

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПЛАСТИЧЕСКИ ДЕФОРМИРОВАННОЙ СТАЛИ У8 ПО МАГНИТНЫМ ПАРАМЕТРАМ

© 2020 г. Щапова Елизавета Андреевна^{1*}, А. Н. Сташков^{1**}, Г. В. Щапов^{2***},
С. В. Афанасьев¹, А. П. Ничипурук¹

¹ – Институт физики металлов имени М. Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, 620108, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18

² – Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19

* - schapova@imp.uran.ru; ** - stashkov@imp.uran.ru; *** - hg-1994@mail.ru

Эвтектоидная углеродистая сталь У8 широко применяется для изготовления инструментов. Известно, что в зависимости от технологических операций [1,2] в структуре стали У8 может присутствовать как пластинчатый, так и глобулярный перлит. От морфологии перлита зависят прочностные и пластические свойства стальных изделий [3]. В процессе изготовления и эксплуатации в них могут возникать остаточные механические напряжения, приводящие к сокращению ресурса и преждевременному выходу из строя детали или всей конструкции. Вопрос оценки напряжений является важным и актуальным. Одними из наиболее чувствительных неразрушающих методов контроля напряжений в ферромагнитных изделиях являются магнитные. В работе [4] была предложена методика, позволяющая проводить оценку остаточных сжимающих напряжений в низкоуглеродистых сталях. Задача данной работы заключалась в оценке остаточных механических напряжений в пластически деформированной углеродистой стали У8 с различной морфологией перлита по магнитным параметрам.

Исследования проводились на образцах из стали У8 со структурой пластинчатого и глобулярного перлита. Образцы представляли собой параллелепипеды длиной 250 мм и сечением 2x8 мм². Эксперимент заключался в последовательной пластической деформации растяжением испытуемых образцов с измерением магнитных свойств, в том числе обратимой магнитной проницаемости после каждой ступени деформационного воздействия. Измерения магнитных свойств проводили на магнитометрической установке REMAGRAPH C-500, а также на уникальной магнитометрической установке [5].

Результаты исследования показали, что для глобулярного и пластинчатого перлита наблюдаются одинаковые тенденции изменения магнитных свойств. Не смотря на некоторые различия в значениях максимальной магнитной проницаемости μ_{\max} и остаточной индукции B_r у недеформированных образцов, при относительных удлинениях образцов 4% и более эти свойства становятся практически одинаковыми независимо от формы перлита. Коэрцитивная сила H_c для образцов с пластинчатым перлитом меньше, чем для образцов с глобулярным перлитом. При деформации коэрцитивная сила

значительно возрастает до относительного удлинения 2 %, далее следует небольшой рост H_c вплоть до разрыва образцов.

Кроме параметров петли гистерезиса были проанализированы полевые зависимости обратимой магнитной проницаемости [5]. Средние поля смещения 90-градусных доменных границ были определены для каждого удлинения образцов и определены остаточные механические напряжения (рис. 1).

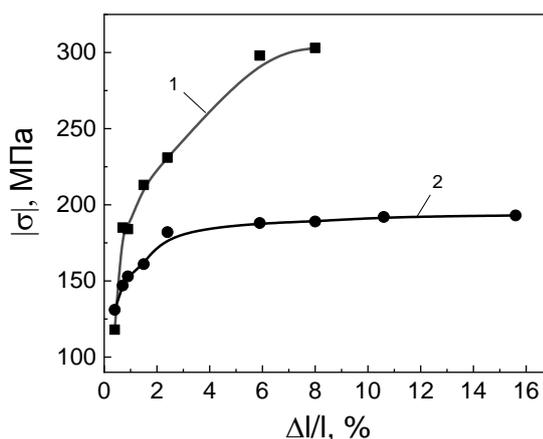


Рис. 1. График зависимости остаточных механических напряжений от относительного удлинения для стали У8: кривая 1 – образец со структурой пластинчатого перлита, кривая 2 – образец со структурой глобулярного перлита

В результате работы было установлено, что остаточные механические напряжения в образцах стали У8 различаются в зависимости от формы перлита. Разница в напряжениях тем больше, чем больше деформация образцов (рис. 1).

Работа выполнена в рамках государственного задания МИНОБРНАУКИ России (тема «Диагностика», №АААА-А18-118020690196-3) при финансовой поддержке РФФИ (проекты №20-32-90139 и №20-58-00015 Бел_а).

ЛИТЕРАТУРА

1. Счастливец В.М., Мирзаев Д.А., Яковлева И.Л., Окишев К.Ю., Табатчикова Т.И., Хлебникова Ю.В. Перлит в углеродистых сталях. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 310 С.
2. Wu T., Wang M., Gao Y., Li X., Zhao Y., Zou Q. Effects of Plastic Warm Deformation on Cementite Spheroidization of a Eutectoid Steel// Journal of iron and steel research, International. 2012. V.19. No. 8. P. 60-66.
3. Toribio J. Relationship between microstructure and strength in eutectoid steels// Materials Science and Engineering A. 2004. V. 387. P. 227-230.
4. Ничипурук А.П., Сташков А.Н., Кулеев В.Г., Щанова Е.А., Осипов А.А. Методика и устройство для безградуировочного определения величины остаточных сжимающих напряжений в деформированных растяжением низкоуглеродистых сталях// Дефектоскопия. 20117. №11. С. 20-27.
5. Stashkov A.N., Kuleev V.G., Schapova E.A., Nichipuruk A.P. Studying Field Dependence of Reversible Magnetic Permeability in Plastically Deformed Low-Carbon Steels// Russian journal of nondestructive testing. 2018. No. 54. P. 855-861.