

## ВЫБОР И НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРА ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ТРЕХЗОННОЙ МЕТОДИЧЕСКОЙ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ

**Иванов Д. О., студент; Неежмаков С. В., к.т.н., доц**  
(Донецкий Национальный Технический Университет, г. Донецк, Украина)

Для прокатного цеха актуальными проблемами является высокий расход топлива, необходимого для сжигания и нагрева заготовок; выдача заготовок недогретыми, либо перегретыми, что влияет на качество выпускаемого продукта. В связи с этим процесс контроля расхода и температуры в зонах нагрева привлекает повышенный интерес.

Целью работы является повышение эффективности работы методической нагревательной печи путем синтеза системы автоматизированного регулирования температуры по зонам с помощью изменения расхода сжигаемого топлива.

Система должна отвечать следующим требованиям по времени переходного процесса и величине перерегулирования –  $t_{mn} = 4000 - 4500(c)$ ;  $\sigma = 0 - 10\%$ . [1]. Без использования регулятора требования по величине перерегулирования удовлетворяют предъявленным, но в то же время длительность ПП  $t_{mn} = 25 \cdot 10^3 c$ .

Структурная схема системы регулирования приведена на рисунке 1:

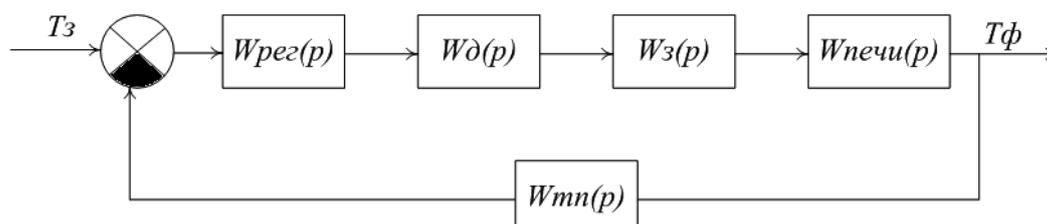


Рисунок 1 – Структурная схема системы регулирования

$W_{рег}(p)$  – передаточная функция регулятора;

$W_{д}(p)$  – передаточная функция асинхронного двигателя;

$W_{з}(p)$  - передаточная функция по каналу расход топлива- площадь перекрытия трубопровода;

$W_{печи}(p)$  - передаточная функция методической нагревательной печи;

$W_{mn}(p)$  - передаточная функция термопары.

Для определения параметров регулятора в пакете Simulink используется блок NCD-Output, который задание динамических ограничений осуществляет в визуальном режиме. На базе этих ограничений NCD-Output автоматически генерирует задачу конечномерной оптимизации так, чтобы точка экстремума в пространстве настраиваемых параметров соответствовала выполнению всех требований, предъявляемых к качеству процесса. Эта задача решается с привлечением специализированной процедуры квадратичного программирования из пакета Optimization Toolbox. Ход оптимизации контролируется на экране с помощью отображения графика контролируемого процесса и текущих значений

минимизируемой функции. По завершении процесса его результат фиксируется в рабочем пространстве Matlab.

Принимается математическую модель процесса нагрева поверхности заготовки с использованием программного пакета MatLab 6.5 – рисунок 2:

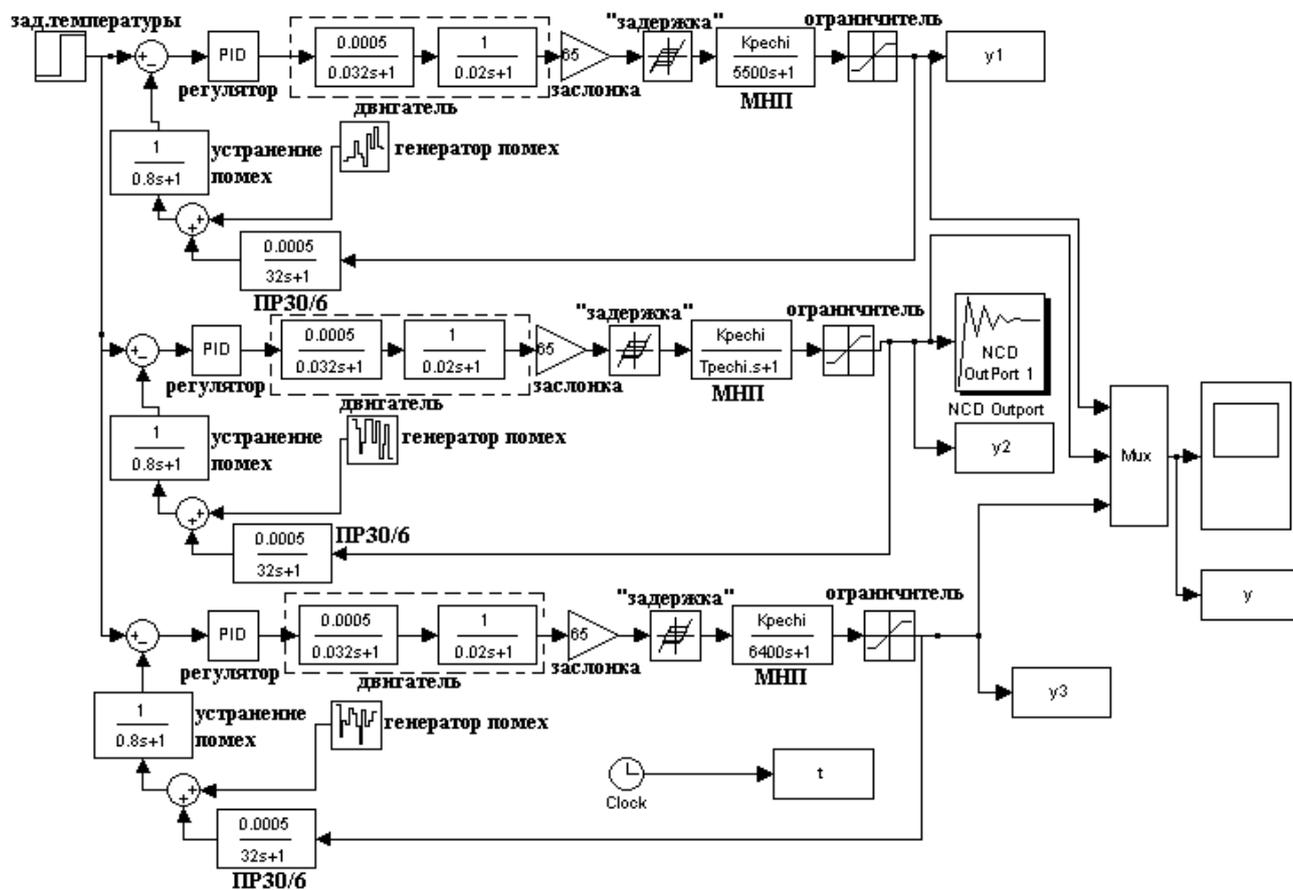


Рисунок 2 - Математическая модель процесса нагрева поверхности заготовки

Используя вышеприведенную методику получаем на выходе зависимость температуры от длительности нагрева заготовки в проходной методической печи:

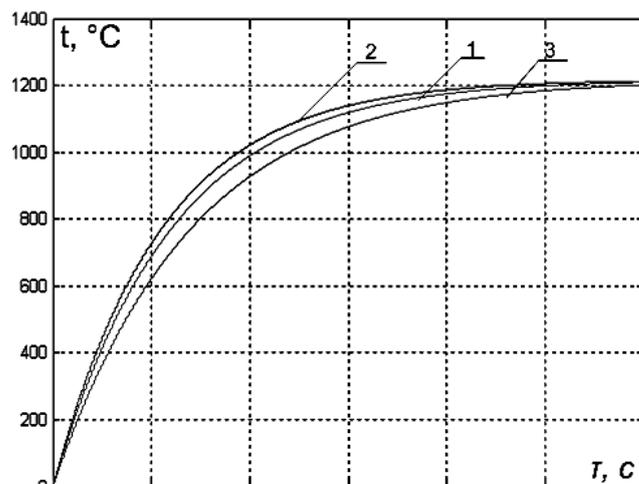


Рисунок 3 – Вид оптимизированного переходного процесса нагрева поверхности заготовки в МНП

где: 1 – кривая, соответствующая номинальному режиму нагрева; 2,3 – кривые, соответствующие 5% отклонениям от номинального режима нагрева.

Коэффициенты регулятора для данной модели построения имеют следующие значения:  $K_n = 3,5$ ;  $K_u = 0,16$ ;  $K_d = 0$ . Длительность переходного процесса составила  $t_m = 4200c$ , величина перерегулирования -  $\sigma = 0\%$ , что свидетельствует о достижении поставленной цели вследствие применения ПИ-регулятора.

В условиях работы стана с большим диапазоном изменения производительности (от максимальной до нулевой), при большом разнообразии марок металла, изменении его теплофизических свойств и геометрических параметров получение высокого качества металла обеспечивается установкой управляющих вычислительных машин.

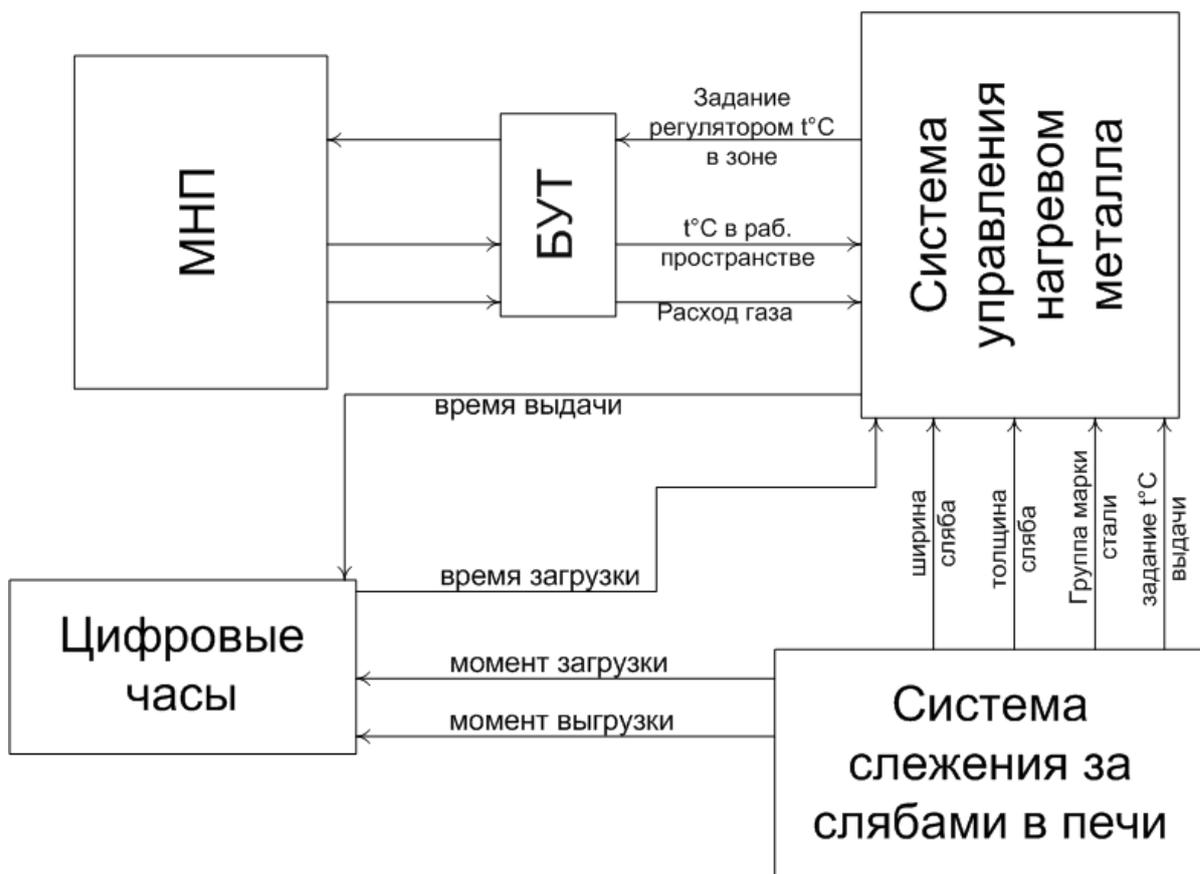


Рисунок 4 – структурная схема автоматизации методической нагревательной печи

На рисунке 4 представлена структурная схема системы оптимального управления нагревом металла в методической печи. Информация о состоянии печи, параметрах газа и воздуха, температуре поверхности металла поступает в УМВ, которая на основе методов динамического программирования вырабатывает управляющее воздействие в виде задания локальным системам регулирования температурного режима зон. Система слежения за прохождением слябов обеспечивает соответствующее изменение режима нагрева в зонах.

БУТ (блок, который разрабатывается) – блок управления температурой.

Вкратце сформулируем основные функции и технические требования к устройству:

1) регулирования положения заслонки, обеспечивая тем самым регулирование расхода газовой смеси;

- 2) восприятие, анализ и обработка сигналов, поступающих с датчиков, благодаря использованию микроконтроллера;
  - 3) приведение сигналов с датчиков к стандартному виду;
  - 4) возможность перевода ручного задания температурной уставки.
- Структурная схема устройства представлена на рисунке 5:

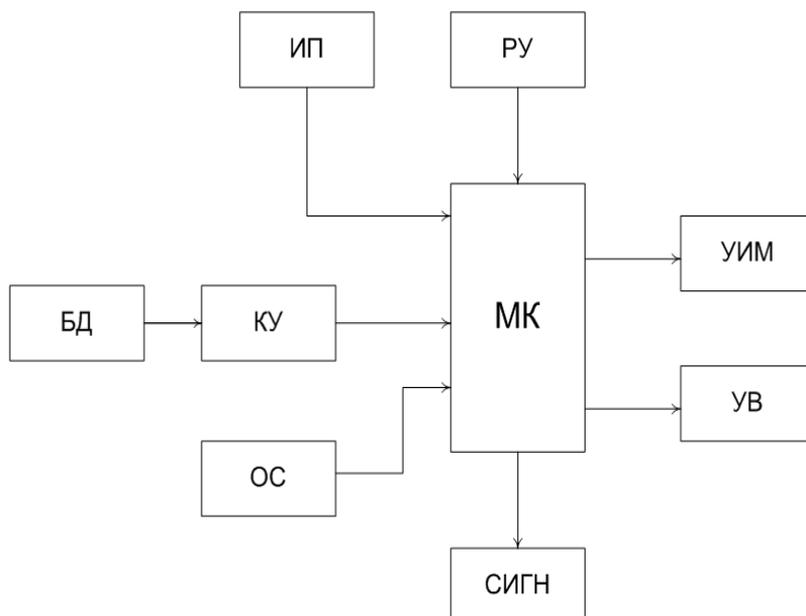


Рисунок 5 – структурная схема разрабатываемого устройства

На данном рисунке присутствуют следующие условные обозначения:

БД – блок датчиков (термопар);

КУ - коммутационное устройство (согласование амплитуды на выходе датчика с допустимым напряжением на входе ОУ);

ОС – опорный сигнал для сравнения с фактической температурой;

МК – микроконтроллер;

СИГН – сигнализация о ручном или автоматическом режиме;

РУ – ручное управление;

ИП- источник питания;

УВ – устройство визуализации информации о процессе нагрева;

УИМ – управление исполнительным механизмом.

Описание структурной схемы: один из сигналов (фактическая температура) поступает на микроконтроллер через коммутационное устройство, где сравнивается с заданной оператором температурой, после чего в зависимости от того, какая из температур больше, сигнал поступает исполнительный механизм для увеличения (уменьшения) расхода топлива, подводимого к горелкам. Устройство визуализации дает диспетчеру наглядную информацию о ходе процесса нагрева.

#### Перечень ссылок

1. Глинков Г.М., Маковский В.А. Проектирование систем контроля и автоматического регулирования металлургических процессов. – М.: «Металлургия», 1986. – 376 с.

2. Буглак Л. И., Вольфман И. Б., Автоматизация методических печей. – М.: «Металлургия», 1981. – 282 с.