

## ПОЛУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КИПЯЩЕГО СЛОЯ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ ТЕПЛОВОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТОПКИ

Гавриленко Б.В., канд. тех. наук., Неежмаков С.В., аспирант,  
Донецкий государственный технический университет

*Исследованы закономерности получения параметров кипящего слоя при регулировании тепловой производительности топки.*

*The regularities of deriving of parameters of a fluidized bed are investigated at regulating thermal efficiency of a furnace.*

Одной из проблем, возникающих при эксплуатации котельных установок малой мощности с топками низкотемпературного кипящего слоя (НТКС), является сложность регулирования тепловой производительности агрегата. На практике это может осуществляться путем:

- изменения количества подаваемого в топку топлива и соотношения «воздух-топливо»;
- периодического прекращения подачи топлива и воздуха в топку (вывода котла в «горячий резерв»).

Необходимо отметить, что в настоящее время отсутствует качественная подготовка топлива, выполняются требования только по верхним границам его крупности и влажности. Поэтому особенностью в работе данных агрегатов является значительные колебания грансостава, зольности и влажности используемого топлива и, как следствие, неустойчивость работы топки даже в номинальном режиме с повышением вероятности возникновения аварийной ситуации (коржевания или угасания слоя). Это обстоятельство приводит либо к сужению диапазона регулирования топки, либо к полному отказу от регулирования производительности с применением первого способа, в зависимости от квалификации обслуживающего персонала.

Второй способ управления не зависит от характеристик топлива, так как регулирование осуществляется за счет вариации соотношения времени работы котла в номинальном режиме и пребывания его в «горячем резерве». График получения тепловой энергии при втором способе регулирования приведен на рис. 1, где  $Q_{cp}$  - требуемая тепловая производительность,  $t_1$ ,  $t_3$ ,  $t_5$  - периоды работы котла в номи-

нальном режиме,  $t_2, t_4$  - периоды вывода котла в «горячий резерв». Время, на которое агрегат выводится в «горячий резерв», может составлять от 1-2 минут до 8 часов – в зависимости от величины  $Q_{cp}$  [1]; рекомендуемое время работы в номинальном режиме зависит от характеристик конкретной топки.

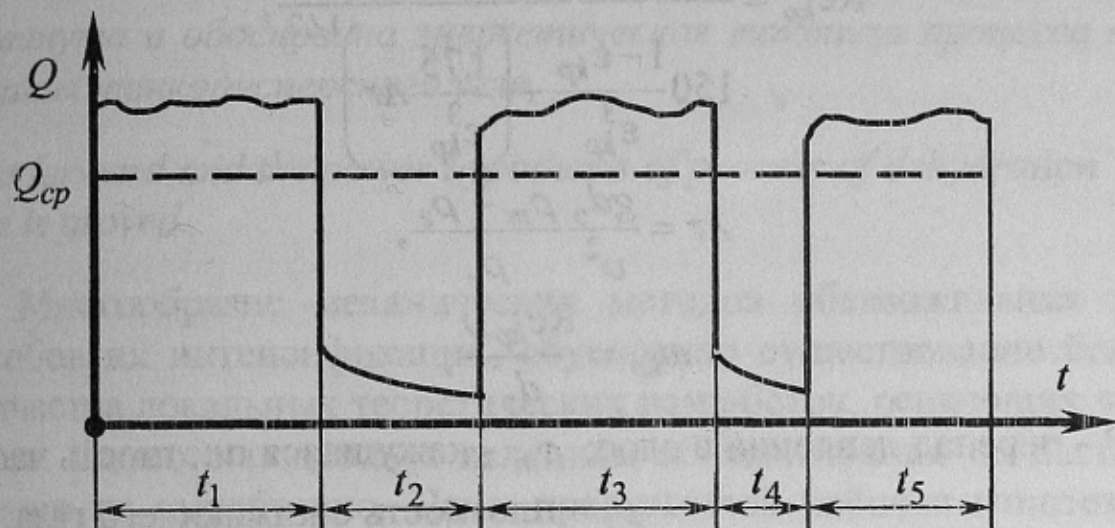


Рисунок 1 – График получения тепловой энергии при втором способе регулирования

Наиболее рациональным является комбинированное управление: регулирование тепловой производительности осуществляется за счет применения второго способа (изменение длительности периодов времени типа  $t_2$  и  $t_4$ ), а обеспечение номинального режима работы агрегата в периоды времени типа  $t_1, t_3$  и  $t_5$  – за счет применения первого способа регулирования. Существующая система автоматизации установок с топками НТКС на основе приборов типа Р-25 (Р-29) требует квалифицированной наладки, не возможной в условиях котельной, для каждого изменения  $Q_{cp}$  при использовании первого способа и не поддерживает второй способ регулирования. Применение микропроцессорных средств управления позволяет осуществлять комбинированное регулирование топки НТКС, а также, кроме получения требуемой тепловой производительности, наличие периодов типа  $t_2$  и  $t_4$  позволит периодически уточнять такие технологические параметры, как эквивалентный диаметр частиц слоя  $d_9$  и порозность слоя в момент псевдооживления  $\varepsilon_{kp}$ , не поддающиеся прямому измерению. Для этого, кроме параметров, контролируемых стандартной аппаратурой автоматизации, следует дополнительно контролировать электрическое сопротивление слоя  $R$  и высоту «лежащего» слоя  $H$ . За-



висимость  $R$  от скорости оживающего воздуха  $\omega$  согласно [2] имеет вид, представленный на рис. 2., где  $\omega_{kp}$  - первая критическая скорость псевдооживения. Используя следующие выражения [1]:

$$\Delta P = g(\rho_m - \rho_2)(1 - \varepsilon_{kp})H_{kp}, \quad (1)$$

$$Re_{kp} = \frac{Ar}{150 \frac{1 - \varepsilon_{kp}}{\varepsilon_{kp}^3} + \left( \frac{1,75}{\varepsilon_{kp}^3} Ar \right)^{1/2}}, \quad (2)$$

$$Ar = \frac{gd_3}{\nu^2} \frac{\rho_m - \rho_2}{\rho_2}, \quad (3)$$

$$\omega_{kp} = \frac{Re_{kp} \nu}{d_3}, \quad (4)$$

где  $\Delta P$  - перепад давления в слое;  $\rho_m$  - кажущаяся плотность частиц;  $\rho_2$  - плотность оживающего газа;  $H_{kp}$  - высота слоя в момент псевдооживения (на 10% выше  $H$ );  $Re_{kp}$  - число Рейнольдса в момент псевдооживения;  $Ar$  - критерий Архимеда;  $\nu$  - кинематическая вязкость газа, определяются численными методами величины  $d_3$  и  $\varepsilon_{kp}$ .

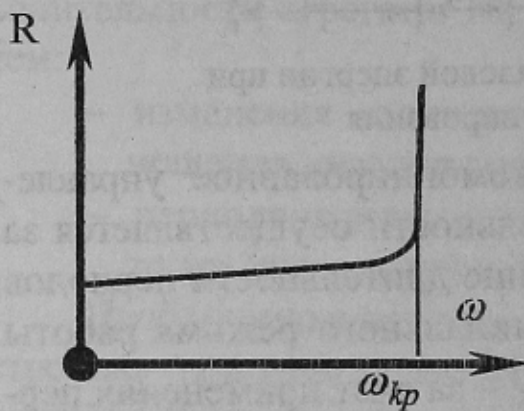


Рисунок 2 – Зависимость электрического сопротивления слоя от скорости воздуха

Осуществление комбинированного управления агрегатом и получение дополнительных параметров слоя  $d_3$  и  $\varepsilon_{kp}$  при каждом выводе котла в «горячий резерв» позволяют:

- прогнозировать поведение кипящего слоя в периоды работы в номинальном режиме;
- минимизировать унос частиц из слоя за счет учета  $d_3$  при выборе рабочей скорости воздуха
- снизить вероятность аварийных ситуаций (коржевания и угасания слоя) за счет работы только в номинальном режиме.

Список источников.

1. Расчеты аппаратов кипящего слоя: Справочник / Под ред. И. П. Мухленого, Б. С. Сажина, В. С. Фролова. – Л.: Химия, 1986. – 352 с.
2. Забродский С.С. Гидродинамика и теплообмен в псевдооживленном (кипящем) слое. М. – Л., Госэнергоиздат, 1963.