




«Утверждаю»
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Казанский
национальный исследовательский
технологический университет», д.т.н.


_____ Копылов А.Ю.
«» _____ 2021 г.


ОТЗЫВ

ведущей организации по диссертационной работе Шамсутдинова Артема Шамилевича, выполненной на тему: «Закономерности создания супергидрофобного функционального наполнителя для улучшения реологических свойств огнетушащих порошковых составов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ

Диссертационное исследование Шамсутдинова А.Ш. посвящено установлению физико-химических и технологических закономерностей поверхностной модификации нано- и микродисперсных частиц диоксида кремния и определению их влияния на реологические свойства дисперсных систем на основе фосфатов аммония с целью разработки технологии получения огнетушащего порошкового состава с повышенной текучестью, гидрофобностью и пожаротушающей эффективностью. Для этого нужно было решить следующие задачи.

1. Изучить физико-химические условия поверхностной модификации нано- и микродисперсных частиц диоксида кремния с различными текстурно-структурными характеристиками в процессе получения супергидрофобного функционального наполнителя.

2. Установить влияние морфологических и текстурных свойств функционального наполнителя на реологические и гидрофобные свойства огнетушащего порошка на основе фосфатов аммония.

3. Определить влияние гранулометрического состава фосфатов аммония на технические характеристики ОПС.

4. Выявить особенности снижения сопротивления ОПС динамическому течению путем изменения состава супергидрофобного функционального наполнителя.

5. Разработать технологию получения огнетушащего порошкового состава с супергидрофобным функциональным наполнителем.

Актуальность темы

Огнетушащие порошковые составы распространены в мире и используются в большинстве переносных и автоматических средствах пожаротушения. Огнетушащие порошковые составы на основе фосфатов аммония обладают большей удельной эффективностью, но в тоже время имеют ряд существенных недостатков: гигроскопичность, слеживаемость, ухудшение технических характеристик при хранении, что приводит к неспособности эффективно тушить пожары.

Перспективным направлением улучшения технических и эксплуатационных свойств огнетушащих порошковых составов общего назначения является модернизация технологии изготовления функционального наполнителя с целью получения супергидрофобных нано- и микродисперсных частиц диоксида кремния. Использование реологических методов исследования для оптимизации содержания супергидрофобного функционального наполнителя и гранулометрического состава тушащего компонента позволяет существенно повысить пожаротушащую эффективность огнетушащих порошковых составов, улучшить его влагостойкость и текучесть.

Таким образом, разработка технологии создания супергидрофобного наполнителя, обеспечивающего получение огнетушащих порошковых составов с высокими показателями пожаротушащей эффективности, текучести и влагостойкости среди существующих аналогов, применяемых в порошковых системах пожаротушения, являются важной и актуальной задачей.

Все это в целом свидетельствует об актуальности диссертационного исследования Шамсутдинова А.Ш.

Новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В работе Шамсутдиновым А.Ш. установлено, что количество функционального наполнителя, необходимого для получения огнетушащих порошковых составов с супергидрофобными свойствами, для

гидрофобизированных частиц диоксида кремния с упорядоченной структурой пор прямо пропорционально их удельной поверхности, без развитой структуры пор – обратно пропорционально величине удельной поверхности. Им определено содержание функционального наполнителя (5% монодисперсных частиц SiO_2) в огнетушащих порошковых составах, при котором он проявляет супергидрофобные свойства (краевой угол смачивания 168°), позволяющие наиболее эффективно снизить сопротивление состава течению (основная энергия течения 732 мДж, удельная энергия течения 7,87 мДж/г, когезия 0,395 кПа, коэффициент функции истечения 10,3). Также он выявил эффект снижения на 30% сопротивления динамическому течению огнетушащих порошковых составов (основная энергия течения 501 мДж, удельная энергия течения 6,35 мДж/г) при использовании в составе функционального наполнителя, состоящего из смеси монодисперсных частиц диоксида кремния и Aerosil 380 в массовом соотношении равном 98/2.

Значимость результатов для науки и практики

Установлено влияние удельной поверхности, размера и формы частиц диоксида кремния, а также длины алкильной цепи функциональной группы молекул гидрофобизатора на достижение супергидрофобного состояния частиц SiO_2 в результате их поверхностной модификации. Полученные закономерности позволили снизить расход гидрофобизирующей жидкости в процессе поверхностной модификации частиц диоксида кремния, сохранив их высокую степень гидрофобности.

Использование реологических методов исследования огнетушащих порошковых составов на основе фосфатов аммония позволило изучить влияние свойств поверхности частиц функционального наполнителя, размера агломератов и их содержания в составе на поведение порошков при сдвиговых деформациях и динамическом течении. Показано, что избыточное введение модифицированных частиц диоксида кремния после достижения супергидрофобного состояния составов приводит к ухудшению гидрофобных и реологических характеристик. Причиной этого является рост размера агломератов наполнителя и ухудшение их распределения по поверхности частиц тушащего компонента.

Определены особенности влияния гранулометрического состава фосфатов аммония, являющегося основным тушащим компонентом, на реологические характеристики и гидрофобность огнетушащих порошковых составов.

Исследование течения огнетушащих порошков с разработанным функциональным наполнителем под действием давления движущего газа

показало преимущество использования динамического теста перед сдвиговым в оценке реологических свойств огнетушащих порошковых составов. Показано, что динамический тест позволяет в большей степени предсказать поведение порошковых составов в условиях высоких скоростей течения.

Разработана рецептура и технология получения функционального наполнителя на основе модифицированных монодисперсных частиц диоксида кремния и Aerosil 380 для огнетушащих порошковых составов. Доказано, что разработанная технология получения и оптимизация содержания функционального наполнителя позволили увеличить краевой угол смачивания огнетушащих порошковых составов до 160° и не менее чем на 20% уменьшить сопротивление динамическому течению. Выявлено, что удельная эффективность разработанного огнетушащего порошкового состава для тушения твердых и жидких горючих материалов превосходит лучшие российские и импортные аналоги в среднем на 25 и 50% соответственно.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационного исследования Шамсутдинова А.Ш. могут быть использованы на предприятиях, изготавливающих огнетушащие составы, например, ООО «ИВЦ Техномаш», а также вузами, готовящих специалистов по технологии неорганических веществ: РХТУ им. Менделеева, КНИТУ г.Казань, СПГТИ(ТУ) г.Санкт-Петербург, ПНИПУ г. Пермь, ИГХТУ г.Иваново и др.)

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов

Достоверность результатов и обоснованность выводов диссертационного исследования Шамсутдинова А.Ш. подтверждены использованием комплекса стандартных современных инструментальных методов исследования, а также воспроизводимостью экспериментальных данных и проверкой их при практической реализации.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом, замечания по оформлению

Диссертационное исследование Шамсутдинова А.Ш. представляет собой завершенную работу и оставляет благоприятное впечатление обоснованием и обсуждением результатов, использованием этих результатов для разработки технологий.

В работе обобщены литературные данные по огнетушащим порошковым составам: их составу, принципам тушения огня, технологии изготовления.

В работе изучены физико-химические условия получения супергидрофобного состояния (краевой угол смачивания более 160°) поверхности функционального наполнителя огнетушащего порошкового состава. Установлены оптимальные значения концентрации полиметилгидросилоксана для модификации поверхности частиц диоксида кремния. Определены оптимальные технологические условия, позволяющие получить огнетушащие порошковые составы с повышенной текучестью, супергидрофобностью (краевой угол смачивания 168°) и низкой склонностью к влагопоглощению (1,5 масс.%). Установлено, что увеличение удельной поверхности диоксида кремния, не обладающего упорядоченной структурой пор, позволяет сократить его содержание в составе до 3,5 масс.% для Aerosil 380 и 5 масс.% для монодисперсных частиц. Показано, что наполнитель из частиц диоксида кремния сферической формы размером 55 нм позволяет получить порошковые составы, обладающие свободно текучими свойствами. Определено влияние гранулометрического состава фосфатов аммония на реологические и гидрофобные свойства огнетушащих порошковых составов. Установлено определяющее влияние частиц тушащего компонента размером менее 50 мкм на технические характеристики огнетушащих порошков. Установлено, что использование двухкомпонентного функционального наполнителя на основе модифицированного диоксида кремния, состоящего из монодисперсных частиц и Aerosil 380 в массовом соотношении 98/2, позволяет значительно улучшить динамические характеристики огнетушащих порошковых составов (основная энергия течения 501 мДж, удельная энергия течения 6,35 мДж/г), сохранив его свободно текучие свойства (когезия 0,439 кПа, коэффициент функции истечения 9,17) и соответствие кажущейся плотности требованиям регламентирующих документов. Автором разработан огнетушащий порошковый состав с супергидрофобным функциональным наполнителем. Показано, что разработанная технология получения функционального наполнителя и оптимизация его содержания позволяют создать огнетушащий состав, который демонстрирует лучшие показатели пожаротушащей эффективности, текучести, влагостойкости среди существующих аналогов. Разработанная технология получения функционального наполнителя реализована в ООО «ИВЦ Техномаш» в составе производственной линии изготовления ОПС общего назначения.

При анализе работы были сделаны следующие замечания.

1. В раздел «Положения, выносимые на защиту» следует выносить установленные автором зависимости, закономерности, механизмы, способы, последовательность технологических операций, их оптимальные параметры и т.д. Результаты исследований – это факты, которые не требуют защиты, если они достоверны.

2. Автор предложил очень длинное название своей работы. Его можно было бы сократить, например: «Технология супергидрофобного наполнителя для огнетушащих порошковых составов».

3. В целом диссертация оформлена грамотно. Однако иногда встречаются опечатки (Стр. 4, 76, 93).

4. На стр. 9 автор перечисляет легкоразлагающиеся соли, входящие в состав огнетушащих порошковых составов. В их число автор включил хлориды натрия и калия, что некорректно.

5. В технологических блок-схемах, приведенных на стр. 99-100 указаны соотношения компонентов и их дисперсности, но в тексте диссертации нет обоснования выбора данных величин.

По материалам диссертационной работы опубликовано 5 работ, из которых 4 статьи в журналах, индексируемых в международных реферативных базах Web of Science и Scopus, получен 1 патент на изобретение. Основные результаты работы доложены и широко обсуждены на конференциях разного уровня, в том числе международных. Содержание диссертационного исследования достаточно полно освещено в представленных автором публикациях.

Автореферат отражает содержание диссертации.

Заключение

Диссертация Шамсутдинова Артема Шамилевича «Закономерности создания супергидрофобного функционального наполнителя для улучшения реологических свойств огнетушащих порошковых составов», является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значения для развития технологии неорганических веществ, соответствует критериям, установленным в п.п.9-12 «Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ», утвержденного ректором ПНИПУ от 09.01.2018г, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Соискатель Шамсутдинов Артем Шамилович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.01 – Технология неорганических веществ за установление физико-химических и технологических закономерностей поверхностной модификации нано- и микродисперсных частиц диоксида кремния и определение их влияния на реологические свойства дисперсных систем на основе фосфатов аммония при разработке технологии огнетушащего порошкового состава с повышенной текучестью, гидрофобностью и пожаротушащей эффективностью.

Отзыв рассмотрен на расширенном заседании кафедры технологии неорганических веществ и материалов Казанского национального исследовательского технологического университета (Протокол № 13 от 12.07.2021 г.).

Отзыв составил заведующий
кафедрой ТНВМ КНИТУ,
д.т.н., профессор



Хацринов А.И.

Подпись 

удостоверяется,
Начальник ОКид ФГБОУ ВО «КНИТУ»

О.А. Перельгина
20 

