

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛЯБА НА ОСНОВЕ КОРЕЛЯЦИОННОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ДАТЧИКА

Заварин А.Е., магистрант; Добровольская Л.А., доц., к.т.н.

(ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, Украина)

Цель: разработка и создание интеллектуального датчика, предназначенного для измерения геометрических размеров сляба. Принцип работы датчика основывается на взаимокорреляционной функции.

При производстве проката из слябов наибольшее количество отходов получается из-за неровности и неправильной формы подаваемого сляба. Поэтому перед металлургическими предприятиями становится задача выпуска слябов с наиболее точно соблюденными параметрами и формой. Добиться этого можно только, если точно контролировать геометрию выпускаемого сляба.

Измерение геометрических размеров сляба может производиться на выходе из МНЛЗ и перед посадом сляба в термическую печь.

Контроль профиля сляба на выходе из МНЛЗ часто используется для регулирования процесса охлаждения слитка в ЗВО для предотвращения термических деформаций. Сложность определения размеров сляба на выходе из МНЛЗ состоит в том, что высокая температура сляба и промышленная атмосфера налагают значительные ограничения на тип используемого датчика и общую надежность измерительной системы.

Контроль размеров на входе печи позволяет, во-первых, точно идентифицировать каждый сляб, во-вторых, реализовать запланированный для данного сляба режим термической обработки, в-третьих, выпускать слябы с точно выдержанными заданными параметрами. Если на производстве присутствует система учета слябов, то такая система позволяет управлять и работой МНЛЗ, однако требуется учитывать значительное запаздывание по времени.

Существующие системы контроля геометрических размеров слябов базируются на бесконтактном измерении. Наиболее распространенные типы аппаратуры, применяемой для подобных целей:

- комбинированные датчики из линейного лазера и плоской CCD-камеры;
- триангуляционные лазерные датчики;
- лазерные доплеровские сенсоры;
- системы технического зрения на основе цифровых камер и алгоритмов распознавания изображения [1].

Система контроля геометрических параметров целесообразно комбинировать с другими системами бесконтактного контроля, например, температуры и скорости движения сляба. Также система контроля размеров может быть объединена с производственной системой учета.

Комплексные системы сенсоров образуют единую установку, располагающуюся на рольганге. Подобная установка может представлять собой раму, на которую монтируются датчики, и которая обеспечивает защиту от внешних воздействий (перепады температур, вибрации, электромагнитные помехи) как для датчиков, так и для подводимых коммуникаций. В состав установки также включается система кондиционирования.

В условиях современного производства необходимо обеспечить максимально быстрый доступ к собранной информации, поскольку она может использоваться в последующих системах управления и анализа ТП, регистрации и моделирования. Измерительной системой должна обеспечиваться требуемая точность измерения. Абсолютная погрешность должна составлять порядка 1-2 мм. Это условие продиктовано тем, что форма сляба может быть

довольно специфична (в частности, присутствовать серповидность, клиновидность и прогиб сляба).

Также система должна обладать высокой надежностью, ремонтпригодностью, должна быть легкой в обращении и обслуживании. Немаловажным является и низкий уровень эксплуатационных затрат.

Эти требования обеспечиваются путем использования интеллектуальных датчиков, интегрированных в единую информационную сеть предприятия. Важным плюсом интеллектуальных датчиков является возможность получения нескольких параметров на основе одного датчика.

Разрабатываемый датчик совмещает в себе возможности триангуляционных и доплеровских датчиков, а также способен измерять скорость движения сляба.

Датчик на основе корреляционного метода может измерять скорость и длину сляба по измерениям расстояния до двух точек на поверхности сляба.

На рисунке 1 показана структура регистрирующей части датчика и примерное его расположение относительно сляба.

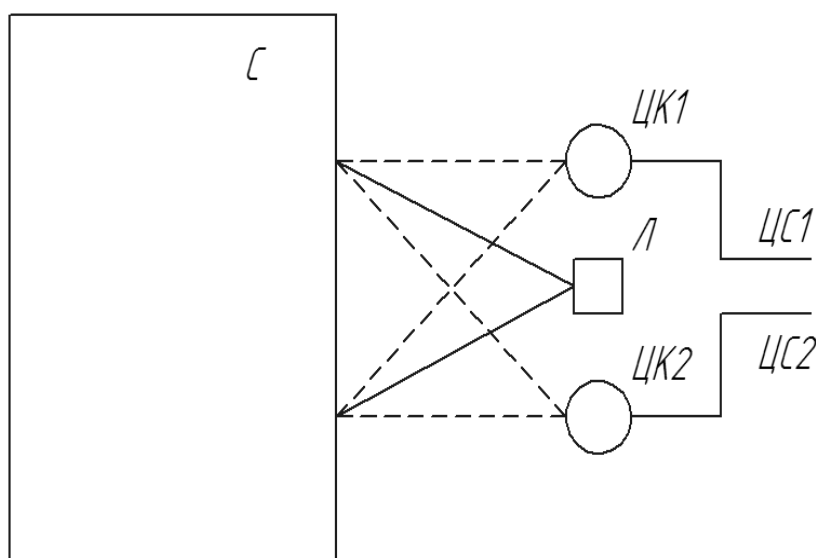


Рисунок 1 – Схема расположения и структура датчика, где:
С – сляб; ЦК1, ЦК2 – цифровые камеры;
Л – лазер; ЦС1, ЦС2 – цифровой сигнал.

Датчик должен быть установлен на рольганге сбоку от проходящего сляба так, чтобы проекции точек были в горизонтальной плоскости.

В качестве излучателя выступает инфракрасный лазер или лазер видимого спектра. Для регистрации значений применяются цифровые камеры необходимого диапазона. Сигнал с камер поступает в блок обработки на основе микропроцессора (на рисунке не указан).

Корреляционный метод основан на расчете взаимокорреляционной функции для массивов данных – записей состояния отраженного в двух точках от поверхности сляба лазера. Регистрируются колебания положения и яркости точек – проекций лазера на сляб.

На основании колебаний, связанных с шероховатостью поверхности сляба, составляются массивы данных, которые обрабатываются с помощью автокорреляционной функции (1).

$$K_{x_1x_2} = \sum_1^{n-m} x_1(i) * x_2(i - m), \quad (1)$$

где x_1, x_2 – наборы данных, n – общее число измерений, m – смещение по времени.

Максимум корреляционной функции соответствует времени, необходимому для перемещения участка на поверхности сляба от первой точки ко второй [2]. Поскольку расстояние между точками известно, то можно вычислить скорость движения сляба.

Зная отсчеты времени начала и окончания записи и скорость сляба, можно вычислить его длину. Сканируя положения точек с помощью 2-х камер, можно измерять расстояние от датчика до сляба, и, при применении дополнительного оборудования, определять ширину сляба. Если точечный лазер заменить линейным, можно, обрабатывая полученное отражение, определять также высоту сляба.

Таким образом, с помощью одного датчика можно получить длину, скорость и, в перспективе, толщину сляба. При комбинировании данного датчика с другими, более простыми типами датчиков (например, триангуляционных), можно получить полный профиль сляба.

Примерный проект подобной системы представлен на рисунке 2. Система состоит из двух триангуляционных датчиков и одного корреляционного, выполняющего также роль информационного буфера (необязательно). С помощью двух дополнительных датчиков становится возможным получить значения всех геометрических размеров сляба, а также определить его примерную форму и положение на рольганге.

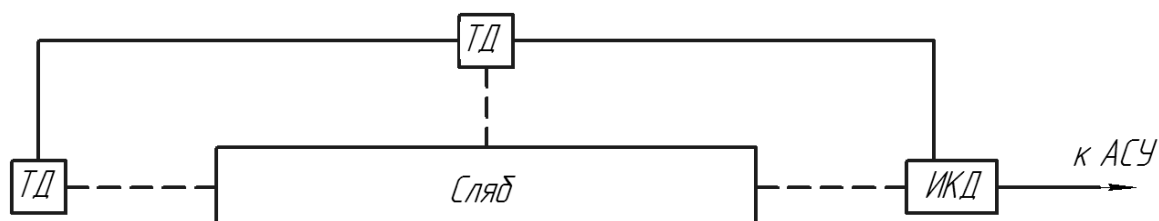


Рисунок 2 – Примерное расположение датчиков комбинированной системы, где:
ТД – триангуляционный датчик; ИКД – интеллектуальный корреляционный датчик.

Заключение: Разрабатываемый корреляционный интеллектуальный датчик обеспечит высокую точность измерений параметров сляба, обладает такими преимуществами, как небольшие габариты и мобильность, модифицируемость и простота в монтаже и эксплуатации. На основе такого датчика будет возможно строить системы измерения геометрических размеров слябов любого уровня сложности.

Перечень ссылок

1. Система технического зрения для измерения геометрических размеров поперечного сечения горячих заготовок / В. С. Зайцев, Е. Ю. Пономарев // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту : зб. наук. праць / ПДТУ. - Маріуполь, 2009. - Вип. 19. - С. 211-214. - Библиогр.: с. 214 (6 назв.)

2. Методы исследования и организация экспериментов / под ред. Проф. К. П. Власова – Х.: Издательство «Гуманитарный центр», 2002. – 256 с.