

Автоматизация управления электрическими печами

Сергей МОКРУШИН, начальник отдела автоматизации компании «Альфа-Пром», г. Киров

Электрические печи сопротивления (камерные, шахтные, колпаковые и др.) широко применяются для термообработки изделий в различных отраслях российской промышленности: в металлургии, энергетическом машиностроении, металлообработке, керамическом и стекольном производстве. Использование автоматизированных систем управления при термической обработке повышает качество продукции и облегчает труд обслуживающего персонала. Современное оборудование и новые методы автоматического управления позволяют снизить затраты на ремонт и обслуживание оборудования, получить экономический эффект от рационального использования энергоресурсов вследствие оптимального управления технологическим процессом. В этой статье автор предлагает два проектных решения модернизации системы управления электропечами с учетом таких технологических потребностей, как точное регулирование температуры, возможности быстрой смены режимов при обработке различных видов изделий.

При подготовке проектов модернизации АСУ предварительно был проведён подробный анализ технологического процесса термообработки для выяснения основных недостатков и проблем в работе печей. Например, во время отжига деталей и металлоконструкций недопустимы даже незначительные отклонения температуры от значений, указанных в технологической карте. Нарушения температурного режима могут привести к несоответствию механических свойств изделий, заявленных изготовителем, что, в свою очередь, может повлечь аварии на производстве.

Системы регулирования температуры в электропечах на основе приборов ОВЕН

В качестве регулирующего устройства в системе управления электропечью используется двухканальный программный ПИД-регулятор ОВЕН ТРМ151, два канала которого регулируют температуру на нагревательных элементах. Исполнительным устройством служит блок управления симисторами и тиристорами (БУСТ), который обеспечивает точность автоматической регулировки мощности на нагревательных элементах печи методом фазового управления. Для расширения входов и получения

дополнительной возможности измерения температуры в самом изделии или в муфеле печи применяется модуль ввода ОВЕН МВА8. Обмен данными между регуляторами и модулем аналогового ввода осуществляется при помощи компьютера, для согласования интерфейсов RS-485/RS-232 используется преобразователь интерфейса ОВЕН АС3-М (рис. 1).

Разработанная система позволяет выполнять режим отжига любой степени сложности. Смена уставок в системе регулирования температуры осуществляется автоматически по разработанной технологической программе. Программы технолога создаются на компьютере

ПРОГРАММА ТЕХНОЛОГА

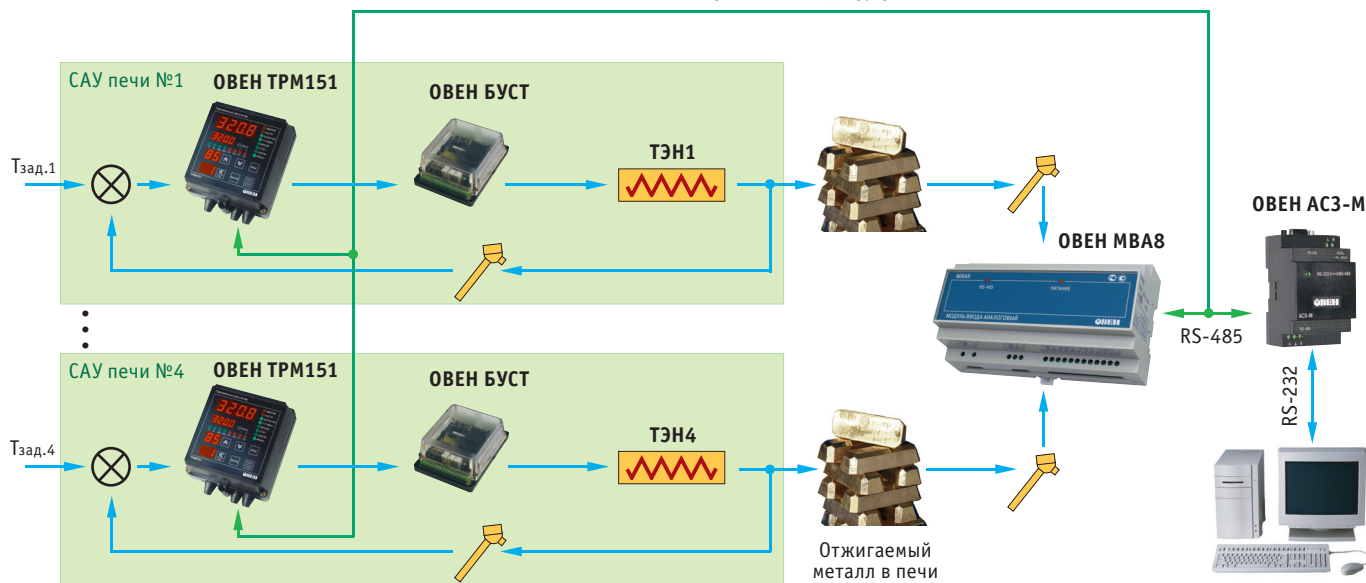


Рис. 1. Общая структурная схема системы автоматического управления (АСУ) температуры для четырех электропечей

верхнего уровня и заносится в каждый прибор ТРМ151.

Схема системы регулирования температуры в шахтной печи показана на рис. 2. Система позволяет задавать скорость изменения температуры (увеличение или уменьшение до заданного значения) в каждой нагревательной зоне по индивидуальному графику, что обеспечивает равномерный нагрев изделия во всех точках. Возможен переход с одной программы на другую по достижении определенного значения любого из параметров температуры или времени. Сбор данных с каждой печи осуществляется при помощи SCADA-системы OWEN PROCESS MANAGER. Предложенная система регулирования температуры может быть реализована в любых электропечах с одной или двумя нагревательными зонами. Для системы требуется:

- программный двухканальный регулятор (ОВЕН ТРМ151);
- блок управления симисторами и тиристорами (ОВЕН БУСТ);
- преобразователь интерфейса (ОВЕН АС3-М);
- модуль аналогового ввода (ОВЕН МВА8);
- компьютер;
- датчики температуры, силовые симисторы;

Предлагаемая система управления увеличивает надёжность работы электропечей за счёт замены аналоговых регуляторов и релейных исполнительных механизмов на микропроцессорные регулирующие элементы и бесконтактные силовые ключи (симисторы). Количество внешних соединений и клеммных коробок при этом уменьшается в несколько раз. Например, один ПИД-регулятор ТРМ151, модуль ввода ОВЕН МВА8 и компьютер (рис. 2) заменяют три старых, но весьма дорогих двухпозиционных регулятора-самописца, при этом точность и возможности регулировки значительно увеличиваются за счет применения ПИД-регуляторов с автоматической подстройкой коэффициентов. Отметим, что затраты на проведение модернизации существенно сократятся, если модернизация будет производиться на нескольких ус-

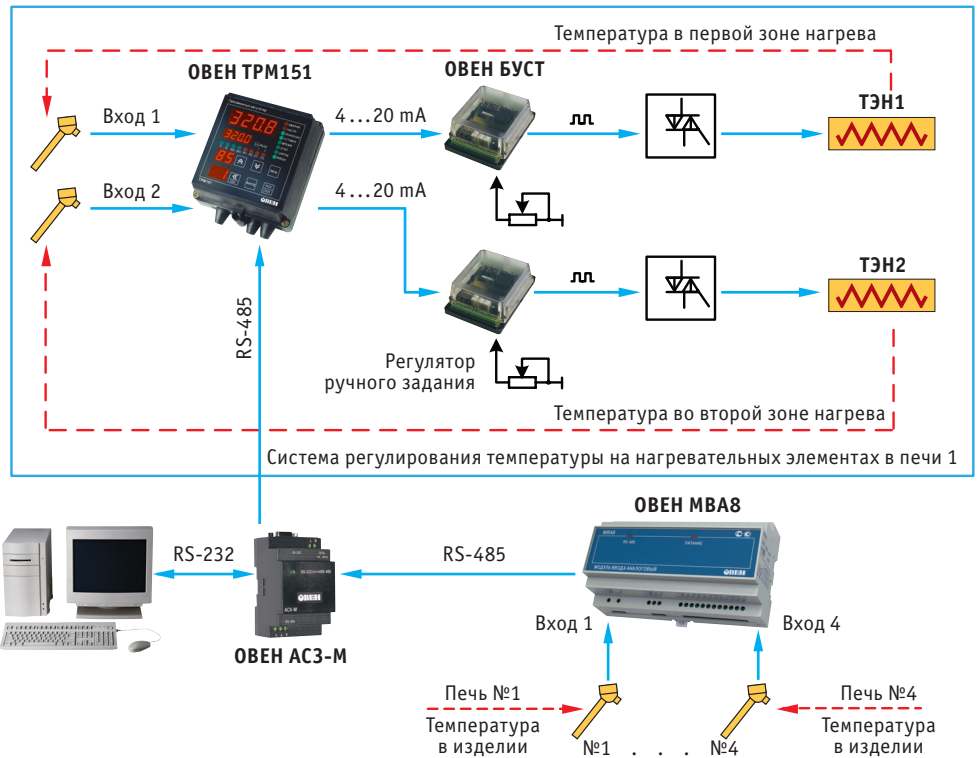


Рис. 2. Функциональная схема регулирования температуры в шахтной электропечи.

тановках сразу. Например, для четырех печей кроме регуляторов температуры понадобится всего один модуль МВА8 и компьютер (рис. 1).

Подобная система регулирования температуры на базе регуляторов ОВЕН ТРМ151 и блоков БУСТ, была внедрена в 2007 году на заводе ОАО «КЗ ОЦМ» г. Киров на линии протяжного отжига «HEURTEY». Печь имеет две независимо работающие зоны нагрева (предварительного и точного нагрева). В печи организовано два контура регулирования температуры на регуляторах ОВЕН ТРМ151. Линия предназначена для непрерывного отжига и травления медных и латунных лент толщиной 0,15...0,8 мм и шириной 200...630 мм. В процессе обработки рулоны разматывают и протягивают в печи по опорным роликам. После отжига металл изменяет свою структуру и механические свойства. Для достижения точного регулирования температуры применяются два блока управления ОВЕН БУСТ по одному на каждый канал приборов ТРМ151, которые регулируют мощность нагревательных элементов методом фазового управления.

Для более сложных систем с управлением тремя и более нагревательными зонами, а также работой вентиляторов и других исполнительных механизмов наиболее приемлемой станет система с управляющим устройством в виде программируемого логического контроллера, например, ОВЕН ПЛК. Примером такого типа установок может служить самый распространённый в промышленности тип печей – камерная электрическая печь сопротивления, либо колпаковая электропечь. В этих печах, в зависимости от конструкции, могут быть три зоны нагрева. Для оптимального регулирования температуры в них необходимо иметь три независимых контура управления. Система регулирует температуру в каждой зоне нагрева: в первой, во второй и в третьей зонах используя, соответственно, первый, второй и третий каналы регулирования. Все контуры подчиняются главному контуру управления температуры в муфеле. Контур подчинённого регулирования идентичны и состоят из регулятора температуры, программно реализованного в контроллере (ОВЕН ПЛК154), исполнительного устройства (ОВЕН БУСТ

и симисторов) и объекта управления (нагревательных элементов). Регулятор главного контура регулирования (рис. 3), так же как и регуляторы подчинённых контуров, программно реализован в контроллере ПЛК154.

Данные с каждого канала поступают сначала на контроллер, а затем на компьютер, где обрабатываются и хранятся при помощи SCADA-системы, приспособленной для работы с данным технологическим процессом и выбранным контроллером. В разработанной системе помимо автоматического регулирования температуры возможно регулирование с помощью резисторов ручного управления. Ручное управление используется во время наладки или аварийной ситуации. Основными управляющими и контролирующими элементами СУ камерной печи являются:

- программируемый логический контроллер (ОВЕН ПЛК154);
- блоки управления симисторами и тиристорами (ОВЕН БУСТ);
- термодатчики ТХА (К) и силовые симисторы;
- компьютер.

Отличительной особенностью проекта с использованием ПЛК является возможность визуализации на компьютере процесса регулирования температуры в выбранной электропечи. Сегодня существует целый ряд приложений, позволяющих выбирать необходимое программное обеспечение для АСУ ТП. Такими возможностями обладает продукт TraceMode, который совмещает программные стандарты с большинством средств промышленной автоматизации от мировых производителей, в том числе производства ОВЕН. Поэтому данный продукт, как никакой другой, подходит в качестве основного системного программного обеспечения при создании АСУ электрической печи. Это обусловлено еще и тем, что программа Trace Mode имеет широкие функциональные возможности и удобную среду разработки, а также тем, что с ней бесплатно поставляются драйверы для выбранного контроллера ОВЕН ПЛК. Возможные варианты экранных форм, разработанных в SCADA-системе, приведены на рис. 4. По ним видно, что управлять и производить регистрацию данных в системе не составляет особого труда. Экранные формы контроля и регулирования значительно упрощают эксплуатацию печей и облегчают работу оператора. Их внешний вид и структура может быть

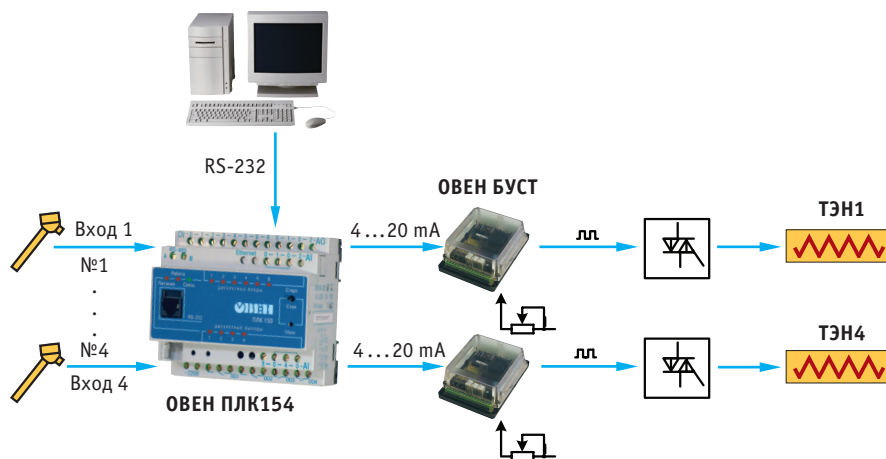


Рис. 3. Функциональная схема АСУ электрической печи

выполнена индивидуально под каждый заданный технологический процесс и установку.

Следует обратить внимание, что предлагаемый проект выполнен на основе детального анализа существующего на данный момент рынка предложений. А элементная база системы автоматизации выбрана как наиболее удовлетворяющая современным требованиям управления технологическим процессом.

Описанные проекты в полной мере учитывают запросы и требования, предъ-

являемые к термообработке изделий в электротермических установках. Проекты требуют минимальных экономических затрат на установку оборудования КИПиА и его обслуживание. Внедрение этих решений позволит повысить качество продукции, уменьшить количество брака, снизить расход сырья, сократить поломки и простои оборудования, и тем самым увеличить объём выпуска продукции, а так же повысить производительность за счет улучшения условий труда обслуживающего персонала. ■



Рис. 4. Визуализация АСУ электрической печи с помощью системы TraceMode