

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Соловьевой Анны Юрьевны  
«СТРУКТУРНЫЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИДИСПЕРСНЫХ  
ФЕРРОЖИДКОСТЕЙ: ТЕОРИЯ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности

05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Полидисперсные феррожидкости обладают широким набором физических, механических и физико-химических свойств с откликом на внешние магнитные поля. Математическое моделирование и анализ свойств таких сложных физических систем, как концентрированные феррожидкости, сильно реагирующих на магнитное поле, является важной теоретической задачей, поскольку требует одновременного учета межчастичных взаимодействий, влияния внешнего магнитного поля и полидисперсности системы. Так, теоретическое описание межчастичного взаимодействия в дипольных системах затруднено, поскольку оно зависит не только от расположения частиц, но и от ориентаций магнитных моментов частиц. Ориентация магнитного момента каждой наночастицы определяется как внешним магнитным полем, так и магнитными полями, создаваемыми другими магнитными диполями.

Современные модели, учитывающие межчастичные диполь-дипольные взаимодействия в магнитных жидкостях, как правило, ориентированы на монодисперсность или бидисперсность, поскольку увеличение количества фракций приводит к существенному усложнению вычислений и значительных вычислительных ресурсов. Поэтому, теоретическое описание полидисперсных концентрированных ферроколлоидов является актуальной научной задачей, требующей комплексного подхода.

К основным научным результатам, следует отнести: разработанную математическую модель, учитывающую межчастичные диполь-дипольные взаимодействия, произвольное распределение частиц по размерам, влияние внешнего магнитного поля для описания магнитостатических и структурных свойств концентрированных феррожидкостей; аналитические выражения предложенного метода, позволяющие рассчитывать начальную магнитную восприимчивость и намагниченность феррожидкостей для предельных концентраций феррочастиц; разработанные комплексы программ, позволяющие численно моделировать магнитостатические и структурные свойства полидисперсной системы дипольных твердых сфер во внешнем магнитном поле.

Практическая значимость диссертации состоит в разработанных комплексах программ, позволяющих численно описывать микроструктуру и макросвойства полидисперсных феррожидкостей, возможности применения развитой теории для разработки новых мягких магнитных материалов с заданными свойствами.

Достоверность результатов подтверждена использованием апробированных статистико-термодинамических методов исследования, математической строгостью по-



лучения аналитических выражений, согласованностью теоретических результатов с данными компьютерных и физических экспериментов. Достоверность результатов численного моделирования подтверждается успешным тестированием разработанных программных комплексов на модельных задачах, исследуемых в более ранних работах других авторов.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. При анализе свойств сложных полидисперсных систем во внешнем магнитном поле целесообразно проводить анализ распределения неоднородных нелинейных магнитных полей численным моделированием, например, методом конечных элементов.

2. Сравнение теоретических и экспериментальных результатов проводилось при напряженности магнитного поля в МЖ до 40 кА/м, тогда как в технических устройствах напряженность магнитного поля в МЖ достигает 400-800 кА/м.

По содержанию и полученным результатам автореферат диссертации отвечает требованиям № 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор, Соловьева Анна Юрьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Я, Казаков Юрий Борисович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Соловьевой Анны Юрьевны, и их дальнейшую обработку.

Я, Страдомский Юрий Иосифович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Соловьевой Анны Юрьевны, и их дальнейшую обработку.

Заведующий кафедрой электромеханики,  
федерального Государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Ивановский государственный энергетический  
университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ),  
д.т.н., профессор

Казаков Юрий Борисович

К.т.н., профессор кафедры электромеханики ИГЭУ

Страдомский Юрий Иосифович

(153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34. Тел. 84932269706. E-mail: elmash@em.ispu.ru)

Подписи д.т.н., профессора Казакова Ю.Б. и к.т.н., профессора Страдомского Ю.И. заверяю:

Ученый секретарь ученого Совета  
«ИГЭУ» апреля 2019 г.

Ширяева Ольга Алексеевна