

## УСТОЙЧИВОСТЬ ГРАДИЕНТА НОРМАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПОЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА СТАЛЕЙ К ВОЗДЕЙСТВИЮ РАСТЯГИВАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ

В.Ф. Матюк, д-р. техн. наук, В.Н. Бусько, канд. техн. наук, В.А. Бурак  
Институт прикладной физики НАН Беларуси  
(г. Минск, Республика Беларусь)

Импульсный магнитный метод неразрушающего контроля широко применяется для контроля механических свойств листового проката сталей, в том числе для контроля этих свойств в технологическом потоке производства [1]. Однако, в процессе движения в металле возникают напряжения, которые могут разрушать локальную намагниченность листа, градиент нормальной составляющей напряженности поля которой является информативным параметром контроля. Это может снизить достоверность измерений.

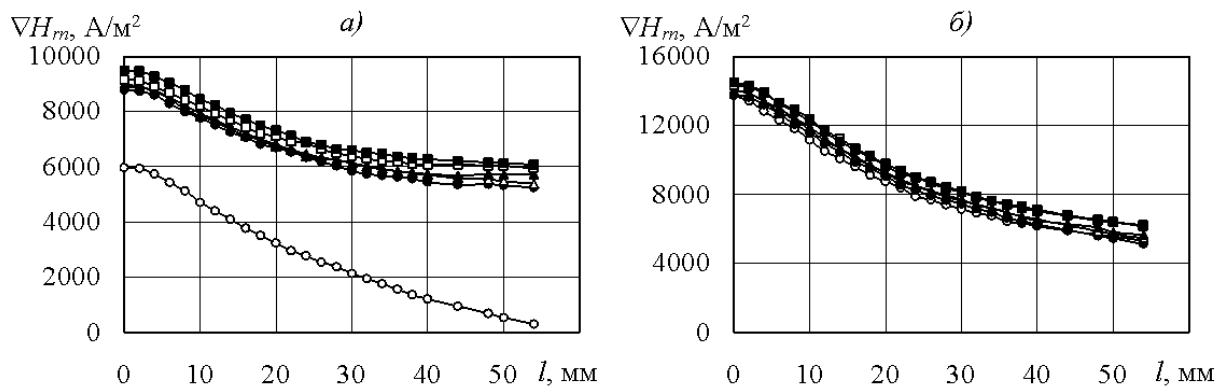
При движении листового проката в технологическом потоке производства основным видом напряжений являются напряжения, растягивающие лист в направлении прокатки. Поэтому весьма актуальной является задача оценки влияния растягивающих напряжений на устойчивость градиента нормальной составляющей напряженности поля локально намагниченного участка листового проката сталей к этому воздействию.

Выполнены экспериментальные исследования по изучению влияния одноосных приложенных напряжений растяжения  $\sigma$  на распределение нормальной составляющей градиента  $\nabla H_m$  напряжения поля остаточной намагниченности локально намагниченного импульсным магнитным полем участка изделия.

Исследования проводились на образцах из низкоуглеродистой холоднокатаной листовой кипящей стали 08кп. Образцы имели размеры  $200 \times 50 \times 0,9$  мм и отличались между собой исходным состоянием структуры и магнитной жесткостью. Приложенные напряжения растяжения в образцах создавались с помощью лабораторной установки, представляющую собой рамочную конструкцию и позволяющую создавать  $\sigma$  в образцах указанного сечения до +43,6 МПа. Локальное намагничивание и измерение величины  $\nabla H_m$  вдоль поверхности образцов осуществлялось с помощью анализатора импульсного магнитного ИМА–6 [2]. Намагничивающий соленоид преобразователя имел внутренний радиус 5 мм, внешний радиус – 25 мм и высоту 30 мм. Намагничивание осуществлялось импульсами в форме апериодического разряда конденсатора, длительностью 17 мс по уровню 0,01 и амплитудой  $H_{im} = 2$  кА/м и 250 кА/м. Измерение  $\nabla H_m$  проводилось путем перемещения преобразователя прибора ИМА–6 по осевой линии образца с шагом 2 мм на расстояние  $l = \pm 54,8$  мм от центра намагниченного участка при ступенчатом изменении

растягивающего напряжения в образце в интервале от 0 до +43,6 МПа через 8,72 МПа. Для повышения достоверности измерений  $\nabla H_m$  при каждом значении растягивающих напряжений  $\sigma$  образец размагничивался.

На рисунке для примера приведены результаты измерения  $\nabla H_m$  вдоль магнитомягкого и магнитожесткого образцов при различных значениях  $\sigma$ .



$H_{\text{нм}} = 250$  кА/м; а – магнитомягкий образец, б – магнитотвердый образец;  
 $\sigma$ , МПа:  $\circ$  – 0;  $\bullet$  – 8,72;  $\Delta$  – 17,44;  $\blacktriangle$  – 26,16;  $\square$  – 34,88;  $\blacksquare$  – 43,6

**Рисунок – Распределение  $\nabla H_m$  вдоль образца**

Из графиков видно, что влияние  $\sigma$  на  $\nabla H_m$  с увеличением магнитной жесткости образца существенно снижается, независимо от способа размагничивания, что особенно заметно для мягкой стали с ростом напряжений. Кроме того, последовательность процедуры измерения  $\nabla H_m$  также оказывает влияние на распределение градиента по образцу. Это означает, что для повышения достоверности контроля механических свойств и структуры сталей различной магнитной жесткости с целью снижения влияния изменений напряжений необходимо учитывать исходное магнитное состояние листовой стали, а также характер зависимости распределения градиента напряженности поля остаточной намагниченности в зоне контроля, на который оказывают влияние условия и режимы намагничивания.

### Литература

1. Матюк, В.Ф. Импульсный магнитный контроль прочностных характеристик ферромагнитных изделий / В.Ф. Матюк // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 1998. – № 4. – С. 114–118.
2. Импульсный магнитный анализатор ИМА–6 / В.Ф. Матюк [и др.] // Дефектоскопия. – 2009. – № 7 – С. 62–74.