



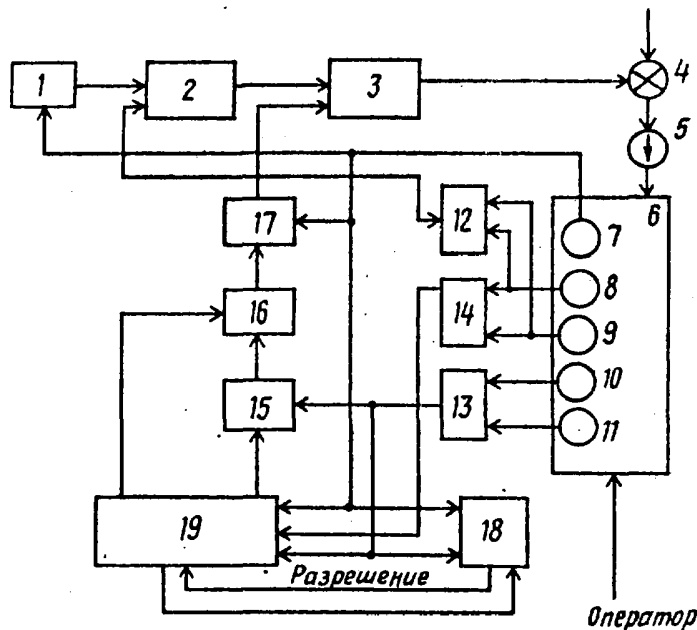
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3877294/24-06  
(22) 10.04.85  
(46) 23.08.87. Бюл. № 31  
(71) Белорусский политехнический институт  
(72) Г.Т.Кулаков, А.А.Москаленко, В.В.Тимошенко, А.Н.Вексин, О.М.Левшов и В.А.Рыбкин  
(53) 621.182.26 (088,8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 840587, кл. F 23 N 3/00, 1981.  
(54) СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОДАЧИ ВОЗДУХА В ТОПКУ КОТЛА  
(57) Изобретение относится к автоматизации процесса горения в топке котлоагрегата и позволяет повысить точность регулирования. Расходы топлива, воздуха и избытка воздуха определяются датчиками 7, 10, 11 и 8, 9. Регулирование подачи воздуха осу-

ществляется регулятором 3 общего воздуха. Измерение сигналов по расходам топлива, воздуха и остаточного кислорода производится на двух топочных режимах котла. С учетом полученных сигналов по определенному алгоритму определяют параметры, косвенно характеризующие теоретически необходимое количество воздуха для сжигания топлива. Учитываются изменения состава топлива и присосов воздуха в топку. Оптимальное значение кислорода в уходящих газах поддерживается в соответствии с заданием автоматического задатчика 1 оптимального кислорода, динамически преобразованным с помощью корректирующего регулятора 3 общего воздуха, воздействующего на направляющий аппарат 4 дутьевого вентилятора. 1 ил.



Изобретение относится к теплоэнергетике, а именно к автоматизации процесса горения в топке котлоагрегата.

Цель изобретения - повышение точности регулирования.

На чертеже представлена схема системы, реализующей предлагаемый способ.

Система содержит последовательно соединенные автоматический задатчик 1 оптимального кислорода, корректирующий регулятор 2 кислорода, регулятор 3 общего воздуха, направляющий аппарат 4, дутьевой вентилятор 5 и объект-котел 6, содержащий датчики 7 расхода топлива, 8 и 9 содержания остаточного кислорода в уходящих газах по сторонам топки и 10 и 11 расхода воздуха по сторонам топки. Выход датчика 7 расхода топлива подключен к входу автоматического задатчика 1. Блок 12 выделения минимального значения соединен с датчиками 8 и 9 содержания остаточного кислорода в уходящих газах по сторонам топки и с вторым входом корректирующего регулятора 2. Первый сумматор 13 подключен к выходам датчиков 10 и 11 расхода воздуха по сторонам топки.

Кроме того, система содержит второй сумматор 14, последовательно соединенные третий сумматор 15, первый блок 16 деления и второй блок 17 деления, подключенный выходом к второму входу регулятора 3 общего воздуха, логический блок 18 и блок 19 коррекции коэффициента избытка воздуха.

Выход первого сумматора 13 подключен к первым входам третьего сумматора 15, логического блока 18 и блока 19 коррекции коэффициента избытка воздуха. Выход датчика 7 расхода топлива соединен с вторыми выходами второго блока 17 деления, логического блока 18 и блока 19 коррекции коэффициента избытка воздуха, третий вход которого подключен к выходу второго сумматора 14, четвертый вход - к выходу логического блока 18, первый выход - к второму входу третьего сумматора 15, второй выход - к второму входу первого блока 16 деления, третий выход - к третьему входу логического блока 18.

Система, реализующая предлагаемый способ автоматического регулирования, работает следующим образом.

Коэффициент избытка воздуха на выходе из топки равен отношению всего воздуха, поступившего в топку, к теоретически необходимому для сжигания поданного в топку топлива

$$\alpha = \frac{G + G_{np}}{B \cdot V_0} \quad (1)$$

где  $G$  - расход организованно поданного воздуха в топку через горелки;

$G_{np}$  - расход воздуха, неорганизованно поступившего в топку в виде присосов (учитывается только для котлов с уравновешенной тягой);

$B$  - расход топлива, поданного в топку;

$V_0$  - теоретически необходимое количество воздуха для сжигания единицы топлива, зависящее от элементарного состава топлива.

Присосы воздуха в топку и элементарный состав топлива в течение довольно длительного промежутка времени можно считать практически постоянными, поэтому представим  $V_0$  и  $G_{np}$  в виде постоянных коэффициентов соответственно  $A$  и  $C$ . Тогда формулу (1) можно представить

$$\alpha = \frac{G + C}{A - B} \quad (2)$$

Коэффициент избытка воздуха может быть определен по результатам газового анализа дымовых газов на содержание свободного кислорода  $O_2$  по кислородной формуле для условия полного сгорания топлива (нормальный эксплуатационный режим)

$$\alpha = \frac{21}{21 - O_2} \quad (3)$$

Приравняв правые части уравнений (2) и (3) получим

$$\frac{21}{21 - O_2} = \frac{G + C}{A - B} \quad (4)$$

Уравнение (4) является уравнением с двумя неизвестными величинами  $A$  и  $C$ . Тогда на основании (4) для двух точных режимов можно составить систему двух уравнений с двумя неизвестными, решив которую относительно  $A$  и  $C$ , получим

$$C = \frac{(21 - O_2^{(1)}) \frac{G_1}{B_1} - (21 - O_2^{(2)}) \frac{G_2}{B_2}}{\frac{21 - O_2^{(1)}}{B_1} - \frac{21 - O_2^{(2)}}{B_2}}; \quad (5)$$

$$A = (21 - O_2^{(1)}) \frac{G_1 + C}{21 B_1}, \quad (6)$$

где  $G_1, B_1, O_2^{(1)}$   
и  $G_2, B_2, O_2^{(2)}$  — расходы воздуха, топлива и содержание кислорода в дымовых газах при первом и втором топочных режимах соответственно.

Необходимым и достаточным условием нетождественности системы составленных уравнений является равенство нулю знаменателя формулы (5), т.е.

$$\frac{21 - O_2^{(1)}}{B_2} \neq \frac{21 - O_2^{(2)}}{B_1}. \quad (7)$$

Заменим правые и левые части неравенства (7) равными им выражениями, полученными из уравнения (4) для двух топочных режимов, получим

$$\frac{21 A}{G_2 + C} \neq \frac{21 A}{G_1 + C}. \quad (8)$$

Из (8) следует

$$G_2 \neq G_1. \quad (9)$$

Для повышения точности расчетов по формулам (5) и (6) необходимо, чтобы разность расходов воздуха при двух выбранных топочных режимах была не ниже первой заданной величины  $[\Delta G_{\text{мин}}]$ , т.е. чтобы выполнялось условие

$$|G_1 - G_2| \geq [\Delta G_{\text{мин}}]. \quad (10)$$

Для исключения ошибки за счет динамического изменения параметров во время переходного процесса необходимо А и С определять при установившемся топочном режиме работы котлоагрегата. Критерием стационарности топочного режима может быть условие, когда скорость изменения расхода топлива окажется меньше второй заданной величины  $[V_{\text{мин}}]$ , т.е.

$$\left[ \frac{dB}{dt} \right] \leq [V_{\text{мин}}]. \quad (11)$$

Учитывая, что для расчета коэффициентов А и С по формулам (5) и (6) необходимо выполнение условий (10) и (11), процесс уточнения этих коэффициентов может происходить как автоматически при эксплуатационном изменении режима работы котлоагрегата,

так и по желанию оператора, путем увеличения расхода воздуха на величину  $\Delta G_{\text{мин}}$ .

5 Величины  $[\Delta G_{\text{мин}}]$  и  $[V_{\text{мин}}]$  выбираются индивидуально для каждого конкретного котлоагрегата, исходя из требований точности и оперативности корректировки коэффициентов А и С. Чем меньше величина  $[\Delta G_{\text{мин}}]$ , тем чаще создаются условия для корректировки коэффициентов А и С, но при этом погрешность расчетов выше. Для практической реализации предлагаемого способа в качестве оптимальной можно 15 принять величину  $[\Delta G_{\text{мин}}]$ , равную одной третьей эксплуатационного диапазона изменения расхода воздуха. Это обеспечивает уточнение коэффициентов А и С при изменении нагрузки котлоагрегата с максимума до минимума четыре раза, а в течение суток по крайней мере один раз. Величина  $[V_{\text{мин}}]$  20 выбирается из условия стабилизации основных топочных параметров. 25

Оптимальное значение кислорода в уходящих газах поддерживается в соответствии с заданием автоматического задатчика 1 оптимального кислорода, динамически преобразованным с помощью корректирующего регулятора 2 кислорода, и отработанным регулятором 3 общего воздуха путем воздействия на направляющий аппарат 4 дутьевого вентилятора 5 с целью соответствующего изменения расхода воздуха в объекте-котле 6. Автоматический задатчик 1 оптимального кислорода изменяет задание по содержанию кислорода в дымовых газах в зависимости от расхода топлива в соответствии с оптимальной режимной картой котла. Корректирующий регулятор 2 кислорода формирует задание регулятору 3 общего воздуха так, чтобы привести содержание кислорода в дымовых газах по сторонам топки в соответствие с заданием автоматического задатчика 1. Регулятор 3 общего воздуха, воздействуя на направляющий аппарат дутьевого вентилятора, поддерживает коэффициент избытка воздуха в дымовых газах в соответствии с заданием, полученным от корректирующего регулятора 2. Коэффициент избытка расхода рассчитывается по сигналам расхода топлива (выход датчика 7) и воздуха (выход первого сумматора 13) с учетом качества сжигаемого топли-

ва и присосов воздуха в топку, оцениваемым с помощью коэффициентов А и С.

Коэффициенты А и С периодически уточняются блоком 19 коррекции коэффициента избытка воздуха по формулам (5) и (6). При этом значения содержания кислорода, расходов топлива и воздуха первого топочного режима хранятся непосредственно в блоке 19, а аналогичные значения второго топочного режима поступают от второго сумматора 14, датчика 7 и первого сумматора 13.

Коррекция коэффициентов А и С производится при поступлении сигнала "Разрешение", который при выполнении условий (10) и (11) подается с выхода логического блока 18. Время действия сигнала "Разрешение" прекращается после запоминания параметров второго топочного режима в блоке 19 коррекции коэффициента избытка воздуха, так как при этом нарушается условие (11). Очередное уточнение коэффициентов А и С происходит при изменении топочного режима котла оператором в соответствии с условиями (10) и (11).

Таким образом, в системе формируется передающий сигнал коэффициента избытка воздуха, учитывающий все изменения расхода топлива и воздуха, а также изменения состава топлива и присосов воздуха в топку. Следовательно, быстродействующий регулятор 3 общего воздуха поддерживает оптимальный расход воздуха в топке котла со значительно более вы-

сокой динамической точностью. Это в свою очередь приводит к тому, что корректирующий регулятор 2 практически не участвует в устранении возмущений по содержанию избыточного кислорода в дымовых газах, вызванных колебаниями расходов воздуха и топлива. В функции корректирующего регулятора 2 входит формирование задания регулятору 3 общего воздуха, а также устранение возмущений по содержанию кислорода в дымовых газах, вызванных резким нарушением плотности топочной камеры и качества сжигаемого топлива.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

20 Способ автоматического регулирования подачи воздуха в топку котла путем измерения сигналов по расходам топлива, воздуха и избытка воздуха, определяемого по содержанию кислорода в уходящих газах, и воздействия на направляющий аппарат дутьевого вентилятора, отличающийся тем, что, с целью повышения точности, измерение сигналов по расходам топлива, воздуха и содержанию кислорода производят на двух топочных режимах работы котла и с учетом полученных сигналов определяют параметрически необходимое количество воздуха для сжигания топлива и количество поступившего в топку в виде присосов неорганизованно поданного воздуха, и по последним корректируют

30 сигнал по избытку воздуха.

Составитель А.Булкин

Редактор И.Горная Техред Л.Сердюкова Корректор А.Тяско

Заказ 3789/34

Тираж 494

Подписное .

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4