

УДК 620.179.14

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ИЗДЕЛИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМАЦИИ СТАЛИ 12Х18Н10Т С ПОМОЩЬЮ МАГНИТОДИНАМИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ

Шарандо В.И., Чернышёв А.В., Кременькова Н.В., Полоневич А.А.

ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси»
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Исследовано изменение величины магнитного потока, измеряемого магнитным толщиномером МТЦ-3, и остаточной намагниченности, измеряемой измерителем остаточной намагниченности ИОН-4, от степени пластической деформации и толщины образцов из аустенитной стали 12Х18Н10Т. Установлено, что максимальная толщина, с достижением которой прекращается изменение сигналов обоих магнитодинамических приборов, составляет 3–4 мм. С увеличением степени деформации и толщины образца показания прибора МТЦ-3 возрастают. Показания прибора ИОН-4 имеют максимум в области деформаций 15–25%, положение и высота которого определяются толщиной образца.

Ключевые слова: магнитодинамический контроль, аустенитная сталь, деформация, толщина изделия.

INFLUENCE OF THE THICKNESS OF PRODUCTS IN STUDYING THE PROCESSES OF DEFORMATION OF STEEL 12X18H10T USING THE MAGNETODYNAMIC CONTROL METHOD

Sharando V., Chernyshev A., Kremenkova N., Polonevich A.

Institute of Applied Physics of the NAS of Belarus
Minsk, Belarus

Abstract. The change in the magnitude of the magnetic flux, measured by the magnetic thickness gauge MTTs-3, and the remanent magnetization, measured by the meter of remanent magnetization ION-4, on the degree of plastic deformation and the thickness of the samples of austenitic steel 12X18H10T, was investigated. It was found that the maximum thickness, upon reaching which the change in the signals of both magnetodynamic devices stops, is 3–4 mm. With the increasing in the degree of deformation and thickness of the sample, the readings of the MTTs-3 device increase. The readings of the ION-4 device have a maximum in the range of deformations of 15–25%, the position and height of which are determined by the thickness of the sample.

Key words: magnetodynamic control, austenitic steel, deformation, thickness.

Адрес для переписки: Шарандо В.И., ул. Академическая, 16, г. Минск 220072, Республика Беларусь
e-mail: lab1@iaph.bas-net.by

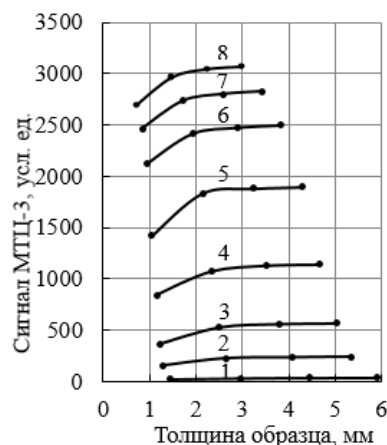
В работе [1] рассмотрена возможность применения для контроля структурных изменений в стали 12Х18Н10Т при ее пластической деформации магнитодинамических приборов МТЦ-3 и ИОН-4. Целью настоящей работы является изучение зависимости полученных результатов от толщины контролируемых изделий.

Из верхнего слоя стального листа толщиной 10 мм в состоянии поставки вырезаны пластинки размером 20×20 мм² и прошлифованы до толщин 1,4–1,5 мм. Затем их прокатывали при комнатной температуре во взаимно перпендикулярных направлениях с обеспечением последовательного ряда степеней пластической деформации. Приборные измерения проводились на пластинках с одинаковой степенью деформации, сложенных в образцы различной суммарной толщины.

Толщиномер МТЦ-3 [2,3] регистрировал изменение магнитного потока в индукционной катушке, охватывающей стержневой магнит, при его контакте с разными образцами стали. Измеритель остаточной намагниченности ИОН-4 [3], снабженный катушкой без магнита, определял поток индукции от магнитного пятна, оставленного на поверхности образца магнитным нако-

нечником преобразователя толщиномера МТЦ-3 и характеризовал остаточную намагниченность.

На рис. 1 представлена зависимость сигнала прибора МТЦ-3 от толщины образца при некоторых из исследованных степеней деформации.



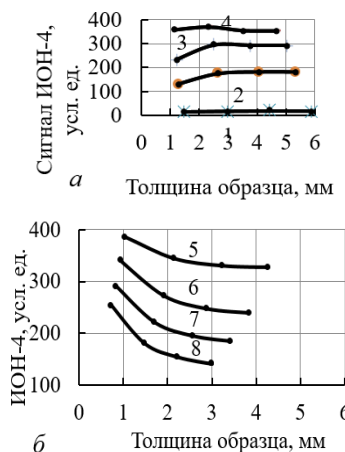
1 – 0 %, 2 – 10 %, 3 – 15 %, 4 – 21 %, 5 – 28 %, 6 – 35 %, 7 – 42 %, 8 – 51 %

Рисунок 1 – Зависимость сигнала прибора МТЦ-3 от толщины образца при степенях деформации

На рис. 2 представлена зависимость сигнала прибора МТЦ-3 от степени деформации при экстраполяции толщин составных образцов на 1 мм и 4 мм. Количество степеней деформации здесь представлено в более полном, соответствующем реальному количеству измерений, виде и вдвое превышает использованное для рис. 1.



Рисунок 2 – Зависимость сигнала прибора МТЦ-3 от степени деформации при толщинах образцов 1 и 4 мм



1 – 0 %, 2 – 10 %, 3 – 15 %, 4 – 21 %;
5 – 28 %, 6 – 35 %, 7 – 42 %, 8 – 51 %

Рисунок 3 – Зависимость сигнала прибора ИОН-4 от толщины образца при степенях деформации



Рисунок 4 – Зависимость сигнала прибора ИОН-4 от степени деформации при толщинах образцов 1 и 4 мм

Рис. 3 и рис. 4 показывают, соответственно, зависимость сигнала прибора ИОН-4 от толщины образца при разных степенях деформации и от степени деформации при толщинах образцов 1 и 4 мм. Для наглядности на рис. 3, как и на рис. 1, представлено вдвое уменьшенное количество кривых.

Из рисунков следует, что максимальная толщина, с достижением которой прекращается изменение сигналов обоих магнитодинамических приборов, составляет 3–4 мм. С увеличением степени деформации и толщины образца показания прибора МТЦ-3 возрастают, что связано с увеличением участвующего в создании магнитного потока количества ферромагнитной фазы. Показания прибора ИОН-4 имеют максимум в области деформаций 15–25%, положение и высота которого определяются толщиной образца. Поведение кривых остаточной намагниченности может быть связано с двумя разнонаправленными процессами. Необходимо учитывать, что используемые нами приборы работают с расположенной у поверхности локальной информационной зоной; изменение объема и плотности магнитного материала в образце приводит к перераспределению ее намагниченности за счет замыкания на глубинные слои. При начальных деформациях, вероятно, превалирует эффект увеличения, в том числе у поверхности, количества ферромагнитной фазы, затем большую роль начинает играть внутреннее замыкание намагниченной зоны. С уменьшением толщины образца намагниченная зона медленнее растет, но и меньше размагничивается.

Учет полученных результатов позволяет создавать необходимые методики контроля аустенитных сталей магнитодинамическим методом.

Литература

1. Шарандо, В. И. Использование магнитодинамического и электромагнитного методов контроля при изучении процессов деформации стали 12Х18Н10Т / В. И. Шарандо, А. В. Чернышев, Н. В. Кременькова // Приборостроение–2020 : материалы 13 международной науч.-техн. конф., 18–20 ноября 2020 г., Минск, Белорус. нац. техн. ун-т / редкол. : О.К. Гусев [и др.]. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 173–175.
2. Лухвич, А. А. Магнитные толщинометры нового поколения / А. А. Лухвич // Неразрушающий контроль и диагностика. – 2010. – № 4. – С. 3–15.
3. Разработки лаборатории металлофизики ИПФ НАН Беларуси в области неразрушающего контроля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://iaph.basnet.by/lab1/products>. – Дата доступа: 30.09.2021.