

ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧЬЮ ТАММАНА

Карповский А.Ю., студент; Кузнецов Д.Н. доц., к.т.н.

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

Постановка проблемы. Печи сопротивления типа Таммана широко применяют в металлургии для выполнения разнообразных исследовательских работ. На металлургическом факультете ДонНТУ печь Таммана используется в качестве учебно-исследовательского стенда для выполнения лабораторных и исследовательских работ студентами, аспирантами и преподавателями. Печь позволяет проводить ряд технологических процедур, таких, к примеру, как легирование стали.

На данный момент актуальной является задача повышения уровня автоматизации данного лабораторного стенда. Стоит задача разработки электронной системы контроля и управления печью Таммана, которая позволит управлять данной печной установкой с помощью компьютера, что значительно повысит эффективность проведения исследовательских работ на данной установке и достоверность получаемых результатов.

Цель работы. Обоснование структурной схемы электронной системы контроля и управления печью Таммана.

Принцип работы печи Таммана основан на законе Джоуля-Ленца, согласно которому количество теплоты Q , выделяемое в единицу времени τ в рассматриваемом участке цепи, пропорционально произведению квадрата силы тока I на этом участке и сопротивления участка R :

$$Q = I^2 \cdot R \cdot \tau.$$

В печах сопротивления тепло выделяется в нагревательных элементах и передается нагревательному телу лучеиспусканием. В качестве нагревателя в печи Таммана используют полый графитовый элемент. Элементом сопротивления является ванна расплавленного шлака. При прохождении тока, шлак разогревается до температуры 1600-1800° С, и нагревает погруженный в него электрод. Электрод с торца оплавляется, и металл в виде капель проходит через шлак, формируясь в готовый слиток.

Печь питается от промышленной сети переменного тока частотой $f=50$ Гц через понижающий трансформатор. Напряжение на первичной обмотке $U_1 = 220$ В, максимальное напряжение на вторичной обмотке $U_{2max} = 6$ В, максимальный ток в первичной обмотке $I_{1max} = 100$ А; ток во вторичной обмотке может достигать 3 кА.

Электронная система должна обеспечивать плавный разогрев печи по заданному закону изменения температуры с постоянным контролем мощности, подводимой к печи и температуры внутри неё. Текущие значения контролируемых параметров должны регистрироваться и отображаться в удобном для оператора виде на компьютере. При этом необходимо реализовать 2 способа управления печью:

- удаленное управление с помощью компьютера;
- непосредственное ручное управление вблизи от печи.

На рисунке 1 представлена предложенная структурная схема разрабатываемой электронной системы контроля и управления печью Таммана.

Основным элементом электронной системы является управляющий микроконтроллер, который обеспечивает обмен данными с персональным компьютером (ПК), управление мощностью, подводимой к печи, контроль температуры в печи и тока первичной обмотки. Текущие значения контролируемых параметров передаются в ПК, где происходит их

первичная обработка, визуализация в удобной для оператора форме, накопление и сохранение в файл.

Регулировка мощности печи осуществляется путем управления напряжением первичной обмотки с помощью силовых тиристоров TC-160 с максимальным током $I_{Tmax} = 160 \text{ A}$.

Импульсы управления силовыми тиристорами поступают с микроконтроллера через оптосимистор МОС-3062, который обеспечивает гальваническую развязку силовых и слаботочных цепей. МОС-3062 содержит блок контроля перехода фазного напряжения через нуль (Zero Crossing Circuit), поэтому при включении силовых тиристорov не возникает выбросов тока и импульсных помех.

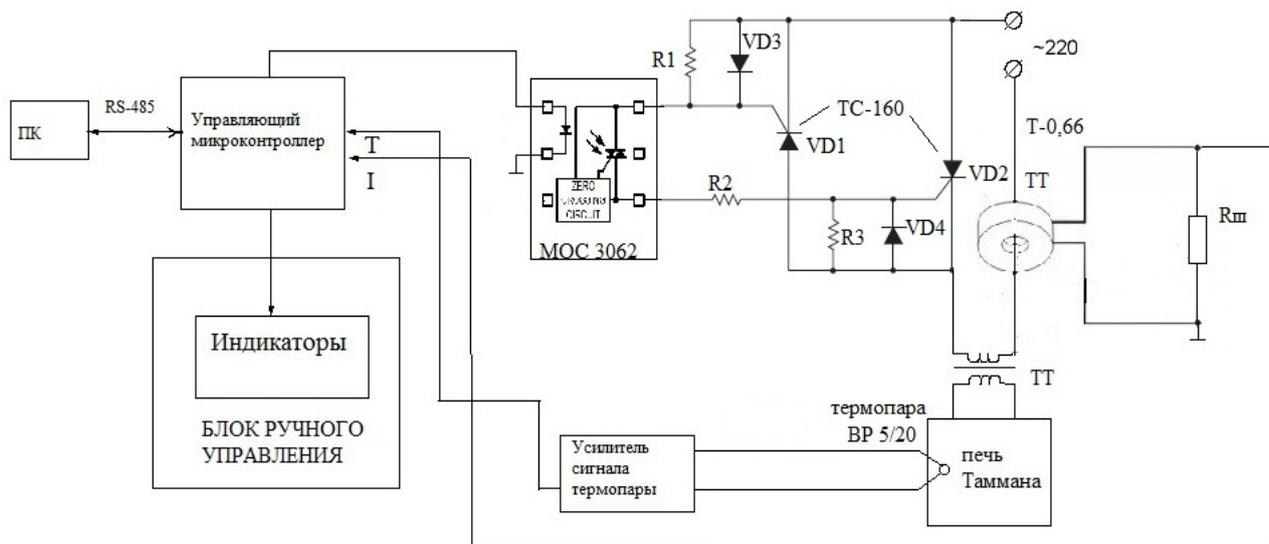


Рисунок 1 – Структурная схема электронной системы контроля и управления печью Таммана

Для управления мощностью используется принцип широтно импульсной модуляции (ШИМ). При выбранном периоде ШИМ сигнала равном 1 секунде (50 периодов сетевого напряжения), управление мощностью осуществляется с разрешением в одну пятидесятую долю от максимально возможной мощности, что является достаточным для реализации различных законов регулирования температуры печи.

Для измерения тока первичной обмотки используется трансформатор тока Т-0.66, преобразующий ток первичной обмотки 0..100А в выходной ток 0..5А, который с помощью шунтирующего сопротивления $R_{ш}$ преобразуется в напряжение и регистрируется управляющим микроконтроллером.

Для измерения температуры используется вольфрамрениевая термопара ВР5/20 с коэффициентом термоЭДС 16 мкВ/°С. Выходной сигнал термопары усиливается усилителем, с коэффициентом усиления по напряжению $K_U \approx 250$ и вводится в микроконтроллер.

Выводы: Предложенная структура электронной системы обеспечивает разогрев печи Таммана по заданному закону изменения температуры с контролем подводимой к печи мощности и температуры, с возможностью дистанционного и ручного управления.

Перечень ссылок

1. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Металлургия черных металлов», Раздел «Электрометаллургия стали и ферросплавов» / Сост.: А.А. Троянский, В.М. Сафонов, А.Н. Сморов. – Донецк: ДПИ, 1993.-30с.

2. Лидефельт Х., Хассельстром П. Характеристики рабочих свойств шлакообразующих смесей для непрерывной разливки стали. Материалы международного конгресса. – М.: Metallurgia, 1987. – 224 с.