

ОТЗЫВ

дополнительного члена диссертационного совета ДС.ТПУ.13 Гольдштейна Александра Ефремовича на диссертационную работу Петровой Анны «Разработка неразрушающего метода контроля дефектности ферритовой керамики на основе температурных зависимостей начальной магнитной проницаемости»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий»

Актуальность темы диссертации

Изделия из ферритовой керамики широко применяются в приборостроении, машиностроении, космической промышленности, современных системах управления. Большинство методов контроля магнитных параметров изделий из ферритовой керамики, применяющихся на производстве, направлены на исследование набора электромагнитных и физических параметров материала при комнатной температуре и сравнение полученных значений с нормативными. В то время как исследования таких структурно-чувствительных параметров как начальная магнитная проницаемость или коэрцитивная сила в широком диапазоне температур, включающем точку Кюри, не проводятся. Одним из важнейших параметров, позволяющих оценить качество ферритовой керамики, является магнитная проницаемость, исследование которой позволяет проследить за общими закономерностями преобразования дефектности материала. В связи с этим, задачи, решаемые в диссертационной работе Петровой А., направленные на разработку нового высокочувствительного неразрушающего метода контроля дефектности ферритовой керамики, основанного на анализе температурных зависимостей начальной магнитной проницаемости, являются, несомненно, актуальными.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, трех приложений и списка использованной литературы, включающего 171 наименование.

Во введении сформулированы основные цели и задачи исследования. Отражены актуальность темы диссертационной работы, ее научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Также приведены основные положения, выносимые на защиту, представлены данные об апробации работы.

В первой главе проведен обзор библиографических данных по видам ферритов. На основе проведенного анализа сделан вывод о перспективности

проведения исследований магнитомягкой литий-титан-цинковой ферритовой керамики. Рассмотрены и проанализированы существующие методы контроля магнитных характеристик ферритовой керамики, осуществлена постановка цели и задач исследования.

Во второй главе дана характеристика объекта исследования, экспериментального оборудования и методов исследования. Рассмотрена методика подготовки образцов. Представлено подробное описание конструкции измерительной ячейки и собранной установки, которые использовались в диссертационной работе для получения температурных зависимостей начальной магнитной проницаемости. Приведена методика измерения температурных зависимостей начальной магнитной проницаемости.

В третьей главе представлены результаты разработки методики математической обработки температурных зависимостей начальной магнитной проницаемости. Получено аналитическое выражение, показывающее явную зависимость начальной магнитной проницаемости от температуры. Приведены результаты математического моделирования зависимости формы экспериментальных кривых от параметров предложенного соискателем аналитического выражения. На основании проведенного анализа, соискателем была предложена методика, позволяющая осуществлять математическую обработку температурных зависимостей начальной магнитной проницаемости.

В четвертой главе представлены результаты апробации предложенного соискателем метода контроля на примере образцов литий-титан-цинковой ферритовой керамики, спеченной при четырех температурно-временных режимах. Установлено резкое падение значений начальной магнитной проницаемости в окрестностях точки Кюри, свидетельствующее о наличии одной магнитной фазы исследуемых образцов ферритовой керамики.

Представлены результаты исследования влияния диамагнитной добавки оксида алюминия на структурные и магнитные свойства литий-титан-цинковой ферритовой керамики. Показано, что добавка оксида алюминия влияет на форму экспериментальных кривых. Установлена достаточно высокая чувствительность параметра феноменологического выражения, предложенного соискателем, к изменению концентрации диамагнитной добавки.

Установлены закономерности изменения формы экспериментальных кривых в зависимости от прикладываемого внешнего механического напряжения. Проведен анализ чувствительности предложенного соискателем

метода контроля по сравнению с рентгенофазовым методом и методом измерения петель магнитного гистерезиса.

В заключении приводятся основные выводы по результатам диссертации.

Научная новизна результатов, полученных в диссертационной работе Петровой А., не вызывает сомнения и заключается в следующем:

– предложен способ измерения и аналитическое выражение для обработки температурных зависимостей начальной магнитной проницаемости литий-титан-цинковой ферритовой керамики;

– установлены закономерности влияния температурно-временных режимов спекания, диамагнитных добавок и механических нагрузок на структурные и магнитные характеристики литий-титан-цинковой ферритовой керамики, а также на форму экспериментальных кривых температурных зависимостей.

– предложен и апробирован метод неразрушающего контроля, позволяющий оценивать дефектность литий-титан-цинковой ферритовой керамики, основанный на анализе кривых температурной зависимости начальной магнитной проницаемости.

Полученные в диссертационной работе данные имеют не только научное, но и **практическое значение**, что подтверждается использованием ее результатов в учебном процессе Томского политехнического университета, а также в ходе выполнения проекта ГЗ «Наука».

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечивается применением математических способов обработки экспериментальных данных, использованием современного сертифицированного оборудования, а также достаточным объемом проведенных экспериментальных исследований.

По работе имеются следующие замечания:

1. Под термином «начальная магнитная проницаемость» по умолчанию понимается абсолютная магнитная проницаемость, а не используемая в работе относительная начальная магнитная проницаемость.

2. В работе отсутствует анализ требований нормативных документов, регламентирующих измерение магнитных характеристик, например ГОСТ 12635-67 «Материалы магнитомягкие высокочастотные. Методы испытаний в диапазоне частот от 10 кГц до 1 МГц».

3. В Главе 4 указываются параметры прессования ферритовых образцов, включающие в себя давление прессования 200 МПа и время выдержки 3 минуты, однако в работе отсутствует обоснование выбора именно таких значений параметров.

4. В работе не указан тип образцов, которые использовались для рентгенофазового анализа. Использовались тороиды или измельченный порошок? Если использовался порошок, то каким образом исключалось влияние микродеформаций, возникающих в процессе измельчения порошка?

5. Формула 2.5 диссертации записана с ошибкой.

6. Имеются некоторые опечатки и неточности по тексту диссертационной работы. В частности, на страницах 76, 81, 85, 93, 94, подписи осей абсцисс на рисунках выполнены на английском языке.

Отмеченные замечания не затрагивают основной сути работы, а также не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение

Представленная диссертационная работа Петровой Анны является завершенным научным исследованием. Результаты расчетов и экспериментов в достаточном количестве и наглядно проиллюстрированы. Результаты исследований в требуемой степени опубликованы в открытой рецензируемой печати и доложены на российских и международных конференциях различного уровня.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Положения, выносимые на защиту, а также основные выводы, являются вполне обоснованными. Результаты, полученные в работе достоверны и не вызывают сомнений.

Считаю, что диссертационная работа Петровой А. отвечает требованиям п.п. 8-11 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете:

п. 8 Представленная соискателем диссертационная работа является научно-квалификационной работой, содержащей решение научной задачи, имеющей важное значение для развития соответствующей области наук (области физики твердого тела) и в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения по разработке неразрушающего метода контроля дефектности ферритовой керамики, основанного на анализе температурных зависимостей начальной магнитной проницаемости.

п. 9 Работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о достаточном личном вкладе автора диссертации в науку.

п. 10-11. Основные научные результаты диссертационной работы опубликованы в 17 научных изданиях, в том числе в 2 статьях в журналах,

рекомендованных ВАК, в 13 статьях в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, из которых 6 статей в журналах 1, 2 квартиля.

Основываясь на вышеизложенном, считаю, что диссертационная работа «Разработка неразрушающего метода контроля дефектности ферритовой керамики на основе температурных зависимостей начальной магнитной проницаемости» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему и содержащей значимые научные и практические результаты, а её автор Петрова Анна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Отзыв составил:  > Гольдштейн Александр Ефремович

Ученая степень: доктор технических наук

Специальность: 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий

Телефон: +7-91

Ученое звание: профессор

Должность: профессор отделения контроля и диагностики Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности

Адрес электронной почты: algol@tpu.ru

Наименование организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Почтовый адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Телефон: (3822) 606333

Вебсайт организации: tpu.ru

Адрес электронной почты: tpu@tpu.ru

Подпись профессора А.Е. Гольдштейна заверяю.

Ученый секретарь ТПУ 

 Ананьева О.А./

«02» 09 2020 г.

