

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 520.009.05 НА БАЗЕ
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «КУРЧАТОВСКИЙ
ИНСТИТУТ» (ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ – ПРАВИТЕЛЬСТВО РФ) ПО ДИССЕРТАЦИИ
КУЗНЕЦОВА НИКИТЫ МИХАЙЛОВИЧА «ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ
НЕОРГАНИЧЕСКИХ НАНОПОЛНИТЕЛЕЙ НА ЭЛЕКТРОРЕОЛОГИЧЕСКОЕ
ПОВЕДЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ЖИДКОСТЕЙ» НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 23.04.2019 г., № 4

О присуждении КУЗНЕЦОВУ Никите Михайловичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Влияние формы неорганических нанополнителей на электрореологическое поведение полимерных жидкостей» принята к защите 05.02.2019 г. протокол № 3 диссертационным советом Д 520.009.05 на базе Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (Правительство РФ), 123182 г. Москва, пл. академика И.В. Курчатова, д. 1 (утвержден Приказом Минобрнауки России № 1925-1018 от 08.09.2009 г. и переутверждён приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.).

Соискатель Кузнецов Никита Михайлович, 1993 года рождения.

Соискатель в 2015 году окончил факультет естественных наук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» по специальности 020101.65 «Химия». Диплом специалиста с отличием выдан 01.07.2015 г., № 107718 0608735.

В период подготовки диссертации и по настоящее время соискатель работает в должности инженера-исследователя в лаборатории полимерных материалов отдела нанобиоматериалов и структур Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт»).

Научный руководитель – Чвалун Сергей Николаевич, доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник Отдела нанобиоматериалов и структур Курчатовского комплекса НБИКС-природоподобных технологий НИЦ «Курчатовский институт».

Соискатель с 1 октября 2015 года по настоящее время обучается в очной аспирантуре НИЦ «Курчатовский институт» по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия по специальности 01.04.17 – «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества». Все кандидатские экзамены: иностранный язык (английский), история и философия науки (физико-математические науки), специальная дисциплина 01.04.17 – «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» сданы с оценкой «отлично».

Официальные оппоненты:

- Крамаренко Елена Юльевна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики полимеров и кристаллов Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Москва;

- Патлажан Станислав Абрамович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт химической физики им. Н.Н. Семенова» РАН, г. Москва
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева» (ИНХС РАН), в своём положительном заключении, подписанном Малкиным А.Я., доктором физико-математических наук, профессором, главным научным сотрудником лаборатории реологии полимеров ИНХС РАН и утвержденном директором ИНХС РАН, доктором химических наук Максимовым А.Л., указала, что представленная диссертационная работа обладает высокой актуальностью и посвящена исследованию процессов структурной организации частиц различной формы с целью создания высокоэффективных электрореологических жидкостей с низкой концентрацией наполнителя и выявлению влияния химической природы поверхности частиц на величину электрореологического эффекта. Из наиболее важных научных результатов и достижений, обуславливающих научную новизну диссертационной работы, в отзыве ведущей организации отмечаются следующие:

- 1) Обнаружен электрореологический эффект в суспензиях наноалмазов детонационного синтеза в полидиметилсилоксане.

2) Впервые в широком диапазоне напряженностей электрического поля исследованы концентрационные зависимости реологического поведения суспензий галлуазита и наноалмазов детонационного синтеза.

3) Определены концентрационные пороги протекания. Для описания процессов структурирования анизометричных частиц предложен новый подход, связывающий влияние вращательного момента, действующего на частицу в электрическом поле, с электрофизическими характеристиками и анизометрией формы наполнителя.

4) Продемонстрирована высокая эффективность метода диэлектрической спектроскопии при исследовании структуры слоистых наносиликатов в полимерных жидкостях, наряду с методами рассеяния рентгеновских лучей и вискозиметрией.

5) Впервые для исследуемых электрореологических жидкостей проведены *in situ* эксперименты по изучению структурной организации частиц наполнителя в полидиметилсилоксане с использованием источника синхротронного излучения.

В конце отзыва содержится утверждение: «Рассмотренная диссертационная работа Кузнецова Никиты Михайловича «Влияние формы неорганических нанонаполнителей на электрореологическое поведение полимерных жидкостей» представляет собой целостное и завершенное квалификационное исследование, выполненное на высоком уровне. <...> Диссертационная работа соответствует разделу II Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым ВАК РФ к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Кузнецов Никита Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества».

Соискатель имеет 4 научные работы в периодических изданиях из перечня ВАК по теме диссертации:

1. Kuznetsov N.M., Belousov S.I., Stolyarova D.Yu., Bakirov A.V., Chvalun S.N., Shvidchenko A.V., Eidelman E.D., Vul' A.Ya. Effect of diamond nanoparticle chains on rheological properties of hydrosol // *Diam. Rel. Mat.* – 2018. – V. 83. – P. 141– 145.
2. Kuznetsov N.M., Shevchenko V.G., Stolyarova D.Yu., Ozerin S.A., Belousov S.I., Chvalun S.N. Dielectric properties of modified montmorillonites suspensions in

polydimethylsiloxane // J. Appl. Polym. Sci. – 2018. – V. 135. – P. 46614(9).

3. Кузнецов Н.М., Белоусов С.И., Бессонова Н.П., Чвалун С.Н. Электрореологическое поведение суспензий полидиметилсилоксана наполненного галлуазитом // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2018. – Т. 61, Вып. 6. – С. 41-47.

4. Kuznetsov N.M., Stolyarova D.Yu., Belousov S.I., Kamyshinsky R.A., Orekhov A.S., Vasiliev A.L., Chvalun S.N. Halloysite nanotubes: prospects in electrorheology // eXPRESS Polym. Lett. – 2018. – V. 12, № 11. – P. 958–965

По своему содержанию все работы посвящены исследованию структуры, реологического поведения без и под действием электрического поля, электрофизических характеристик суспензий частиц дисперсной фазы различной формы в воде и полидиметилсилоксане.

На автореферат поступили 5 отзывов. Все отзывы положительные.

1. Отзыв из Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физико-технический институт имени А.Ф. Иоффе» РАН (ФТИ им. А.Ф. Иоффе), г. Санкт-Петербург. Отзыв подписан Марихиным В.А., доктором физико-математических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории физики прочности ФТИ им. А.Ф. Иоффе и Мясниковой Л.П., кандидатом физико-математических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории физики прочности ФТИ им. А.Ф. Иоффе. В качестве недостатков отмечено: «... хотя некоторые результаты можно было бы изложить более профессионально, в частности, указать на появление двумерной дифракции при эксфолиации наполнителя (пик hk на рентгенограммах). Некоторые предложения, типа ... «Аппроксимацию данных проводили по уравнению Гаврилиака с проводимостью» можно воспринимать, как опечатку».

2. Отзыв из Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт высокомолекулярных соединений» РАН (ИВС РАН), г. Санкт-Петербург. Отзыв подписан Юдиным В.Е., доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником лаборатории механики полимеров и композиционных материалов ИВС РАН. В качестве пожелания в отзыве отмечено, что «в случае гидрозоль нанодиазмов детонационного синтеза по данным малоуглового рентгеновского рассеяния интересно было бы попробовать восстановить форму рассеивающих частиц».

3. Отзыв из Федерального государственного бюджетного учреждения науки

«Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова» РАН (ИСПМ РАН), г. Москва. Отзыв подписан Кузнецовым А.А., доктором химических наук, профессором, главным научным сотрудником, и.о. заведующего лабораторией термостойких термопластов ИСПМ РАН. Замечаний не содержит.

4. Отзыв из Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» (РХТУ им. Д.И. Менделеева), г. Москва. Отзыв подписан Конюховым В.Ю., доктором химических наук, профессором, заведующим кафедрой физической химии РХТУ им. Д.И. Менделеева. В качестве замечания отмечено, что «формула (2) для оценки вращательного момента не учитывает эффекты соседних частиц и их диполь-дипольного взаимодействия».

5. Отзыв из Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт химии растворов им. Г.А. Крестова» РАН (ИХР РАН), г. Иваново. Отзыв подписан Агафоновым А.В., доктором химических наук, профессором, заведующим лабораторией химии гибридных наноматериалов и супрамолекулярных систем ИХР РАН. В отзыве отмечено, что: «работы связанные с изучением электрореологического эффекта в суспензиях Na⁺модифицированного монтмориллонита и органомодифицированных глин известны в литературе довольно давно. К недостаткам таких наполнителей можно отнести их полидисперсность, невозможность провести полную и воспроизводимую эксфолиацию и инклюзию модификаторов в межплоскостные пространства глин, однозначно говорить об однородности состава и структуры в объеме материалов. Это существенно ограничивает значимость таких результатов для теоретической интерпретации. Так же ЭРЖ [электрореологические жидкости] с такими наполнителями проявляют невысокую электрореологическую эффективность <...> и склонны к расслаиванию, поэтому практический интерес к таким объектам невелик».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики полимеров и кристаллов Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова Крамаренко Елена Юльевна является известным специалистом в области физики и химии полимеров и наноструктур. Значительная часть ее работ посвящена исследованию магнитоактивных и функциональных полимерных нанокompозитов, что напрямую связано с тематикой диссертационной работы.

Доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт химической физики им. Н.Н. Семенова» РАН Патлажан Станислав Абрамович является специалистом в области реологии и структуры полимерных и многокомпонентных материалов. Многие работы Патлажана С.А. посвящены исследованию свойств и процессов в различных материалах и веществах при сдвиговых деформациях и течении, как и представленная диссертационная работа.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева» (ИНХС РАН), является известным институтом, в котором ведутся экспериментальные и теоретические исследования нефтепереработки, нефте- и газохимии, гетерогенного, гомогенного и мембранного катализа, синтеза и физико-химии полимеров, создания перспективных полимерных и композитных материалов, в том числе нанокомпозитов. В лаборатории реологии полимеров ведутся многолетние работы по реологии растворов и расплавов полимеров при деформациях сдвига, сжатия, одноосного растяжения; работы по получению и реологическим свойствам нанокомпозитов на основе термопластичных и терморезактивных полимерных матриц; изучается совместимость полимеров с высокомолекулярными и низкомолекулярными жидкостями, роль межфазных слоев в реологическом поведении, тепло- и электрофизические свойства полимеров и нанокомпозитов; а также работы по созданию теоретических подходов молекулярной и феноменологической реологии, включая описание анизотропной вязкоупругости.

Диссертационный совет на основании выполненных соискателем исследований отмечает, что:

1) Разработана методика получения электрореологических жидкостей с низкой концентрацией дисперсной фазы, демонстрирующих высокие значения предела текучести.

2) Создана ячейка для проведения *in situ* экспериментов рентгеновского рассеяния по изучению процессов ориентации частиц с высоким характеристическим отношением под действием электрического поля.

3) Показана перспективность применения метода широкополосной импедансной спектроскопии для анализа структурного распределения частиц слоистых алюмосиликатов в жидких полимерных средах.

4) **Выявлено**, что нанометровые размеры алмазов детонационного синтеза и их способность к образованию перколяционной сетки позволяют получить эффективные электрореологические жидкости с низкой концентрацией дисперсной фазы. Суспензии частиц с поверхностными –СН группами демонстрируют электрореологический эффект и высокие значения предела текучести, достигающие 83 Па при концентрации наполнителя 3 масс.% и напряженности поля 7 кВ/мм.

5) **Показана** эффективность применения в качестве дисперсной фазы частиц с анизометрией формы, позволяющих образовать перколяционную сетку под действием электрического поля при низких концентрациях. **Выявлена** зависимость электрореологического эффекта от модификации и структурной организации частиц слоистых алюмосиликатов, обладающих формой пластины и трубки, а также взаимосвязь природы модификатора с электрофизическими и структурными характеристиками образцов. **Установлено**, что формирование под действием электрического поля ориентированной структуры анизометричных частиц приводит к более высоким значениям предела текучести.

6) **Выявлены** величины критического поля, при которых наблюдается значительный рост значений предела текучести, которые составили 1,2 и 2 кВ/мм для суспензий монтмориллонитов, галлуазита и наноалмазов соответственно.

Научная и практическая значимость диссертации заключается в том, что автору удалось разработать подходы к получению электрореологических жидкостей с низкой концентрацией дисперсной фазы и заранее заданными, прогнозируемыми и управляемыми характеристиками. Снижение концентрации дисперсной фазы позволило получить материалы с высоким контрастом реологических свойств без и под действием электрического поля, что является чрезвычайно важным для практических применений в узких каналах и малых зазорах, например микрофлюидике, робототехнике, при создании «умных» мышц и т. д.

Достоверность результатов и выводов диссертационной работы подтверждаются использованием взаимодополняющих экспериментальных методик и многократной воспроизводимостью результатов, проведенных на различном современном измерительном оборудовании. Сформулированные в диссертационной работе научные положения и выводы непротиворечивы и согласуются с фундаментальными физическими принципами. Полученные научные результаты опубликованы в отечественных и зарубежных рецензируемых изданиях.

Личный вклад автора заключается в анализе литературы, постановке задач исследований и выборе методов их решения. Также личный вклад автора состоит в

получении и анализе экспериментальных результатов по реологии, диэлектрической спектроскопии, оптической микроскопии, рентгеновскому рассеянию. Автор принимал непосредственное участие в подготовке всех публикаций по выполненной работе.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертационная работа Кузнецова Н.М. «**Влияние формы неорганических наноуполннителей на электрореологическое поведение полимерных жидкостей**» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 – «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842.

На заседании **23 апреля 2019 г.** диссертационный совет принял решение присудить **Кузнецову Никите Михайловичу** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 8 докторов наук по специальности диссертации, участвовавших в заседании из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовал:

за присуждение ученой степени – 21,
против присуждения ученой степени – 0,
недействительных бюллетеней – 0.

Протокол счетной комиссии утвержден открытым голосованием единогласно.

Заместитель председателя
диссертационного совета, д.х.н., проф.

Ученый секретарь
диссертационного совета, д.х.н., проф.



[Signature] В.К. Ежов

[Signature] В.Ф. Серик

23.04.2019 г.