# ОТЗЫВ

официального оппонента доктора химических наук, профессора
Пахомова Павла Михайловича на диссертационную работу
Ишмухаметова Эдуарда Миниахметовича на тему:
**«РАЗРАБОТКА И КОЛЛОИДНО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКИДНОЙ ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.4.10. Коллоидная химия

Для отзыва предоставлена диссертация, изложенная на 200 страницах машинописного текста, которая включает 27 таблиц, 36 рисунков, список литературы из 158 источников, 7 приложений, а также автореферат объемом 23 страниц.

## 1. Актуальность темы исследования

Для решения расширенной проблематики пылеобразования на промышленных объектах при складировании и транспортировке сыпучих материалов требуется создание пылеподавляющих составов. На сегодняшней день рынок пылеподавляющих реагентов разнообразен и включает в себя растворы, пены и эмульсии с различными видами функциональных наполнителей. Низкая пленкообразующая способность многих из них ведет к поиску полимеров с высокой адгезивной способностью. В этой связи, применение таких полимеров как алкидные смолы, в составе эмульсии, обеспечит создание высокоэффективного пылеподавляющего состава. Однако, в силу особенностей, в частности сложности эмульгирования алкида, высокой вязкости и сильной коалесценции, необходимо принимать меры по повышению эффективности данных составов.

Диссертационная работа Ишмухаметова Эдуарда Миниахметовича направлена на разработку и изучение коллоидно-химических особенностей получения эмульсий на основе алкидной глифталевой смолы для пылеподавления.

Работа Ишмухаметова Э.М. была выполнена при финансовой поддержке гранта президента РФ НШ-2584.2020.8, гранта РНФ 23-19-00796.

## 2. Общая характеристика работы

Диссертационная работа построена традиционно и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений.

Во *введении* сформулированы актуальность проблемы, цель и задачи исследования, обоснован выбор объектов исследования, указаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту. Приведены сведения об апробации работы,

личном вкладе автора, структуре и объеме работы.

В *главе 1* дан достаточно подробный обзор литературных данных. Рассмотрены существующие способы ликвидации пыли, включая самый распространённый влажный метод пылеподавления и самые эффективные механический и физико-химический методы. Проанализировано влияние вида полимерного компонента на свойства эмульсий на водной основе, рассмотрены теоретические представления о механизме действия пылеподавляющих составов на поверхность пылеобразующей дисперсии и вопросы, связанные с влиянием полимерного компонента на стабилизированный и консолидированный слой неорганической дисперсии.

В *главе 2* рассмотрены характеристика используемых материалов и методов исследования.

В *главе 3* представлены результаты исследования по разработке состава и метода эмульгирования алкидной эмульсии для пылеподавления, а также определен состав неорганической модельной пылеобразующей дисперсии. На основании комплекса проведенных исследований автором установлена способность алкидной глифталевой смолы к эмульгированию, проведено ранжирование рецептурно-технологических способов по повышению эффективности получения трехкомпонентной алкидной эмульсии «дисперсная фаза – дисперсионная среда – эмульгатор» по совокупности характеристик (снижение условной вязкости, повышение срока жизни, уменьшение размера капель эмульсии). Установлена возможность получения эмульсии при максимальном содержании алкида и минимальном ПАВ – АМР-95. Проведен анализ влияния модифицирующих компонентов на физико-механические и коллоидно-химические свойства при получении как алкидной эмульсии, так и полимерного покрытия после ее полимеризации.

В *главе 4* приводятся результаты оценки консолидированного слоя, образованного после полимеризации эмульсии. Рассмотрены эффективность разработанной пылеподавляющей эмульсии, ее коллоидно-химические свойства и структурные особенности консолидированного слоя пылеобразующей дисперсии. Также, отображены результаты по количественные оценки эффективности пылеподавления и сравнительного анализа разработанных составов с промышленно выпускаемыми, разработано портативное лабораторное устройство, позволяющее определить концентрацию пыли в воздушной среде до и после обработки модельной пылеобразующей дисперсии.

Диссертационная работа написана грамотно, содержит четкие и лаконичные формулировки полученных результатов и выводов. Качество оформления соответствует нормативным положениям и требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

**3. Степень обоснованности, новизна и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Для изучения сырьевых компонентов и составов конечного материала на их основе применен комплекс методов исследований с использованием современного высокотехнологичного оборудования, что позволило получить обоснованные и достоверные результаты.

*Новизна научных положений, выводов и рекомендации* диссертационной работы Ишмухаметова Э.М. состоит в следующем. Автором установлены условия получения коллоидно-устойчивой пылеподавляющей водной эмульсии полимера на основе алкидной глифталевой смолы, заключающиеся в следующей последовательности и параметрах эмульгирования: предварительное введении эмульгатора АМР-95 в алкидную смолу (скорость v=1900–2000 об/мин, температура $t$=35 °С, время $\tau$=10 мин перемешивания); подача полученного раствора в воду (эмульгирование: v=5000 об/мин; $t$=35 °С; $\tau$=10 мин); введение коалесцента этиленгликоля (эмульгирование: v=10000 об/мин; $t$=35 °С; $\tau$=30 мин); последовательное введение сиккативов кобальта и циркония (эмульгирование: v=10000 об/мин; $t$=35 °С; $\tau$=10 мин).

Установлены закономерности влияния модифицирующих компонентов на свойства алкидной пылеподавляющей эмульсии и пленки на ее основе. Введение этиленгликоля в качестве коалесцирующего компонента – 6 масс. % и сиккативов кобальта и циркония – 0,034 и 0,066 масс. % соответственно, обеспечивают получение коллоидно-устойчивой эмульсии с размером капель – до 3 мкм, вязкостью до 50,7 мПа×с, сроком жизни – до 87 сут. Формируемая алкидная пленка, создаваемая на пылеобразующей дисперсии, представляет собой консолидированный слой частиц пыли, с временем высыхания – 19 ч, твердостью пленки – 0,32 уд. ед., краевым углом – 97,5°, свободной энергией поверхности – 36,7 мН/м.

Предложен механизм действия эмульсии алкидной смолы на водной основе, как пылеподавляющего реагента, заключающийся в пленкообразовании за счет последовательно происходящих этапов консолидации пылеобразующей дисперсии: захват каплями эмульсии частиц пыли как в воздухе, так и на пылеобразующей поверхности; испарение дисперсионной среды, обеспечивающее слияние капель дисперсной фазы с формированием агломератов частиц пыли и их уплотнением; размягчение оболочки капли эмульсии и экстрагирование этиленгликолем алкидной смолы с распределением ее по пылеобразующей дисперсии с увеличением объема агрегированных частиц пыли; в результате взаимодействия сиккатива с дисперсной фазой происходит поверхностная и объемная полимеризация алкидного смолы, сопровождающаяся испарением коалесцента и дисперсионной среды с образованием алкидной пленки, представляющей собой консолидированный слой частиц пыли.

*Достоверность научных положений* диссертации Ишмухаметова Э.М. подтверждается согласием экспериментального материала с имеющимися литературными данными, его теоретическим анализом, исследованием зависимостей коллоидно-химических свойств эмульсии от параметров эмульгирования. В работе применен ряд современных методов исследования в соответствии с общепринятыми методами коллоидной химии, а также со стандартными методиками оценки свойств сырьевых и синтезированных материалов лакокрасочной. промышленности.

*Степень обоснованности научных положений*, выводов и рекомендаций диссертационной работы обеспечена комплексным подходом к решению теоретически обоснованной рабочей гипотезы, а методология ее исполнения подтверждает возможность получения алкидной эмульсии на водной основе для пылеподавления.

*Теоретическая и практическая значимость результатов исследований.* Предложено решение научной задачи по получению пылеподавляющей эмульсии алкидной смолы с высоким содержанием полимерного компонента, низким размером капель и высоким сроком жизни, обеспечивающей высокую проникающую способность реагента в пылеобразующую неорганическую дисперсию с образованием полимерной пленки, позволяющей снизить коэффициент запыленности до 0,066 при расходе эмульсии 0,75 л/м$^2$.

Проведено ранжирование рецептурно-технологических способов по повышению эффективности получения трехкомпонентной алкидной эмульсии «дисперсная фаза – дисперсионная среда – эмульгатор» по совокупности характеристик (уменьшение размера капель эмульсии, снижение условной вязкости, повышение срока жизни).

Автором разработан состав и технология получения пылеподавляющей эмульсии для нанесения методом распыления на пылеобразующую дисперсию с 56,1 %-ным содержанием алкидной смолы, 37,5 %-ным содержанием воды, 0,3 %-ным содержанием АМР-95, 6 %-ным содержанием этиленгликоля, 0,1 %-ным содержанием смеси сиккативов кобальта и циркония.

Предложен комплекс косвенных и прямых методов оценки пылеподавляющей эффективности алкидных эмульсий, включающий определение: частного остатка на сите после обработки ПД эмульсией, структуры поверхности и толщины консолидированного слоя (КС), водоустойчивости, краевого угла, коэффициента запыленности.

Предложена методика количественной оценки эффективности полимерных пылеподавляющих составов, заключающаяся в определении коэффициента запыленности, характеризующего устойчивость консолидированного слоя к ветровой эрозии. Разработана портативная лабораторная установка, действующая по принципу аэродинамической трубы, позволяющая оценить концентрацию пыли в

воздухе.

*Публикации.* По результатам исследования изложены 13 научных публикаций, в том числе 5 статей в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий и международных реферативных баз, рекомендованных ВАК РФ.

**4. Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы и автореферата**

По результатам изучения диссертации Ишмухаметова Э.М. имеются следующие замечания и вопросы.

1. Что автор понимает под термином «пылеобразующая дисперсия»? В химии дисперсией принято называть «коллоидные дисперсные системы». На мой взгляд, вводимый автором термин требует расшифровки.

2. В работе автором подробно описан алгоритм получения эмульсии и доказано влияние параметров эмульгирования на коллоидно-химические свойства эмульсии. Однако, на мой взгляд, в диссертации недостаточно отображено условие введения модификаторов границы раздела фаз в состав эмульсии.

3. Автор дает достаточно подробное описание свойств пленок, образующихся после высыхания алкидной эмульсии, но не приводит методику для оценки качества поверхности алкидной пленки. Неясно каким образом производилось установление зависимости свободной энергии поверхности пленки от содержания и вида поверхностно-активного вещества.

4. На рисунках 3.12–3.15 диссертации автор выделяет состав эмульсии с 55 % содержанием в системе алкида, полученный вторым способом, и при этом говорится о приобретенной структуре и о повышении устойчивости эмульсии. Чем объясняется этот факт? За счет чего ослабляются связи ПАВ и среды?

5. С чем может быть связано снижение твердости при одновременном увеличении времени высыхания алкидного покрытия в составах эмульсии с содержанием сиккативов свыше 4 % (табл. 4 автореферата и 3.12 диссертации)?

Однако указанные замечания и рекомендации не являются критическими и не оказывают влияния на положительное впечатление о работе Ишмухаметова Э.М.

**5. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней**

Диссертация Ишмухаметова Эдуарда Миниахметовича представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи по получению эмульсии алкидной смолы для пылеподавления, имеющей важное значение для развития коллоидной химии, в части синтеза и структурообразования дисперсных систем. Текст диссертации и автореферата

написан грамотным языком, графический материал выполнен на высоком уровне.

Учитывая актуальность затронутых вопросов, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, считаю, что диссертационная работа на тему «Разработка и коллоидно-химические свойства алкидной эмульсии для пылеподавления» полностью соответствует критериям пп. 9–14 Положения о присуждения ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Ишмухаметов Эдуард Миниахметович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.10. Коллоидная химия.

**Официальный оппонент:**
доктор химических наук, (специальность
02.00.06 – «Высокомолекулярные соединения»),
профессор, заведующий кафедрой физической химии ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», заслуженный работник высшей школы РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный университет»
**Адрес:** 170002, Тверская область, г. Тверь,
пер. Садовый, д. 35, каб. 421
**Телефон:** (4822) 58-05-22 (доб. 138)
**E-mail:** pavel.pakhomov@mail.ru
**Сайт:** https://tversu.ru

Пахомов Павел Михайлович
«17» ноября 2023 г.

Согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Пахомов П.М.

Подпись заведующего кафедрой, проф. П.М. Пахомова заверяю:
Проректор по НИД ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

А.В. Зиновьев

«17» ноября 2023 г.