

О.А. Белоусов

НЕЧЕТКИЙ РЕГУЛЯТОР ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОКАМЕРНЫМИ ПЕЧАМИ

Одним из направлений повышения эффективности систем управления энергоемкими объектами является использование возможностей искусственного интеллекта и удаленного доступа. Особенно это актуально для стратегически важных отраслей промышленности, в том числе машиностроительных и металлургических комплексов, на предприятиях электронного профиля и др.

ОСНОВНЫМИ ЭНЕРГОЕМКИМИ ОБЪЕКТАМИ НА ЭТИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ЯВЛЯЮТСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПЕЧИ. ПРОЦЕСС ТЕРМООБРАБОТКИ В ПЕЧАХ СВЯЗАН С БОЛЬШИМИ ЗАТРАТАМИ ЭНЕРГИИ, НЕ ВСЕГДА УДОВЛЕТВОРЯЮТСЯ ТРЕБОВАНИЯ К ПОДДЕРЖАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ.

ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ОПТИМАЛЬНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ ТРЕБУЮТСЯ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ, АДЕКВАТНО ОТРАЖАЮЩИЕ РЕАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПЕЧАХ. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ОБЫЧНО НЕ УДОВЛЕТВОРЯЮТ ТРЕБОВАНИЯМ ТОЧНОСТИ ВО ВСЕМ ДИАПАЗОНЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР, ХАРАКТЕРНЫХ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ (100...1000 °С). ОДНОЙ ИЗ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН УВЕЛИЧЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ ТЕПЛОВЫХ АППАРАТОВ ЯВЛЯЕТСЯ НЕПОСТОЯНСТВО ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ И ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ, СТАРЕНИЕМ ФУТЕРОВКИ ПЕЧЕЙ В ПРОЦЕССЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ.

Особенностями функционирования электрокамерных печей как объектов управления являются:

режим работы имеет циклический характер, продолжительность включенного состояния изменяется в зависимости от плановых заданий, эпизодически происходит замена обрабатываемого материала, при замене материала дверцу печи открывают и температура в камере уменьшается, продолжительность состояния печи с открытой дверцей различная, объем загружаемого материала изменяется, в зависимости от вида загружаемого материала может изменяться задаваемое значение температуры, основные затраты энергии связаны с начальным разогревом печи и догревом до требуемой температуры после открывания дверцы.

Применяемые на практике системы управления не учитывают рассмотренных особенностей, поэтому актуальной задачей является разработка интеллектуальных систем, которые способны посто-

янно отслеживать модели динамики и выбирать оптимальные режимы в любых встречающихся на практике состояниях функционирования. В связи с этим в системах управления печами все чаще стали находить применение методы искусственного интеллекта, в частности нечеткие алгоритмы регулирования [1]. Регуляторы, построенные на базе этой инновационной концепции, в ряде случаев способны обеспечить более высокие показатели качества переходных процессов по сравнению с классическими регуляторами.

Для электрокамерной печи СНО разработан логический нечеткий регулятор (НР), который состоит из четырех основных компонентов [2]: фазификатора, "нечеткой" базы знаний, машины нечеткого вывода и дефазификатора. На вход НР поступают числовые значения составляющих вектора входных переменных (температура, скорость ее изменения, временной интервал управления и т.д.). Фазификатор преобразует эту информацию в значения функции принадлежности нечетких множеств ("Величина загрузки", "Снижение температуры при загрузке", "Изменение параметров модели" и др.). Функции принадлежности нечетких множеств и правила продукционного вывода содержатся в "нечеткой" базе знаний. Машина вывода во взаимодействии с нечеткой базой знаний выполняет операции агрегирования, активизации и аккумуляции. Блок дефазификации вычисляет значение управляющего воздействия.

Применение для электрокамерной печи нечетких регуляторов придает системе свойство невосприимчивости к ограниченным изменениям параметров системы и внешним возмущениям. Для коррекции функции принадлежности в нечеткой базе знаний используется режим удаленного доступа.

Основой системы энергосберегающего управления с удаленным доступом является микропроцессорное устройство на базе *MiniWebServer (MWS) IPC@CHIP* [3]. В состав программного обеспечения MWS входят: операционная система реального времени (*RTOS*), полный стек *TCP/IP*, *DHSP*-клиент, *FTP*-сервер, *WEB*-сервер (*http*), с возможностью использования *CGI* и *API* ввода/вывода, *PPP*-сервер, *time*-клиент, *email*-клиент, *telnet*-сервер. MWS обеспечивает управление тиристорными регуляторами мощности, при этом включение тириستоров происходит в нулях синусоиды питающего напряжения.

Применение нечеткого регулятора при управлении электрокамерной печью обеспечивает улучшение качества продукции за счет повышения точности термообработки, экономичность и безопасность процесса за счет синтеза энергосберегающих управляющих воздействий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Деменков Н.П. Адаптивное управление с помощью нечетких супервизоров // Промышленные АСУ и контроллеры, 1999. № 4. С. 25 – 34.
- 2 Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д.А. Поспелова. М.: Наука, 1986. 312 с.
- 3 <http://fuzziTech.com>