



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 939870

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 28.05.80 (21) 2935589/24-06

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 30.06.82 Бюллетень № 24

Дата опубликования описания 30.06.82

(51) М. Кл.³

F 23 N 3/00

(53) УДК 621.182.
.261 (088.8)

(72) Авторы
изобретения

Г. Т. Кулаков, А. А. Москаленко, В. Ю. Надов и В. С. Полоник

(71) Заявитель

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт

(54) ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ГОРЕНИЯ В КОТЛОАГРЕГАТЕ

Устройство относится к автоматике и вычислительной технике и может быть использовано при автоматической оптимизации процесса горения в котлоагрегате энергетического блока.

Известно устройство автоматического управления, содержащее аналого-цифровой преобразователь, соединенный с датчиками температуры, блок сравнения, дешифратор предельных значений и блок регулирования [1].

Недостатками этого устройства являются низкая точность из-за двухпозиционного регулирования и невозможность его использования для управления процессом горения с целью оптимизации.

Наиболее близким к предлагаемому является вычислительное устройство автоматической системы управления процессом горения в котлоагрегате, содержащее регулятор общего воздуха, аналого-цифровой преобразователь, соединенный с датчиками, характеризующими процесс горения, информационные выходы которого подключены к соответствующим входам

блока сравнения, соединенного с анализатором корректирующих воздействий, и блок регулирования, подключенный к цепям регулирования шиберами горелок [2].

Недостатком устройства является низкая точность и невозможность использования для оптимизации процесса горения.

Цель изобретения — повышение точности работы при оптимизации процесса горения.

Указанная цель достигается тем, что устройство дополнительно содержит задатчики оптимальных значений кислорода и химического недожога, подключенные к вторым входам блока сравнения, блок операторных ключей с внешними цепями управления, переключатель управления, соединенный с регулятором общего воздуха, и коммутатор управляющих воздействий, включенный между блоком регулирования и цепями регулирования шиберами горелок, причем первый управляющий выход анализатора корректирующих воздействий подключен к задатчику оптимального значения кислорода второй — к коммутатору управ-

ляющих воздействий, остальные три выхода — "Разрешение", "Запрет", и "Реверс" — к входам блока операторных ключей, первый задающий выход которого соединен с задатчиком оптимального значения кислорода, а второй регулирующий выход соединен с входами блока регулирования, переключателя управления и анализатора корректирующих воздействий.

На фиг. 1 представлена структурная схема предлагаемого вычислительного устройства; на фиг. 2 — графики, поясняющие принцип работы устройства.

Вычислительное устройство автоматической системы управления содержит аналогово-цифровой преобразователь 1, соединенный с датчиками, характеризующими процесс горения: кислородомером 2 и хроматографическим газоанализатором 3. Информационные выходы аналогового преобразователя подключены к соответствующим входам блока 4 сравнения, который соединен с анализатором 5 корректирующих воздействий. Ко вторым входам блока сравнения подключены датчики оптимальных значений кислорода и химического недожога. Вычислительное устройство содержит также блок 8 операторных ключей с внешними цепями управления Д и О, переключатель 9 управления, соединенный с регулятором общего воздуха (РОВА), блок 10 регулирования и коммутатор 11 управляющих воздействий, подключенный к цепям регулирования шиберами горелок.

Первый управляющий выход анализатора 5 корректирующих воздействий подключен к задатчику 6 оптимального значения кислорода, второй — к коммутатору 11 управляющих воздействий, остальные три выхода — "Разрешение", "Запрет", и "Реверс" — к входам блока 8 операторных ключей.

Первый задающий выход блока операторных ключей подключен к задатчику 6 оптимального значения кислорода, соединенного с корректором кислорода (КК), а второй регулирующий выход соединен с входами блока 10 регулирования переключателя управления 9 и анализатора 5 корректирующих воздействий. Выход блока регулирования подключен к общему входу коммутатора 11 управляющих воздействий.

Аналого-цифровой преобразователь 1 служит для преобразования аналоговых сигналов, поступающих на его входы от кислородомера 2, измеряющего содержание кислорода и от хроматографического газоанализатора 3, определяющего концентрацию продуктов химического недожога в уходящих газах, в двоичный унитарный код. Блок 4 сравнения вырабатывает сигналы "Меньше", "Равно", и "Больше" по

кислороду и химическому недожогу путем сравнения с оптимальными значениями.

Анализатор 5 корректирующих воздействий служит для выработки управляющих воздействий в блок 10 регулирования через блок 8 операторных ключей при оптимизации локальных избытков воздуха, для выбора оптимального значения кислорода в задатчике 6 в зависимости от оптимального значения химического недожога и для переключения коммутатора 11 управляющих воздействий.

Блок 8 операторных ключей, соединенный с внешними цепями управления Д и О, служит для выбора оптимального значения кислорода в задатчике 6 вручную или автоматически в зависимости от нагрузки и для выдачи управляющих воздействий в РОВА через переключатель 9 управления, в блок 10 регулирования, и в анализатор 5 корректирующих воздействий. Переключатель 9 управления обеспечивает отключение РОВА от объекта управления при оптимизации локальных избытков воздуха. Блок 10 регулирования служит для формирования сигналов определенной длительности, пропорциональной чувствительности исполнительных органов шиберов горелок.

Коммутатор 11 управляющих воздействий используется для распределения сигналов регулирования по шиберам горелок.

Оптимальное значение избытка кислорода в уходящих газах для газомазутных котлов без учета чувствительности аппаратуры авторегулирования лежит на пересечении графика зависимости потерь тепла с уходящими газами плюс потери тепла на тягу и дутье от избытка кислорода (Q_2) и графика потерь тепла с химическим недожогом от избытка кислорода (Q_3), так как суммарные потери тепла Q_1 будут минимальными в точке $O_{2\text{опт}}$ (фиг. 2), что будет соответствовать максимальному значению КПД котлоагрегата. Точка оптимума $O_{2\text{опт}}$ имеет место, как правило, при некотором химическом недожоге. Следовательно, точка $O_{2\text{опт}}$ будет соответствовать точке оптимальной величины химического недожога $H_{2\text{опт}}$. Как видно из фиг. 2, избыток кислорода и содержание продуктов химического недожога H_2 изменяются в противоположных направлениях при отходе от оптимальной точки.

Задача РОВА с КК, состоит в стабилизации текущего значения кислорода O_2 в соответствии с заданным значением кислорода $O_{2\text{зд}}$, равным например, $O_{2\text{опт}}$ в зоне $\pm \delta$, лежащей в окрестности точки $O_{2\text{опт}}$, где δ — чувствительность аппаратуры авторегулирования. С учетом чувствительности δ за точку оптимума целесообразно выбирать смещенную точку ($O_{2\text{опт}} + \delta$). Точка оптимума является индивидуальной для каждого котлоагрегата и опре-

деляется при проведении теплотехнических испытаний.

Однако оптимальное значение кислорода, помимо временных факторов, зависит от электрической нагрузки энергоблока N и локальных избытков воздуха $O_{2\Delta i}$

$$O_{2\text{опт}} = f(N), \quad (1)$$

$$O_{2\text{опт}} = (O_{2\Delta i}) \quad (2)$$

Зависимость (1) является определенной. Она может быть рассчитана и учтена при построении вычислительного устройства автоматической системы управления в виде набора постоянных

$$O_{2\text{опт}j} = K_j O_{2\text{оптн}}, \quad (3)$$

где $O_{2\text{опт}}$ и $O_{2\text{оптн}}$ — оптимальные значения избытка кислорода соответственно при j -ой и номинальной нагрузках;

K_j — поправочный коэффициент для j -ой нагрузки.

Зависимость (2) не может быть рассчитана, так как в уходящих газах измеряется среднее значение кислорода

$$O_{2\text{ср}} = \sum_{i=1}^n \frac{O_{2\Delta i}}{n}, \quad (4)$$

а составляющие $O_{2\Delta i}$ являются неопределенными. Оптимальный режим будет поддерживаться в определенной зоне регулятором общего воздуха с корректором кислорода при равномерном распределении воздуха по горелкам. В случае неравномерного распределения воздуха по горелкам, которое происходит по многим причинам, содержание кислорода в уходящих газах возрастает, что приводит к увеличению потерь тепла Q_2 , хотя потери Q_3 уменьшаются, и к отходу от точки оптимума. Кроме того, увеличение кислорода в уходящих газах усиливает низкотемпературную коррозию и загрязнение окружающей среды. В этом случае регулятор общего воздуха с корректором кислорода не в состоянии стабилизировать расход воздуха в окрестности точки $O_{2\text{опт}}$. Увеличение избытка кислорода в уходящих газах не является достаточным условием неравномерности распределения воздуха по горелкам, т.е. необходимо дополнительное условие. Таким дополнительным условием является уменьшение содержания водорода в уходящих газах относительно $H_{2\text{опт}}$.

Таким образом, контроль соотношения между избытком кислорода и содержанием водорода в уходящих газах позволяет выявить перекосы в распределении воздуха по горел-

кам и произвести выравнивание локальных избытков воздуха. Аналогичным контролем осуществляется выявление условий для перехода на другое оптимальное значение избытка кислорода.

Выравнивание локальных избытков воздуха может быть получено путем регулирования шиберов горелок таким образом, чтобы на каждой из них достичь выполнения условия, при котором текущее значение водорода равнялось бы оптимальному заданному.

Переход на другое оптимальное значение избытков кислорода может быть получен путем переключения.

Устройство работает следующим образом.

При включении устройства все блоки устанавливаются в исходное положение, при котором на блок 4 сравнения через задатчики 6 и 7 оптимальных значений кислорода и химического недожога подаются коды соответствующих заданий, которые набираются оператором (О) или другими внешними устройствами, а на вход КК с выхода задатчика 6 безударно подается напряжение оптимального задания по кислороду. Коммутатор 11 управляющих воздействий находится в нейтральном положении. Работа осуществляется по циклам, равным времени измерения самого инерционного датчика — хроматографического газоанализатора 3. В каждом цикле производится измерение в уходящих газах текущих значений кислорода O_2 и водорода H_2 которые аналогоцифровым преобразователем 1 преобразуются в унитарный двоичный код. Полученные коды поступают в блок 4 сравнения, где сравниваются с предельно допустимыми значениями, поступающими с задатчиков 6 и 7 оптимальных значений кислорода и химического недожога. Предельно заданные значения по кислороду $[O_2]^+$, $[O_2]$ и химическому недожогу H_2 соответственно равны

$$\begin{aligned} [O_2]^+ &= (O_{2\text{опт}} + \delta) + \Delta; \\ [O_2]^- &= (O_{2\text{опт}} + \delta) - \Delta; \\ [H_2] &= H_{2\text{опт}} \end{aligned} \quad (5)$$

где Δ — зона регулирования регулятора общего воздуха (см. фиг. 2), причем $\Delta > \delta$.

Учет зоны регулирования достаточен только по кислороду.

Аналоговый сигнал, подаваемый с задатчика 6 на вход КК, соответствует $O_{2\text{опт}} + \delta$.

В результате сравнения текущих значений величин с предельно заданными блок 4 сравнения формирует две группы сигналов по кислороду и водороду из возможных результатов — "Меньше", "Равно" и "Больше" — поступающих в блок 5 анализатора корректи-

рующих воздействий. Анализатор 5 формирует одно из следующих условий

$$[O_2] \leq O_2 \leq [O_2]^+, H_2 = [H_2]; \quad (6)$$

$$O_2 > [O_2]^+, H_2 < [H_2], \quad (7)$$

$$O_2 < [O_2]^-, H_2 > [H_2]; \quad (8)$$

$$O_2 > [O_2], H_2 > [H_2] \quad (9)$$

Каждое из условий отображается оператору через задатчик 6 оптимального значения кислорода в виде соответствующих сигналов: "Норма", "Регулирование", "Несоответствие" и "Неисправность".

Условие (6) означает, что процесс горения в котлоагрегате осуществляется оптимальным образом. Если выявляется условие (7), то оно свидетельствует, что оптимальное значение кислорода становится функцией локальных избытков кислорода в соотношении с выражением (2). В этом случае анализатор 5 корректирующих воздействий вырабатывает сигнал, разрешающий регулирование, который поступает в блок 8 операторных ключей.

Блок 8 операторных ключей формирует окончательный сигнал регулирования только в том случае, если существует разрешение одновременно по двум внешним цепям: от диспетчера (Д) и оператора или оперативного устройства (О), что связано с отключением РОВ от объекта регулирования.

Выходной сигнал блока 8 через переключатель 9 управления производит отключение РОВ, обеспечивая возможность погорелочного регулирования путем воздействия на шибберы горелок. Этот же сигнал поступает в блок 10 регулирования и в анализатор 5 корректирующих воздействий, где запоминается на время регулирования по всем горелкам, а коммутатор 11 управляющих воздействий подключается к одному из шибберов горелок, принимаемому за первый. С этого момента формируется только вторая часть выражения (7), относящаяся к водороду.

Сформированный в блоке 10 регулирования сигнал через коммутатор 11 управляющих воздействий прикрывает шиббер первой горелки на определенную величину, пропорциональную двойной чувствительности 2δ . При этом подача на первую горелку уменьшается, что приводит к некоторому понижению текущего значения кислорода в уходящих газах и к повышению величины водорода. При этом возможны два случая: а) значение избытка кислорода для данной горелки до регулирования равняется оптимальному значению

$O_{2opt.i} = 1,2 \dots n$ и б) значение избытка кислорода больше $O_{2opt.i} + \delta$.

В первом случае при первом же шаге регулирования текущего значения H_2 резко возрастает при незначительном уменьшении O_2 , так как точка кислорода O_{2opt} является критической (кривая O_2 на фиг. 2). Поэтому при повторном цикле измерения имеет место неравенство

$$H_2 > [H_2] \quad (10)$$

При этом анализатор 5 корректирующих воздействий через блок 8 операторных ключей вырабатывает сигнал "Реверс", который в блоке 10 регулирования формируется в регулирующий сигнал обратной полярности и, воздействуя через коммутатор 11 управляющих воздействий, первый шиббер возвращается в исходное положение.

Задержанный сигнал "Реверс" попадает обратно в анализатор 5 корректирующих воздействий и устанавливает в нем такое состояние, при котором коммутатор 11 управляющих воздействий подключается ко второму шибберу. Кроме того, этот сигнал при наличии в анализаторе 5 хранящегося сигнала регулирования проходит в цепь разрешения регулирования, осуществляя прикрытие второго шиббера аналогично первому с проверкой полученного результата в следующем цикле измерения.

Работа устройства аналогична для всех шибберов, для которых выполняется условие (10), до нахождения шиббера, для которого значение избытка кислорода больше $O_{2opt.i} + \delta$, то есть имеет место 2-й случай.

Во втором случае регулирование осуществляется при каждом цикле измерения до тех пор, пока не выполняется условие (10) или равенство

$$H_2 = [H_2] \quad (11)$$

При условии (10) имеем первый случай.

Появление сигнала равенства (11) на выходе анализатора 5 корректирующих воздействий приводит к возврату шиббера на половину регулирующего шага и установке анализатора 5 в исходное положение.

Возврат шиббера на половину регулирующего шага приводит к смещению точки O_{2opt} на величину δ . Установка анализатора 5 в исходное положение означает окончание регулирования равномерного распределения воздуха по горелкам независимо от номера горелки. При этом переключатель 9 возвращается в исходное положение и подключает РОВ к объекту регулирования. Окончание регулирования через задатчик 6 оптимальных значений кислорода индицируется оператору. В очередном цикле измерения выполняется условие (6) — "Норма".

Если при работе котлоагрегата выявляется условие (8), то это означает, что заданное оптимальное значение водорода не соответствует заданному оптимальному значению кислорода в пределах выбранной зоны регулирования Δ . В этом случае информационный сигнал с анализатора 5 корректирующих воздействий поступает в задатчик 6 оптимальных значений кислорода, сигнализируя оператору данное условие. Если существует разрешение на изменение задания по кислороду, то этот сигнал выбирает в задатчике 6 другое оптимальное значение кислорода, чтобы выполнялось условие (6).

Условие (9) отображается оператору как технологическая неисправность.

Применение в предлагаемом вычислительном устройстве автоматической системы управления задатчиков оптимальных значений кислорода и химического недожога, блока операторных ключей, переключателя управления и коммутатора управляющих воздействий, связанных определенным образом между собой и с известными блоками, позволяет повысить точность оптимизации процесса горения газомазутных котлов энергоблока. Это обеспечивает значительный экономический эффект за счет снижения удельного расхода топлива при работе котлоагрегатов.

Формула изобретения

Вычислительное устройство автоматической системы управления процессом горения в котлоагрегате, содержащее регулятор общего воздуха аналого-цифровой преобразователь, соединенный с датчиками, характеризующими про-

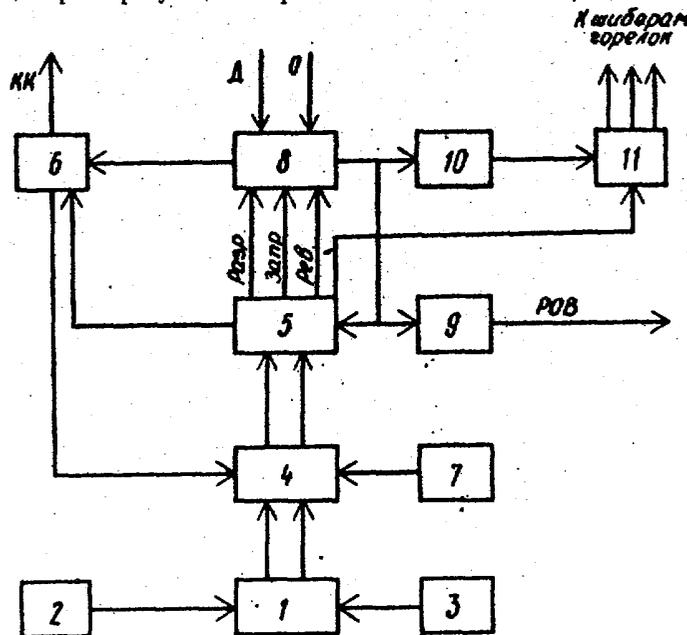
цесс горения, информационные выходы которого подключены к соответствующим входам блока сравнения, соединенного с анализатором корректирующих воздействий, и блок регулирования, подключенный к цепям регулирования шиберами горелок, отличающееся тем, что, с целью повышения точности, оно дополнительно содержит задатчики оптимальных значений кислорода и химического недожога, подключенные к вторым входам блока сравнения, блок операторных ключей с внешними цепями управления, переключатель управления, соединенный с регулятором общего воздуха, и коммутатор управляющих воздействий, включенный между блоком регулирования и цепями регулирования шиберами горелок, причем первый управляющий выход анализатора корректирующих воздействий подключен к задатчику оптимального значения кислорода, второй — к коммутатору управляющих воздействий, остальные три выхода — "Разрешение", "Запрет" и "Реверс" — к входам операторных ключей, первый задающий выход которого соединен с задатчиком оптимального значения кислорода, а второй регулирующий выход соединен с входами блока регулирования, переключателя управления и анализатора корректирующих воздействий.

Источники информации,

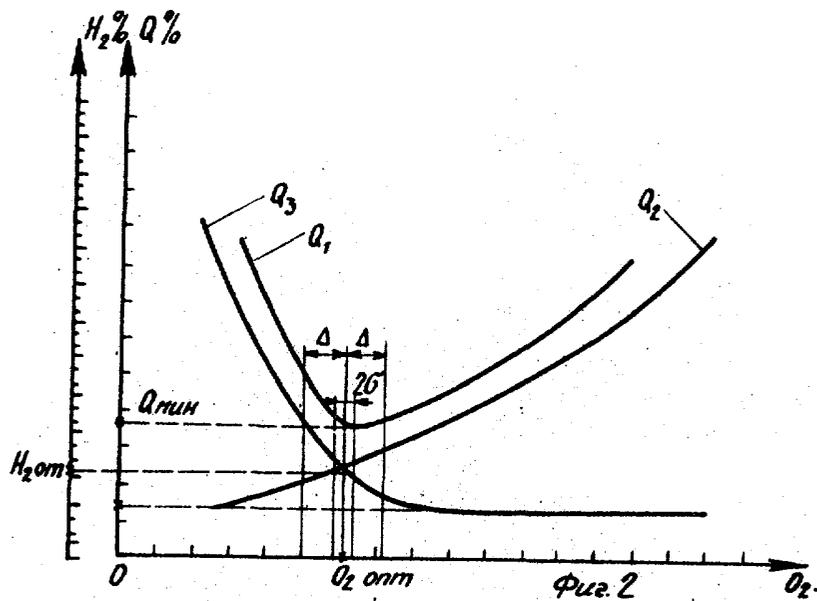
принятые во внимание при экспертизе

1. Хутский Г. И. и др. Цифровое вычислительное устройство системы автоматического управления пуском энергетического блока. "Приборы и системы управления", 1968, № 11, с. 28.

2. Авторское свидетельство СССР № 638967, кл. G 06 F 15/20, 1972.



Фиг. 1



Редактор Ю. Серeda

Составитель И. Аксенов
Техред М. Гергель

Корректор М. Шароши

Заказ 4640/56

Тираж 598

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4