

О Т З Ы В

на автореферат диссертации КАНТОРОВИЧ Софьи Сергеевны
«Микроструктурные и магнитные свойства феррожидкостей, феррогелей,
анизотропных и анизометричных магнитных коллоидов»,
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук
по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений

Магнитные жидкости (феррожидкости) - устойчивые суспензии наноразмерных магнитных частиц в немагнитном жидком носителе, относят к магнитным мягкими материалам. На магнитный отклик феррожидкостей существенно влияют размеры частиц, концентрация магнитного материала и температура. Благодаря уникальному набору магнитных и жидкостных свойств феррожидкости широко применяются в современных нанотехнологиях, микро- и электромеханике, электронике, машиностроении, робототехнике, медицине. Для максимизации магнитного отклика целесообразна модифицирование феррожидкостей изменением формы частиц или их внутренней структуры. Анизометрия формы привносит в систему дополнительную анизотропию межчастичных взаимодействий, которая может как усиливать, так и ослаблять влияние магнитных дипольных сил на структурно-фазовые превращения. Так для управления механическими свойствами геля или эластомера при помощи магнитного поля, в полимерную матрицу необходимо внедрить магнитную компоненту. Созданные за счет внедрения магнитных нано или микронных магнитных частиц феррогели и магнитные эластомеры открывают новые перспективы в разработке искусственных мышц, адаптивных поверхностей, датчиков и актуаторов.

Эффективное использование феррожидкостей, феррогелей, анизотропных и анизометричных магнитных коллоидов до сих пор затруднено из-за отсутствия фундаментального понимания взаимосвязи между микроструктурой и магнитным откликом систем магнитных частиц с анизометрией формы, с одной стороны, и надежных теоретических моделей для систематического изучения – с другой. Теоретическое изучение наталкивается на сложности, связанные с многокомпонентностью и многомасштабностью систем. Практически нет теоретических работ, в которых проводится детальный анализ влияния внутренней структуры магнитных гелей и эластомеров на их макроскопические свойства.

Существует актуальная научная проблема в фундаментальном описании, разработке теоретического аппарата и достоверных физических подходов к моделированию перспективных магнитных мягких материалов с учетом различных масштабов межчастичных взаимодействий – от нескольких нанометров до микрон. Целесообразно формулирование метода модификации магнитных жидкостей для интенсификации отклика на приложенное внешнее магнитное поле, выявление влияния изменений характеристик магнитных частиц (форма и внутренняя анизотропия) и параметров системы (структура немагнитного носителя, температура и концентрация магнитного материала) за счет изменения межчастичных взаимодействий на магнитные и микроструктурные свойства магнитных мягких материалов.

В связи с этим тема диссертации КАНТОРОВИЧ Софьи Сергеевны, связанная с изучением микроструктурных и магнитных свойства феррожидкостей, феррогелей, анизотропных и анизометричных магнитных коллоидов, безусловно, актуальна.

Основные научные результаты диссертации: разработаны теоретические модели и численные методы, позволяющие проводить изучение монодисперсной и бидисперсной магнитных жидкостей; сформулирована концепция иерархических структурных переходов в монодисперсных магнитных коллоидах при охлаждении и повышении концентрации магнитного материала; теоретически обнаружена немонотонность зависимости начальной магнитной восприимчивости монодисперсного магнитного коллоида при понижении температуры; установлено, что начальная восприимчивость коллоида с кубическими частицами, растет медленнее с понижением температуры, чем для коллоида со сферическими частицами; показано, что формирование изломов в цепочках в сильном магнитном поле имеет энтропийную природу и определяется скруглением углов кубических частиц; описана самоорганизация

магнитных частиц Януса и показано, что частичное магнитное покрытие из кобальта и палладия на поверхности коллоидов из диоксида кремния эквивалентно комбинации точечных диполей, смещенных от центра масс радиально к поверхности коллоида; изучено влияние магнитного поля на структурные переходы в рамках модельной системы, содержащей 5д-частицы; показано, что управлением амплитудой и направлением внешних полей в слое магнитных частиц Януса можно индуцировать переходы от рыхлых сеток к компактным кластерам, а способ закрепления частиц внутри эластичной матрицы определяет характер деформаций геля в магнитном поле; в трехмерных образцах магнитных гелей обнаружена анизотропия внутренних напряжений гелевой матрицы, а феррогели, построенные на базе простой кубической решетки, оказываются значительно более жесткими, чем аналоги на базе алмазной кубической решетки, жесткость феррогеля растет с увеличением напряженности приложенного магнитного поля.

Достоверность результатов диссертационной работы обеспечивается обоснованностью физических представлений, использованием апробированных методов исследования, хорошим согласием полученных результатов с данными экспериментов и компьютерного моделирования, математической строгостью методов решения и согласованностью результатов, полученных различными способами.

Основные результаты работы достаточно полно отражены в публикациях по теме диссертации, прошли апробацию на конференциях.

По автореферату имеются следующее замечание: при исследовании влияния микроструктурных и магнитных свойства феррожидкостей, феррогелей, анизотропных и анизометричных магнитных коллоидов не использованы уравнения математической физики Максвелла, описывающие электромагнитные процессы.

По содержанию и полученным результатам автореферат диссертации отвечает критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, КАНТОРОВИЧ Софья Сергеевна, заслуживает присвоения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений.

Я, Казаков Юрий Борисович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации КАНТОРОВИЧ Софьи Сергеевны, и их дальнейшую обработку.

Заведующий кафедрой электромеханики,
научный руководитель проблемной научно-исследовательской
лаборатории прикладной феррогидродинамики
Федерального Государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Ивановский государственный энергетический университет имени В.И.Ленина»
(153003, г.Иваново, ул. Рабфаковская, 34. Тел. (4932)269706. E-mail: elmash@em.ispu.ru)

д.т.н., профессор



Казаков Юрий Борисович

Подпись д.т.н., пр
Ученый секретарь:
«14» мая 2019 г.



Вылгина Юлия Вадимовна