

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по науке и инновациям
Томского государственного
университета систем управления и
радиоэлектроники



 к.т.н., доцент А.Г. Лоцилов.

23.09.2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

объединенного научного семинара кафедр радиоэлектроники и систем связи (РСС), кафедры радиотехнических систем (РТС), кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР), кафедры телевидения и управления (ТУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности Томского политехнического университета.

Диссертационная работа аспиранта кафедры РСС Суторихина Владимира Анатольевича «Индикация дефектов металлических объектов СВЧ колебаниями при воздействии ультразвука» выполнена на кафедре РСС Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

Суторихин Владимир Анатольевич, 1950 года рождения, уроженец г. Барнаула, выпускник Томского института автоматизированных систем управления и радиоэлектроники 1972 года, по специальности «Конструирование и производство радиоаппаратуры». Последнее место работы: ТУСУР, кафедра РСС, младший научный сотрудник. Место жительства: г. Томск, ул. Лебедева 11, кв 165.

Научный руководитель д.т.н., профессор кафедры РСС Авдоченко Борис Иванович.

Присутствовали: Фатеев А.В., зав. кафедрой РСС, к.т.н, доцент, Капранов Б.И., ведущий эксперт отдела контроля и диагностики ТПУ, д.т.н., профессор, Авдоченко Б.И. д.т.н., профессор кафедры РСС, Мелихов С.В., зав. кафедрой РТС, д.т.н., профессор, Денисов В.П., д.т.н, профессор, профессор кафедры РТС, Мандель А.Е., д.ф.-м.н., с.н.с., профессор кафедры СВЧ и КР, Карлова Г.Ф, к.ф.-м.н, доцент, доцент кафедры РСС, Хатьков Н.Д., к.т.н., доцент, доцент кафедры РСС, Конкин Д.А., аспирант кафедры РСС, Степной В.С., зав

лабораторией, кафедры ТОР, Комнатнов М.Е., к.т.н., доцент каф. ТУ, Белозерова Е.А., преподаватель каф. РСС.

Заслушав и обсудив доклад аспиранта В.А. Суторихина, семинар отмечает:

Общая оценка диссертации.

Обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулирована цель работы, задачи исследования, положения, выносимые на защиту, обоснованы научная новизна полученных решений, используемые методы проведения работы, показана теоретическая значимость и практическая полезность работы, показан личный вклад автора.

В первой главе проведен аналитический обзор существующих методов неразрушающего контроля металлов, отмечены их достоинства и недостатки. Обосновано совместное использование метода акустической эмиссии с СВЧ воздействием на металлы, позволившее выявить новые явления при начале разрушения металлов, которые легли в основу разработанных приборов.

Во второй главе проведены теоретические исследования проведены теоретические исследования возможности регистрации слабых изменений поверхностной проводимости металлов при акустическом воздействии на зону дефекта по изменению СВЧ поля, отраженного от этой поверхности. Проведена оценка разрешающей способности предложенного метода дефектоскопии, на основе проведенных расчетов определены характеристики оборудования, необходимого для реализации метода.

Третья глава посвящена разработке основных узлов прибора неразрушающего контроля, реализующего предложенный метод исследования. Выполнены расчеты характеристик узлов, необходимых для реализации предельной чувствительности приборов. Рассмотрены особенности практической реализации разработанного индикатора динамических дефектов металлов.

В четвертой главе приведены технические параметры разработанных приборов и результаты экспериментальных исследований по обнаружению различных дефектов в металлах. Описаны применения разработанного прибора в различных областях народного хозяйства.

Личное участие аспиранта в полученных результатах

Диссертация является результатом обобщения многолетней работы автора в области дефектоскопии металлов. Представленные результаты получены лично автором или при его непосредственном участии.

Степень достоверности полученных результатов

Достоверность теоретических положений диссертации подтверждена результатами теоретических расчетов, предложенные технические решения проверены экспериментально.

Предложенные технические решения успешно используются в народном хозяйстве, что подтверждено актами внедрения и использования.

Новизна работы

В диссертации получены следующие новые научные результаты:

1. Обнаружен и исследован эффект высокой чувствительности бесконтактных СВЧ сенсоров при воздействии ультразвуком в области расположения дефектов исследуемых объектов.
2. Доказано, что благодаря взаимодействию динамического дефекта с ультразвуком мощностью $10-20 \text{ Вт/см}^2$ в диапазоне частот $44-107 \text{ кГц}$ коэффициент фазовой модуляции отраженного СВЧ колебания увеличивается до 45 дБ в диапазоне частот $10-40 \text{ ГГц}$.
3. Установлено продолжительное время (часы) индицирования динамических дефектов металла после снятия механических нагрузок.
4. Показано, что термическое воздействие на металл с динамическим дефектом оказывает значительное влияние на продолжительность индицирования дефектов бесконтактным СВЧ сенсором.

5. Доказано, что бесконтактный СВЧ сенсор по выявлению динамических дефектов является инвариантным к магнитным и немагнитным металлам.

6. Обнаружены нелинейные свойства отраженного СВЧ сигнала при наличии дефектов в исследуемых образцах.

Практическая значимость работы

В результате выполнения работы решен ряд задач по разработке, изготовлению и внедрению приборов по обнаружению дефектов в металле бесконтактным СВЧ сенсором:

1. Предложен бесконтактный способ выявления динамических неоднородностей в металлах с помощью СВЧ сенсора.

2. Установлены технические параметры бесконтактного СВЧ сенсора, необходимые для выявления динамических дефектов при их взаимодействии с ультразвуком.

3. С помощью бесконтактного СВЧ сенсора дистанционного индикатора активных дефектов (ДИАД) исследован эффект реактивации динамических неоднородностей металлов при термическом воздействии.

4. Исследованы и практически проверены ограничения на условия применимости схемы бесконтактного СВЧ сенсора ДИАД, позволяющие выявлять динамические дефекты в металлах при воздействии на них ультразвуком.

Итогом диссертации является новый метод бесконтактного контроля металлов, обладающий высокой чувствительностью, позволяющий обнаруживать и определять начальную стадию разрушений внутри металла, нарушения в кристаллических решетках, наличие механические напряжения внутри металлов.

Полнота изложения материалов работы в публикациях автора

Основные результаты диссертации опубликованы в 39 работах: в 7 публикациях в зарубежных журналах, в 5 Российских журналах, входящих в

перечень ВАК, остальные работы опубликованы в трудах Международных и республиканских конференций. Получено 3 патента РФ на изобретения.

После презентации докладчику были заданы следующие вопросы и высказаны замечания.

Хатьков Н.Д. Гипотеза Горбунова, что новое в диссертации по сравнению с гипотезой? Как уровень сигнала зависит от конфигурации дефекта? Как определить объем дефекта?

Мандель А.Е. Термин «Эффект Горбунова» общепринятый или придуман Вами? Положения на защиту необходимо переделать, сформулировать в виде закона. Название второй главы неудачное.

Доклад неудачный, плохо отражает суть работы, необходимо переделать.

Денисов В.П. Вами сказано, что достаточна СВЧ мощность в 2 мВт, как это обосновано? Как должны быть расположены передатчик и приемник?

Степной В.С. Коротко формулирует суть работы, отмечает неудачные выражения в докладе. Почему разность фаз в вашей работе измеряется в дБ?

Комнатнов М.Е. Как уровень сигнала зависит от размеров объекта? От геометрии объекта? Основное по работе – необходимо определить объем дефекта, как он меняется. Необходимые мощности ультразвука и СВЧ?

Карлова Г.Ф. Какие расстояния от СВЧ излучателя до объекта? Как неоднородности внутри объекта отличить от дефектов?

Фатеев А.В. Влияние проводимости образца на результат? Потери внутри образцов и их влияние? Доклад это не показал.

Белозерова Е.А. Какие отрицательные свойства у Вашего прибора?

На все вопросы Ф.И.О. дал исчерпывающие ответы.

Капранов Б.И., представитель ТПУ, выступил с положительной оценкой работы.

Диссертационная работа представляет собой законченное исследование, выполненное на интересных и сложных объектах. Имеет практическую

ценность и содержит новые научные и практические результаты, достоверность которых подтверждена «Заключением» отдела диагностики ТПУ.

Результаты исследования могут быть представлены к защите в Совет по специальности «Радиофизика».

Степной В.С. Идея диссертации хорошая, и работа сделана хорошо. Перспективность дальнейшей работы высокая. Диссертацию нужно внимательно отредактировать, а доклад нужно доработать.

Денисов В.П. Работа интересная, пусть защищается.

Авдоченко Б. И. научный руководитель. Диссертантом выполнена большая, интересная работа, он проявил творческие способности, трудолюбие, самостоятельность в постановке и выполнении эксперимента. Суторихин В. А. способен обсуждать научные результаты на высоком уровне, обладает собственной точкой зрения. Работа может быть представлена на соискание ученой степени кандидата технических наук.

По итогам доклада и обсуждения принято **следующее заключение:**

1. Диссертационная работа Суторихина Владимира Анатольевича «Индикация дефектов металлических объектов СВЧ колебаниями при воздействии ультразвука» является законченным научным исследованием на актуальную тему.
2. Работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.
3. Материалы диссертации полностью изложены в опубликованных работах, докладывались и обсуждались на Международных конференциях.
4. Представленные научные результаты соответствуют пункту 1.6 **паспорта специальности 01.04.03 – Радиофизика:** «Изучение линейных и нелинейных процессов излучения, распространения, дифракции, рассеяния, взаимодействия и трансформации волн в естественных и искусственных средах» и

специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

5. Диссертация аспиранта кафедры РСС Суторихина Владимира Анатольевича «Индикация дефектов металлических объектов СВЧ колебаниями при воздействии ультразвука» рекомендуется к рассмотрению в диссертационном Совете Д212.268.04 по специальности 01.04.03 при Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники.

Заключение принято на объединенном научном семинаре кафедр радиоэлектроники и систем связи (РСС), кафедры радиотехнических систем (РТС), кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР), кафедры телевидения и управления (ТУ) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности Томского политехнического университета.

Председатель научного семинара,
зав кафедрой РСС, к.т.н., доцент

 Фатеев А. В.

Секретарь научного семинара,

 Белозерова Е. А.

20 сентября 2019г