## ПОТОЧНЫЙ КОНТРОЛЕР ДЛЯ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ ТОНКОЛИСТОВОГО СТАЛЬНОГО ПРОКАТА

С.П.Слаута

ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» 398040, г.Липецк, пл. Металлургов, 2

А.В. Черепанов, К.А. Грошев

Липецкий государственный технический университет 398055, г.Липецк, ул. Московская, 30

groshev@lipetsk.ru

Магнитные методы и средства неразрушающего контроля нашли широкое применение в металлургии, заменяя или дополняя традиционные разрушающие способы оценки свойств металла. Наиболее эффективны поточные установки, с помощью которых обеспечивается 100%-ный контроль

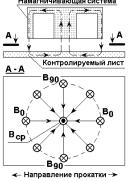


Рис 1 Намагничивание металла в процессе контроля

проката [3, 4].

качества продукции. Существуют методы оценки качества листовой стали, использующие статистическую связь свойств металла с его магнитными характеристиками [1, 2]. Разработан поточный контролер ПК-3, который позволяет реализовать эти методы как для контроля отдельных листов, так и в процессе транспортировки стальной полосы через технологический агрегат.

Принцип работы прибора заключается в намагничивании металла радиально-симметричным круговым полем и измерении составляющих индукции на поверхности (рис. 1). Информационными характеристиками контроля являются разность нормальных составляющих индукции магнитного поля на поверхности полосы вдоль и поперек направления

прокатки  $\Delta B = B_0 - B_{90}$  и сумма нормальных составляющих индукции по всем радиальным направлениям намагничивания Вср. Величина ΔВ выражает анизотропию магнитных свойств. а Вср – среднее значение индукции в плоскости прокатки. Эти характеристики зависят от строения структурного материала следовательно, тесно связаны с показателями качества стального

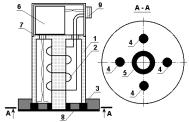


Рис. 2. Индукционный датчик магнитных свойств

Намагничивание участка полосы и измерение значений ДВ и В ср осуществляют с помощью индукционного датчика магнитных

свойств (рис. 2). Он состоит из броневого цилиндрического магнитопровода 1 с намагничивающей катушкой переменного тока 2. Измерительные катушки 4 и 5 запрессованы в нижнюю текстолитовую крышку 3 и защищены стеклотекстолитовой пластиной 8. При ориентации одной из пар катушек 4 вдоль направления прокатки другая пара установится поперек прокатки. При этом разностное напряжение этих пар будет пропорционально  $\Delta B$ , а сигнал катушки 5 пропорционален  $B_{CP}$ . Обработка сигналов измерительных катушек осуществляется электронным блоком 6, закрытым крышкой 7 с разъемом 9.

К измерительной части прибора подключают шесть датчиков. При этом намагничивающие катушки соединяются последовательно согласно и запитываются от источника стабильного переменного тока (рис. 3). Выходные сигналы датчиков подаются в блок обработки, в котором формируются суммарные напряжения  $U_d$  и  $U_{CP}$ , характеризующие анизотропию магнитных свойств и среднюю индукцию участка полосы, соответственно. Для отстройки результатов измерений от влияния нестабильности рабочего зазора применяют двухстороннюю установку датчиков относительно полосы. Суммарное напряжение в этом случае остается практически неизменным в диапазоне смещения полосы  $\pm 10\%$  от исходного положения посередине между датчиками. В тех случаях, когда величина  $U_{CP}$  слабо связана с контролируемыми показателями качества проката, можно расширить диапазон допустимых изменений зазора путем введения дополнительной коррекции сигнала  $U_d$  по величине  $U_{CP}$  [5].

Напряжение U<sub>d</sub> зависит не только от структурного строения металла, но и от механических напряжений, возникающих в полосе при транспортировке через технологический агрегат. Для компенсации этого влияния из  $U_d$  вычитают корректирующий сигнал  $U_k$ , нелинейно связанный с удельным натяженияем полосы. Полученный сигнал  $U_{\Sigma}$  не зависит от растягивающих механических напряжений.

Корректирующий сигнал U<sub>к</sub> формируют с помощью функционального блока путем нелинейного преобразования сигнала, пропорционального удельному натяжению. Этот сигнал, в свою очередь, получают делением напряжения, пропорционального току двигателей клети натяжения агрегата, на напряжение, пропорциональное толщине полосы. Последнее поступает либо от встроенного цифроаналогового преобразователя с управлением от кодового переключателя, либо от внешнего изотопного толщиномера через буферный усилитель БУ.

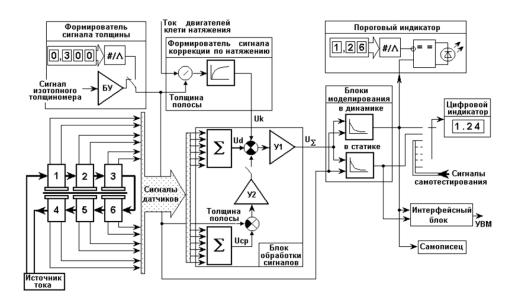


Рис. 3. Структурная схема поточного контроллера

Выходной сигнал блока обработки  $U_{\Sigma}$ , отстроенный от влияния нестабильности воздушного зазора и изменения натяжения полосы, используют для оценки показателей качества металла. С этой целью применены функциональные блоки моделирования, преобразующие информационный сигнал в требуемый показатель, например, в величину удельных потерь  $P_{1,7/50}$  для трансформаторной стали или в предел текучести  $\sigma_T$  для конструкционной стали. Блоки позволяют осуществлять нелинейное преобразование с коррекцией результата по толщине полосы. Поскольку модели контроля на движущемся и неподвижном объекте могут различаться, использованы раздельные блоки для моделирования в динамике и статике.

Результаты контроля выводятся на встроенный цифровой индикатор и на внешний самописец. Для удобства эксплуатации предусмотрен пороговый индикатор, который выдает световой и звуковой сигналы при превышении контролируемым параметром браковочной границы. Границу задают с помощью цифроаналогового преобразователя, выходное напряжение которого изменяют кодовым переключателем. Для работы поточного контролера в составе автоматизированной системы контроля и управления технологическим агрегатом имеется возможность ввода сигналов прибора в управляющую вычислительную машину с нормированным диапазоном изменения напряжений 0...+5 В. Предусмотрено самотестирование прибора, результаты которого выводятся на встроенный цифровой индикатор.

В настоящее время поточные контролеры ПК-3 работают в составе автоматизированной системы неразрушающего контроля качества в отделении электроизоляционного покрытия ЛПЦ-2 ОАО НЛМК, где они показали высокую эффективность при контроле неоднородности магнитных свойств анизотропной электротехнической стали.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1. Железнов Ю.Д., Журавский А.Г., Черепанов А.В. и др. Способ контроля штампуемости листовых ферромагнитных материалов. Авт. свид. №1211646. Бюл. изобр., 1986, №6, с. 5.
- 2. Железнов Ю.Д., Журавский А.Г., Слаута С.П. и др. Способ неразрушающего контроля магнитных характеристик ферромагнитных материалов. Авт. свид. №1456860. Бюл. изобр., 1989, №5, с.3.
- 3. Журавский А.Г., Слаута С.П., Зубрилин Ф.А. Способ неразрушающего контроля магнитных свойств анизотропной электротехнической стали. Дефектоскопия, 1992, №12, с. 85-89.
- 4. Журавский А.Г., Черепанов А.В. Повышение коэффициента использования тонколистовой стали при штамповке применением магнитного метода предварительной оценки ее штампуемости. Кузнечно-штамповочное производство, 1987, №12, с. 3-5.
- 5. Журавский А.Г., Слаута С.П., Зубрилин Ф.А. К вопросу об ослаблении влияния колебаний воздушного зазора при неразрушающем контроле анизотропной электротехнической стали. Дефектоскопия, 1992, №11, с. 81-86.