

# **РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПО КРИТЕРИЮ ТЕПЛОВОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ НА КОТЕЛЬНОМ АГРЕГАТЕ В РАМКАХ АСУ ТП (В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ)**

*А.В. Кинаш*

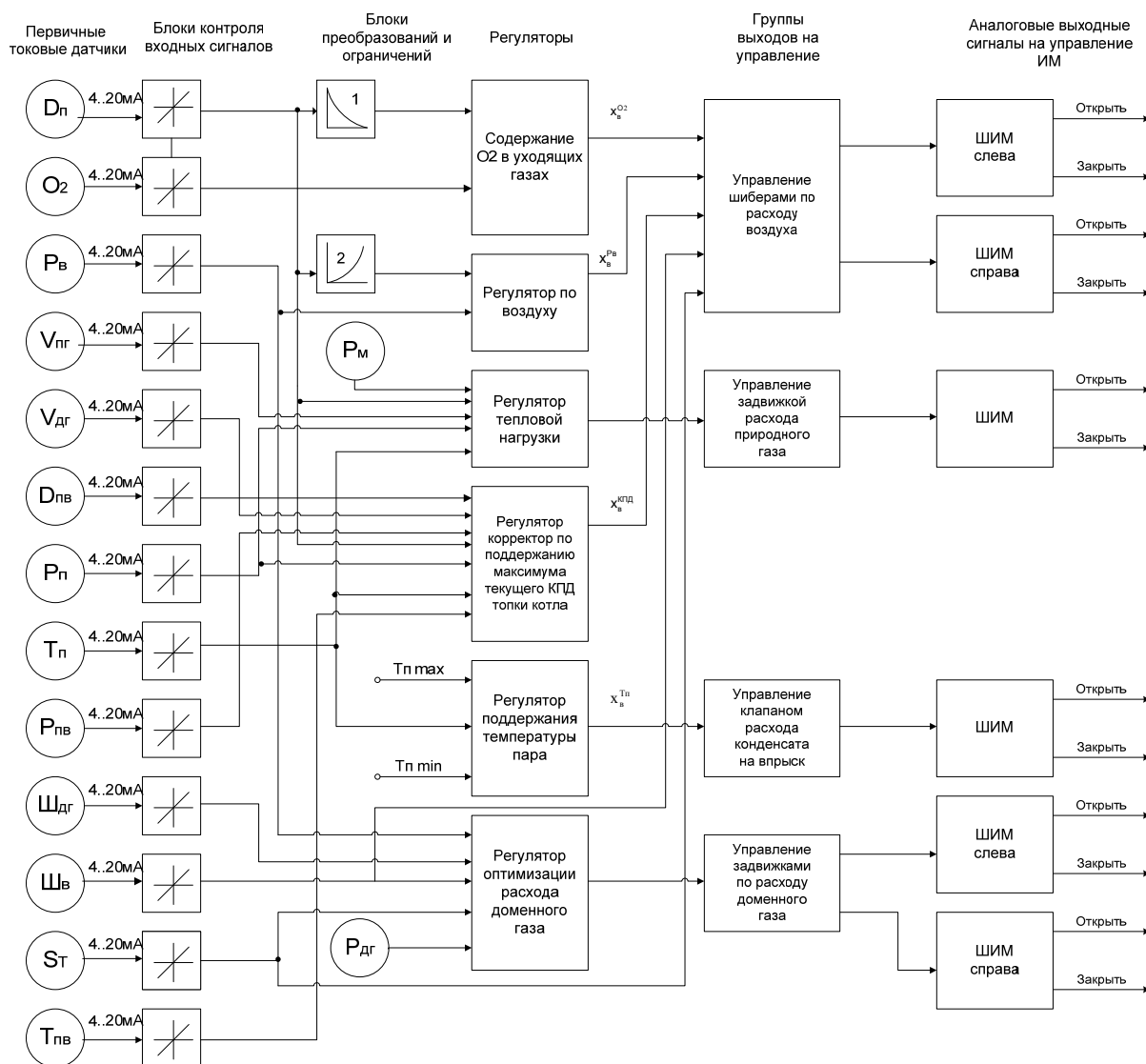
Предприятия металлургической отрасли промышленности являются крупными потребителями энергетических ресурсов в РФ. Поэтому в соответствии с законом «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 261-ФЗ от 23.11.2009 г. металлургические предприятия обязаны проводить активную политику энергосбережения. Металлургические предприятия, как правило, имеют в своем составе тепловые электрические станции, которые наряду с природным газом потребляют в качестве топлива для энергетических котлов вторичные энергоресурсы (ВЭР) и иные виды топлива.

Утилизация вторичных энергетических ресурсов в металлургическом производстве решает важную задачу энергосбережения, так как при этом сокращается потребление природного газа. В связи с технологическими особенностями доменного производства параметры доменного газа (давление, калорийность) значительно меняются во времени, что вносит существенные возмущения в режимы работы энергетических котлов станций.

В этой связи является актуальной задача построения адаптивных систем управления топочными процессами, по критерию максимума КПД для энергетических котлов, в которых утилизируются ВЭР металлургического производства. При этом для повышения быстродействия системы управления в работе предлагается использовать корреляционно-экстремальные системы, использующие упреждающие оценки КПД топочных процессов, которые позволяют повысить эффективность использования топлива в переменных режимах. Для использования корреляционно-экстремальной системы управления процессом горения на котле решено использовать корректирующий регулятор, основанный на математических функциях и помогающий машинисту энергетического котла держать режимные параметры.

Все функции оптимального управления по критерию тепловой экономичности на котельном агрегате, выполняемые корректирующим регулятором, реализованы с использованием математических операций. Порядок работы функциональных блоков и логические связи между ними задаются параметрами при конфигурировании контроллера. Пользователь (наладчик) определяет структуру алгоритма работы контроллера и выполняемые функции, изменяя значения параметров.

Обобщенная функциональная схема контроллера, работающего в составе системы автоматического регулирования подачи воздуха в топку котла, приведена на рисунке.



Обобщенная функциональная схема контроллера корректирующего регулятора в составе системы автоматического регулирования процессом горения в топке энергетического котла

На функциональной схеме (см. рисунок) приняты следующие обозначения:  $D_{пв}$  – расход пара;  $O_2$  – содержание кислорода в уходящих газах;

$P_B$  – давление воздуха;  $O_2^*$ ,  $P_B^*$  – соответственно содержание кислорода в уходящих газах и давление воздуха, определяемые согласно режимной карте в зависимости от нагрузки котла;  $V_{ПГ}$  – расход природного газа;  $V_{ДГ}$  – расход доменного газа;  $D_{П.В}$  – расход питательной воды;  $P_{П}$  – давление пара;  $Ш_{ДГ}$  – положение шиберов доменного газа;  $Ш_B$  – положение шиберов по воздуху;  $T_{П.В}$  – температура питательной воды;  $P_M$  – давление пара в главной паровой магистрали;  $T_{П}$  – температура пара;  $S_T$  – разрежение в топке;  $P_{ДГ}$  – давление доменного газа;  $T_{П, \min}$  – заданное минимальное значение температуры пара;  $T_{П, \max}$  – заданное максимальное значение температуры пара;  $P_{П.В}$  – давление питательной воды;  $x_B^{O_2}$  – сигнал подачи воздуха по содержанию  $O_2$  в уходящих газах;  $x_B^{P_B}$  – сигнал подачи воздуха по давлению воздуха;  $x_B^{КПД}$ ,  $\Delta x_B^{КПД}$  – соответственно сигнал подачи воздуха и коррекции подачи воздуха по КПД;  $x_B^{T_{П}}$  – сигнал подачи воздуха по температуре пара;  $x_B$  – сигнал, подаваемый на входы блоков формирования управляющих сигналов исполнительным механизмом (блоки ШИМ); ИМ – исполнительный механизм.

Все алгоритмы автоматического регулирования, предусмотренные в контроллере изготовителем, выполняются по циклическому принципу, предполагающему три этапа: опрос датчиков, вычисление управляющих воздействий, формирование управляющих воздействий на дискретных выходах. Базовое время цикла работы регулятора составляет 1 секунду.

Вся информация, поступающая с датчиков, проходит контроль и нормирование с использованием соответствующих блоков.

Блоки преобразования сигналов 1, 2 осуществляют преобразование сигналов в соответствии с утвержденной режимной картой энергетического котла.

Автоматическое регулирование подачи воздуха в котел осуществляется по КПД, т. е. сигнал  $x_B$ , подаваемый на входы блоков формирования управляющих сигналов исполнительным механизмом (блоки ШИМ), формируется на основе сигнала  $x_B^{КПД}$ , в случае нахождения режимных параметров: давления воздуха после ВЗП, температуры пара, содержания  $O_2$  в уходящих газах, давления доменного газа, разрежения в топке и давления пара в главном паропроводе в допустимых пределах.

Связи между функциональными блоками, приведенные на рисунке, подчиняются следующим принципам:

- 1) любое количество регуляторов может быть подключено к одной группе выходов (если требуется регулировать одновременно две и более переменных одним регулирующим органом);
- 2) любое количество выходов контроллера (аналоговых, дискретных, силовых) может быть подключено к одной группе выходов (применяется при установке параллельно нескольких регулирующих органов).

В пользовательском интерфейсе конфигурирования контроллера для разных типов связей приняты различные способы задания, при этом обычно предусмотрен только один способ: либо в источнике, либо в приёмнике. Способ задания определяется типом связи: от одного ко многим или от многих к одному. В общем случае работает следующий принцип: если связь от многих к одному (например, несколько датчиков могут быть назначены одному регулятору), то связь задается в источниках сигнала (в датчиках); если же связь от одного ко многим (например, одна группа выходов может быть подключена к нескольким выходам), то связь задается в приемниках сигнала (в выходах).

**Выводы.** Разработано алгоритмическое и программное обеспечение корректирующего регулятора, позволяющего на основе управления подачей топлива и воздуха в котел обеспечивать максимум КПД топочных процессов. Программное обеспечение основывается на современных алгоритмах цифровой фильтрации, обеспечивающих на фоне помех вычисление достаточно точной оценки текущего КПД топочных процессов и влияние на КПД действующих факторов. При этом в оптимальном режиме обеспечивается инвариантность КПД топочных процессов к изменению калорийности доменного газа. С использованием указанного алгоритмического и программного обеспечения разработана и внедрена на Центральной электростанции открытого акционерного общества Магнитогорский металлургический комбинат автоматизированная система мониторинга и регулирования экономичности использования топлива.

Данная система позволит снизить потребление природного газа на 3 % за счет утилизации доменного газа и на 2 % за счет работы корректирующего регулятора основанного на корреляционно-экстремальной системе управления котлами на основе упреждающих оценок КПД.