

УДК 620.179.14

ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ОБРАЗЦОВ НА ВЕЛИЧИНУ ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ ПОСЛЕ ИМПУЛЬСНОГО НАМАГНИЧИВАНИЯ НАКЛАДНЫМ ДАТЧИКОМ

Бурак В.А.^{1,2}, Коваленок И.А.², Протасевич А.С.²

¹ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси»

²Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В данной работе рассмотрено влияние на величину остаточной намагниченности длины образцов из инструментальных углеродистых марок сталей и расположения импульсного намагничивания и датчика на поверхности цилиндрического образца. Установлено, что для стали, закаленной от температуры выше рекомендуемой, при расположении датчика на торце образца, существует значение длины, при повышении которой величина градиента нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности стабилизируется. Были даны практические рекомендации по определению оптимального положения датчика на поверхности цилиндрического образца с целью повышения надежности и достоверности импульсного магнитного неразрушающего контроля.

Ключевые слова: магнитный неразрушающий контроль, импульсное намагничивание, инструментальная сталь, длина образцов.

THE INFLUENCE OF SAMPLE LENGTH ON THE RESIDUAL MAGNETIZATION AFTER PULSE MAGNETIZATION WITH AN ATTACHED SENSOR

Burak V.A.^{1,2}, Kovalenok I.A.², Protasevich A.S.²

¹Institute of Applied Physics of NAS of Belarus

²Belarussian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. This work is considered the effect on the value of residual magnetization of the length of samples made of tool carbon steel and the location of pulse magnetization and a sensor on the surface of a cylindrical sample on the value of residual magnetization. It has been established that for steel hardened at a temperature higher than recommended one, when the sensor is located at the end of the sample, there is a length value increasing of which results to stabilization of the magnitude of the gradient of the normal component of the residual magnetization field strength. Practical recommendations were given for determining the optimal position of the sensor on the surface of a cylindrical sample in order to increase the reliability of pulsed magnetic non-destructive testing.

Key words: magnetic non-destructive testing, pulse magnetization, instrumental steel, length of articles.

Адрес для переписки: Бурак В.А. ул. Академическая 16, г Минск, 220072, Республика Беларусь
e-mail: veronika.burak@gmail.com

Неразрушающий магнитный контроль ферромагнитных материалов и изделий из них основан на поиске корреляционных зависимостей между показателями, описывающими структурное состояние контролируемого объекта и магнитными величинами, характеризующими, например, остаточную намагниченность. Так как в магнитном контроле информация о структуре металла формируется не точно, а по некоторому объему, который имеет размытые границы, зависящие от величины и характера намагничивающего поля, то особое внимание при анализе корреляционных зависимостей, лежащих в основе различных способов магнитного неразрушающего метода контроля, следует уделить правильному выбору расположения пятна намагничивания, особенно на образцах, для которых характерны относительно небольшие геометрические размеры.

Для оценки влияния конечных размеров и формы намагничиваемых ферромагнитных образцов для целей магнитного неразрушающего контроля широко используются расчетные

методы [1], основанные на определении размагничивающего фактора. Данная работа посвящена экспериментальному исследованию влияния длины образцов из двух марок сталей одного класса на величину остаточной намагниченности после импульсного намагничивания накладным датчиком.

Ранее была дана оценка, как длина образцов выбранных марок сталей влияет на параметры вторичного магнитного поля при намагничивании в проходном датчике [2].

Намагничивание осуществлялось импульсным магнитным полем напряженностью $H = 250$ кА/м с помощью накладного датчика прибора ИМА-6 [3], величина градиента нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности фиксировалась также датчиком прибора ИМА-6.

Были рассмотрены образцы закаленных инструментальных углеродистых сталей У8А и У10А цилиндрической формы диаметром 10 мм и различной длины. Длины образцов: 10, 20, 30, 50,

70 и 100 мм. Температура закалки образцов из стали У8А составляла 700 °С, а образцов из стали У10А – 950 °С. Для стали У8А температура закалки была ниже рекомендованной ГОСТ, для стали У10А – выше, что позволяет говорить о том, что одна из сталей была магнитомягкой по отношению к требуемой структуре, а другая – магнитотвердой.

Датчик прибора ИМА-6 при намагничивании и измерении величины градиента нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности располагался на торце цилиндрического образца (кривые 1 на рисунках 1 и 2) и посередине образующей боковой поверхности (кривые 2 на рисунках 1 и 2).

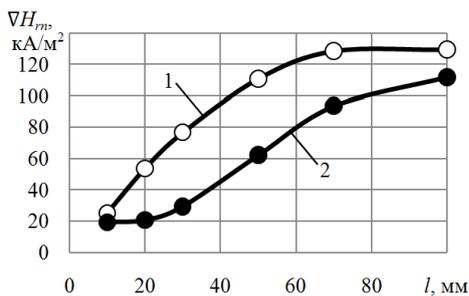


Рисунок 1 – Зависимость градиента от длины для образцов из стали У10А, $T_{\text{зак}} = 950$ °С

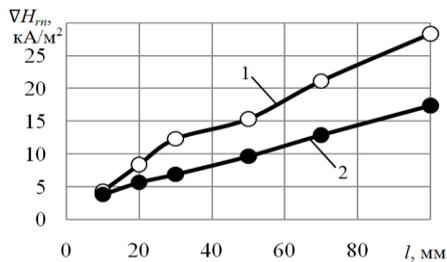


Рисунок 2 – Зависимость градиента от длины для образцов из стали У8А, $T_{\text{зак}} = 700$ °С

Как видно из рисунков, для цилиндрических образцов из стали У10А и У8А характерно увеличение фиксируемого значения градиента нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности. Также для образцов из обеих рассматриваемых марок сталей величина градиента остаточной намагниченности для варианта расположения датчика на торце цилиндрического образца больше, чем при радиальном расположении датчика относительно контролируемого образца.

Для образцов стали У8А наблюдается равномерный рост измеряемого информативного пара-

метра как для положения датчика на торце образца, так и на образующей, разница между значениями градиента возрастает равномерно с увеличением длины образцов.

Для образцов из инструментальной стали У10А зависимость величины градиента нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности более сложная: для положения датчика на торце образца с увеличением длины образца стабилизируется и для образцов длиной 100 мм и 70 мм практически не изменяется. При положении датчика на образующей цилиндрической поверхности наблюдается тенденция к стабилизации значений. Также при большой (100 мм) длине разница между измеренными при положении датчика в разных частях образца значениями градиента поля остаточной намагниченности различаются незначительно.

Таким образом, для получения максимальной чувствительности и надежности магнитного контроля, датчик рекомендуется располагать на торце цилиндрического образца, чтобы оценка величины остаточной намагниченности велась с объема, ограниченного симметричными поверхностями. Для стальных образцов, закаленных от температур, выше рекомендуемых стандартами, длина образца на величину оценки остаточного поля влияет до некоторого значения длины, что также положительно влияет на качество измерений.

Однако, для образцов имеющих геометрические размеры, одинаковые во всех направлениях, для получения стабильных результатов измерения величины градиента нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности положение датчика относительно измеряемого образца не оказывает значительного влияния.

Литература

1. Сандомирский, С.Г. Расчет и анализ размагничивающего фактора ферромагнитных тел / С.Г. Сандомирский / Нац. акад. наук Беларуси, Объед. ин-т машиностроения. – Минск : Беларуская навука, 2015. – 243 с.
2. Короткевич, З.М. Влияние длины образцов на вторичное магнитное поле при импульсном намагничивании в проходном датчике / З.М. Короткевич, В.А. Бурак // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: Материалы международной научно-технической конференции, Могилев, 21–22 апреля 2022 г. / Бел. Рос. ун-т; редкол.: М. Е. Лустенков (гл. ред.) [и др.]. – Могилев, 2022. – С. 317–318.
3. Импульсный магнитный анализатор ИМА-6 / В.Ф. Матюк [и др.] // Дефектоскопия. – 2009. – № 7. – С. 62–74.