

ЭВОЛЮЦИЯ МАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЗЦОВ ИЗ НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ С РАЗЛИЧНЫМ ИСХОДНЫМ ДЕФОРМИРОВАННЫМ СОСТОЯНИЕМ ПРИ УПРУГОМ РАСТЯЖЕНИИ

© 2021 г. Анна Моисеевна Поволоцкая^{1*}, С. М. Задворкин^{1**}, Е. А. Путилова^{1***},
А. Н. Мушников^{1****}

¹ – ИМАШ УрО РАН, 620049, Екатеринбург, ул. Комсомольская, 34

* - us@imach.uran.ru; ** - zadvorkin@imach.uran.ru; *** - tuevaevgenya@mail.ru;

**** - mushnikov@imach.uran.ru

Разработка методов контроля упругих деформаций, возникающих в процессе эксплуатации изделий из ферромагнитных конструкционных материалов, является актуальной задачей. В большинстве работ, посвященных решению данной задачи, не принимается во внимание предыстория материала, в то время как текущее состояние металлоконструкций, как правило, существенно отличается от заложенного в проектной документации и при выпуске с завода-производителя. В работах [1, 2] показано, что предварительная пластическая деформация статическим растяжением образцов из конструкционной стали значительно влияет на поведение их магнитных характеристик при последующем упругом деформировании. С учетом того, что в течение своего жизненного цикла изделия подвергаются чаще всего циклическим нагрузкам, представляет интерес исследование, аналогичное проведенным в [1, 2], но в котором предварительное деформирование осуществляется циклическим нагружением.

В настоящей работе изучено влияние предварительного отнулевого циклического растяжения на различное количество циклов конструкционной стали 08Г2Б на поведение ряда ее магнитных характеристик в условиях последующего статического упругого одноосного растяжения.

Объектом исследования служили плоские образцы с головками, циклически испытанные на различное количество циклов: 0, 30000, 50000, 100000 и 300000 циклов по схеме отнулевого растяжения с амплитудой 300 МПа, немного превышающей значение условного предела текучести. Циклически деформированные образцы подвергали упругому одноосному растяжению с одновременным измерением их магнитных характеристик.

В работе на примере стали 08Г2Б показано, что предыстория в виде предварительного циклического нагружения сказывается на последующих закономерностях изменения магнитных параметров материала при его упругом деформировании. Данное обстоятельство следует учитывать при разработке магнитных методик оценки параметров напряженно-деформированного состояния элементов

стальных конструкций. Поведение всех исследованных магнитных характеристик, в том числе магнитострикции, при статическом растяжении свидетельствует об усилении напряжений сжатия, обусловленных предварительным циклическим нагружением, в направлении действия циклической нагрузки.

Исследования магнитострикции образцов из стали 08Г2Б, подвергнутых предварительному отнулевому циклическому растяжению, показали, что последующее деформирование статическим растяжением на определенном этапе приводит к исчезновению положительного участка на полевых зависимостях магнитострикции, при всех значениях магнитного поля магнитострикция принимает отрицательные значения. Диапазоны растягивающих напряжений, в которых происходит смена знака магнитострикции, примерно соответствуют диапазонам напряжений, в которых формируются экстремумы на зависимостях от растягивающей нагрузки магнитных характеристик, измеренных в продольном направлении.

Установлено, что такие магнитные характеристики, как продольная коэрцитивная сила, максимальная магнитная проницаемость, остаточная индукция, а также величина максимума дифференциальной магнитной проницаемости образцов из стали 08Г2Б, подвергнутых циклическому нагружению на разное количество циклов, при последующем статическом растяжении изменяются однозначно в диапазоне напряжений от 0 МПа до 100 МПа, а поперечная коэрцитивная сила демонстрирует монотонное возрастание в диапазоне от 100 МПа до 200 МПа. При этом разность значений коэрцитивной силы, измеренных в продольном и поперечном направлениях, монотонно уменьшается во всем интервале приложенных напряжений 0...200 МПа. Полученные зависимости магнитных характеристик исследованной стали от напряжений статического растяжения при различном количестве циклов предварительного циклического нагружения могут быть использованы при разработке методик оценки параметров напряженно-деформированного состояния изделий из стали 08Г2Б.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-48-660035_p_a.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горкунов Э.С., Субачев Ю.В., Поволоцкая А.М., Задворкин С.М. Влияние предварительной пластической деформации на поведение магнитных характеристик высокопрочной трубной стали контролируемой прокатки при упругом одноосном растяжении (сжатии) // Дефектоскопия. 2015. № 9. С. 49–60.
2. Горкунов Э.С., Поволоцкая А.М., Задворкин С.М., Путилова Е.А. Сравнительный анализ поведения магнитных характеристик пластически деформированного металла различных зон сварной трубы при упругой деформации // Дефектоскопия. 2017. № 9. С. 26–34.