

МАЛОГАБАРИТНАЯ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА ДЛЯ ОЦЕНКИ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЯХ

Матосян А.М.^{1,2}, Сташков А.Н.², Щапова Е.А.²

¹⁾ Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²⁾ Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: matosian01@gmail.com

SMALL-SIZE MAGNETOMETRIC APPARATUS FOR ESTIMATION OF MECHANICAL STRESSES IN CARBON STEELS

Matosyan A.M.^{1,2}, Stashkov A.N.², Schapova E. A.²

¹⁾ Urals Federal University, Ekaterinburg, Russia

²⁾ M.N. Mikheev Institute of Metal Physics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences,
Ekaterinburg, Russia

A small-size magnetometric apparatus with an attachment-type sensor for measuring the field dependences of reversible magnetic permeability was developed and produced.

Контроль и мониторинг механических напряжений в стальных конструкциях и деталях необходим для предотвращения аварийных ситуаций, связанных с превышением предела прочности. Без повреждения конструкций возможно применять только неразрушающие методы контроля. Среди методов неразрушающего контроля напряженно-деформированного состояния конструкций из ферромагнитных сталей целесообразно применять магнитные методы из-за их высокой чувствительности. Разработка новых методик и аппаратуры магнитного контроля механических напряжений в настоящее время ведется как в России, так и за рубежом.

В результате работы был разработан и изготовлен переносной прибор с датчиком приставного типа, предназначенный для измерения полевых зависимостей обратимой магнитной проницаемости. Методика оценки механических напряжений сжатия в углеродистых сталях описана в работах [1,2]. Она основана на определении из экспериментальных кривых критических полей смещения 90-градусных доменных границ при условии наличия в испытуемой детали, наведенной напряжениями магнитной анизотропии. В отличие от своего аналога, описанного в [3], разработанный прибор имеет упрощенную структуру (без дорогостоящих ноутбука и внешнего модуля АЦП/ЦАП). Управление прибором осуществляется с помощью 32-битного микроконтроллера Atmel. Для питания прибора применяется сменная литиевая батарея. Прибор имеет возможность беспроводной передачи данных по Bluetooth.

Перед измерением пользователь имеет возможность выбрать частоту переменного подмагничивающего поля от 300 до 5000 Гц, влияющую на глубину скин-слоя и съема информации (чем больше частота, тем меньше глубина скин-

слоя). После установки первичного преобразователя на контролируемое изделие и запуска процесса измерения производится, во-первых, магнитная подготовка, заключающаяся в попеременной подаче в намагничивающие катушки импульсов тока с максимальной амплитудой 2А, во-вторых, осуществляется перемагничивание участка контролируемого изделия по предельной петле гистерезиса за время 90 секунд. Во время перемагничивания измеряется сигнал с катушки, расположенной в межполюсном пространстве приставного Преобразного преобразователя. Одновременно с сигналом катушки с помощью датчика Холла измеряется магнитное поле на поверхности контролируемого изделия. По окончании измерения на OLED экране прибора высвечивается измеренная кривая в координатах сигнал катушки/напряженность магнитного поля. Оператор визуально определяет, имеются ли «особенности» на кривой в виде перегибов или дополнительных к основному пику. Качество подготовки поверхности контролируемого объекта и наличие неконтролируемого зазора между первичным преобразователем и объектом контроля также может быть оценено по виду кривой. Более детальный анализ измеренных данных и расчет механических напряжений производится в лабораторных условиях после передачи данных на персональный компьютер.

Работа выполнена в рамках государственного задания МИНОБРНАУКИ России (тема «Диагностика», №122021000030-1)

1. Ничипурук, А. П., Сташков, А. Н., Кулеев, В. Г., Щапова, Е. А., & Осипов, А. А., Дефектоскопия, № 11., С. 20-26(2017)
2. Ничипурук А.П., Розенфельд Е.В., Огнева М.С., Сташков А.Н., Королев А.В., Дефектоскопия, № 10., С. 18-26(2014)
3. Сташков А. Н., Ничипурук А. П., Щапова Е. А. Научное приборостроение, Т. 29., №. 1., С. 47-54(2019)