

УДК 620.179.118.415.05

ГРАДИЕНТ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ ОСТАТОЧНОЙ  
НАМАГНИЧЕННОСТИ ПРИ КОНТРОЛЕ АНИЗОТРОПИИ  
ЛИСТОВОГО ПРОКАТА НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

В. А. БУРАК, А. С. СЧАСТНЫЙ, А. А. ОСИПОВ

Государственное научное учреждение  
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»  
Минск, Беларусь

При производстве листового проката формируется механическая анизотропия, которая оказывает существенное влияние на качество изготавливаемых изделий [1]. Так, коэффициент нормальной анизотропии  $R_n$  совместно с коэффициентом упрочнения  $n$  наиболее объективно отражают поведение материала при вытяжке [1, 2]. Между механическими и магнитными параметрами существует взаимосвязь, которая используется для неразрушающего контроля качества используемых при производстве материалов и конечных изделий. Для реализации используемого магнитного метода необходимо изучать влияние режимов намагничивания и измерения на достоверность контроля.

В докладе приводятся результаты экспериментальных исследований влияния амплитуды намагничивающего импульса на величину градиента поля остаточной намагниченности, которая чувствительна к анизотропии свойств листового проката сталей. Рассмотрено влияние изменения амплитуды намагничивающих импульсов для разных способов расположения градиентометров и вариантов их практического использования.

Экспериментальные данные были получены с использованием системы намагничивания, состоящей из двух жестко скрепленных прямоугольных катушек, оси которых направлены перпендикулярно поверхности листа и включены встречно или последовательно по полю (в зависимости от используемой модификации градиентометра). Намагничивающая система подключена к генератору импульсов магнитного поля с возможностью изменения амплитуды поля приблизительно от 20 до 220 кА/м и величиной длительности импульсов 15 мс по уровню 0,1 (использовался блок намагничивания прибора ИМА-5Б).

Градиентометры располагались, как нормально к плоскости анизотропного листа, так и тангенциально. При измерениях использовался, как стандартный градиентометр приборов типа ИМА, так и модифицированный (поперечный) [3, 4], в котором полузонд 1 и полузонд 2 были расположены параллельно друг другу в одной плоскости (рис. 1). На рис. 1. представлен только случай нормального расположения поперечного градиентометра, то есть перпендикулярно плоскости листа. При измерениях

градиентометры, состоящий из 2-х полузондов, подключались к импульсному магнитному анализатору ИМА-4М.

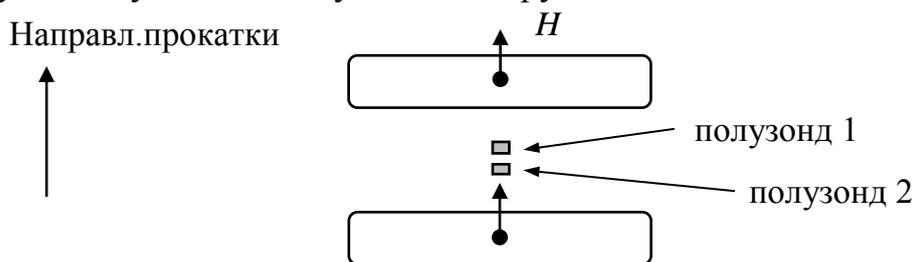


Рис. 1. Схема взаимного расположения намагничивающего устройства и поперечного градиентометра, расположенного нормально к поверхности листового проката

Из полученных данных следует, что выбор величины намагничивающего поля для разных вариантов включения намагничивающих катушек и полузондов различен (определяется условиями и требуемой точностью измерений), поскольку на практике наблюдается неодинаковый ход зависимостей градиентов и значений их коэффициентов анизотропии от амплитуды поля.

Так, например, при встречном включении намагничивающих катушек и измерении нормальной составляющей градиента стандартным датчиком приборов типа ИМА контроль анизотропии возможен только при малых ( $H_m \approx 20$  кА/м) и больших ( $H_m \approx 150$  кА/м) значениях полей, поскольку имеется значение амплитуды намагничивающего поля, при котором коэффициент анизотропии равен 1,0.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аверкиев, А. Ю.** Влияние нормальной анизотропии и упрочнения на предельный коэффициент вытяжки / А. Ю. Аверкиев // Кузнечно-штамповочное производство. – 1996. – № 11. – С. 14–18.
2. **Железнов, Ю. Д.** Оценка свойств автолистовой стали по  $n$  и  $R$  факторам / Ю. Д. Железнов [и др.] // Кузнечно-штамповочное производство. – 1974. – № 4. – С. 18–20.
3. **Счастный, А. С.** Исследование возможности использования приборов магнитного контроля для оценки механической анизотропии листового проката / А. С. Счастный, А. А. Осипов // Неразрушающий контроль и диагностика. – 2015. – № 3. – С. 54–66.
4. **Счастный, А. С.** Импульсный магнитный контроль анизотропии листового проката низкоуглеродистых сталей при направленном намагничивании / А. С. Счастный, А. А. Осипов / Приборостроение-2015: материалы 8-ой междунар. науч.-техн. конф., БНТУ; редкол. : О. К. Гусев (предс.) [и др.]. – Минск, 2015. – С. 292–294.