

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ПЕРВИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО МАГНИТНОГО СТРУКТУРОСКОПА

© 2025 г. Никита Витальевич Гордеев^{1*}, А.Н. Сташков^{1**}, А.М. Матосян¹

¹ – *Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, 620108 Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, д. 18*

* - *Gordeev.Nikita@urfu.me*; ** - *stashkov@imp.uran.ru*

Контроль содержания остаточного аустенита (ОА) в нержавеющей стали мартенситно-аустенитного класса необходим для обеспечения требуемых механических свойств. Детали из этих сталей сочетают высокую прочность, коррозионную стойкость и ударную вязкость, что делает их незаменимыми в аэрокосмической и энергетической отраслях. Для решения задачи контроля фазового состава применяются магнитные методы. В ИФМ УрО РАН были разработаны магнитные структуроскопы, позволяющие оперативно оценивать содержание остаточного аустенита в производственных условиях [1]. В конструкцию структуроскопов входят первичные преобразователи приставного типа с Н-образным ярмом (магнитопроводом). В качестве чувствительного элемента для измерения магнитного потока (индукции) применялись феррозонды, а в современных конструкциях – датчик Холла. Однако для его применения требуется наличие отверстия в ярме. Целью данной работы является оптимизация конструкции первичного преобразователя для повышения достоверности контроля количества ОА в ферромагнитных сталях.

Проведено численное моделирование с помощью метода конечных элементов работы первичного преобразователя с Н-образным ярмом. Проведен анализ распределения магнитной индукции в месте установки датчика Холла при варьировании размеров зазора в ярме. В качестве объектов контроля были выбраны образцы с максимальной разницей содержания ОА (9 %). Установлено, что максимальное значение магнитной индукции в центральной части перемычки ярма (место установки датчика Холла) достигается при отсутствии щели, при увеличении длины щели от 0 до 28 мм (при фиксированной ширине) магнитная индукция увеличивается (рис. 1а). Учитывая размеры датчика Холла (2×2×0,6 мм), оптимальной конфигурацией выреза в магнитопроводе является прямая щель шириной 0,8 мм, позволяющая увеличить в 2 раза чувствительность измерительной системы по сравнению с применением «фигурной» конфигурации щели, подобно той, что используется в магнитопроводе П-образного электромагнита [2].

Изготовлен макет первичного преобразователя с Н-образным ярмом, а также образцы из стали ВНС-5 с содержанием ОА от 9 до 18 %. Разное содержание ОА достигалось варьированием температуры закалки. С целью стабилизации ОА проводилась

обработка холодом. Содержание ОА в образцах определяли по измеренной намагниченности насыщения с использованием градуировочного графика. Испытания показали, что зависимость сигнала датчика Холла от ОА линейная, что удобно для практического применения.

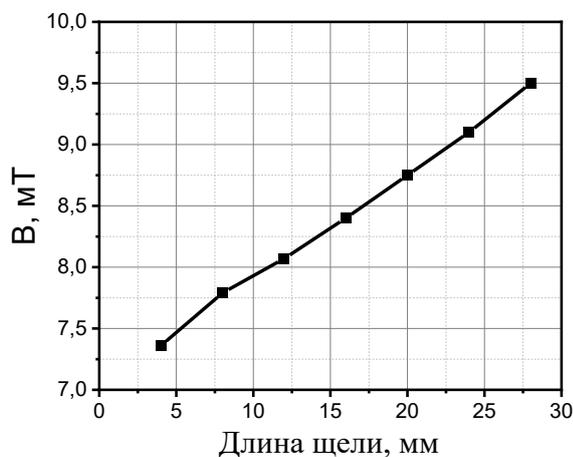


Рис. 1. Зависимости магнитной индукции в центральной части перемычки ярма первичного преобразователя дефектоскопа от длины щели

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки РФ для ИФМ УрО РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бида Г.В. Дифференциальный магнитный метод неразрушающего контроля и фазового анализа // Дефектоскопия. 2002. № 1. С. 26–43.
2. Костин В.Н., Василенко О.Н., Бызов А.В. Мобильная аппаратно-программная система магнитной структуроскопии DIUS-1.15M // Дефектоскопия. 2018. № 9. С. 47–53.