

МАГНИТНЫЙ КОНТРОЛЬ ПОВЕРХНОСТНО УПРОЧНЕННЫХ СТАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

© 2022 г. Александр Викторович Бызов^{1*}, Д. Г. Ксенофонов^{1**}, В. Н. Костин^{1***},
О. Н. Василенко^{1****}

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

* - *byzovav@imp.uran.ru*; ** - *ksenofontov@imp.uran.ru*; *** - *kostin@imp.uran.ru*; **** - *vasilenko@imp.uran.ru*;

Существующие методики и средства измерений [1] толщины и качества поверхностного упрочнения предполагают последовательное определение глубины и прочности поверхностных слоев с помощью существенно различающихся методик и устройств. Однако, у таких методов высокая трудоемкость и стоимость контроля. Таким образом, остается актуальной задача разработки достаточно простой и достоверной методики селективного определения параметров упрочненных слоев на ферромагнитных изделиях. Разработка такой методики является задачей настоящей работы.

Для селективного определения толщины и прочности поверхностного слоя был изготовлен моделирующий магнитомягкую сердцевину прямоугольный параллелепипед из отожженной стали 3 с размерами 23,3x34,5x97 мм и коэрцитивной силой 2,1 А/см, а также набор пластин из закаленной стали 60С2А различной толщины с площадью 40,5x90,7 мм и коэрцитивной силой 32,5 А/см, с помощью которого варьировалась толщина упрочненного слоя. Измерение тангенциальной компоненты напряженности магнитного поля в образце H_x и нормальной компоненты индукции магнитного поля в сердечнике электромагнита B_y было выполнено с помощью магнитного мультитестера ММТ-3 [2]. Полученные зависимости H_x и B_y от толщины упрочненного слоя d имеют сходство с рассчитанными в работе [3] зависимостями.

На рисунке 1 приведена зависимость измеренного с помощью аппаратно-программной системы DIUS-1.15M [2] максимального магнитного потока Φ_m и тока размагничивания I_{Hc} коэрцитиметра КИФМ-1 от толщины упрочненного слоя, который был имитирован пластинами различной толщины и обладающих различной твердостью и магнитными свойствами. Измерения проводились с U-образным электромагнитом и сечением полюсов 12x28 мм.

Пусть допустимый диапазон толщин составляет (3 ÷ 6) мм. В случае нормально упрочненных слоев, имеющих допустимые значения толщины, измеренные значения величин I_{Hc} и Φ_m должны одновременно попадать в заштрихованные на рисунке 1 области. Выпадающим из этих областей двум образцам соответствуют пониженные значения I_{Hc} и

завышенные значения Φ_m , что свидетельствует об их недостаточном поверхностном упрочнении.

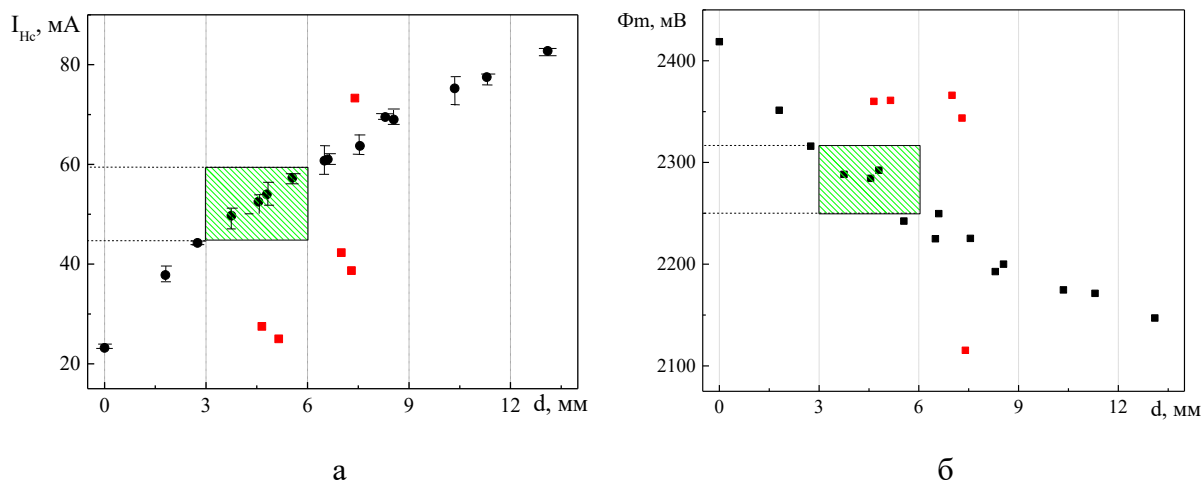


Рисунок 1 - Зависимость величины тока размагничивания (а) и максимального магнитного потока (б) от толщины нормально упрочненных (■) и отличающихся по магнитным свойствам (●) поверхностных слоев на магнитомягкой сердцевине

В результате выполненной работы установлено, что указанные величины I_{Hc} и Φ_m чувствительны к свойствам упрочнённого слоя и селективный контроль качества поверхностного упрочнения может быть реализован с помощью I_{Hc} и Φ_m . Различие чувствительностей величин к изменению толщины и физических свойств упрочненного слоя может быть использовано для селективной оценки качества поверхностного упрочнения стальных изделий с помощью аппаратно-программной системы DIUS-1.15M [4].

Работа выполнена в рамках государственного задания МИНОБРНАУКИ России (тема «Диагностика» Г.р. № 122021000030-1). Д. Ксенофонтов и А. Бызов благодарят Институт физики металлов имени М.Н. Михеева за поддержку их работы по государственному заданию Минобрнауки России по теме «Диагностика», которая выполнялась в рамках молодежного проекта ИФМ УрО РАН № 22-21/мол.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Горкунов Э.С., Махов В.Н., Поволоцкая А.М., Тузанкин С.В., Субботин Ю.С., Лapidус Б.М. Магнитно-измерительный комплекс для магнитоструктурных исследований. Дефектоскопия, 1999, № 3, с. 78-84.
- [2] В.Н. Костин, О.Н. Василенко, А.В. Бызов Мобильная аппаратно-программная система магнитной структуроскопии DIUS-1.15M. Дефектоскопия, 2018, № 9, с. 47-53.
- [3] A.V. Byzov, D.G. Ksenofontov, V.N. Kostin and O.N. Vasilenko. Magnetic field distribution in steel objects with different properties of hardened layer. Advances in computational design, 2022, V.7, p.57-68.