

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Алтайский государственный университет»
пр-т. Ленина, 61, г. Барнаул, 656049
Тел. (385-2) 291-291. Факс (385-2) 66-76-26
E-mail: rector@asu.ru

ОГРН 1022201770106 ИНН 2225004738/КПП 222501001
дс 201761 88990 ОКПО 02067818
рсс 40501810401732000002 к ОГД. П. П. П. БАРНАУЛ, г. Барнаул
ФН БОС-ВО «Алтайский государственный университет»
БПН 04 0173001

04.04.2018 № 10-2-21/05/1557
на № 01

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научному и
инновационному развитию
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего
образования «Алтайский
государственный университет»
Евгений Сергеевич Попов



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Алтайский государственный университет»

Диссертация «Контроль неоднородностей, примесей и дефектов проводящих
сплавов и композиционных материалов с помощью сверхминиатюрных
вихретоковых преобразователей» выполнена на кафедре общей и
экспериментальной физики Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Алтайский
государственный университет».

В период подготовки диссертации соискатель Маликов Владимир
Николаевич обучался в очной аспирантуре Алтайского государственного
университета и работал на кафедре Общей и экспериментальной физики
(ОиЭФ) федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Алтайский государственный университет»
инженером;. В 2014 г. окончил специалитет Алтайского государственного
университета по направлению подготовки «Физика».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2017 г. федеральным
государственным бюджетным образовательным учреждением высшего
образования «Алтайский государственный технический университет».

Научный руководитель – Сагалаков Анатолий Михайлович,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Алтайский государственный университет», д.ф-м.н.,
профессор кафедры общей и экспериментальной физики.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

— **оценка выполненной соискателем работы:** диссертационная
работа Маликов В.Н. является законченной научно-квалификационной

работой, которая выполнена на актуальную тему, посвященную разработке вихретоковой измерительной системы для неразрушающего контроля проводящих материалов. Итоги работы являются новыми, имеют высокую значимость в данной сфере и получены в результате личных исследований, проведенных автором.

- личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в:

1. Разработке программного кода для программно-аппаратного комплекса,
2. создании экспериментальных стендов;
3. выборе метода экспериментальных исследований;
4. проведении экспериментальных исследований по тестированию разработанного программно-аппаратного комплекса на образцах модельных дефектов и сварных швов,

- достоверность результатов: вихретоковый метод является хорошо разработанным и широко применяемым для исследования проводящих материалов. Разработанная методика измерений тестировалась на модельных объектах с известными дефектами. При этом было получено полное соответствие полученных результатов с данными на модельных объектах. Данные вихретоковой дефектоскопии, полученные в ходе выполнения данной работы, сопоставлялись с данными, полученными с помощью других физических методов неразрушающего и разрушающего контроля.

- научная новизна диссертации заключается в следующем:

1. В процессе проведенных исследований было установлено значительное влияние материала и формы сердечника на эффективность проводимой вихретоковой дефектоскопии. Получена графическая зависимость между величиной магнитной проницаемости и локальностью магнитного поля, генерируемого ВТП.

2. Установлено значительное влияние режимов отжига и последующего охлаждения сплава 81НМА на значение его магнитной проницаемости. Наибольшая магнитная проницаемость достигалась при максимальной температуре 850 °С, скорость нагрева: 300 °С/ч, скорость охлаждения: до 600 °С - со скоростью 50 °С/ч, от 600 °С до 400 °С - со скоростью 400 °С/ч, до $T < 100$ °С - со скоростью 100 °С/ч.

3. Получены зависимости напряженности поля от глубины проникновения в проводящее вещества с различной электрической проводимостью (7,96-54 МСм/м), иллюстрирующие степень проникновения электромагнитного поля в проводящее вещество при малом обобщенном параметре.

4. Установлено, что разработанный сверхминиатюрный ВТП с сердечником пирамидальной формы и изготовленный из сплава 81НМА, отожжённого по определенной методике, с диаметром измерительной

катушки 0,5 мм, способен локализовать магнитное поле на участке от 2500 мкм² и получать отклик от неоднородностей вещества, находящихся на глубине 5 мм. Показана эффективность дифференциальной схемы включения преобразователей при поиске дефектов глубокого залегания.

5. Обнаружено, что при условии достаточной локализации магнитного поля и эффективной обработке получаемого сигнала с использованием селективного усиления и фильтрации возможно фиксировать очень слабые изменения электромагнитного поля (от 5 А\м) при максимальной напряженности поля (соответствующей бездефектной части образца) до 2500 А\м.

6. Установлены зависимости между выходным сигналом ВТП и различными параметрами дефектов (геометрические размеры, глубина залегания, форма и тип дефекта) в металлах, сплавах, слоистых композитах и сварных швах.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что: результаты диссертационной работы внедрены в исследовательские работы лаборатории контроля качества материалов и конструкций Института физики прочности и материаловедения Сибирского Отделения Российской Академии Наук для исследования дефектов соединений, полученных сваркой трением с перемешиванием корпусных и конструкционных элементов из дюралюминиевых сплавов, в ходе диссертационной работы были выполнены ряд НИР при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере и других фондов.

- **ценность научных работ соискателя:** ценность научных работ соискателя подтверждается публикациями в журналах из перечня ВАК, а также международных базах цитирования, в рамках диссертационной работы выполнена и защищена на «отлично» ВКР по направлению «Физика». Получено 2 патента на изобретение.

Диссертация соответствует требованиям специальности 05.11.13 - «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий», предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем: основное содержание диссертационной работы и ее результатов полностью отражено в следующих работах:

Статьи в изданиях, входящих в перечень Web of Sciences и Scopus:

1. **Malikov, V. N.** Subminiature eddy current transducers for studying metal-dielectric junctions / V. N. Malikov, S. F. Dmitriev, A. M. Sagalakov // Instruments and Experimental Techniques. – 2014. – Vol. 57. – №6. – P. 751-754.

2. **Malikov, V. N.** Non-destructive testing of the metal-insulator-metal using miniature eddy current transducers/ V. N. Malikov, S. F. Dmitriev, A. V. Ishkov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2015. – Vol. 71. – №1. Article number 012065. – P. 1-5.
3. **Malikov, V. N.** Subminiature eddy current transducers for studying semiconductor material/ V. N. Malikov, S. F. Dmitriev, A. M. Sagalakov, // Journal of Physics: Conference Series. – 2015. – Vol. 643. – №1. – Article number 012058. – P. 1-6.
4. **Malikov, V. N.** Flaw detection of alloys using the eddy-current method/ V. N. Malikov, S. F. Dmitriev, A. M. Sagalakov // Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2016. – Vol. 52. – №1. – P. 32-37.
5. **Malikov, V.N.** Non-destructive testing of aluminum alloys by using miniature eddy-current flaw transducers/ V. N. Malikov, V. V. Polyakov // Advanced Materials Research. – 2014. – Vol.880. – P. 105-108.
6. **Malikov, V.N.** Subminiature eddy-current transducers for conductive materials research/ V. N. Malikov, S. F. Dmitriev, A. M. Sagalakov // Proceedings of 2015 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems. – 2016. – P. 1-4.
7. **Malikov, V.N.** Subminiature eddy current transducers for studying boride coatings/ V. N. Malikov, S. F. Dmitriev, A. M. Sagalakov // Journal of Physics: Conference Series. – 2016. – Vol. 729. – №1. – Pp1-5.
8. **Malikov, V. N.** Eddy-current measuring system for analysis of alloy defects and weld seams/ V. N. Malikov, S. F. Dmitriev, A. M. Sagalakov // Russian Engineering Research. – 2016. – Vol. 36. – №8. – P. 626-629.
9. **Malikov, V. N.** An alloy flaw measuring system using subminiature eddy-current transducers/ V. N. Malikov, S. F. Dmitriev, A. M. Sagalakov, A. V. Ishkov // AIP Conference Proceedings. – 2016. – Vol. 1785. – P. 1-5.
10. **Malikov, V. N.** Non-destructive testing of nanomaterials by using subminiature eddy current transducers/ V. N. Malikov, S. F. Dmitriev, A. M. Sagalakov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering – 2017. – Vol. 177. – №1. – Number article 012111. – P. 1-5.
11. **Malikov, V. N.** Research of Conductive Materials by Multifrequency Measuring System on the Basis of Eddy Current Transducers/ V. N. Malikov, S. F. Dmitriev, A. V. Ishkov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – Vol.189. – №1. Number article 012001. – P. 1-5.
12. **Malikov, V. N. A.** Non-destructive testing of Al-Mg alloys by using the eddy-current method/ V. N. Malikov, S. F. Dmitriev, A. V. Ishkov //MATEC Web of Conferences. – 2017. – Vol. 106. – Article number 03007. – P. 1-6.
13. **Malikov, V. N.** Flaw inspection of welded joints in titanium alloys by the eddy current method/ V. N. Malikov, S. F. Dmitriev, A. M. Sagalakov, // Welding International. – 2017. – Vol. 31. – №8. – P. 608-611.
14. **Malikov, V. N.** Measurement System for Studying Flaws in Alloy Slabs by Means of Subminiature Eddy-Current Transducers/ V. N. Malikov, S. F. Dmitriev, A. V. Ishkov // Measurement Techniques. – Vol. 4. – P. 1-4.

15. **Malikov, V. N.** Scanning the Welded Seams of Titanium Alloys by Using Subminiature Eddy Current Transducers/ V. N. Malikov, S. F. Dmitriev, A. V. Ishkov, A. O. Katasonov, A. M. Sagalakov // Materials Science Forum. –2017. – Vol. 906. – P. 147-152.

16. **Malikov, V. N.** Scanning the welded joints of aluminium alloys using subminiature eddy-current transducers / S. F. Dmitriev, V. N. Malikov, A. M. Sagalakov // E3S Web Conf. –2018. – Vol. 33.– P. 1-7.

17. **Malikov, V. N.** Subminiature Eddy-Current Transducers for Conductive Materials and Layered Composites Research / S. F. Dmitriev, V. N. Malikov, A. M. Sagalakov // Advances in Intelligent Systems and Computing. –2018. – Vol. 692. – P. 292-296.

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК

1. **Маликов, В. Н.** Измерительная система для исследования дефектов пластин из сплавов с помощью сверхминиатюрных вихретоковых преобразователей/ В. Н. Маликов, С. Ф. Дмитриев, А. В. Ишков // Измерительная техника. – 2017. – № 4. – С. 46-49.

2. **Маликов, В. Н.** Вихретоковая измерительная система для исследования дефектов сплавов и сварных швов/ В. Н. Маликов, С. Ф. Дмитриев, А. М. Сагалаков // Вестник машиностроения – 2016. – № 5. – С. 23-26.

3. **Маликов, В. Н.** Дефектоскопия сварных швов титановых сплавов методом вихревых токов / С. Ф. Дмитриев, В.Н. Маликов, А. М. Сагалаков// Сварочное производство. – 2016. – № 8. – С. 21-24.

4. **Маликов, В. Н.** Дефектоскопия сплавов методом вихревых токов/ В. Н. Маликов, С. Ф. Дмитриев, А. М. Сагалаков // Дефектоскопия. – 2016. – № 1. – С. 41-47.

5. **Маликов, В. Н.** Дефектоскопия сварных швов титановых сплавов методом вихревых токов/ В. Н. Маликов, С. Ф. Дмитриев, А. М. Сагалаков // Технология машиностроения. – 2016. – № 6. – С. 53-57.

6. **Маликов, В. Н.** Сверхминиатюрные токовихревые преобразователи для исследования переходов металл–диэлектрик/ В. Н. Маликов, С. Ф. Дмитриев, А. М. Сагалаков // Приборы и техника эксперимента. – 2014. – № 6. – С. 102-106.

7. **Маликов, В. Н.** Вихретоковая дефектоскопия металлополимерных слоистых композитов/ В. Н. Маликов, С. Ф. Дмитриев, А. В. Ишков, // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 13. – С. 63-66

8. **Маликов, В. Н.** Виртуализированный измеритель-трансформер/ В. Н. Маликов, С. Ф. Дмитриев, А. М. Сагалаков // Датчики и системы. – 2013. – № 3. – С. 22-26.

9. **Маликов, В. Н.** Сверхминиатюрные вихретоковые преобразователи для задач неразрушающего контроля неферромагнитных материалов/ В. Н. Маликов, С. Ф. Дмитриев, А. В. Ишков // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2012. – № 9-2. – С. 292-293.

Диссертация «Контроль неоднородностей, примесей и дефектов проводящих сплавов и композиционных материалов с помощью сверхминиатюрных вихретоковых преобразователей» Маликова Владимира Николаевича **рекомендуется** к защите на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 05.11.13 – приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Заключение принято на заседании кафедры общей и экспериментальной физики Алтайского государственного университета.

Присутствовало на заседании 9 чел. Результаты голосования: «за» - 9 чел., «против» - нет, «воздержалось» нет, протокол №11 от 7 ноября 2017 г.

Зав. кафедрой ОиЭФ АлтГУ, д.ф.-м.н.

В.А. Плотников

Секретарь



А.К. Московкина

*Подпись заведующей
Главного архива по РСО
В.В. Москвина*