

УДК 622.48

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КИПЯЩЕГО СЛОЯ

Неежмаков С.В. ассистент, Гавриленко Б.В. доцент, к.т.н.

(Донецкий Национальный Технический Университет, г. Донецк, Украина)

В качестве теплоносителя при работе автономного воздухоподогревателя

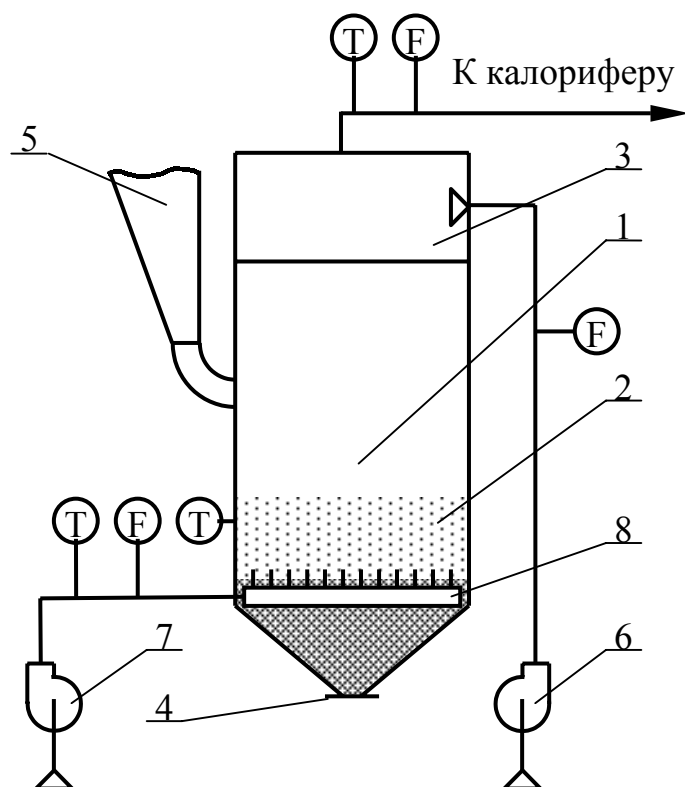


Рисунок 1 – Котлоагрегат с топкой низкотемпературного кипящего слоя.

1 – топочная камера; 2 – кипящий слой; 3 – камера смешения; 4 – система золоудаления; 5 – система подачи топлива; 6 – вентилятор разбавочного воздуха; 7 – вентилятор дутьевого воздуха; 8 – провальная трубная колпачковая воздухо-распределительная решетка; Т и F – средства измерения температуры и расхода соответственно.

используются дымовые газы, получаемые в результате сжигания высокозольного угля в котлоагрегате с топкой низкотемпературного кипящего слоя (НТКС). Схема котлоагрегата и размещения средств измерения приведена на рис. 1. Продукты сгорания, имея температуру $T_{ПС}=600\div 1000^{\circ}\text{C}$ на выходе из кипящего слоя, разбавляются в камере смешения до температуры $T_{ТН}=500^{\circ}\text{C}$ и далее транспортируются к калориферной установке.

При работе топки НТКС наиболее важным параметром, подлежащим измерению, является температура кипящего слоя $T_{КС}$, которая, в зависимости от свойств топлива, лежит в пределах $600\div 1000^{\circ}\text{C}$ с диапазоном изменения 200°C . В настоящее время для измерения величины $T_{КС}$ применяются хромель-алюмелевые термоэлектрические преобразователи, обладающие существенным недостатком – высокой инерционностью (постоянная термической инерции составляет 120 – 180 сек) [1].

В случае замены существующей системы автоматизации (регуляторов типа Р-25 и Р-29) микропроцессорными средствами управления возможно косвенное измерение температуры кипящего слоя в переходных режимах с

коррекцией по температуре слоя в стационарных режимах при условии использования стандартных средств измерения расхода и температуры.

Как известно, температура ожигающего агента после прохождения его через слой имеет температуру слоя, если его высота более 20 эквивалентных диаметров составляющих частиц. Данное условие выполняется, так как высота кипящего слоя более 600 мм, а наибольший диаметр частиц – 13 мм. Таким образом, судить о температуре слоя можно по температуре продуктов сгорания $T_{ПС}$.

Уравнение теплового баланса для камеры смешения имеет вид:

$$q_{ПС} + q_{РВ} = q_{ТН} + q_{ПОТ}, \quad (1)$$

где $q_{ПС}$, $q_{РВ}$ – тепло, внесенное в камеру смешения продуктами сгорания и разбавочным воздухом, соответственно.

$q_{ТН}$, $q_{ПОТ}$ – тепло, удаленное из камеры смешения с теплоносителем и потерями в окружающую среду.

Величина $q_{ПОТ}$ нормируется согласно [2] и может быть принята постоянной величиной для конкретного котлоагрегата, так как при изменении режима работы изменяется на 0,2-0,3% от общего количества тепла.

Величины $q_{ПС}$, $q_{РВ}$ и $q_{ТН}$ определяются, соответственно из выражений:

$$q_{ПС} = C_{ПС} * Q_{ПС} * T_{ПС}, \quad (2)$$

$$q_{РВ} = C_{РВ} * Q_{РВ} * T_{РВ}, \quad (3)$$

$$q_{ТН} = C_{ТН} * Q_{ТН} * T_{ТН}, \quad (4)$$

где: C – теплоемкость, принимается согласно [2], Q – объемный расход и T – температура – показания датчиков.

В таком случае конечное выражение для определения температуры слоя с учетом выражений 1, 2, 3 и 4 имеет вид:

$$T_{СЛ} = T_{ПС} = \frac{C_{ТН} * Q_{ТН} * T_{ТН} - C_{РВ} * Q_{РВ} * T_{РВ} + q_{ПОТ}}{C_{ПС} * Q_{ПС}} \quad (5)$$

Учитывая то, что постоянная термической инерции для преобразователей, рассчитанных на температуры до 600°C, составляет 5-8 сек, можно предположить о целесообразности применения предлагаемого метода.

В среде MATLAB произведено сравнительное моделирование систем измерения температуры кипящего слоя с использованием традиционного и предлагаемого методов. На рис. 2 приведена структурная схема исследуемой модели в составе следующих блоков:

- «Теплота сгорания» – имитирует скачкообразный прирост теплоты сгорания топлива (при моделировании принято изменение зольности угля с 55% до 30%; в реальных условиях зольность может изменяться в пределах 20-70%);

- «Слой», «Термопара в слое», «Термосопротивление в камере смешения» – задают динамические характеристики кипящего слоя и термопреобразователей, принятые согласно [1 и 3];
- «Температура» – позволяет отслеживать реальную температуру слоя и определяемую традиционным и косвенным методами;
- «S1», «S2», «Погрешность» - показывают погрешность измерений при использовании обоих методов;
- «Реакция системы управления» - определяет начало реагирования системы автоматизированного управления на изменение температуры при ширине зоны нечувствительности $\pm 10^{\circ}\text{C}$ и останавливает моделирование при начале реагирования системы с термопарой.
- «Запаздывание» – задает транспортное запаздывание при использовании системы косвенного контроля температуры.

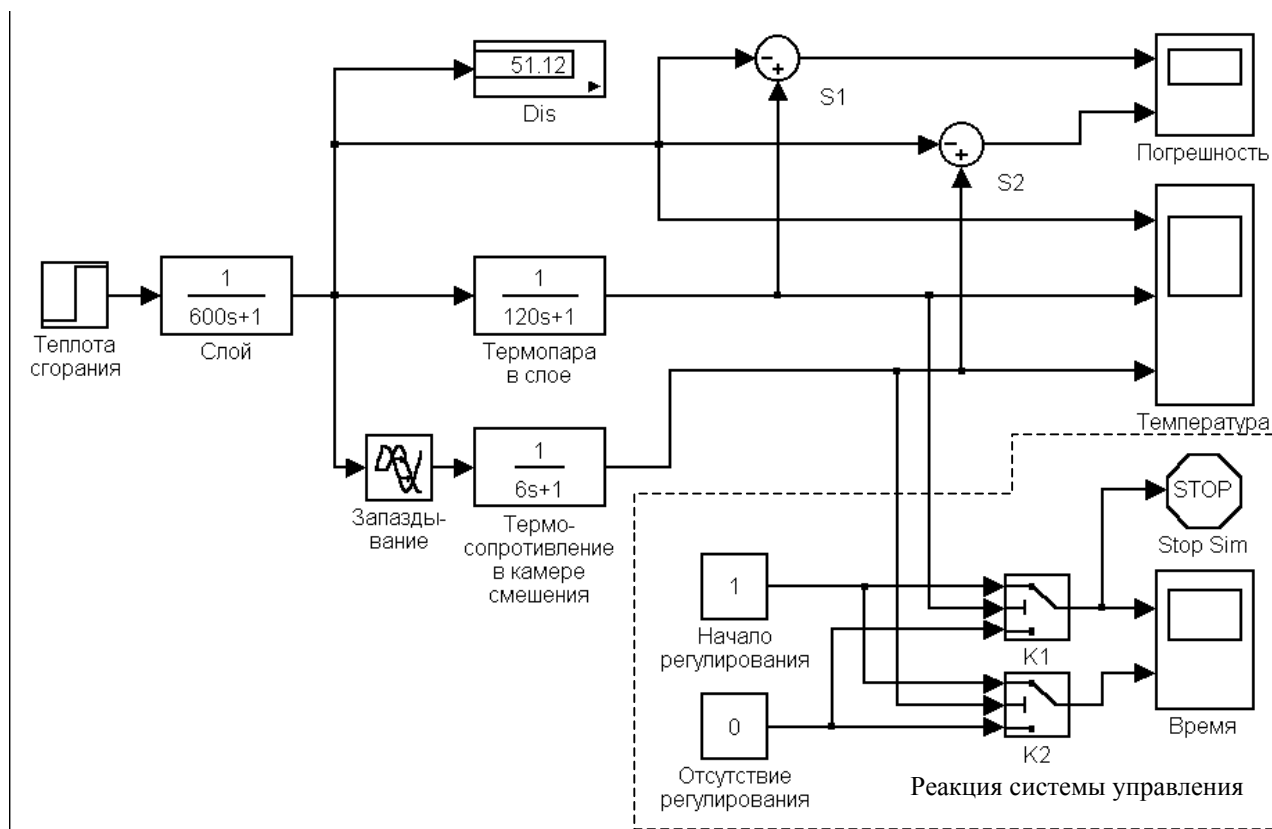


Рисунок 2 – Моделирование систем измерения температуры кипящего слоя

Анализ результатов моделирования (рис. 3) показывает, что:

- 1) при использовании традиционной системы контроля температуры наблюдается значительное отставание результата измерений (б) от действительной температуры (а) в отличие от результата косвенных измерений (в);
- 2) динамическая погрешность (г) традиционного метода заметно выше, погрешности косвенного метода (д);

3) инерционность термопары вызывает увеличение времени отклика системы управления на возмущающее воздействие (е и ж). Реальное отклонение температуры при этом составило более 50°C

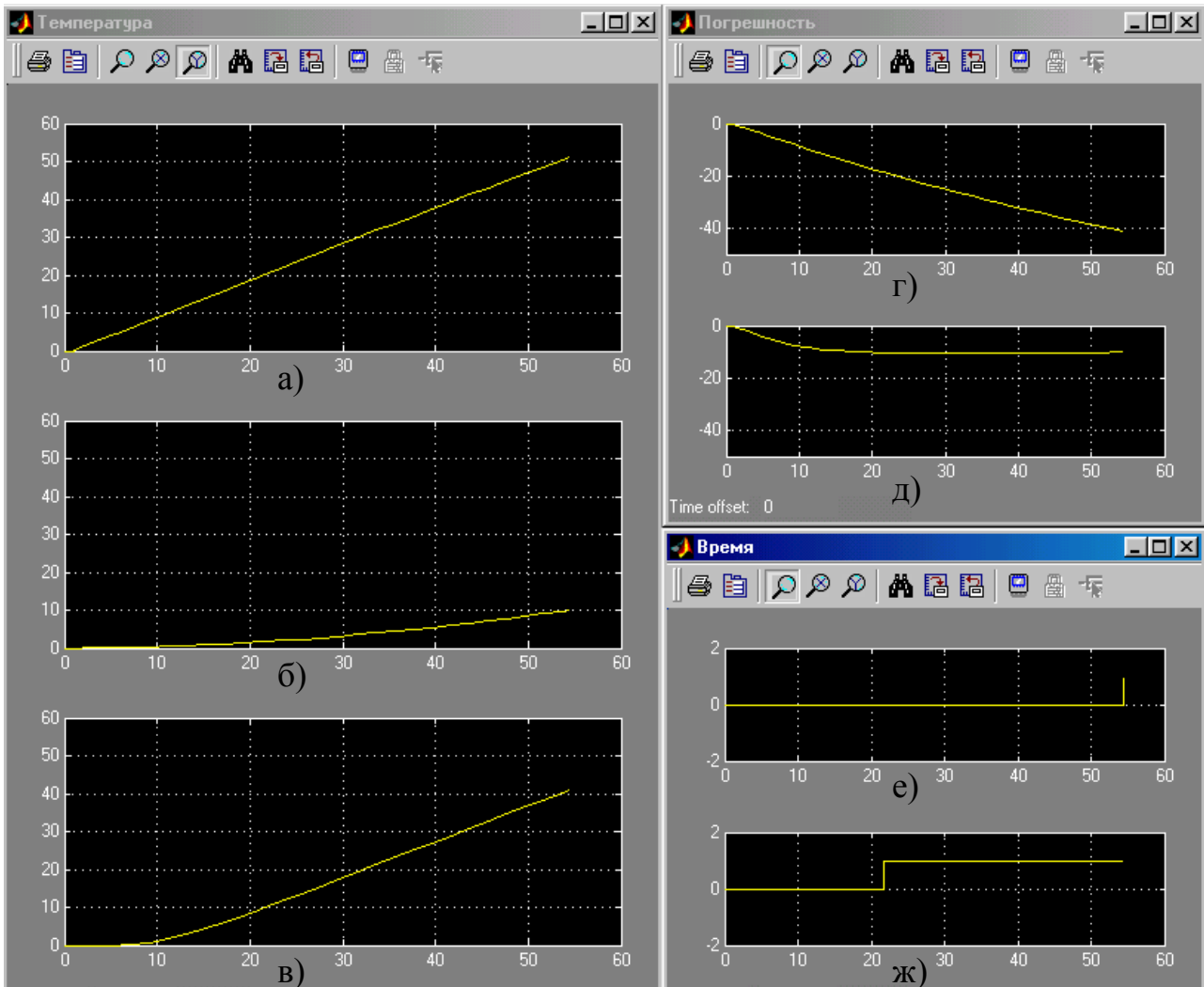


Рисунок 3 – Результаты моделирования систем измерения температуры кипящего слоя

Таким образом, использование косвенного метода контроля температуры в задачах управления производительностью автономного газоздушного воздухоподогревателя с топкой низкотемпературного кипящего слоя позволит повысить качество и достоверность получения требуемой измерительной информации

Перечень ссылок

1. Чистяков В.С. Краткий справочник по теплотехническим измерениям. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.: ил.
2. Расчеты аппаратов кипящего слоя: Справочник/ Под ред. И.П. Мухленова, Б.С. Сажина, В.Ф. Фролова. – Л.: Химия, 1986. – 352 с
3. Сжигание угля в псевдоожиженном слое/ Махорин К. Е., Хинкис П. А. – Киев: Наук. думка, 1989. – 204 с.