

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Бушуевой Кристины Андреевны

«Деформация горизонтального слоя феррожидкости на жидкой подложке в магнитном поле», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертационная работа К.А. Бушуевой посвящена экспериментальному изучению поведения горизонтального слоя феррожидкости, расположенного на жидкой подложке, в магнитных полях различной пространственной ориентации. Рассмотрен случай сильных деформаций, приводящих к смене топологии как сплошного слоя, так и слоя с устойчивым разрывом его поверхности. Продемонстрирована возможность создания устойчивого разрыва слоя магнитной жидкости с помощью неоднородного магнитного поля, выполнен анализ деформации устойчивого разрыва в тангенциально ориентированном поле, проведено сопоставление его характера с деформацией пузырьков в магнитной жидкости. Описан процесс распада слоя феррожидкости на упорядоченные системы капель под действием вертикального однородного или неоднородного (осесимметричного) магнитного поля. Прослежена зависимость пространственных характеристик системы капель от скорости нарастания напряженности поля.

Актуальность исследований диссертанта обусловлена необходимостью расширения фундаментальных знаний о характере изменения формы магнитной жидкости, граничащей с различными жидкими и газообразными средами в условиях совместного действия гравитационного и магнитного полей. Достижение поставленной цели в перспективе может существенно ускорить создание новой элементной базы для автоматизированных систем управления и контроля на основе использования магнитной жидкости.

Научная новизна работы связана с изучением поведения в магнитном поле новых физических объектов – сплошного слоя феррожидкости конечной толщины на жидкой подложке и такого же слоя с устойчивым разрывом поверхности.

1. Несомненным достоинством работы является экспериментальная реализация разрыва слоя магнитной жидкости, которая была проведена впервые. Как отмечено в диссертации, теория деформации «ямки» в магнитной жидкости вдоль тангенциального поля была построена ранее (Самонов В.Е., 2003), но рассматривает магнитную жидкость на твердой подложке. Кроме того, условия существования самого разрыва даже не обсуждались. Благодаря работе Бушуевой К.А. теперь известно, что для экспериментальной реализации разрыва магнитной жидкости необходимо использовать двухслойную систему. Кроме того, впервые для разрыва магнитной жидкости на жидкой подложке экспериментально определены условия возникновения и его устойчивого существования.

2. На основе анализа относительного удлинения пузырьков воздуха и разрывов магнитной жидкости продемонстрирована возможность использования устойчивого разрыва для моделирования изменения формы газовых и жидкостных включений в объеме феррожидкости под влиянием магнитного поля.

3. К новым результатам необходимо отнести данные об эволюции и пространственных характеристиках упорядоченных систем капель, возникающих при распаде слоя феррожидкости под действием магнитного поля. Для случая однородного поля показано, что количество капель, их распределение по размеру и пространственному периоду определяется скоростью нарастания магнитного поля. Если скорость нарастания магнитного поля превышает гидродинамическое время, то размер капель определяется длиной гравитационно-капиллярных возмущений, в обратном случае усиливается более широкий по масштабам спектр возмущений.

Высокая степень обоснованности и достоверности результатов диссертационной работы обусловлена тщательной проработкой методик измерений и обработки результатов, а также сопоставлением полученных данных с результатами известных экспериментальных и теоретических исследований.

Научное значение работы заключается в описании ряда новых равновесных форм, принимаемых феррожидкостью под действием магнитного поля, а также в верификации нескольких теоретических моделей, описывающих эволюцию слоя феррожидкости в магнитных полях различной ориентации.

Практическое значение диссертационной работы состоит в том, что ее результаты могут быть применены при разработке датчиков, использующих изменение формы поверхности феррожидкости под действием внешнего магнитного поля.

Оценка диссертации.

Диссертация написана ясно, достаточно подробно и хорошо иллюстрирована схемами, фотографиями и графиками. По содержанию диссертации можно сделать следующие замечания:

1. В работе использованы три рабочих феррожидкости (коллоидных раствора наночастиц магнетита в керосине), обозначенных ФЖ1, ФЖ2, ФЖ3. Свойства этих жидкостей приведены на стр. 31 диссертационной работы (Таблица 2.1). Из анализа таблицы и следующего за ней текста следует, что плотность этих феррожидкостей одинакова, но поверхностное натяжение, динамическая вязкость и начальная магнитная восприимчивость разные. Здесь был бы уместен комментарий, чем обусловлены (какими внутренними свойствами феррожидкости) эти различия эти различия?

2. На стр. 52 говорится о том, что «скорость деформации пузырьков, как и разрывов слоя, увеличивается с ростом их начального диаметра и начальной магнитной восприимчивости жидкости». Между тем в тексте не отмечено, что понимается под термином «скорость деформации пузырьков».

Отсутствуют также графики, иллюстрирующие это утверждение. Хотелось бы получить разъяснение по этому поводу.

3. При анализе эволюции структур магнитной жидкости (стр. 62, Рис. 3.6) было бы нагляднее изобразить график зависимости магнитного поля от времени, на котором отмечены точки, соответствующие различным стадиям разрыва слоя магнитной жидкости.

4. На стр.75-76 и рис.4.9 остается неясным, что понимается под термином «диаметр капли». Это средний диаметр, или максимальный диаметр?

5. При нумерации рисунков главы 2 пропущен рисунок 2.4.

Необходимо отметить, что сделанные замечания не изменяют общего положительного впечатления от диссертационной работы, многие результаты которой вызывают еще и эстетическое удовольствие. Особенно хочется отметить рис. 4.4, 4.11, а также статистическую обработку фотографий капельных структур.

Заключение по диссертации. Представленная диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную соискателем самостоятельно и на достаточно высоком научном уровне. Ее основное содержание отражено в периодической печати (пять статей принадлежит изданиям, индексируемым в системе Web of Science) и доложено на семинарах и Всероссийских и международных конференциях. Автореферат диссертации полно и правильно отражает ее содержание.

Исходя из вышеизложенного, считаю, что диссертационная работа «Деформация горизонтального слоя феррожидкости на жидкой подложке в магнитном поле» имеет важное научное и прикладное значение и удовлетворяет всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор – Кристина Андреевна Бушуева – заслуживает

