

**Сравнительные исследования методов оптимизации пропорционально-интегральных и пропорционально-интегрально-дифференциальных регуляторов для объектов без самовыравнивания**

Кулаков Г.Т.<sup>1</sup>, Кулаков А.Т.<sup>1</sup>, Кухоренко А.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Белорусский национальный технический университет,

<sup>2</sup> Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь

Динамику объектов регулирования без самовыравнивания описывают передаточными функциями идеального и реального интегрирующего звеньев, кроме того, в их функции может быть добавлено звено запаздывания [1]. Моделирование переходных процессов системы автоматического регулирования (САР) без самовыравнивания при основных возмущениях с использованием пропорционально-интегральных (ПИ-) и пропорционально-интегрально-дифференциальных регуляторов (ПИД-регуляторов), настроенных по методам лучших зарубежных аналогов [2] показало следующие результаты:

- скачек задания у обоих регуляторов при различных методах настройки отработывался с величиной перерегулирования от 4 до 48 %;
- внутреннее и крайнее внешнее возмущения отработывались без статических ошибок регулирования. При этом максимальная динамическая ошибка регулирования находилась в пределах от 38 до 150%.
- величина регулирующего воздействия при отработке внешнего возмущения расходом пара у ПИД-регулятора была больше, чем у ПИ-регулятора и находилась в пределах от +1,2 до -1,4.

В связи с этим актуальной остается задача разработки оптимальной методики расчета параметров динамической настройки ПИД-регуляторов для объектов регулирования без самовыравнивания.

Предложен метод оптимизации ПИД-регуляторов для объектов без самовыравнивания на основе передаточной функции оптимального регулятора (реального ПИД-регулятора) с одним параметром оптимальной динамической настройки  $T_{zd}$ .

Исследования с использованием пакета Simulink программного обеспечения MATLAB показали, что именно такой метод при выборе соответствующего значения  $T_{zd}$  может быть рекомендован к использованию на практике.

Литература:

1. Кулаков, Г.Т. Инженерные экспресс-методы расчета промышленных систем регулирования – Минск: Вышэйш. шк., 1984. – 192 с.

2. O'Dwyer, Aidan. Handbook of PI and PID controller tuning rules, 3<sup>rd</sup> ed. – Imperial College Press. 2009. – 608 p.

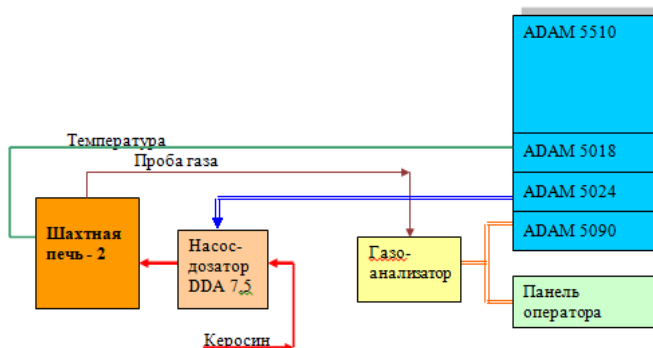
УДК 621.83.06

### Автоматизация цементации с использованием жидкого карбюризатора

Околов А.Р., Карпеченко И. Л., Ревковский С. С.  
Белорусский национальный технический университет

Автоматизированная цементация с использованием жидкого карбюризатора является сложным и многоступенчатым процессом. В данной работе цементация с использованием жидкого карбюризатора рассматривается как ступенчатая модель. В качестве карбюризатора в нашем случае используется керосин.

Предлагается система автоматизации процесса на базе модели насыщения деталей углеродом, которая представлена на рисунке.



Система управления может работать в двух режимах:

1. Ручной режим. Здесь управление насос-дозатором отсутствует, расход керосина задается вручную;
2. Режим управления. При температуре в печи менее 870 °С керосин не подается в печь, а при достижении 920 °С происходит автоматическая подача жидкого карбюризатора. Далее с газоанализатора через модуль интерфейсов ADAM-5090 получаем информацию о содержании газовых компонентов CO и CO<sub>2</sub> и одновременно определяем температуру газа в печи. По полученным результатам рассчитывается текущее значение углеродного потенциала печной атмосферы. Исходя из полученных результатов, через модуль ADAM-5024 подается команда на регулирование подачи керосина в печь. Полученные данные каждого из режимов отображаются на операторской панели в реальном времени.