

ОТЗЫВ

На автореферат диссертационной работы Кузнецова Никиты Михайловича «Электрореологические жидкости: состав, структура, свойства», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.17. – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Актуальность темы: несмотря на то, что первая публикация, касающаяся проявления электрореологического эффекта - изменения вязкопластических свойств суспензий диэлектрических частиц в неводных средах под воздействием электрических полей была опубликована в 1947 году, интерес к нему не спадает до настоящего времени. Это связано со сложностью наблюдаемого явления, его многофакторностью, нелинейностью, зависимостью от свойств твердого наполнителя и несущей жидкости, напряженности постоянного или переменного поля, а также от величины силы тока. Важность таких работ определяется высоким потенциалом практического применения электрореологических материалов в передовой технике и технологии. Перспективы здесь связывают с такими направлениями, как гашение вибрационно-ударных нагрузок, создание интерфейсов, передающих механические усилия через твердеющую в электрическом поле жидкость, полировка поверхности, устройства микрофлюидики, формирование анизотропных композитов, передача информации и др. Несмотря на достигнутые за прошедшие годы успехи и достижения в области создания электрореологических жидкостей, а также продвижения в области понимания физической природы наблюдаемого явления, в данной области остается много нерешенных проблем. Эти проблемы определяются недостаточной разработанностью вопросов структурирования неводных коллоидов поляризуемых частиц, формирования коагуляционных структур и противодействия осаждению твердой фазы. Важным является вопрос поиска таких компонентов электрореологических жидкостей, которые обеспечивали бы высокие показатели структурирования дисперсной фазы в электрических полях, что приводило бы к существенному снижению текучести электрореологических жидкостей и способствовало бы обратимости эффекта с восстановлением первичной структуры электрореологической жидкости без поля. Отсутствие прогресса в данной области в последнее время во многом связано со сложностью экспериментального изучения первичной структуры электрореологических жидкостей и ее изменения в зависимости от напряженности электрического поля и наложения поля скорости. Автором диссертации поставлена цель изучить фундаментальные проблемы, связанные с созданием электрореологических жидкостей с заранее заданными, управляемыми свойствами, такими как седиментационная устойчивость, контрастность перехода от вязкого поведения к упругому, величина предела текучести, вязкости, модулей накопления и потерь, на основе наполнителей различной химической природы и формы. Работа выполнена в рамках тематических планов и Госзадания НИЦ «Курчатовский институт», а также научно-исследовательских проектов, профинансированных грантами Российского фонда фундаментальных исследований (18-03-00078, 18-29-19117, 19-33-70023), Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (МК-3088.2021.1.3) и Российского научного фонда (20-73-00205). В основе работы Н.М.Кузнецова лежит идея использования природных наноматериалов в качестве наполнителей электрореологических жидкостей, что лежит в тренде разработке экологически чистых технологий.

Автором впервые изучены в качестве наполнителей электрореологических жидкостей такие материалы, как наноразмерные детонационные алмазы с модифицированной поверхностью, модифицированные органическими молекулами глины-монтмориллонит и галлуазит, природные полисахариды в нанодисперсной форме, такие как хитин и хитозан, нанокристаллическая целлюлоза. Проведен уникальный эксперимент по визуализации структуры электрореологических жидкостей в естественном состоянии и в условиях наложения электрических полей различной напряженности, а также сдвиговых нагрузок. Это позволило дать интерпретацию ряда эффектов, связанных со структурированием суспензий анизометрических частиц в диэлектрических жидкостях. В диссертации Н.М.Кузнецовым проанализировано влияние таких факторов, как форма, пористость, наличие модификаторов и активных групп на поверхности частиц наполнителя. Даны оценки влияния концентрации, диэлектрических характеристик, температуры на свойства электрореологических жидкостей в различных диэлектрических жидкостях. Рассмотрено влияние границ раздела и поляризационных эффектов на структурирование электрореологических жидкостей в электрическом поле и без поля. Обобщены и проанализированы обширные литературные данные о влиянии разнообразных материалов на величину электрореологического эффекта. Показано место полученных данных в системе мировой науки об электрореологическом эффекте. Работу характеризуют высокий экспериментальный уровень и достоверность теоретического осмысления полученных результатов. Диссертация обладает необходимыми для докторской работы качествами-научной новизной и практической значимостью.

При чтении автореферата возник ряд вопросов и замечаний, которые отражают мой интерес к работе, и не ставят под сомнение результаты диссертации.

1. В автореферате нет обоснования выбора активаторов дисперсных фаз электрореологических жидкостей, которые использовал автор.

2. Скорость осаждения твердой фазы является критичной для использования электрореологических жидкостей. Такие данные следовало привести.

3. Для исследованных в диссертации электрореологических жидкостей с диэлектрическими наполнителями величина эффекта связана с фактором проводимости. Интересно было проанализировать зависимости силы тока от приложенного напряжения и зависимость напряжения сдвига от проводимости суспензий в поле для изученных систем.

В целом Н. М. Кузнецовым выполнено обширное исследование, в котором решена крупная фундаментальная научная проблема установления закономерностей влияния электрических полей высокой напряженности в условиях сдвиговых нагрузок на структуру и физико-механические свойства низкоконцентрированных электрореологических жидкостей, что имеет большое значение для развития материаловедческих аспектов физики экстремальных состояний вещества. Работа является законченным научно-квалификационным исследованием и соответствует паспорту специальности 1.3.17. – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества в разделе Поведение веществ и структурно-фазовые переходы в экстремальных условиях – в электрических и магнитных полях. По теме диссертации опубликовано 20 статей, включая научный обзор, в высокоимпактных научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, и входящих в базы данных Web of Sci, Scopus, РИНЦ, сделано 40 докладов на международных и Российских конференциях различного уровня, с представительствами специалистов по теме работы.

Считаю, что диссертация Кузнецова Никиты Михайловича «Электрореологические жидкости: состав, структура, свойства», является законченной научно-квалификационной работой и удовлетворяет требованиям п.п.9-14 Положения о присуждении ученых степеней и утвержденным Постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.17. – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

22.01.2024

Агафонов Александр Викторович

Доктор химических наук (02.00.01-неорганическая химия, 02.00.04- физическая химия), профессор. Заведующий отделом «Научные и технологические основы получения функциональных материалов и нанокompозитов» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химии растворов им. Г.А.Крестова РАН, г.Иваново, ул.Академическая, д1. Тел. +7(4932) 351859, E-mail:ava@isc-ras.ru

Подлинность подписи д.х.н. Агафопова А.В. Удостоверяю

Ученый секретарь ИХР РАН

К.В.Иванов

