

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу А.В. Михайлова
«Высокоэффективные сканирующие системы для электромагнитно-акустической дефектоскопии длинномерных ферромагнитных объектов с большой толщиной стенки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.11.13 – приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий**

Структура и объем работы

Диссертационная работа изложена на 141 странице, включает 47 рисунков и 2 таблицы, библиографический список из 88 наименований. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка цитированной литературы и 7 приложений.

Актуальность темы диссертации

Трубопроводный и железнодорожный транспорт входят в число наиболее ответственных технологических объектов, которые эксплуатируются с высокой интенсивностью и в сложных условиях, включающих влияние агрессивных сред и экстремальные перепады температур. В связи с изложенным важнейшие элементы инфраструктуры этих объектов - длинномерные стальные конструкции (трубы, рельсы), подвержены коррозионным и усталостным повреждениям, что обуславливает необходимость проведения их контроля в условиях эксплуатации с применением высокочувствительных и надежных физических методов и оборудования, устойчивого к воздействиям окружающей среды и качеству подготовки поверхности. Указанным требованиям наиболее полно соответствует ультразвуковое оборудование на базе электромагнитоакустических (ЭМА) преобразователей и сканирующих систем. Однако существующие ЭМА-преобразователи обладают недостаточной чувствительностью, что затрудняет их практическое применение.

Диссертация А.В. Михайлова посвящена исследованию и разработке способов повышения чувствительности ультразвуковых ЭМА сканирующих систем, особенно, в части их применения к контролю с целью своевременного обнаружения повреждений объектов трубопроводного и железнодорожного транспорта. Таким образом, повышение чувствительности методов неразрушающего контроля является практически значимой задачей, в связи с чем выбранная диссертантом тема работы является актуальной.

Научная новизна и результаты работы

К наиболее важным новым научным результатам, полученным в диссертационной работе А.В. Михайлова, относятся следующие:

- установлено, что применение намагничивающих систем, реализующих в отличие от типовых схем намагничивания принцип неколлинеарного расположения постоянных магнитов и позволяющих таким образом создать во всей рабочей зоне магнитное поле с индукцией более 2 Тл, обеспечивает оптимальные условия для эффективного двойного электроакустического преобразования при низких массогабаритных параметрах ЭМА-преобразователей поверхностных и нормальных ультразвуковых волн в ферромагнитных объектах с большой толщиной стенки;

- предложен алгоритм и аналитические выражения для расчета оптимальных магнитных, электрических и массогабаритных параметров П-образной импульсной намагничивающей системы ЭМА-преобразователя, создающей параллельное к поверхности объекта контроля поляризующее поле;

- показано, что предложенный в диссертации магнитострикционный способ генерации ультразвуковых поверхностной волны Рэлея и симметричной нулевой моды волн Лэмба, не требующий использования поляризующего поля и основанный на удвоении частоты излучённой

ультразвуковой волны по сравнению с частотой поля возбуждающей катушки, за счёт чётности магнестрикционного эффекта не уступает по эффективности возбуждению на основной частоте.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Защищаемые научные положения, приведенные в диссертации, полностью согласуются с целью работы, заключающейся в разработке новых высокоэффективных, малогабаритных ЭМА-преобразователей и сканирующих систем для бесконтактной ультразвуковой диагностики длинномерных стальных конструкций. Повышение чувствительности к дефектам нарушения сплошности достигается за счет увеличения эффективности взаимной трансформации электромагнитной энергии и энергии ультразвуковых колебаний.

Возможность ультразвукового контроля протяженных объектов с толщиной стенки до 16 мм эхоимпульсным методом с использованием волн Рэлея или комбинации нулевых симметричной и антисимметричной волн Лэмба исследована экспериментально с помощью специально сконструированных электронных блоков дефектоскопической аппаратуры, ЭМА-преобразователей и образцов объектов контроля.

Конструктивные решения намагничивающих систем для ЭМА-преобразователей, основанных на неколлинеарной конфигурации постоянных магнитов, позволяющих получить ортогональное к поверхности ферромагнетика однородное магнитное поле и имеющих оптимальные магнитные и массогабаритные характеристики, обоснованы методами численного моделирования магнитных полей и экспериментами, выполненными с помощью измерительной аппаратуры, реализующей необходимую точность измерений.

На основе аналитических расчетов и экспериментов в диссертации выполнена разработка:

- импульсной П-образной намагничивающей системы с параллельным к поверхности ферромагнетика поляризующим полем, оптимальной по чувствительности, массогабаритным характеристикам, параметрам энергопотребления и магнитного притяжения преобразователя к ферромагнитным объектам контроля;

- способа магнитострикционного возбуждения ультразвуковых волн в ферромагнетиках без использования поляризующего поля.

Обоснованность и достоверность основных положений, рекомендаций и выводов диссертационного исследования подтверждается использованием в АО «НПО «Интротест» при разработке конструкции ЭМА-преобразователя сканера-дефектоскопа ЭМА-МГТУ-2, о чем свидетельствует акт внедрения. Получен патент на полезную модель.

Результаты диссертационной работы опубликованы в 4 печатных работах, включенных в перечень ВАК РФ и систему Web of Science, а также имеют достаточную апробацию в докладах на всероссийских и международных конференциях.

Замечания по диссертационной работе:

1) обоснование выбора типов ультразвуковых волн в протяженных толстостенных объектах, представленное в разделе 2.2, выиграло бы от более детального описания методики экспериментальных исследований, в том числе исследований отражающих свойств наиболее типичных дефектов, и результатов экспериментов, явившихся основанием для сделанного вывода;

2) дополнительным подтверждением достоверности результатов моделирования типовых намагничивающих систем ЭМА преобразователей (рисунки 3.4 – 3.10), явились бы измерения реальных значений поля и магнитной индукции;

3) исследование эффективности возбуждения ультразвуковых волн с помощью магнитострикционного преобразователя, не требующего поляризующего поля, проводилось для Стали 20. Следовало бы дать оценку

возможного отклонения полученных результатов для марок конструкционных сталей, широко применяемых в промышленности;

4) в тексте диссертации и автореферата (см., например, стр. 8, последнее предложение) встречается неточное использование термина «ЭМА-метод» в смысле метода ультразвукового контроля, тогда как он является методом возбуждения-приема ультразвуковых волн;

5) информация, представленная в приложениях к диссертации, не является обязательной;

6) в тексте автореферата имеются орфографические ошибки (см., например: стр. 3, абзац 2, предложение 1; стр. 16, последний абзац, первое предложение) и описки.

Приведенные замечания не меняют общей положительной оценки результатов диссертационной работы.

Заключение

Диссертация в целом написана правильным научно-техническим языком. Автореферат полностью соответствует тексту диссертации в постановке цели и задач, в нахождении путей достижения поставленной цели, а также в обосновании выдвинутых научных положений и выводов. Опубликованные статьи в полной мере отражают содержание диссертации.

Актуальность темы, степень обоснованности выводов и научных положений работы, достоверность и новизна результатов, отмеченные в отзыве, позволяют заключить, что диссертация Алексея Вадимовича Михайлова «Высокоэффективные сканирующие системы для электромагнитно-акустической дефектоскопии длинномерных ферромагнитных объектов с большой толщиной стенки» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена проблема повышения эффективности электромагнитно-акустических систем ультразвукового контроля, имеющая важное хозяйственное значение для

обеспечения безопасной и безаварийной эксплуатации длинномерных стальных объектов трубопроводного и железнодорожного транспорта.

Диссертация соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК Министерства образования и науки РФ к кандидатским диссертациям. Считаю, что Михайлов Алексей Вадимович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Отзыв составлен «29» апреля 2019 года.

Официальный оппонент, заведующий кафедрой

«Методы и приборы неразрушающего контроля» Федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Петербургский

государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

доктор технических наук, профессор

Г.Я. Дымкин

Почтовый адрес: 190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9

Тел.: +7(812) 5702461. E-mail: uchsov@pgups.ru

Ученый секретарь совета университета

О.В. Колодкин

Я, Дымкин Г.Я., даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку



Г.Я. Дымкин

Сведения об официальном оппоненте

Дымкин Григорий Яковлевич, доктор технических наук по специальности 05.02.11 – методы контроля и диагностика в машиностроении; профессор; заведующий кафедрой «Методы и приборы неразрушающего контроля» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»,
190031, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9
Тел.: +7(812) 5702461
e-mail: uchsov@pgups.ru

Дымкин Григорий Яковлевич является специалистом в области акустических методов неразрушающего контроля и имеет публикации в сфере исследований, которым посвящена диссертация:

1. Дымкин, Г.Я. От дефектоскопии к диагностике железнодорожных рельсов при их эксплуатации / Г.Я. Дымкин, И.З. Этинген // Путь и путевое хозяйство. 2018. № 10. С. 12-13.

2. Дымкин, Г.Я. / Круглый стол: «Техническая диагностика объектов железнодорожного транспорта» / Г.Я. Дымкин // В мире неразрушающего контроля. 2018. Т. 21. № 2. С. 58-59.

3. Дымкин, Г.Я. Основные положения межгосударственного стандарта ГОСТ 33514-2015 «Продукция железнодорожного назначения. Порядок верификации методик неразрушающего контроля» / Г.Я. Дымкин, В.Н. Коншина // Дефектоскопия. 2017. № 7. С. 71-75.

4. Дымкин, Г.Я. Приемочный ультразвуковой контроль рельсов установкой УКР-64Э / Г.Я. Дымкин, Д.В. Кособоков, А.А. Шелухин, И.З. Этинген // Путь и путевое хозяйство. 2017. № 6. С. 11-13.

5. Дымкин, Г.Я. Применение установок приемочного вихретокового контроля рельсов на металлургических комбинатах / Г.Я. Дымкин, А.А. Шелухин, И.З. Этинген // Путь и путевое хозяйство. 2017. № 3. С. 32-34.

6. Дымкин, Г.Я. О новых подходах к неразрушающему контролю рельсов в ОАО «РЖД» / Г.Я. Дымкин, И.З. Этинген // Путь и путевое хозяйство. 2015. № 4. С. 17-18.

7. Дымкин, Г.Я. Новое в технике неразрушающего контроля на транспорте / Г.Я. Дымкин, А.Э. Лезевская // Вагоны и вагонное хозяйство. 2015. № 2 (42). С. 47-48.

8. Дымкин, Г.Я. Новые нормативные документы по неразрушающему контролю грузовых вагонов при ремонте / Г.Я. Дымкин, С.Р. Цомук // В мире неразрушающего контроля. 2014. № 1 (63). С. 78-80.

9. Большакова, В.В. О возможности применения магнитных методов неразрушающего контроля для оценки напряженно-деформированного состояния трубопроводов / В.В. Большакова, Н.А. Кукин, Г.Я. Дымкин // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2014. № 4 (41). С. 92-98.

10. Konshina, V. Evaluation of the reliability of NDTesting in Russian railway transport /Konshina, V., Dymkin, G., Shevelev, A., Jaenisch, G.-R.// Materialpruefung/Materials Testing. 2014, №9, p.758-763

11. Дымкин, Г.Я. Ультразвуковой метод измерения остаточных механических напряжений в ободьях цельнокатаных колес с учетом собственной анизотропии материала / Г.Я. Дымкин, С.А. Краснобрыжий, А.В. Шевелев // Дефектоскопия. 2013. № 1. С. 12-19.

12. Дымкин, Г.Я. Сравнительный анализ требований к приемочному неразрушающему контролю рельсов в России и за рубежом / Г.Я. Дымкин, А.А. Шелухин, И.З. Этинген // Путь и путевое хозяйство. 2012. № 11. С. 11-13.

13. Дымкин, Г.Я. Определение остаточных механических напряжений в ободьях цельнокатаных железнодорожных колес при изготовлении / Г.Я. Дымкин, С.А. Краснобрыжий, А.В. Шевелев // Сварка и диагностика. 2012. № 6. С. 24-26.

14. Шелухин, А.А. Неразрушающий контроль рельсов при изготовлении / А.А. Шелухин, Г.Я. Дымкин, Е.В. Рошин, И.З. Этинген // Путь и путевое хозяйство. 2011. № 1. С. 21-22.

15. Дымкин, Г.Я. Методы акустического контроля: учебное пособие в 2 ч. / Дымкин Г.Я., Цомук С.Р. // Федеральное агентство ж.-д. трансп., Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Петербургский гос. ун-т путей сообщ.». Санкт-Петербург, 2010.

16. Дымкин, Г.Я. Основные требования к средствам и технологиям неразрушающего контроля рельсов и пути / Г.Я. Дымкин, С.А. Рождественский, А.А. Шелухин, И.З. Этинген // Путь и путевое хозяйство. 2010. № 9. С. 7-8.

17. Дымкин, Г.Я. Контроль рельсов в России и за рубежом // Г.Я. Дымкин, С.А. Рождественский, А.А. Шелухин, И.З. Этинген, А.В. Давыдкин // Путь и путевое хозяйство. 2009. № 6. С. 28-30.

18. Dymkin, G.Ya. Linear and nonlinear methods of 2d signal processing during automated ultrasonic testing / G.Ya. Dymkin, D.V. Kosobokov // Russian Journal of Nondestructive Testing. 2008. Т. 44. № 1. С. 25-32.

19. Konshina, V.N. Modern approaches to the certification of ultrasonic testing techniques / V.N. Konshina, G.Y a. Dymkin // Russian Journal of Nondestructive Testing. 2008. Т. 44. № 2. С. 77-85.

20. Dymkin, G.Ya. Methodological principles and techniques of ultrasonic acceptance tests of wheelset axles / G.Ya. Dymkin, I.V. Bocharova, S.A. Pudovikov, A.V. Shevelev // Russian Journal of Nondestructive Testing. 2006. Т. 42. № 3. С. 156-166.

21. Dymkin, G.Ya. Technique of ultrasonic testing of disks of wagon solid-rolled wheels by surface waves / G.Ya. Dymkin, A.V. Shevelev // Russian Journal of Nondestructive Testing. 2003. Т. 39. № 7. С. 497-505.

22. Dymkin, G.Ya. Using confidence ratings in validation of nondestructive testing techniques / G.Ya. Dymkin, V.N. Konshina, C. Nockemann, G.-R. Tillack // Russian Journal of Nondestructive Testing. 2000. Т. 36. № 3. С. 218-226.

23. Dymkin, G.Ya. Application of assurance indices for validation of techniques of nondestructive testing / G.Ya. Dymkin, V.N. Konshina, K. Nokemann, G. Tillak // Russian Journal of Nondestructive Testing. 2000. № 3. С. 75-84.

Не является членом экспертного совета ВАК.

Ученый секретарь совета университета



О.В. Колодкин