

УДК 620.179.14

ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ ПЛАСТИЧЕСКИ
ДЕФОРМИРОВАННОЙ СТАЛИ 12Х18Н10Т

А. В. ЧЕРНЫШЁВ, В. И. ШАРАНДО, Н. В. КРЕМЕНЬКОВА

Институт прикладной физики НАН Беларуси

Минск, Беларусь

Высоколегированные нержавеющие аустенитные стали в исходном состоянии имеют преимущественно парамагнитную γ -структуру. Их механическая обработка может приводить к формированию ферромагнитной α' -фазы – мартенсита деформации, что приводит к изменению эксплуатационных характеристик выполненных из этих материалов изделий. В [1] нами рассмотрена возможность изучения процессов пластической деформации стали 12Х18Н10Т с помощью вихретокового метода на образцах, изготовленных из листа толщиной 10 мм. В настоящей работе приведены результаты аналогичных исследований для более тонких образцов, вырезанных из поверхностного и глубинного слоев прежнего листа.

Проводились измерения амплитуды U_{am} выходного напряжения накладного вихретокового преобразователя, состоящего из трех расположенных соосно катушек – поля возбуждения, измерительной и компенсационной. Две последние располагались у торцов катушки поля возбуждения и были включены дифференциально между собой. Наружный диаметр всех катушек – 10 мм. По катушке поля возбуждения пропускался синусоидальный ток частотой 2,5 кГц.

Образцы были изготовлены следующим образом. Из наружного и срединного слоев листа из стали 12Х18Н10Т толщиной 10 мм в состоянии поставки вырезались пластинки размером 20 × 20 мм и толщиной около 2 мм. После этого они были шлифованы до толщин 1,4...1,5 мм. Затем их прокатывали при комнатной температуре во взаимно перпендикулярных направлениях с обеспечением последовательного ряда степеней пластической деформации. Степень пластической деформации ε определена нами как изменение (в процентах) толщины образца после деформирования относительно начальной. Приборные измерения проводились на пластинках из заданного слоя (т. е. поверхностного или внутреннего) с одинаковой степенью деформации, сложенных в образцы суммарной толщиной 3...4 мм. Образцы составлялись из нескольких пластинок для устранения влияния на измеряемый сигнал толщины стали в случаях, когда она меньше глубины информативной зоны преобразователя.

На рис. 1 приведены зависимости величины U_{am} (в условных единицах) от ε для образцов, вырезанных из внешнего и внутреннего слоев стального листа.

Амплитуда U_{am} зависит от начальной магнитной восприимчивости χ_{in} контролируемого образца. Рост U_{am} на начальном этапе увеличения ε объясняется возрастанием χ_{in} за счёт роста процентного содержания в образцах

ферромагнитной α' -фазы [2]. Уменьшение чувствительности U_{am} к изменениям ε во второй части её диапазона объясняется уменьшением χ_{in} с возрастанием плотности дислокаций [3]. Указанные процессы протекают более значительно во внутренних слоях стального листа в силу их менее интенсивной исходной закалки.



Рис. 1. Зависимость амплитуды выходного напряжения от степени деформации внешних (1) и внутренних (2) слоёв стального листа

Таким образом, по измерениям U_{am} возможен контроль в широком диапазоне степени деформации образцов из стали 12X18H10T, однако следует учитывать, что структуры, расположенные внутри изделий, могут иметь электромагнитные характеристики, отличные от наружных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернышёв, А. В. Использование вихретокового метода контроля при изучении процесса пластического деформирования стали 12X18H10T / А. В. Чернышёв, В. И. Шарандо, Н. В. Кременькова // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 22–23 апр. 2021 г. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2021. – С. 304–305.
2. Влияние деформации прокаткой и одноосным растяжением на структуру, магнитные и механические свойства армко-железа, стали 12X18H10T и составного материала «сталь 12X18H10T – армко-железо-сталь 12X18H10T» / Э. С. Горкунов [и др.] // Дефектоскопия. – 2011. – № 6. – С. 16–30.
3. Jiles, D. Magnetism and Magnetic Materials / D. Jiles. – London; New York: CRC Press, 2016. – 576 p.