

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).

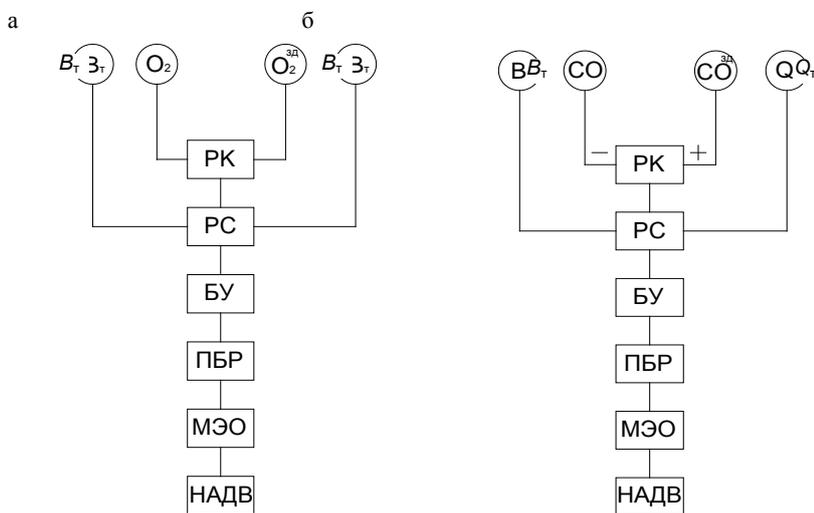


Рис. 1. Структурная схема автоматической системы регулирования расхода общего воздуха:

- 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;
- $O_2^{3d}(CO^{3d})$ – 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.

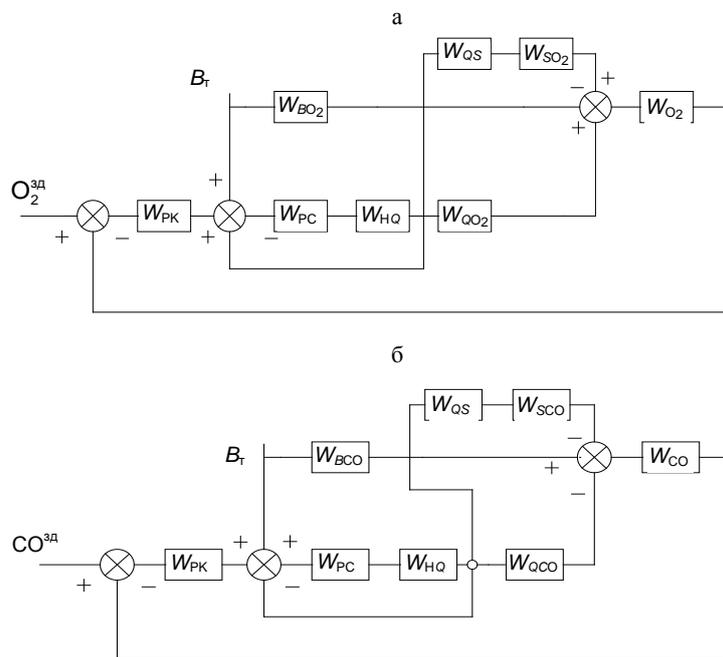


Рис. 2. Математическая модель автоматической системы регулирования расхода общего воздуха: а – с коррекцией по O_2 ; б – то же по CO

Все передаточные функции моделируемых участков задавали в виде аperiodического 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 | τ, c | T, c |
| | | | |

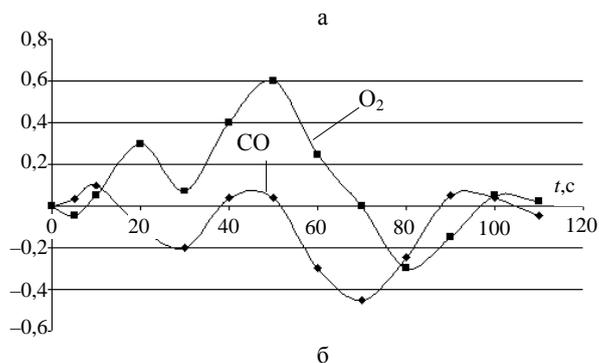
| | | | |
|------------|-----|-----|----|
| W_{H_2O} | 2,5 | 1,5 | 10 |
| W_{BO_2} | 1,8 | 4,0 | 15 |

Окончание табл. 1

| Передаточная функция модели | Параметры модели | | |
|-----------------------------|------------------|-----------|--------|
| | K | τ, 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).



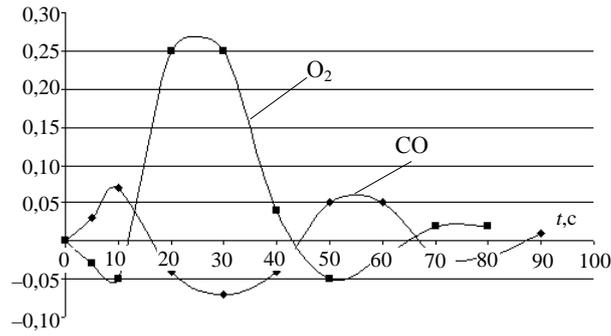


Рис. 3. Переходные процессы в АСР РОВ при ступенчатом увеличении расхода топлива B_T (присосы в котел нормативные): а – с коррекцией по O_2 ; б – то же по CO

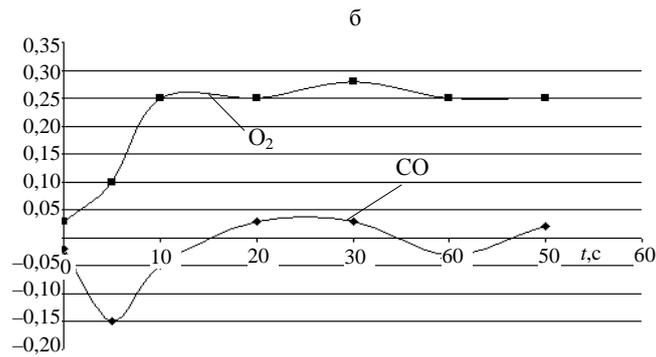
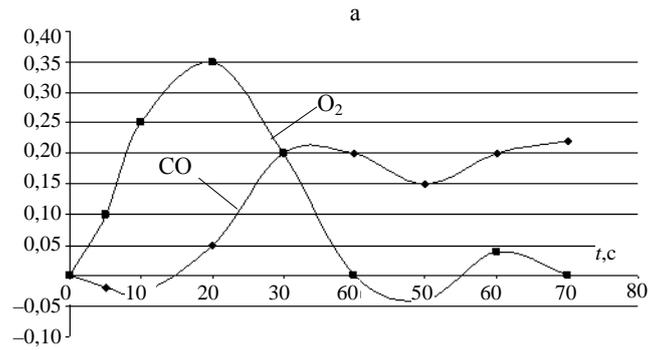
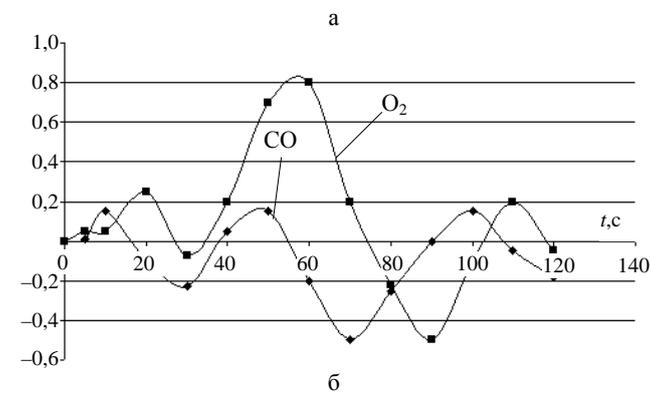


Рис. 4. Переходные процессы в АСР РОВ при ступенчатом увеличении разрежения S на выходе из топки (присосы в котел нормативные): а – с коррекцией по O_2 ; б – то же по CO



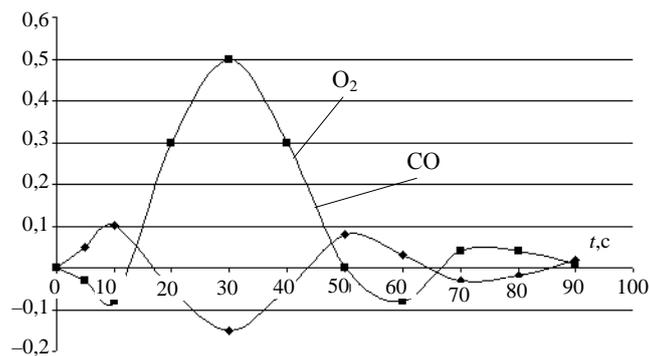


Рис. 5. Переходные процессы в АСР РОВ при ступенчатом увеличении расхода топлива V (присосы в котел на 30 % больше нормативных): а – с коррекцией по O_2 ; б – то же по CO

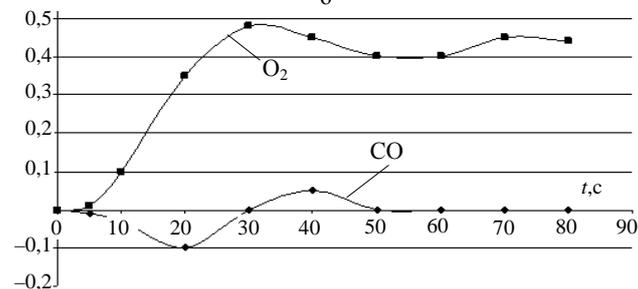
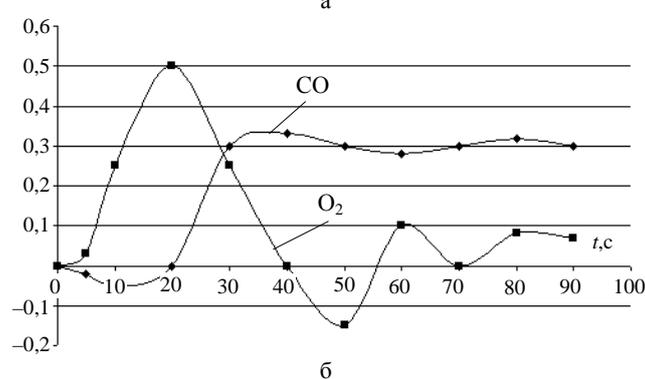


Рис. 6. Переходные процессы в АСР РОВ при ступенчатом увеличении разрежения S на выходе из топки (присосы в котел на 30 % больше нормативных): а – с коррекцией по O_2 ; б – то же по CO

ВЫВОД

Исследования динамических характеристик каскадной АСР РОВ 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