

САМОНАСТРАИВАЮЩИЕСЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧАХ

д.т.н., проф. Юсупбеков А.Н,
д.т.н., проф. Абдукадыров А.А., магистрант каф АПП Ибрагимов И.

Ташкентский государственный технический университет

Аннотация. В работе предлагается двухконтурная самонастраивающаяся система управления сжиганием газа в промышленных методических печах. Рациональное значение соотношения «газ-воздух» устанавливается расчетным путем в первичном контуре, а во вторичном контуре поисковая система определяет оптимальное значение расхода воздуха, соответствующее максимуму температуры пламени для чего используются процедуры Matlab.

Ключевые слова: промышленная методическая печь, самонастраивающаяся система, управление сжиганием топлива, программно-технические средства, Matlab.

Традиционно при сжигании топлива (газа) в печах стараются обеспечить точные соотношения «газ-воздух» для полного сжигания. Несоблюдение этого условия может привести к взрыву или недожогу. Зависимость рационального значения коэффициента расхода воздуха от расхода топлива имеет нелинейный вид и подвержена действию различного рода неконтролируемых возмущений[1].

Предлагается адаптивная самонастраивающаяся двухконтурная[2] поисковая система: 1) безопасное (расчетное) сжигания газа; 2) оптимальное соотношение “газ-воздух” исходя из максимальной температуры t^0 факела $\rightarrow \max$ с учетом внешних возмущений f_b . Для реализации такой системы используются микропроцессорные регулирующие контроллеры (МПК). Эффективность процесса сжигания можно описать соотношением[1]

$$W(\tau) = F [V_G(\tau) , V_A(\tau) , S(\tau)], \quad (1)$$

где $W(\tau)$ – итоговый текущий показатель результата основного ТП;

$V_G(\tau)$ – текущий расход топлива;

$V_A(\tau)$ – текущий расход O_2 - воздуха;

$S(\tau)$ – совокупный параметр, влияния f_b на $W(\tau)$;

τ – текущее время.

В производстве стремятся достичь расчетного рационального значения $W(\tau)$:

$$W(\tau) \rightarrow W^0(\tau) \text{ при } V_G(\tau) \in (V_G^{min}, V_G^{max}), \quad (2)$$

причем объем сжигаемого топлива должен находиться в расчетных пределах.

Для процесса горения необходим кислород, вернее соответствующий объемный расход воздуха:

$$V_A(\tau) \rightarrow V_A^0(\tau) = Y[V_G(\tau), U(\tau)] \text{ при } V_A(\tau) \in (V_A^{min}, V_A^{max}), \quad (3)$$

в (3) $V_A^0(\tau)$ расчетное значение расхода воздуха в заданном интервале (V_A^{min} , V_A^{max}); $U(\tau)$ – управляющее воздействие, лежащее в интервале $U(\tau) \in (U(\tau)^{min}, U(\tau)^{max})$ и корректирующее значение расхода $V_A(\tau)$, зависимости от внешних воздействий f_b .

В соотношении (3) $V_A^0(\tau)$ является ведомым параметром, в соответствии с $V_G(\tau)$ – ведущим параметром и значением корректирующего воздействия $U(\tau)$. Такой способ сжигания топлива является пропорционированием расходов.

При автоматическим управлении процессом сжигания топлива для определения $V_A^0(\tau)$ используются выражение:

$$V_A^0(\tau) = \alpha_0(\tau) \cdot L_0 \cdot V_G(\tau), \text{ при } \alpha_0(\tau) \in (\alpha_0^{min}, \alpha_0^{max}), \quad (4)$$

где $\alpha_0(\tau)$ – текущее значение коэффициента расхода воздуха; L_0 – коэффициент теоретического расхода воздуха для полного сжигания топлива; $\alpha_0(\tau)$ – параметр коррекция устанавливается субъективно ЛППР в условиях неопределенности: состава (калорийность) газа, потери воздуха в керамических рекуператорах (до 15%) и т.д. Необходимо устранять недожог газа и излишний избыток воздуха. На практике устанавливают усредненный завышенный избыток воздуха – $V_A^0(\tau)$.

Основная наша цель – сжигать топливо с максимально возможным тепловым эффектом, осуществлять основной технологический процесс (ТП) с минимальным расходом топлива. Для этого используется дополнительный выходной параметр основного ТП – $Z(\tau)$, экстремальное значение которого соответствует эффективному использованию топлива. Представим $Z(\tau)$ как:

$$Z(\tau) = E[V_G(\tau), V_A(\tau), U(\tau)], \quad (5)$$

тогда экстремум ТП будет, если последовательно будут реализованы следующие операции:

$$V_G(\tau) \rightarrow V_G^0(\tau) \text{ при } V_G(\tau) \in (V_G^{min}, V_G^{max}), \quad (6)$$

$$V_A(\tau) \rightarrow V_A^0(\tau) = Y[V_G(\tau), U(\tau)] \text{ при } V_A(\tau) \in (V_A^{min}, V_A^{max}), \quad (7)$$

$$Z(\tau) = E[V_G(\tau), V_A(\tau), U(\tau)] \rightarrow \text{extrem при } U(\tau) \in (U(\tau)^{min}, U(\tau)^{max}). \quad (8)$$

Операции (3),(6),(7) могут быть реализованы САУ с ПИД законами регулирования. Операция (8) реализуются вторым контуром самонастраивающейся система поисковым методом экстремального регулирования.

Для методической печи стана 2500 ОАО “ММК” можно предложить адаптивную самонастраивающуюся двухконтурную схему сжигания газа. Первый стабилизирующий контур быстро реализует грубое рациональное сжигания топлива по соотношениям (4), (7). Второй оптимизирующий контур находит экстремум – обеспечивает соотношение (8).

Для работы технического персонала более удобным является табличная форма соотношений (3) и (4) установки рационального значения расхода воздуха. В адаптивной СНС [2] в качестве параметра $Z(\tau)$ для (5) и (8) целесообразно использовать температуру греющей среды вдоль оси излучения факела, измеряемую пирометром. Действительно, основная задача не полностью сжечь топливо, а получение максимальной температуры факела.

Экстремальные статические характеристики процесса сжигания топлива имеют явно выраженный экстремум, который перемещается в зависимости от расхода природного газа. Изменения его калорийности из-за наличия пропана и бутана,

возможны неконтролируемые потери воздуха в керамических рекуператорах промышленных печей.

Второй контур СНС – поиска экстремума обеспечивает сжигание топлива с максимальным тепловым эффектом для чего используются процедуру программного комплекса Матлаб.

Литература:

1. Парсункин Б.Н., Андреев С.М., Ахметов Т.У., Бондарева А.Р. Оптимальное энергосберегающее управление сжиганием топлива в промышленных печах. Russian Internet Journal of Industrial Engineering. 2013. №1
2. Куропаткин П.В. Оптимальные и адаптивные системы: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. школа, 1980. - 287с., ил.
3. Парсункин Б.Н. Система экстремального регулирования топливо – воздух / Б.Н. Парсункин, С.М. Андреев, А.В. Леднов // Электротехнические системы и комплексы: межвуз. сб. науч. тр. – Магнитогорск, Изд-во Магнитогорск. гос. техн. университета им. Г.И. Носова, 2001. – С. 262-269.
4. Дьяканов В. MATLAB6: Учебный курс – СПб., 2001.

Сведения об авторах:

д.т.н., проф. Юсупбеков А.Н. – зав. каф. каф. АПП ТашГТУ,
Университетская, 2

Абдукадыров А.А. – д.т.н., проф. каф. АПП ТашГТУ

Ибрагимов И. – магистрант каф. АПП ТашГТУ тел. 91-469-99-08