

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук, профессора Новикова Виталия Фёдоровича на диссертационную работу Мушникова Александра Николаевича **«Влияние объемного напряженного состояния на магнитные характеристики конструкционных сталей»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки) (05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий)

Краткий обзор диссертации

На отзыв представлена рукопись диссертационной работы и ее автореферат. Диссертация состоит из предисловия, введения, 5 глав, заключения, списка цитируемой литературы, включающего 126 наименований, приложений. Содержание диссертации изложено на 163 страницах, включая 67 рисунков, 8 таблиц и 3 приложения. Автореферат изложен на 24 страницах, включая 9 рисунков. Содержание автореферата соответствует тексту диссертационной работы.

Во введении обоснована актуальность исследования, сформулированы цель и задачи, описана научная новизна и практическая значимость полученных в работе результатов. Описан личный вклад автора и аprobация результатов.

В первой главе рассмотрено современное состояние вопросов влияния упругих деформаций на намагниченность сталей и возможности оценки действующих механических напряжений магнитными неразрушающими методами контроля.

Во второй главе описаны материалы и образцы, на которых были проведены исследования. Перечислены использованные приборы и установки, приведены их технические характеристики. Описан испытательный стенд (рисунок 1) и приведен расчет механических напряжений, возникающих в рабочей части образцов в процессе экспериментов.

В третьей главе: изложены модельные представления о влиянии различных схем нагружения на суммарную намагниченность ферромагнетика; приведены результаты исследований распределений критических магнитных полей; описаны зоны устойчивости магнитного состояния сталей к механическим нагрузкам; представлены экспериментальные данные по гистерезисным характеристикам сталей при действии растяжения (сжатия), кручения, внутреннего давления и их комбинаций; установлены взаимосвязи магнитных характеристик с инвариантными параметрами, характеризующими объемное напряженное состояние объекта.

В четвертой главе приведены результаты исследований устойчивости магнитного состояния стали 15ХН4Д (размагниченного или предварительно намагниченного) к механическим воздействиям в различных стационарных магнитных полях. Часть испытаний выполнена на полых цилиндрических образцах, другая – описывает влияния различных неоднородностей на поверхности образцов на деформационные зависимости намагниченности.

В пятой главе предложены варианты математического описания полученных в экспериментах результатов. Рассмотрены полиномиальные формы для описания деформационно-полевых зависимостей магнитной проницаемости, а также предложена модификация феноменологической модели Джайлса-Атертона для описания петель магнитного гистерезиса в условиях трехосного напряженного состояния.

В заключении перечисляются основные результаты, полученные при выполнении диссертационной работы.

Актуальность избранной темы обусловлена тем, что напряженно-деформированное состояние конструкций является одной из важнейших характеристик, определяющих возможность их надежной эксплуатации.

Действие упругих деформаций сопровождается формированием особой доменной структуры, которая определяет процессы намагничивания и перемагничивания в ферромагнетике. Это позволяет использовать различные

магнитные параметры, получаемые из кривых намагничивания и петель магнитного гистерезиса, для неразрушающей оценки уровня действующих напряжений. С другой стороны, в стационарном магнитном поле под действием напряжений могут происходить изменения магнитного состояния, что может быть использовано для оценки ранее действовавших в контролируемом объекте напряжений.

Обоснованность научных положений и выводов диссертационной работы не вызывает сомнений. В третьей и четвертой главах содержится большой объем экспериментальных результатов. Модели, представленные в пятой главе, опираются на характеристики материалов, полученные в экспериментах. Каждый из выводов в заключении соответствует содержанию диссертации.

Достоверность полученных результатов обеспечена применением апробированных методик измерений и современного поверенного оборудования; проверкой полученных результатов серией испытаний; использованием при анализе полученных результатов современных представлений о процессах перемагничивания ферромагнетиков; применением для описания наблюдаемых процессов модификации широко используемой математической модели петли магнитного гистерезиса.

Научная новизна заключается в применении комбинированного нагружения одноосным растяжением/сжатием, кручением и внутренним давлением для определения влияния объемного напряженного состояния на магнитные характеристики материалов с возможностью независимого изменения величин главных напряжений. На основе полученных результатов развита модель петель гистерезиса Джайлса-Атертона-Саблика с учетом влияния на намагченность напряжений при трехосном напряженном состоянии.

Теоретическая и практическая значимость заключается в совершенствовании неразрушающих магнитных методов оценки

напряженно-деформированного состояния конструкций, находящихся в сложнонапряженном состоянии. Значимость работы подтверждается двумя актами внедрения.

Апробация результатов выполнена в достаточном объеме. Автор диссертации выступал с докладами по работе на 18 научно-технических конференциях.

Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в 16 публикациях, включая 9 публикаций в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. В работе указано, что схема эксперимента моделирует работу таких металлоконструкций, как трубопроводы и сосуды под давлением, но тонкостенные конструкции описываются в постановке плоского напряженного состояния.

2. Исследования магнитоупругого размагничивания, присутствующие в разделе 4.2, выполнены в достаточно малом объеме. Поэтому не понятно, можно ли отнести вывод 3 главы 4 к методу магнитоупругого размагничивания?

3. Параметры модели петли гистерезиса в разделе 5.2 получены из экспериментов с квазистатическим перемагничиванием. Применима ли данная модель для описания магнитоупругих изменений намагниченности, приведенных в главе 4?

4. Вывод 2 основан на исследовании полевых зависимостей магнитострикции только 6 марок стали. Вероятно, введение различных легирующих элементов будет по-разному влиять на магнитострикционные свойства.

Заключение

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки представленной диссертационной работы. Диссертация является законченным исследованием, имеет научную и практическую значимость. По своему содержанию диссертация соответствует специальности 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки) (05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий).

Диссертационная работа соответствует **п. 9 Положения о присуждении ученых степеней**, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842. Автор работы Мушников А.Н. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики, методов контроля и диагностики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет»

625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38

Телефон: 8 (3452) 283 674

E-mail: vitaly.nowikov2017@yandex.ru

Новиков Виталий Фёдорович

