

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ СЛИТКОВ В НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ КОЛОДЦАХ

Скоробогатова И.В., аспирант; Мухин А.А., студент

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Нагревательные колодцы являются печами садочного типа периодического действия с распределенными во времени параметрами.

Задачей тепловой обработки металла в нагревательных колодцах является получение равномерно прогретых по сечению слитков с минимальным перепадом температур.

Известно, что нагрев металла проходит в течение двух этапов: периода нагрева и периода выдержки до заданной температуры прокатки. В процессе нагрева металла расход топлива достигает максимального значения при постоянном тепловом потоке $q = const$, и снижается до минимальной величины во время выдержки слитков при постоянной температуре уходящих газов $Td = const$.

Основными управляющими параметрами при нагреве слитков в нагревательных колодцах являются: расход газа на каждую ячейку, соотношение расходов газ-воздух, величина тяги.

При работе в системе автоматического управления нагревом металла в печах садочного типа действует ряд следующих возмущающих воздействий: изменение производительности; колебание тяги; возмущения, связанные с загрузкой и выгрузкой слитков; изменение давления газа и воздуха, подаваемые в горелочные устройства.

Режим работы нагревательного колодца характеризуется следующими выходными параметрами: температурой нагрева металла, давлением в печи, температурой подогрева газа и воздуха, экономичностью сжигания топлива, составом атмосферы в печном пространстве.

Система автоматического управления тепловой обработкой слитков в нагревательных колодцах состоит из следующих подсистем: контроля температуры рабочего пространства ячейки, давления в рабочем пространстве, расходов газа и воздуха, температуры воздуха и газа до и после рекуператора, температуры продуктов сгорания дымового тракта, разряжения до и после рекуператора, содержания кислорода в продуктах сгорания [1].

Так как измерение температуры металла представляет сложную задачу, следовательно, одним из информативных параметров является температура рабочего пространства в нагревательном колодце.

Передаточная функция процесса нагрева слитков в нагревательном колодце имеет вид:

$$W_{нк}(p) = \frac{K_{нк} \cdot e^{-p\tau_{нк}}}{T_{нк} \cdot p + 1}, \quad (1)$$

где $K_{нк}$ - коэффициент передачи, $K_{нк} = 1259$; $T_{нк}$ - постоянная времени при нагреве слитков, $T_{нк} = 10850$ с; $\tau_{нк}$ - запаздывание, $\tau_{нк} = 2264$ с. Переходный

процесс по установлению температуры в нагревательном колодце, полученный при моделировании в пакете MATLAB представлен на рисунке 1.

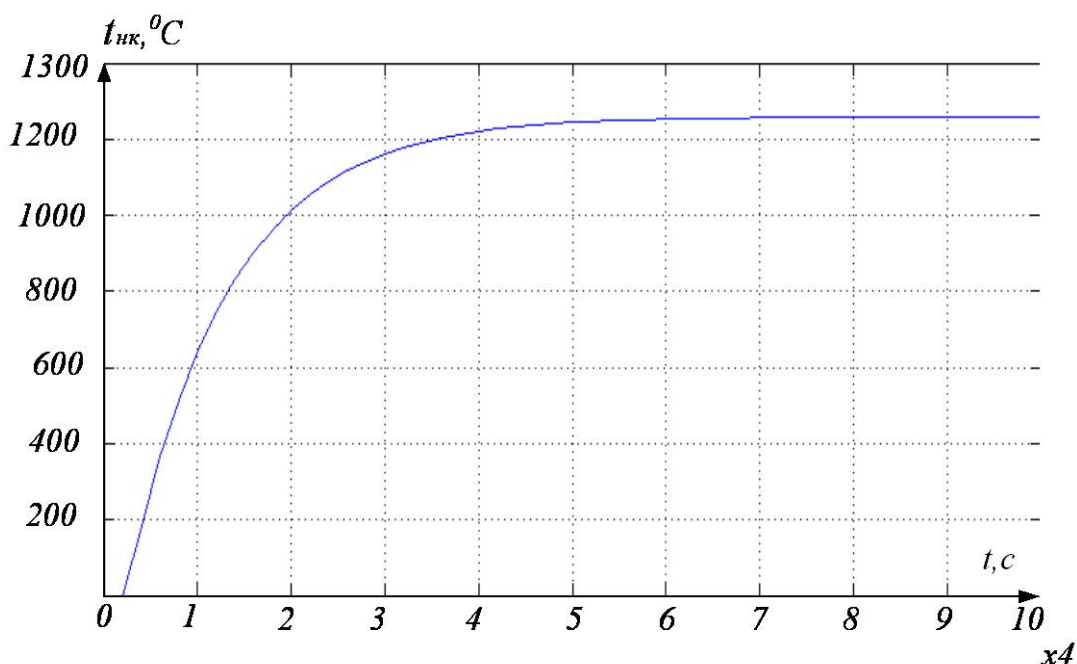


Рисунок 1 – Переходный процесс по установлению температуры в нагревательном колодце

Таким образом, решение задачи управления тепловой работой нагревательного колодца сводится к поддержанию температуры рабочего пространства в соответствии с заданной технологической картой процесса.

Известно, что уменьшение начальной температуры слитка увеличивает время нахождения металла в нагревательном колодце. Анализ экспериментальных данных показал, что по каналу «температура - расход топлива» нагревательные колодцы имеют переменный коэффициент передачи. При этом коэффициент передачи в период нагрева составляет $1-1,4 \text{ } ^\circ C / \% \text{ хода исполнительного механизма}$, а в конце периода выдержки принимает значение $-2,4 \text{ } ^\circ C / \%$ [1].

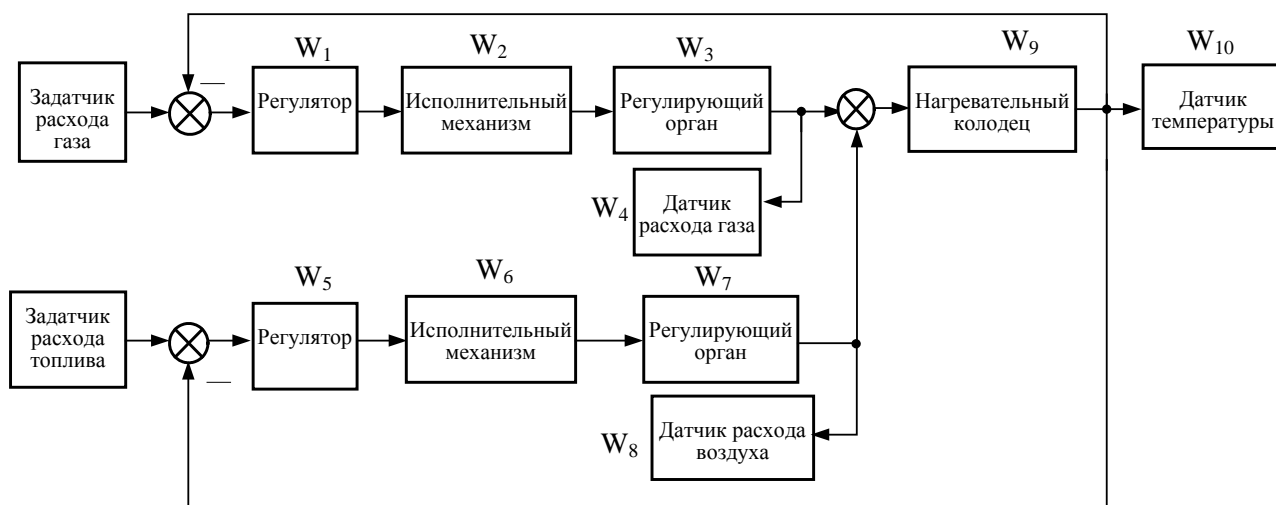


Рисунок 2 – Структурная схема системы автоматического управления нагревом слитков в нагревательном колодце

На рисунке 2 представлена разработанная структурная схема системы автоматического управления нагревом слитков в нагревательном колодце.

Основной задачей при проектировании и разработке системы автоматического управления нагревом слитков в нагревательном колодце, является получение динамических характеристик при возмущающих воздействиях. То есть для объекта с распределенными параметрами аналитическое получение точных передаточных функций составляющих процесса нагрева достаточно трудоемко. Следовательно, в настоящее время актуальны поиски общих методов для получения динамических характеристик в пространстве и времени [2].

Нестационарность статических и динамических характеристик (температуры нагрева металла, давления в печи, температуры подогрева газа и воздуха) обуславливает применение и настройку регуляторов непрерывного действия, работающих по П-, ПИ-, ПИД - законам регулирования.

Известно, что в основном системы автоматического управления рассчитываются на определение заданного запаса устойчивости. Достоверное определение области устойчивости системы управления термической обработкой слитков в нагревательных колодцах имеет большое значение при расчете динамики системы [2].

Основной особенностью работы нагревательных колодцев является отсутствие средств измерения температуры поверхности слитка и ее распределения по сечению металла. Применяемые на практике системы управления нагревательными колодцами не учитывают этой особенности.

Давление в рабочем пространстве нагревательного колодца является немаловажным фактором при определении интенсивности нагрева слитков, удельного расхода газа, величины угара, и должно поддерживаться на уровне 1-3 кПа. Стабилизация давления обеспечит возврат гидравлического режима печи к рациональному состоянию при всех видах возмущений [3].

Таким образом, требуется создание системы управления нагревом слитка в нагревательном колодце, которая будет постоянно отслеживать вид и параметры модели динамики процесса нагрева металла. Следовательно, такие системы способны обеспечить более высокие показатели качества переходных процессов по сравнению с обычными системами управления термической обработкой материалов в нагревательных колодцах.

Перечень ссылок

1. Беленький А.М. Автоматическое управление металлургическими процессами.: учебник для вузов/ Беленький А.М., Бердышев В.Ф.– М.: Металлургия, 1989г. –384 с.
2. Шевяков А. А. Управление тепловыми объектами с распределенными параметрами. / Шевяков А. А., Яковлева Р.В. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 208 с.
3. Розенгарт Ю. И. Теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах. /Розенгарт Ю. И. М.: Металлургия, 1986. – 296 с.