

МАГНИТНЫЙ КОНТРОЛЬ ФАЗОВОГО СОСТАВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ АУСТЕНИТНО-ФЕРРИТНЫХ И АУСТЕНИТНО-МАРТЕНСИТНЫХ СТАЛЕЙ

© 2020 г. Александр Викторович Кочнев^{1*}, М. Б. Ригмант^{1**}, М. К. Корх^{1***}

¹ – ИФМ УрО РАН, 620108, г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, 18

* - kochnevav@imp.uran.ru; контактный телефон (343)378-36-10; научный руководитель – М.Б. Ригмант; ** - rigmant@imp.uran.ru; *** - korkhmk@imp.uran.ru

В настоящее время в отечественной и зарубежной промышленности широко применяются дуплексные стали, в которых содержание аустенита и феррита сравнимо друг с другом. Применяемые методы магнитного неразрушающего контроля не обеспечивают надёжный контроль содержания ферромагнитных фаз в диапазоне от 40 до 60% и не позволяют распознать, какая из ферромагнитных фаз присутствует в стали.

Цель данной работы – разработка метода неразрушающего контроля содержания ферромагнитных фаз (феррита или мартенсита) в изделиях из аустенитных сталей и сплавов с помощью датчиков приставного типа. Для достижения данной цели были проведены комплексные исследования магнитных параметров частных петель гистерезиса при различных амплитудах перемагничивающего поля, такие как коэрцитивная сила, остаточная намагниченность, дифференциальная магнитная восприимчивость и другие.

Эксперименты проводились на аустенитно-ферритных и аустенитно-мартенситных образцах с различным фазовым составом (табл. 1 и 2). Мартенсит деформации был получен путём прокатки с разной степенью обжатия аустенитных образцов после их охлаждения в жидком азоте.

Таблица 1

Процентное содержание феррита в аустенитно-ферритных образцах

Номер набора образцов	Набор №1	Набор №2	Набор №3	Набор №4	Набор №5	Набор №6
Среднее $F, \%$	1,54	6,14	13,0	21,4	40,85	60,5

Таблица 2

Процентное содержание мартенсита в аустенитно-мартенситных образцах

№ образца	M1	M2	M3	M4
$M_{\%}, \%$	2,50	7,45	12,5	18

Частные петли гистерезиса были получены на установке Remagraph C-500. По этим петлям определялись различные магнитные характеристики, после чего проводилось установление их взаимосвязи с содержанием феррита или мартенсита. Анализ результатов показал, что максимумы дифференциальной магнитной восприимчивости χ_{Dmax}

практически одинаковы при различных амплитудах перемагничивающего поля для одного и того же фазового состава. Кроме того, значение этой величины однозначно связано с содержанием ферромагнитной фазы (рис.1).

На основании исследований был сконструирован макет прибора, в котором датчиком являлся приставной электромагнит с дифференциальной катушкой.

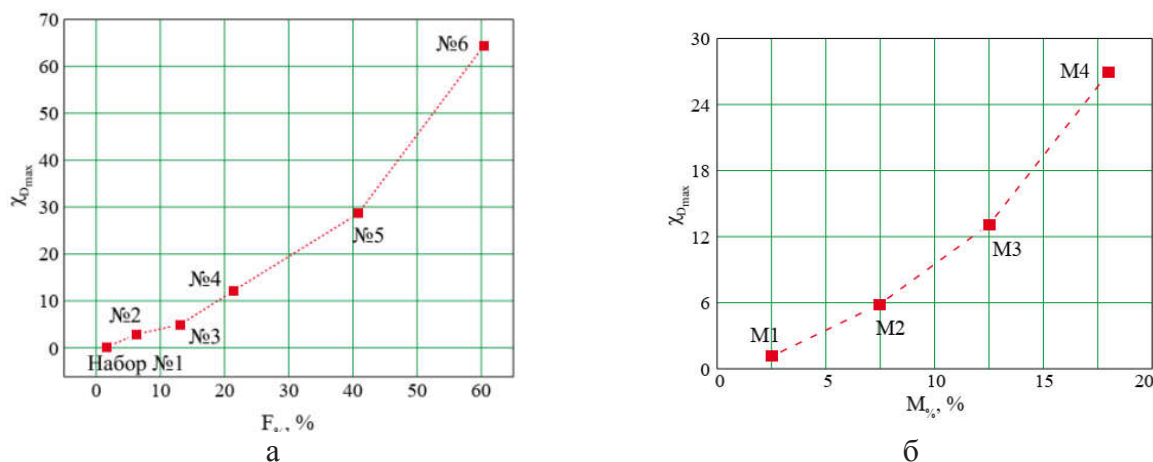


Рисунок 1. Зависимости максимальной дифференциальной магнитной восприимчивости χ_{Dmax} от содержания а) ферритной фазы F ; б) мартенситной фазы M

По итогам работы были установлены корреляционные связи фазового состава и исследуемых магнитных параметров. Величина максимума дифференциальной магнитной восприимчивости может служить достоверной характеристикой магнитного контроля фазового состава аустенитно-ферритных и аустенитно-мартенситных сталей. Она однозначно связана с процентным содержанием фазовых составляющих независимо от амплитуды перемагничивающего поля. Кроме того, был изготовлен макет прибора с датчиком приставного типа, позволяющий проводить определение фазового состава при перемагничивании в средних магнитных полях амплитудой 250 – 600 А/см.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rigmant M.B., Kochnev A.V., Korkh M.K., Sazhina E.Yu. Assessment of phase composition of corrosion-resistant chromo-nickel steels by magnetic properties // AIP Conference Proceedings. 2019. V. 2174. P. 20052 (6 pp.)
2. Корх М.К., Ригмант М.Б., Сажина Е.Ю., Кочнев А.В. Измерение содержания ферромагнитной фазы по магнитным свойствам в двухфазных хромоникелевых сталях// Дефектоскопия. 2019. № 11. С. 32—44.
3. Korkh M.K., Rigmant M.B., Sazhina E.Yu., Kochnev A.V. Measuring Ferromagnetic Phase Content Based on Magnetic Properties in Two-Phase Chromium–Nickel Steels // Russian journal of nondestructive testing. 2019. V. 55. №11. P. 837—850.
4. Ригмант М.Б., Корх М.К. Контроль фазового состава и магнитных свойств изделий ответственного назначения из аустенитно-ферритных и аустенитно-мартенситных сталей // Вестник Концерна ВКО «Алмаз – Антей». 2020. № 3. С. 45—53.