

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Дьяченко Семена Владимировича «Измерение намагниченности коллоидных растворов и порошков ферромагнитных наночастиц в стационарных условиях методом ЯМР», представленную на соискание ученой степени кандидат физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

1. **Актуальность** представленной диссертационной работы не вызывает сомнений. В настоящее время магнитные жидкости (коллоидные растворы), различные их соединения, а также порошки ферромагнитных наночастиц находят все больше практических применений. В этой ситуации для их наиболее эффективного использования при проведении научных исследований по созданию новых коллоидных растворов, или, например, по изменению их физических свойств (снижению токсичности и т.д.), а также по практическому их применению в различных измерительных приборах (акселерометры, датчики угла наклона, оптические модуляторы и т.д.) необходимо с высокой степенью надежности определять намагниченность коллоидных растворов и порошков ферромагнитных наночастиц. В настоящее время не существует универсального метода, позволяющего проводить измерения намагниченности различных коллоидных растворов и порошков на одном и том же приборе. В используемых методах, как в выпускаемых промышленных приборах, так и действующих лабораторных макетах измерение намагниченности производится в переменных или неоднородных магнитных полях, что делает их результаты недостоверными, т.к. намагниченность зависит от индукции магнитного поля, или сами приборы для её измерения очень дорогие (например, ЭПР-спектрометр компании BRUKER), требующие специальных условий эксплуатации. Такие приборы может себе позволить использовать сильно ограниченный круг потребителей, как из числа ученых, так и промышленных производителей коллоидных растворов и порошков ферромагнитных наночастиц. В связи с этим возникает потребность в поиске новых методов контроля намагниченности, особенно определения намагниченности насыщения коллоидных растворов и порошков ферромагнитных наночастиц, так данное значение намагниченности с использованием выпускаемых промышленных приборов, в том числе ЭПР спектрометров определить достаточно сложно.

Поэтому вопросы разработки новых методов, а на их основе промышленных приборов для определения различных параметров коллоидных растворов и порошков ферромагнитных наночастиц, как при проведении научных исследований, так и в прикладных технических измерениях в различных областях промышленности и метрологии, рассматриваемые и решаемые в представленной диссертации, безусловно современны и актуальны.

2. Обоснованность и новизна научных результатов диссертационной работы.

Из основных результатов диссертационной работы следует в первую очередь отметить, что поставленная задача по разработке нового метода для измерения параметров коллоидных растворов и порошков ферромагнитных наночастиц Дьяченко Семеном Владимировичем решалась комплексно: проводились как экспериментальные исследования, так и рассматривались их теоретические аспекты. Это позволило при решении задачи, стоящей перед автором, получить им ряд новых результатов. Среди которых следует отметить:

1. Разработку оригинального метода на основе использования явления ядерного магнитного резонанса (ЯМР) в текущей жидкости и создание для его практической реализации экспериментальная установка;
2. Разработку метода определения магнитных моментов ферромагнитных наночастиц в магнитной жидкости, который позволяет сократить число экспериментальных точек кривой намагничивания и определить с высокой степенью достоверности дисперсию распределения магнитных моментов;
3. Предложенную методику обнаружения конгломератов наночастиц в магнитной жидкости по изменению коэффициента размагничивания;
4. Определенные условия выполнения закона Кюри и закона Кюри-Вейсса в магнитных жидкостях.

Достоверность и обоснованность полученных результатов, выводов и рекомендаций диссертационной работы подтверждается научными публикациями в изданиях (SCOPUS, Web of Science, ВАК и т.д.), конкретными применениями, результатами обсуждения работы на конференциях различного уровня (в том числе и международных), а также наградами, полученными Дьяченко С.В. за участия в различных конкурсах и выставках с результатами своей работы.

3. Научная ценность и практическая ценность результатов диссертационной работы.

Научная ценность результатов работы заключается в том, что предложенные автором методы измерения параметров коллоидных растворов и порошков ферромагнитных наночастиц, а также методики обработки результатов экспериментальных исследований с теоретическим их обоснованием позволяют расширить возможности по проведению исследований физико-химических свойств различных коллоидных растворов (магнитных жидкостей и суспензий) и порошков ферромагнитных наночастиц.

Практическая значимость работы определяется тем, что результаты её применимы для:

1. Разработки новых типов коллоидных растворов и порошков ферромагнитных наночастиц, а на их основе новых материалов и измерительных приборов.
2. Оценки дисперсии распределения магнитных моментов наночастиц в магнитной жидкости, данные о её значении позволяют проводить селективный отбор магнитных жидкостей при их производстве.
3. Оценки устойчивости магнитных жидкостей к различным воздействиям на основании результатов измерения скорости седиментации ферромагнитных наночастиц в суспензиях и магнитных жидкостях. Данная величина крайне важна при использовании магнитных жидкостей в медицине и биологии;
4. Экспресс-анализа магнитных жидкостей при их производстве;

4. По рецензируемой диссертации можно сделать следующие замечания:

1. Совершенно не ясно, почему в введении диссертации и автореферата автор при упоминании методов, позволяющих определять намагниченность вещества по измерению его магнитной восприимчивости χ с использованием закона Кюри, который неоднократно упоминается в тексте диссертации и автореферате? Необходимо отметить, что промышленных приборов, которые измеряют магнитную восприимчивость χ выпускается достаточно много, контроль температуры вещества в приборе осуществляется автоматически с достаточно высокой точностью;
2. В разделе автореферата и диссертации, в которых рассматривается научная новизна работы 4 пунктом представлено следующее утверждение: «Показано, что кривая намагничивания магнитной жидкости, снятая на установке, адекватна теории Ланжевена, что подтверждает соответствие экспериментальных результатов теоретическим расчетам». Очень сложно понять в чем тут научная новизна результатов исследований? Этот пункт более логично было бы перенести в раздел практическая значимость работы, показав тем самым, что разработанный метод позволяет получать достоверные результаты, которые не противоречат классической теории;
3. Необходимо отметить, что в автореферате и диссертации автор достаточно вольно обращается с обозначениями физических величин и их единицами измерения (например, стр. 8 автореферата введена следующая величина: $\beta=42,5\text{МГц/Тл}$ – гиромагнитное отношение протонов, ранее с её использованием вычисляется резонансная частота f_1 . Обозначение, используемое в классической теории магнитного резонанса гиромагнитного отношения ядер – γ (единицы измерения МГц/Тл или м·кГц/А) вводится значительно позже, через β). На рис. 7 автореферата концентрация стабилизатора С представлена цифрами от 0 до 1.0, можно только

догадываться про единицы её измерения. То же самое относится к рисунку 8 в автореферате – величина $1/\chi$ без единиц измерения. Все эти неточности и ошибки не принципиальны за исключением β . Но их присутствие портит представление о проделанной работе.

4. На странице 18 автореферата отмечено, что предложен метод для измерения термодинамической температуры (T) в диапазоне 273–373 К, в котором в качестве термометрического вещества используется магнитная жидкость. В основе метода лежит закон Кюри. В диссертации на стр. 100 и 102 термодинамическая температура (T) этим методом измеряется в диапазоне 253-353 К. Также не приведено сравнение предложенного автором метода с новейшими датчиками температуры ведущих зарубежных фирм, в которых для измерения T используется отраженное и рассеянное лазерное излучение видимого или ИК диапазона от объектов исследования, включая атмосферу, или оптоволоконные датчики. Данные приборы для отмеченных диапазонов измерения температур, гарантируют второй знак после запятой.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертационной работы Дьяченко С.В., которая является законченным научным исследованием.

Результаты, полученные в работе и использованные методы решения поставленных задач, полностью соответствуют специальности: 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Автореферат и публикации отражает содержание работы.

Диссертация полностью отвечает п. 9 Положения ВАК РФ «О присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 года, а её автор, Дьяченко Семен Владимирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Официальный оппонент,
доцент кафедры «Квантовая электроника»
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»

к.ф.-м.н., доцент

телефон: (812) 294-41-47

E-mail: davydov_vadim66@mail.ru



/Давыдов Вадим Владимирович/

Подпись	<i>Давыдов В.В.</i>
УДОСТОВЕРЯЮ	
Ведущий специалист	
по кадрам	<i>Киселева М.А.</i>
31	08 20 17 г.