

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ТОПКИ КИПЯЩЕГО СЛОЯ В УСЛОВИЯХ РЕКУПЕРАЦИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Гавриленко Б.В., доц, к.т.н., Неежмаков С.В., аспирант.
(Донецкий национальный технический университет,
г. Донецк, Украина)

Отличительной чертой работы автономного газозвоздушного воздухоподогревателя с топкой низкотемпературного кипящего слоя является возможность частичной или полной замены сжижающего воздуха отработанным теплоносителем за счет наличия в нем значительного количества кислорода. В настоящее время технически осуществимыми являются следующие способы управления температурой слоя:

- за счет изменения подачи топлива;
- за счет изменения количества дутьевого воздуха;
- за счет изменения степени рекуперации теплоносителя.

На практике управление тепловой нагрузкой осуществляется за счет выбора оператором комбинации «температура слоя T_{sl} – количество дутьевого воздуха V_{dv} », лежащей в зоне допустимых значений, и дальнейшей стабилизации температуры только за счет изменения подачи топлива.

Управление топкой кипящего слоя при наличии рекуперации теплоносителя требует отказа от существующей системы автоматизации, состоящей из невзаимосвязанных контуров регулирования. в связи с этим возникает необходимость выбора и обоснования параметров, по которым будет производиться регулирование тепловой нагрузки агрегата и температуры кипящего слоя. выразим из уравнения теплового баланса [1] количество тепла, которое передается на калориферную установку:

$$Q_{kl} = Q_{tl} + Q_{dv} + Q_r - Q_{pt}, \quad (1)$$

где Q_{tl} - тепло, получаемое от сгорания твердого топлива;

Q_{dv} и Q_r - тепло, вносимое в топку дутьевым воздухом и рекуперированным теплоносителем, соответственно;

Q_{pt} - суммарные тепловые потери (за счет химического и механического недожога, потерь в окружающую среду и т.д.).

выражение (1) можно представить в развернутом виде:

$$T_{sl} * c_{kl} * V_{kl} = Q_{tl} + T_{dv} * c_{dv} * V_{dv} + T_r * c_r * V_r - Q_{pt}, \quad (2)$$

где c_{kl} , c_{dv} и c_r - удельная теплоемкость продуктов сгорания, дутьевого воздуха и рекуперированного теплоносителя, соответственно;

V_{kl} , V_{dv} и V_r - количество продуктов сгорания, дутьевого воздуха и рекуперированного теплоносителя соответственно;

T_{dv} и T_r - температура дутьевого воздуха и рекуперированного теплоносителя соответственно.

при выборе режима работы топки следует учитывать следующие ограничения:

- 1) температура кипящего слоя должна находиться в допустимых пределах: $T_{sl}^{max} \geq T_{sl} \geq T_{sl}^{min}$, где $T_{sl}^{max} = 900 \div 1000^0\text{C}$, а разность $T_{sl}^{max} - T_{sl}^{min} \approx 200^0\text{C}$ [2];
- 2) суммарное количество ожижающего агента $V_{\Sigma} = V_{dv} + V_r$ должно обеспечивать скорость его прохождения через кипящий слой в пределах $2,5 \div 4$ м/с [2].
- 3) коэффициент избытка воздуха α должен составлять не менее $1,05 \div 1,2$, в зависимости от марки топлива (с учетом разбавления дымовых газов свежим воздухом перед транспортировкой до температуры 500^0C $\alpha \geq 1,3$)

Исходя из анализа выражения (2) и ограничений предлагается в качестве критерия эффективности функционирования системы управления использовать отношение количества тепла, получаемого от сгорания твердого топлива, к количеству тепла, которое передается на калориферную установку. таким образом, критерий имеет вид:

$$\frac{Q_{tl}}{T_{sl} * c_{kl} * V_{kl}} \rightarrow \min \quad (3)$$

Выполнение данного критерия обеспечивается при максимальной степени рекуперации теплоносителя. выбор рабочей температуры T_{sl}^r слоя производится исходя из необходимости обеспечения следующих условий:

- 1) так как из двух аварийных режимов – коржевания и погасания слоя – первый является более опасным, то количество тепла ΔQ_{kl}^h , которое можно дополнительно отвести из слоя при увеличении теплотворной способности топлива и постоянном суммарном количестве ожижающего агента $V_{\Sigma} = const$, должно быть не меньше, чем аналогичная величина ΔQ_{kl}^l при уменьшении теплотворной способности топлива:

$$(T_{sl}^{\max} - T_{sl}^r) * c_{kl} * V_{kl} + T_r * c_r * V_r^{\max} \geq (T_{sl}^r - T_{sl}^{\min}) * c_{kl} * V_{kl}, (4)$$

- 2) минимально допустимая разность максимальной и рабочей температур слоя $\Delta T^{\min} = T_{sl}^{\max} - T_{sl}^r$ зависит от скорости отклика системы на динамические возмущения и согласно [3] составляет $\Delta T^{\min} = 20 \div 40^{\circ}C$, в зависимости от марки топлива и особенностей котлоагрегата.

Применение данного режима работы топки обеспечивает экономию топлива до 15%, дает возможность организации в системе управления обратной связи по контуру «топливо» не по температуре кипящего слоя, а по калорийности топлива, а следовательно, позволяет производить одновременное регулирование температуры слоя по контуру «воздух» за счет изменения степени рекуперации теплоносителя, расширяет диапазон регулирования тепловой производительности котлоагрегата и улучшает экологические показатели установки.

Перечень ссылок.

1. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод). Под ред. Н. В. Кузнецова и др.; М., «Энергия», 1973.
2. Сжигание угля в кипящем слое и утилизация его отходов/Ж.В.Вискин и др.-Донецк: "Новый мир", 1997. – 284 с.
Сжигание топлива в псевдоожигенном слое/Махорин К.Е., Хинкис П.А.;АН УССР. Ин-т газа. – К.:Наук.думка, 1989. – 204 с.