

О Т З Ы В

официального оппонента о диссертационной работе Бардина Алексея Алексеевича на тему «Метод оценивания распределения медленно меняющейся намагниченности в цилиндрических ферромагнетиках, находящихся в слабых магнитных полях, холловским магнитометром» представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики

Актуальность темы исследования.

Высокочувствительные датчики слабых магнитных полей и магнитометры на их основе находят широкое применение при решении многих научно-технических задач [1–5]. В зависимости от сферы применения к современным магнитометрам предъявляется ряд требований, например: к линейности и долговременной стабильности параметров; к большому динамическому диапазону и низкому уровню собственных шумов; к широкому частотному диапазону; к простоте конструкции, надежности при малой стоимости; к стойкости к внешним воздействующим факторам; к габаритам и массе и др. Создание универсального магнитометрического устройства, одновременно удовлетворяющего предельным требованиям по каждому параметру – задача практически нереализуемая. Поэтому на сегодняшний день для решения конкретных узкоспециализированных задач разработаны десятки типов магнитоизмерительных преобразователей, работающих на различных физических принципах.

На сегодняшний день известно большое количество методов, позволяющих вычислить среднюю по объему тела намагниченность. Вычисление распределения намагниченности в твердом теле по значениям магнитного поля вне него является обратной задачей, в общем случае некорректной. Для ее решения используются методы регуляризации, предполагающие применение априорной информации и значительную избыточность данных.

Для выявления новых свойств в исследуемых явлениях необходимо проводить высокоточные измерения распределения намагниченности

исследуемого объекта в реальном времени. Примером таких экспериментов является расчёт распределения намагниченности в магнитоакустических экспериментах позволяет проводить анализ целостности ферромагнитных объектов, испытывающих внешнее воздействие.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Приведенные результаты оценки распределения намагниченности в цилиндрических образцах согласно представленной во второй главе модели имеют высокую степень достоверности, так как основаны на глубокой теоретической проработке вопроса, а также принятия во внимание и устранения целого ряда паразитных эффектов, характерных для преобразователей Холла.

Основные положения, выносимые на защиту, а также выводы и рекомендации, сделанные по главам, основаны на тщательном анализе литературных источников. Библиография включает значительную и основную часть публикаций в указанных областях.

Достоверность основных экспериментальных положений работы обуславливается проведением калибровочных измерителей, контрольных экспериментов и применением апробированных методов обработки результатов измерений.

Научная новизна результатов.

Следующие результаты автор считает оригинальными:

1. Впервые исследовано влияние переходных процессов в тонкопленочных гальваномагнитных элементах на точность и быстродействие измерений магнитного поля.
2. Впервые экспериментально проверены соотношения взаимности для нелинейного нестационарного гальваномагнитного элемента в неоднородном магнитном поле.

3. Предложен и экспериментально исследован новый метод обработки сигнала преобразователя Холла для повышения точности измерений магнитного поля.

4. Предложен и экспериментально исследован новый метод измерения распределения намагниченности.

Действительно, все заявленные результаты являются оригинальными и позволяют проводить качественную оценку распределения намагниченности в цилиндрических образцах с целью выявления дефектов.

Значимость для практики результатов работы.

Практическая значимость работы, во-первых, обуславливается разработанным методом оценивания распределения медленно меняющейся намагниченности, возможное применение которого позволит оценить дефектность протяжённых цилиндрических ферромагнитных объектов без явных визуально фиксируемых признаков механического воздействия. Во вторых, предложены подходы для повышения точности и быстродействия измерений холловского магнитометра, что в свою очередь позволит использовать его для измерений вектора магнитного поля в режиме реального времени. В заключении, разработанная методика исследования магнитоупругих эффектов может применяться для измерения параметров магнитного поля в задачах магнитоструктурного анализа и магнитоакустики

Апробация результатов и публикации.

Основные результаты диссертации опубликованы в 12 научных работах, 1 патенте на полезную модель, 1 свидетельстве на программу ЭВМ, из них 2 статьи в рецензируемых изданиях перечня ВАК, рекомендованных для публикации материалов Диссертации, 3 тезиса конференций, 6 статей опубликованы в журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, 2 из которых опубликованы в журналах Q1.

Замечания по диссертационной работе

В данной части я остановлюсь на основных замечаниях к данной работе:

1. В литературном обзоре отсутствует анализ литературных источников по теме высокоточных измерений при помощи преобразователей Холла, а также по теме оценки распределения намагниченности в ферромагнитных образцах при помощи альтернативных методов.
2. В тексте работы приведены результаты расчетов по распределению намагниченности в исследованных образцах, однако все значения являются относительными, в том время как измерения нормальной к поверхности составляющей индукции имеют абсолютные значения. Остается открытый вопрос, почему автор работы не представил расчет абсолютных значений намагниченности согласно описанной во второй части работы модели.
3. В тексте работы отсутствует обоснование выбора модели преобразователя Холла, а также не объясняется использование одноосевого датчика Холла, который способен измерить лишь нормальную составляющую магнитной индукции, в то время как существующие трехосные датчики позволяют проводить измерения во всех координатах одновременно.
4. В заключительной главе диссертации представлены экспериментальные кривые магнитной индукции над поверхностью образцов, однако в тексте отсутствуют оценки погрешностей, источниками которых могут быть отклонение от нормали поверхности самих датчиков Холла при их позиционировании, а также ограничения, связанные с размером рабочей области преобразователей Холла. Соискателю требовалось провести сравнительные исследования при помощи моделирования методами конечных элементов или другими альтернативными методами верифицировать как величину, так и профиль полученного сигнала. Калибровка разработанной системы преобразователей Холла в однородном магнитном поле является недостаточной.

Заключение.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки работы в целом. Работа производит хорошее впечатление, как своим высоким научным уровнем, так и оформлением. Представленная диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу.

Учитывая актуальность выполненных исследований, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов считаю, что представленная диссертационная работа «Метод оценивания распределения медленно меняющейся намагниченности в цилиндрических ферромагнетиках, находящихся в слабых магнитных полях, холловским магнитометром» выполнена в соответствии с критериями, установленными пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор – Бардин Алексей Алексеевич - заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

кандидат физико-математических наук,
научный сотрудник кафедры магнетизма
МГУ им. М.В. Ломоносова

20 сентября 2021 г.

Карпенков Дмитрий Юрьевич

Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 2, физический факультет

Телефон: +7 915 437 22 12

e-mail: Karpenkov_d_y@mail.ru

Декан физического факультета МГУ

