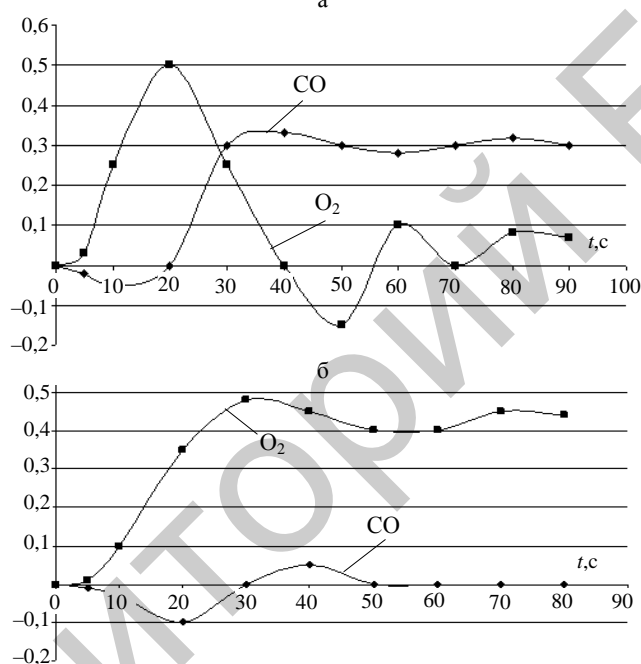


Рис. 6. Переходные процессы в АСР PОВ при ступенчатом увеличении разрежения  $S$  на выходе из топки (присосы в котел на 30 % больше нормативных): а – с коррекцией по  $O_2$ ; б – то же по  $CO$

## ВЫВОД

Исследования динамических характеристик каскадной АСР PОВ с различными корректирующими сигналами показали, что сигнал по оксиду углерода дает более приемлемые результаты по сравнению с сигналом по кислороду.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров, В. И. Обоснование выбора параметра контроля качества процесса горения газомазутного топлива / В. И. Назаров // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 1999. – № 5. – С. 64–70.

2. И в а н о в, В. А. Экспериментальные динамические характеристики котла ТГМП-114 при комбинированной программе регулирования / В. А. Иванов, В. Г. Штепа // Энергомашиностроение.– 1976. – № 7. – С. 9–13.

3. К у л а к о в, Г. Т. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования / Г.Т. Кулаков. – Минск: Вышэйш. шк., 1984. – 192 с.

Представлена кафедрой ТЭС

Поступила 09.03.2012

Репозиторий БНТУ