

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.02  
по диссертации Шамсутдинова Артема Шамилевича  
на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

Диссертация «Закономерности создания супергидрофобного функционального наполнителя для улучшения реологических свойств огнетушащих порошковых составов» по специальности 05.17.01-Технология неорганических веществ принята к защите 28 июня 2021 г. (протокол заседания № 8) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.02, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от 13 сентября 2018 г. № 71-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым – четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. N 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. N 1792-р.

Диссертация выполнена в лаборатории многофазных дисперсных систем «Института технической химии Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Федерального государственного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук.

**Научный руководитель** – кандидат технических наук, Вальцифер Игорь Викторович, «Институт технической химии Уральского отделения Российской

академии наук» – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория многофазных дисперсных систем, старший научный сотрудник.

**Официальные оппоненты:**

Почиталкина Ирина Александровна; доктор технических наук (05.17.01 – Технология неорганических веществ), доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», кафедра «Технологии неорганических веществ и электрохимических процессов», профессор;

Хамова Тамара Владимировна; кандидат химических наук (05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов), Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук, лаборатория неорганического синтеза, старший научный сотрудник.

*дали положительные отзывы диссертации.*

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань. Отзыв ведущей организации подписан Хацриновым Алексеем Ильичом, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой технологии неорганических веществ и материалов КНИТУ, утвержден Копыловым Александром Юрьевичем, доктором технических наук, проректором по научной работе КНИТУ. В отзыве указано, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития технологии неорганических веществ, а соискатель Шамсутдинов Артем Шамилович

заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 - Технология неорганических веществ.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их научными достижениями в области исследований модифицированных дисперсных наполнителей и технологии неорганических соединений, которые по предметной области соответствуют направлению диссертационного исследования соискателя; наличием достаточной квалификации для оценки научной и практической значимости, обоснованности и достоверности полученных выводов.

По теме диссертации соискателем опубликовано 5 научных трудов, в том числе 4 работы – в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени и индексируемых в международных базах цитирования Web of Science, Scopus. Соискателем получен 1 патент на изобретение РФ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Кондрашова, Н.Б. Регулирование реологических свойств порошковых композиций на основе фосфатно-аммониевых солей и гидрофобизированного оксида кремния / Н.Б. Кондрашова, И.В. Вальцифер, **А.Ш. Шамсутдинов**, А.С. Старостин, В.А. Вальцифер // Журнал прикладной химии. – 2017. – Т. 90. – № 10. – С. 1309 – 1314 (**ВАК, Scopus, Web of Science**) (0,63 п. л., авт. 0,48 п. л.).

*В работе исследован процесс гидрофобизации поверхности оксида кремния (белая сажа БС-120) полиметилгидросилоксаном, позволяющим получить супергидрофобный функциональный наполнитель с величиной краевого угла смачивания более 150°. Установлено влияние гранулометрического состава фосфатов аммония на их реологические свойства. Введение гидрофобизированного оксида кремния в состав огнетушащего порошкового состава на основе фосфатов аммония позволило снизить его сопротивление течению.*

2. Кондрашова, Н.Б. Гидрофобизированные кремнеземы как функциональные наполнители огнетушащих порошковых составов / Н.Б. Кондрашова, **А.Ш. Шамсутдинов**, И.В. Вальцифер, А.С. Старостин, В.А. Вальцифер // Неорганические материалы. – Т. 54. – № 10. – 2018. – С. 1141–1146 (**ВАК, Scopus, Web of Science**) (0,63 п. л., авт. 0,41 п. л.).

*В данной работе соискателем представлена сравнительная оценка использования гидрофобизированных кремнеземных материалов в качестве функциональных наполнителей в огнетушащих порошковых составах (ОПС) на основе фосфатов аммония. Установлено оптимальное содержание гидрофобизированных кремнеземных наполнителей (БС-120; Aerosil 380; монодисперсный диоксид кремния, полученный по методу Штобера) в ОПС, при котором порошковые составы проявляют супергидрофобные свойства и наименьшее сопротивление течению.*

3. Saenko, E.V. Mesoporous hydrophobic silica nanoparticles as flow-enhancing additives for fire and explosion suppression formulations / E.V. Saenko, Y. Huo, **A.Sh. Shamsutdinov**, N.B. Kondrashova, I.V. Valtsifer, V.A. Valtsifer // ACS Applied Nano Materials. – V. 3. – №3. – 2020. – P. 2221 – 2233 (**Web of Science, Scopus**) (1,50 п. л., авт. 1,53 п. л.).

*В данной статье описан новый порошковый состав для пожаро-взрывоподавления с повышенной текучестью, обеспечивающий быструю работу и высокую эффективность системы активного подавления взрыва. Впервые показана возможность использования мезопористых кремнеземных материалов с различной структурой (MCM-41, MCM-48 и SBA-15), с высокой удельной поверхностью в качестве добавок, улучшающих текучесть составов на основе моноаммонийфосфата. Представлены результаты экспериментов по модификации мезопористых материалов полиметилгидросилоксаном (ПМГС). Изучено влияние характеристик поверхности частиц кремнезема, их размера и концентрации на реологические параметры порошковых составов.*

4. Kondrashova, N.B. Preparation and properties of iron oxide doped mesoporous silica systems / N.B. Kondrashova, **A.Sh. Shamsutdinov**, T.D. Batueva,

V.A. Valtsifer, V.N. Strelnikov, S.A. Uporov // J. Inorg. Organomet. Polym. – V.30. – 2020. – P.2081 – 2088 (Web of Science, Scopus) (0,88 п. л., авт. 0,59 п. л.).

*В статье представлены результаты исследований условий синтеза и свойства мезопористых кремнеземных материалов, содержащих магнитные оксиды железа ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Подробно были рассмотрены два метода синтеза. Первая серия образцов подготовлена темплатным гидротермальным синтезом путем соконденсации кремнезема и оксида железа (НТ). Вторая серия образцов была приготовлена путем внедрения наночастиц  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  в кремнеземную матрицу МСМ-48(РМ). Для этих материалов были определены удельная поверхность, объем пор, размер пор и частиц.*

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов, все отзывы положительные: **Ильин Алексей Алексеевич**, кандидат технических наук, директор по научно-исследовательской работе акционерного общества «ГалоПолимер Пермь»; **Мазунин Сергей Александрович**, доктор химических наук, профессор кафедры неорганической химии, химической технологии и техносферной безопасности ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»; **Шайдурова Галина Ивановна**, доктор технических наук, профессор, академик РАКЦ, главный химик публичного акционерного общества «Научно-производственное объединение «Искра»; **Шуняев Константин Юрьевич**, доктор химических наук, профессор, руководитель научного отдела физической химии Института металлургии УрО РАН; **Ситников Петр Александрович**, кандидат химических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории «Ультрадисперсных систем» Института химии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН).

В отзывах дана высокая оценка научного уровня диссертации Шамсутдинова Артема Шамилевича, ее теоретической и практической значимости. Отмечено, что диссертационная работа полностью удовлетворяет

требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны** и научно обоснованы технологические решения получения экологически безопасных огнетушащих порошковых составов на основе фосфатов аммония с повышенной текучестью, супергидрофобностью и низкой склонностью к влагопоглощению;

**установлены** физико-химические условия получения супергидрофобного состояния поверхности функционального наполнителя на основе модифицированных частиц диоксида кремния для огнетушащего порошкового состава;

**доказана** перспективность использования двухкомпонентного функционального наполнителя на основе модифицированных монодисперсных частиц диоксида кремния и Aerosil 380, позволяющего значительно улучшить динамические характеристики огнетушащего порошка.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что:

**изучено** влияние удельной поверхности, размера и формы частиц диоксида кремния, а также длины алкильной цепи функциональной группы молекул гидрофобизатора на достижение супергидрофобного состояния частиц  $\text{SiO}_2$  в результате их поверхностной модификации;

применительно к проблематике диссертации результативно **использованы** реологические методы исследования огнетушащих порошковых составов на основе фосфатов аммония, позволившие изучить влияние свойств поверхности частиц функционального наполнителя, размера агломератов и их содержания в составе на поведение порошков при сдвиговых деформациях и динамическом течении;

**доказано** ухудшение гидрофобных и реологических характеристик огнетушащих порошков при избыточном введении модифицированных частиц

диоксида кремния после достижения составом супергидрофобного состояния;

**изложены** особенности влияния гранулометрического состава фосфатов аммония, являющегося основным тушащим компонентом, на реологические характеристики и гидрофобность огнетушащего порошка;

**раскрыто** преимущество использования динамического теста перед сдвиговым в оценке реологических свойств огнетушащих порошковых составов, позволяющее в большей степени предсказать поведение порошковых составов в условиях высоких скоростей течения.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

**разработана** и защищена патентом РФ № 2723518 (2020 г.) реологическая добавка для огнетушащего порошкового состава, которая **внедрена** в ООО «ИВЦ Техномаш» на производственной линии изготовления огнетушащего порошкового состава общего назначения, о чем имеется соответствующий акт внедрения. Установлено, что технические характеристики полученного огнетушащего состава соответствуют требованиям регламентирующих документов – ГОСТ Р 53280.4-2009 «Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества. Часть 4. Порошки огнетушащие общего назначения», НПБ 170-98 «Порошки огнетушащие общего назначения. Общие технические требования. Методы испытаний»;

**определены** технологические решения получения супергидрофобного функционального наполнителя на основе модифицированных частиц диоксида кремния для огнетушащего порошкового состава;

**представленные** результаты могут быть использованы специалистами в области технологии неорганических веществ и рекомендованы к использованию на предприятиях, занимающихся разработкой и выпуском средств порошкового пожаротушения.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила:

**экспериментальные работы** проводились в лабораторных условиях с

применением современных физико-химических методов исследования и аттестованных приборов, позволивших получить точные и воспроизводимые данные;

проведенные **опытно-промышленные испытания** позволили подтвердить эффективность огнетушащего порошкового состава с разработанным функциональным наполнителем;

**теория** построена на известных, проверяемых данных и фактах в области технологии неорганических веществ и реологии порошковых материалов, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

**идея базируется** на анализе и обобщении отечественного и зарубежного опыта в области технологии производства огнетушащих порошковых составов, использования модифицированных дисперсных наполнителей, регулирующих течение порошковых материалов;

**установлено, что** результаты, полученные автором, согласуются с данными, представленными в современной научной литературе по данной тематике.

**Личный вклад соискателя** состоит в формулировке целей и задач исследования, определении реологических характеристик порошковых составов, установлении степени гидрофобности модифицированных частиц диоксида кремния и огнетушащего порошка, анализе и интерпретации полученных данных исследований; в результате выполнения работы автором установлены оптимальные технологические режимы получения функционального наполнителя и огнетушащего состава на его основе.

**Диссертационный совет пришел к выводам** о том, что:

1) диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 09 января



2018 г. № 1-О: в работе изложены научно обоснованные технологические решения по разработке рецептуры и технологии получения функционального наполнителя на основе модифицированных частиц диоксида кремния, позволяющего значительно улучшить показатели пожаротушающей эффективности, текучести и влагостойкости огнетушащего порошкового состава на основе фосфатов аммония;

2) диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, включающую исследования по п.п 2. «Технологические процессы (химические, физические и механические) изменения состава, состояния, свойств, формы сырья, материала в производстве неорганических продуктов» паспорта научной специальности: 05.17.01 – Технология неорганических веществ.

На заседании 23 сентября 2021 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.02 принял решение присудить Шамсутдинову Артему Шамиловичу ученую степень кандидата технических наук (протокол № 10 от 23 сентября 2021 г.).

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 16, против присуждения ученой степени – 0.

Председатель диссертационного совета Д ПНИПУ.05.02,  
доктор технических наук, проф.

 Рудакова Лариса Васильевна

Ученый секретарь диссертационного совета Д ПНИПУ.05.02,  
кандидат технических наук, доцент

ПНИПУ.05.02,

— Калинина Елена Васильевна

« 4 » октября 2021 г.