

УДК 620.179.118.415.05
ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА
НОРМАЛЬНОЙ АНИЗОТРОПИИ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА СТАЛИ
ИМПУЛЬСНЫМ МАГНИТНЫМ МЕТОДОМ

А. С. СЧАСТНЫЙ, А. А. ОСИПОВ
ГНУ «ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Весьма актуальной в практике использования листового проката сталей является пригодность исходного материала к штамповке и глубокой вытяжке. Для этого используют коэффициент нормальной анизотропии R_n , вычисляемый по результатам механических испытаний [1]. На производстве постоянно решается вопрос по уменьшению затрат, связанных с образованием брака в процессе штамповки.

Важную роль в данном вопросе играют методы неразрушающего магнитного контроля, но проблемой при их использовании является то, что область контроля меньше размеров контролируемого образца, а в плоскости листа существует значительная неоднородность магнитных свойств. Эта неоднородность по длине рулона колеблется в пределах десятков процентов [2, 3], причем расстояние между пиками измеряемых значений магнитных величин может не превышать 200 мм. Расположение пиков и их значения являются величинами случайными и не поддающимися простому описанию. В [3] фактически не обнаружено общих закономерностей для распределения неоднородности магнитных свойств. По длине и ширине ленты наблюдаются локальные неоднородности магнитных свойств, которые являются следствием высокотемпературного отжига и отжига, предназначенного для исправления рулонной кривизны.

Исследования, проведенные импульсным магнитным методом на образцах низкоуглеродистой холоднокатаной стали (производства ЕКО СТАНЛ GmbH, Германия), показали, что коэффициент корреляции R между величиной остаточной намагниченности и нормальным коэффициентом анизотропии при расположении намагничивающей и измерительной системы в центре исследуемого образца не превышал 0,6.

Механические испытания проводились на участках листового проката, где вырезались пластины в направлениях 0° , 45° и 90° (по три на каждое направление) относительно направления прокатки. Для каждого из этих направлений на участке равномерной деформации при испытаниях на растяжение измерялся коэффициент анизотропии R_ϕ .

Для выявления магнитной анизотропии образцов листового проката в каждом из направлений (0° , 45° и 90°) при измерении создавалось магнитное поле в плоскости листа. Направленное магнитное поле формировалось двумя прямоугольными плоскими катушками с размерами

210x55 мм², которые располагались на листе. Намагничивание осуществлялось импульсным магнитным полем, направленным вдоль и поперек направления прокатки.

Основными информативными параметрами, по завершении намагничивающего импульса для таких измерений, являются остаточные тангенциальные поля при намагничивании вдоль и поперек прокатки. Две остальные перпендикулярные компоненты существенно меньше основной и выявляют, в основном, уровень не идеальности проводимых измерений.

Проведены измерения в тех областях на листовом образце, в которых (при отсутствии неоднородности) измеряемые значения должны практически совпадать. В качестве таких областей для измерения были выбраны четыре положения на диагоналях прямоугольного образца, которые одинаково отстояли от его краев. Обычно измерения проводят в центре образца, что обеспечивает наименьшее влияние краев листа, используемые области не эквивалентны ей, поскольку при их использовании влияет край образца. Измерения в этих четырех областях показали, что коэффициенты корреляции вдоль и поперек прокатки не превышают 0,5, что заметно ниже, чем при измерении в центре образца.

Магнитные измерения, проведенные при смещении к области, из которой вырезались заготовки для механических испытаний, выявили увеличение коэффициента корреляции R до 0,72.

Коэффициент корреляции R может быть увеличен до 0,9, если наложить следующее условие: для исследований должны быть отобраны образцы с отклонениями измеренных значений в областях, расположенных вблизи зоны механических испытаний, не превышающими 10 %. Данный критерий, по сути, является требованием однородности свойств по ширине листа.

Таким образом, проведенные измерения показали, что возможен контроль коэффициентов нормальной анизотропии листов холоднокатаной низкоуглеродистой стали импульсным магнитным методом. Однако для получения высоких коэффициентов корреляции нужно к используемым образцам с разными коэффициентами нормальной анизотропии предъявлять более строгие требования по однородности свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Шевелев, В. В.** Анизотропия листовых материалов и ее влияние на вытяжку / В. В. Шевелев, С. П. Яковлев. – М. : Машиностроение, 1972. – 133 с.
2. **Янус, Р. И.** О полистной неоднородности магнитных свойств электротехнического железа / Р. И. Янус. – ФММ, 1955. – Т. 1. Вып. 1. – С. 84–91.
3. Неоднородность магнитных свойств анизотропной электротехнической стали и особенности дислокационных структур / Б. К. Соколов [и др.] // Дефектоскопия. – 2004. – № 11. – С 69–78.