

Целью данной работы являлось выявление новых структурно-чувствительных магнитных и магнитоакустических параметров, пригодных для применения в многопараметровых методиках диагностики стальных изделий.

Исследована структурная чувствительность таких параметров магнитоакустической эмиссии, как основная частота и поле максимума МАЭ [3]. Установлено, что зависимость амплитуды МАЭ от частоты перемагничивающего поля имеет немонотонный характер [4]. Показано, что оптимальным параметром контроля отоженных сталей являются амплитуда МАЭ [3]. Установлено наличие корреляции между остаточной магнитной индукцией вещества и амплитудой магнитоакустической эмиссии, что позволяет рекомендовать амплитуду МАЭ в качестве параметра контроля системах структуроскопии ферромагнитных сталей [5].

Полученные в работе результаты могут быть использованы при разработке многопараметровых методик диагностики и контроля сталей и изделий из ферромагнитных материалов.

*Работа выполнена по теме «Диагностика» № 01201463329.*

1. Михеев М.Н., Горкунов Э.С. Магнитные методы структурного анализа и неразрушающего контроля, Наука (1993).
2. Костин В.Н., Гурьев М.А., Василенко О.Н., Филатенков Д.Ю., Смородинский Я.Г., Физ. мезомех., 16 (5), 103 (2013).
3. Костин В.Н., Василенко О.Н., Филатенков Д.Ю., Чекакина Ю.А., Сербин Е.Д., Дефектоскопия, 10, 33 (2015).
4. Костин В.Н., Филатенков Д.Ю., Чекакина Ю.А., Василенко О.Н., Сербин Е.Д., Акуст. журн., 2, 209 (2017).
5. Костин В.Н., Пудов В.И., Сербин Е.Д., Василенко О.Н., Деф. и разр. мат., 2, 41 (2017).

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ УПРОЧНЕННОГО СЛОЯ НА СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ФОРМЫ ЛОКАЛЬНО ИЗМЕРЯЕМОЙ ПЕТЛИ ГИСТЕРЕЗИСА**

Бызов А.В.<sup>1\*</sup>, Костин В.Н.<sup>1,2</sup>, Василенко О.Н.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [a.v.byzov@mail.ru](mailto:a.v.byzov@mail.ru)

# THE DETERMINATION OF THE DEPTH OF HARDENED LAYER ON STEEL PRODUCTS ACCORDING TO THE CHANGE OF THE FORM OF HYSTERESIS LOOP MEASURED LOCALLY

Byzov A.V.<sup>1\*</sup>, Kostin V.N.<sup>1,2</sup>, Vasilenko O.N.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> M.N. Mikheev Institute of Metal Physics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia

The change of the thickness of a hardened layer in the tested object by means of plates having various thickness and located on a magnetic soft core has been modeled. The opportunity of the testing of a surface hardening when measuring the value of the magnetic field strength when the fixed value of the magnetic flux in dependence on the depth of hardened layer has been revealed.

Неразрушающий контроль качества поверхностного упрочнения становится неотъемлемой частью производства стальных изделий в различных отраслях. Глубина упрочненного слоя может меняться от 1-2 мм (клапана автомобильных двигателей) до 15-20 мм (валки прокатных станов).

До настоящего времени одним из наиболее распространенных методов контроля глубины поверхностного упрочнения оставался коэрцитиметрический метод, в основе которого лежит измерение средней по промагниченному объему коэрцитивной силы контролируемого изделия [1]. При этом максимальная глубина контролируемого слоя не должна превышать половины толщины полюса приставного электромагнита. Для определения свойств самого упрочненного слоя дополнительно нужно использовать электромагнит с меньшей глубиной промагничивания.

Задачей настоящей работы было исследование зависимости формы локально измеряемых петель гистерезиса от глубины поверхностно закаленного слоя на массивной магнитомягкой сердцевине.

Для проведения измерений таких величин, как напряженность магнитного поля и магнитный поток, применялась аппаратно-программная система Digital Universal System 1.15-M (АПС DIUS 1.15-M), которая представляет из себя персональный компьютер с установленной программой для управления данной системой, преобразователь в виде электромагнита с датчиками Холла, с помощью которых измеряются относительные значения магнитных характеристик в мВ.

При размещении закаленных пластин различной толщины из стали 62С2 на магнитомягкой сердцевине из стали 3 проводилось варьирование глубины закаленного слоя от 0 до 14 мм.

С помощью АПС DIUS 1.15-M измерялись относительные значения напряженности магнитного поля  $H_n$  при фиксированных значениях магнитного потока  $\Phi_n$  в магнитопроводе при перемагничивании изделия по нисходящей ветви петли гистерезиса. Различные значения  $\Phi_n$  задавались программно.

На основе результатов пространственного численного моделирования распределения магнитного поля в двуслойном объекте и измерений значений  $H_{\perp}$  при различных  $\Phi_{\perp}$  было получено, что при значении  $\Phi_{\perp} = 100$  мВ зависимость напряженности поля  $H_{\perp}$  от глубины упрочненного слоя  $h$  является прямо пропорциональной для всех глубин упрочненного слоя. Наличие такой линейной зависимости объясняется различием форм нисходящих ветвей локально измеряемых петель гистерезиса в I, II и III квадрантах.

*Настоящая работа выполнена по теме «Диагностика» № 01201463329.*

1. В.Е Щербинин, Э.С. Горкунов. Магнитный контроль качества металлов — Екатеринбург: УрО РАН (1996).

## **ФОРМИРОВАНИЕ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОБЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМ И ИОННЫМ ПУЧКОМ В МОНОКРИСТАЛЛАХ НИОБАТА БАРИЯ-СТРОНЦИЯ**

Федоровых В.В.<sup>\*</sup>, Чезганов Д.С., Шихова В.А., Власов Е.О.,  
Васькина Е.М., Зеленовский П.С., Шур В.Я.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [vyacheslav.fedorovyh@mail.ru](mailto:vyacheslav.fedorovyh@mail.ru)

## **FORMATION DOMAIN STRUCTURE BY ACTION ELECTRON AND ION BEAM IN STRONTIUM BARIUM NIOBATE SINGLE CRYSTALS**

Fedorovykh V.V.<sup>\*</sup>, Chezganov D.S., Shikhova V.A., Vlasov E.O., Vaskina E. M.,  
Zelenovskiy P.S., Shur V.Ya.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The formation of a domain structure after irradiation the polar surface of the single crystals of relaxor ferroelectric strontium barium niobate ( $\text{Sr}_{0.61}\text{Ba}_{0.39}\text{Nb}_2\text{O}_6$ ) by electron and ion beams.

Особое место среди сегнетоэлектриков занимают релаксорные сегнетоэлектрики, которыми являются монокристаллы ниобата бария-стронция  $\text{Sr}_{0.61}\text{Ba}_{0.39}\text{Nb}_2\text{O}_6$  (SBN<sub>x</sub>). Одно из практических применений релаксорных сегнетоэлектриков с регулярной доменной структурой основано на возможности их использования для преобразования частоты оптического излучения [1].

Было исследовано формирование доменных структур в результате облучения полярной поверхности монокристаллов SBN61 сфокусированным электронным (ЭП) или ионным (ИП) пучком. Облучение проводилось как в образцах после термической деполяризации (ТДП), так и в образцах после монодо-