



Акционерное общество
«Научно-производственное предприятие «Радар ММС»

197375, Россия, Санкт-Петербург
ул. Новосельковская, д. 37, литер А
т.ел.: +7 (812) 777-50-51
факс: +7 (812) 600-04-49
e-mail: radar@radar-mms.com
www.radar-mms.com

090 - 14
09.09.2021.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального конструктора
по программно-целевому развитию,
директор научно-образовательного
комплекса, докт.техн.наук, профессор

В.М. Балашов

«09» сентября 2021г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Бардина Алексея Алексеевича «Метод оценивания распределения медленно меняющейся намагниченности в цилиндрических ферромагнетиках, находящихся в слабых магнитных полях, холловским магнитометром», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Диссертация А.А. Бардина посвящена исследованию предложенного им метода оценки распределения медленно меняющейся намагниченности в ферромагнитных стержнях, по распределению магнитного поля на их поверхности. Такой подход к нахождению распределения намагниченности является новым, так как основные методы вычисления намагниченности позволяют лишь оценить её интегральное значение. Решение обратной магнитостатической задачи, изложенное в тексте диссертации, является оригинальным. Получение информации о распределении намагниченности внутри исследуемого образца позволяет, применить предложенный метод в широком спектре направлений прикладных исследований, таких как:

информационные системы неразрушающего контроля, системы управления поляризацией в акустооптических установках, а также в экспериментах физики твердого тела. Таким образом, актуальность исследований обусловлена новизной предлагаемого метода оценки распределения намагниченности, и широкой областью его применимости, позволяющего получать новые параметры для анализа проводимого эксперимента.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и списка публикаций автора по теме диссертации. Объём диссертации составляет 112 страниц, включая 50 рисунков. Список литературы содержит 93 наименования источников.

Во введении даётся обоснование актуальности проводимого исследования, сформулированы его цель и задачи.

Первая глава посвящена обзору методов измерения магнитного момента, магнитного поля и вычисления намагниченности. Рассмотрены методы исследования физических процессов, основанных на магнитных измерениях, включая вычисление намагниченности. Так же рассмотрены методы калибровки магнитометров и эталоны магнитных величин. Проведен анализ первичного средства измерения, которым автор выбрал тонкоплёночный преобразователь Холла. Рассмотрены физические эффекты возникающих в преобразователях Холла в процессе измерения, влияющие на его метрологические характеристики, стандартный алгоритм коммутации контактов. Рассмотрена математическая модель соотношений взаимности, для линейного многополюсника и проведён обзор магнитоупругих эффектов. Которые в последствии, автор использует для создания локальной намагниченности в тестовых образцах представляющих собой тонкие ферромагнитные стержни.

Во второй главе приводится описание предложенного метода оценки распределения медленно меняющейся намагниченности в цилиндрических ферромагнетиках. В начале главы рассмотрена математическая модель метода. Выделены критерии применимости метода и его основные особенности. Далее описывается экспериментальная проверка разработанного метода, подтверждаемая численным моделированием и натурными экспериментами. Представленные результаты в этой главе, позволяют сделать вывод, что автор работы глубоко изучил принципы постановки магнитостатической задачи, как на теоретическом, так и на практическом уровне, что позволило ему предложить эффективный метод ее решения. Предложенный метод оценки распределения намагниченности является значительным достигнутым результатом, что позволяет ценить квалификацию автора на высоком уровне.

В третьей главе приводится описание разработанного автором метода повышения точности, чувствительности и быстродействия измерений холловским магнитометром. В разделах главы приведены описания разработанных экспериментальных установок, алгоритмов их калибровки и работы. Подробно описано исследование переходных процессов в тонкоплёночных преобразователях Холла в режиме «измерения». Для подтверждения точностных характеристик преобразователя Холла, автор производит проверку соотношений взаимности для нестационарного нелинейного многополюсика. А также исследует температурные погрешности возникающие в процессе измерения в преобразователях Холла, и предлагает метод их компенсации. В заключение главы автор описывает алгоритм калибровки многокомпонентного холловского магнитометра, позволяющий достичь порога чувствительности 1 нТл. Что является значительным достигнутым результатом для выбранного автором, в качестве первичного измерителя, преобразователя Холла. Этот результат показывает, что автор является специалистом с высоким уровнем подготовки как теоретической, так и практической.

Четвертая глава посвящена описанию аprobации разработанных автором методов измерений, для вычисления оценки распределения намагниченности ферромагнитных стержней, подвергнутых механическим воздействиям, для проявления магнитоупругого эффекта. Описанные в главе эксперименты убедительно подтверждают, состоятельность предлагаемого автором метода оценки распределения намагниченности, а так же позволяют выявить участки исследуемых образцов находящихся в напряженно-деформированном состоянии.

Основные результаты по теме диссертационной работы опубликованы в 13 научных работах, одном свидетельстве на программу ЭВМ, одном патенте на полезную модель. Из них три статьи опубликованы в 9 рецензируемых изданиях из перечня ВАК, три тезиса конференций, шесть статей опубликованы в журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, две из которых опубликованы в журналах Q1, на дату публикации.

Диссидентант проделал большой объем работы на высоком научном уровне, что позволяет охарактеризовать его квалификации как высокую. Достоверность представленных в диссертационной работе результатов, не вызывает сомнений.

Научная новизна и практическая ценность диссертационной работы заключаются в том, что:

1. Предложен и экспериментально исследован новый метод оценивания распределения медленно меняющейся намагниченности по распределению нормальных к поверхности исследуемого образца компонент магнитного поля.
2. Экспериментально проверены соотношения взаимности для нелинейного нестационарного гальваномагнитного элемента в неоднородном магнитном поле.
3. Разработанный метод оценивания распределения медленно меняющейся намагниченности возможно применить для детектирования напряжённо-деформированных участков протяжённых цилиндрических ферромагнитных объектов без явных визуально фиксируемых признаков механического воздействия.
4. Разработанный метод повышения точности и быстродействия измерений холловского магнитометра может использоваться для измерений вектора магнитного поля в режиме реального времени.
5. Разработанная методика исследования магнитоупругих эффектов может применяться для измерения параметров магнитного поля в задачах магнитоструктурного анализа и магнитоакустики.

По тексту диссертации имеется ряд замечаний:

1. В тексте диссертации встречаются формулы выполненные различными размерами шрифта, пример – формулы на стр.20 и 21.
2. В тексте диссертации автор не приводит развернутый сравнительный анализ своего исследования с работами других авторов, коррелирующих научных исследований.
3. Для проведения исследования автор выбрал, преобразователь Холла, с изначально низкими техническими характеристиками, что усложнило получение искомого результата. Возможно, использование более современных преобразователей Холла, позволило бы избежать многих проблем с физическими процессами, возникающими при проведении измерений.
4. На стр. 47 при указании частотного диапазона в первом абзаце текста не корректно выполнен перенос обозначений границы диапазона, следовало бы не отрывать цифру от размерности.
5. На стр. 51 в последнем абзаце после слов «Верхний индекс» поставлены лишние отступы.
6. На странице 70 приведена неоднозначная формулировка: «Результирующий уровень шума, приведённый ко входу, не более 1,2 нВ

в полосе 1 герц на частотах от 60 Гц до 100 кГц.» Не ясно что хотел сказать автор этой фразой.

Заключение

Диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему, выполненную автором на высоком научном уровне.

Представленные в работе результаты исследований достоверны, выводы, заключения и рекомендации строго аргументированы и обоснованы. Результаты работы опубликованы и апробированы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа Бардина Алексея Алексеевича на соискание степени кандидата физико-математических наук «Метод оценивания распределения медленно меняющейся намагниченности в цилиндрических ферромагнетиках, находящихся в слабых магнитных полях, холловским магнитометром» по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, удовлетворяет всем критериям, установленным в п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утверждённых постановлением правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г. Работа достойна положительной оценки, а её автор – Бардин Алексей Алексеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Настоящие отзывы рассмотрены и одобрены на заседании Научно-технического совета АО «НПП «Радар ммс» протокол № 09-01/21 от 08.09.2021 г.

Отзыв подготовили:

Старший научный сотрудник,
докт.техн.наук

Г.Г. Бундин

Начальник Центра 092,
канд.техн.наук, доцент

И.Р. Карпова

АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»
Санкт-Петербург, ул. Новосельковская, 37, лит. А
Тел. 7 (812) 777-5051
radar@radar-mms.com
www.radar-mms.com