



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева»

Миусская пл., д. 9, Москва, 125047
Тел.: +7 (499) 978-86-60; Факс: +7 (495) 609-29-64
E-mail: pochta@muctr.ru; https://www.muctr.ru
ОКПО 02066492; ОГРН 1027739123224
ИНН/КПП 7707072637/770701001

№ _____
на № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования



«Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева»,
доктор химических наук, профессор

 Р.А. Козловский

«29» август 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева»

на диссертационную работу **Богданова Всеволода Николаевича**
на тему: «**Разработка и коллоидно-химические свойства водно-
дисперсионного лакокрасочного материала на основе калиевого
жидкого стекла**», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по научной специальности 1.4.10. Коллоидная химия

Актуальность темы исследования обусловлена потребностью
строительной отрасли в создании и внедрении лакокрасочных материалов
нового поколения, соответствующих современным экологическим
требованиям, обладающих высокой эффективностью и изготавливаемых из
доступного сырья. Специалистами в области коллоидной химии и
лакокрасочных материалов ведутся разработки по модификации

пленкообразующих материалов для повышения качества эксплуатационных характеристик. Исследования коллоидно-химических свойств лакокрасочных материалов способствуют развитию в области новых пленкообразующих систем и функциональных добавок.

В современной лакокрасочной индустрии для создания покрытий с улучшенной экологичностью, прочностью, долговечностью, гидрофобностью и антибактериальностью используют композиционные пленкообразователи без летучих органических соединений, а также дисперсные наполнители, антибактериальные компоненты, гидрофобизаторы и поверхностно-активные вещества.

Таким образом, диссертационная работа Богданова Всеволода Николаевича направлена на решение актуальной задачи - разработку и изучение коллоидно-химических свойств композиционного пленкообразователя на основе калиевого жидкого стекла, который выступает компонентом водно-дисперсионного лакокрасочного материала и обеспечивает высокие эксплуатационные свойства защитно-декоративного покрытия. Работа выполнялась при финансовой поддержке в рамках реализации государственного контракта ВКГ 043-2012 №10367р/18339 (СТАРТ-12).

Структура и содержание работы

Диссертация включает введение, пять глав, заключение и приложения. Диссертационная работа изложена на 148 страницах текста, включающего 33 таблицы, 29 рисунков, список литературы из 170 источников, 3 приложений.

Диссертация логично представлена и включает все элементы, характерные для диссертационной работы: обзор литературы, описание объектов и методов исследования, результаты по получению автоклавным гидротермальным способом калиевого жидкого стекла и разработке состава водно-дисперсионного лакокрасочного материала на его основе с исследованием прочностных, водостойких и пожаробезопасных свойств образуемого защитно-декоративного покрытия. Особое внимание уделено

главе, посвящённой коллоидно-химическим исследованиям пленкообразователя, а именно поверхностного натяжения, смачивания, адгезии, когезии, растекания и ζ -потенциала в зависимости от соотношения калиевого жидкого стекла и стирол-акриловой дисперсии в составе композиции. Изучен характер влияния пиритиона цинка на бактерицидные свойства пленкообразователя. Проведены исследования микроструктур отверждённых составов пленкообразователей. Завершающие разделы включают рекомендации по практическому применению и технико-экономическую оценку эффективности разработанной добавки. Иллюстративный материал достаточен.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации и дает полное представление о научной новизне и практической значимости работы.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается применением комплекса современных физико-химических методов исследования, включая рентгенофазовый анализ, аналитическую растровую и аналитическую просвечивающую электронную микроскопии высокого разрешения, сталагмометрический метод определения поверхностного натяжения, метод измерения ζ -потенциала и метод определения краевого угла.

Достоверность подтверждается выполнением экспериментальных исследований на высоком техническом уровне с учетом требований нормативной документации при использовании обширного спектра современного поверенного и квалифицированного оборудования, стандартных методов и аттестованных методик, достаточным количеством параллельных испытаний и статистической обработкой результатов, воспроизводимостью полученных экспериментальных данных.

Основные положения диссертационной работы были представлены во всероссийских конференциях и форумах и изложены в 10 научных публикациях, в том числе: 5 – в журналах, входящих в перечни рецензируемых научных изданий и международных реферативных баз данных и систем цитирования, рекомендованных ВАК РФ. Получен 1 патент РФ на изобретение.

Научная новизна

Проведено комплексное исследование смачивания и адгезии композиций, содержащих смеси стирол-акриловых дисперсий и калиевого жидкого стекла, на основе чего определены такие важнейшие коллоидно-химические характеристики, как поверхностное натяжение и работа когезии пленкообразователей (разработанного диссертантом и композиции, составленной из промышленно выпускаемых САД и КЖС), а также краевого угол и работа адгезии к стальным подложкам.

Показано, что с ростом содержания калиевого жидкого стекла в разработанной автором композиции ее поверхностное натяжение повышается от 25 мДж/м² до 40 мДж/м² при 50 масс. % КЖС. При дальнейшем увеличении концентрации КЖС поверхностное натяжение системы так же растет, но более резко, достигая при 100 масс.% 83, 5 мДж/м². Такое изменение значений σ свидетельствует об усилении межмолекулярного взаимодействия в пленкообразователе, на что указывают расчётные значения работы когезии, которые для стирол-акриловой дисперсии составляли 50 мДж/м², а для КЖС 168 мДж/м². Аналогичным образом значение работы когезии повышалось при увеличении концентрации КЖС и в контрольных образцах «КЖС-САД», только в этом случае эти изменения были существенно меньше.

В работе также установлено, что введение КЖС в стирол-акриловую дисперсию при концентрациях его до 50 масс.% смачиваемость стальных подложек, хотя и ухудшалась, но незначительно (значение $\cos\theta$ при этом уменьшалось от 0,77 до 0,74). При более высоких концентрациях КЖС в композициях, разработанных диссертантом, смачиваемость таких подложек

изменялась намного больше. При 75 % КЖС в композиции $\cos\theta$ становился равным 0,67; а в композиции, не содержащей САД, $\cos\theta$ был уже равным 0,53.

Установленное различие во влиянии концентрации КЖС в разработанной композиции на значения работы когезии и $\cos\theta$ приводит к следующему весьма важному положительному эффекту – осязаемому росту адгезионного взаимодействия покрытий со стальной подложкой при введении в полимерную фазу калиевого жидкого стекла. Так, расчеты работы адгезии показали, что при 25% концентрации КЖС в пленкообразователе значение работы адгезии повышается с 44 мДж/м² до 52 мДж/м², а при 50% КЖС в композиции работа адгезии становится равной 71,1 мДж/м², что указывает на возможность получения при таких концентрациях КЖС достаточно прочных и качественных покрытий. В то же время, анализ результатов проведенных исследований показывает, что концентрация КЖС в композициях с САД, превышающих 50 масс. %, оказывается нежелательной, несмотря на высокие значения работы адгезии, поскольку в этом случае вследствие сильного повышения работы когезии смачиваемость стальных подложек существенно ухудшается. В связи с этим предлагается следующий оптимальный состав пленкообразователя: 50 масс. % КЖС и 50 масс.% САД.

Научная и практическая ценность диссертации

Соискателем установлены коллоидно-химические закономерности изменения адгезионного взаимодействия и смачивающей способности пленкообразователя в зависимости от его состава. Предложено решение научной задачи по получению водно-дисперсионного лакокрасочного материала в одноупаковочном варианте на основе устойчивой композиции пленкообразователя с калиевым жидким стеклом, обеспечивающий формирование защитно-декоративного покрытия с повышенной прочностью, твердостью, гидрофобностью и пожаробезопасностью.

В качестве пленкообразователя для лакокрасочного материала разработана композиция на основе калиевого жидкого стекла (50 масс. %) и стирол-акриловой дисперсии НОВОПОЛ 004А (50 масс. %). Применение калиевого

жидкого стекла с силикатным модулем 3,48 и плотностью 1,24 г/см³ обуславливает формирование системы со следующими параметрами: поверхностное натяжение 40,8 мДж/м², $\cos \theta = 0,74$, работа адгезии 71,1 мДж/м², работа когезии 81,6 мДж/м².

Предложен состав пленкообразователя на основе калиевого жидкого стекла, обладающий бактерицидными свойствами в отношении патогенных бактерий *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*. Выявлено соотношение калиевого жидкого стекла: стирол-акриловой дисперсии НОВОПОЛ 004А в разведении 9:1 с содержанием пиритиона цинка 1 масс. %.

Разработан состав водно-дисперсионного лакокрасочного материала на основе калиевого жидкого стекла. Лакокрасочный материал включает: дисперсионную среду – калиевое жидкое стекло – 22 масс. %, стирол-акриловую дисперсию НОВОПОЛ 004А – 15 масс. %, воду – 5 масс. %; дисперсную фазу – наполнители: высокодисперсный мел марки МТД-2 – 20 масс. %, оксид железа (III) – 19 масс. %; диспергатор – поверхностно-активное вещество; 10 %-й раствор сульфэтоксилата натрия – 12 масс. %; гидрофобизатор – полиметилсилоксан ПМС-400 – 7 масс. %.

Предложена технологическая схема производства одноупаковочного водно-дисперсионного лакокрасочного материала на основе калиевого жидкого стекла.

Полученные результаты и выводы могут быть рекомендованы для ознакомления и внедрения на предприятиях/в организациях, где ведутся соответствующие разработки.

Апробация результатов работы

На предприятии ООО «Белрегионцентр» (г. Старый Оскол) осуществлён выпуск опытной партии защитно-декоративного покрытия. Представленный в диссертационной работе акт выпуска полупромышленной партии свидетельствуют о соответствии разработанного состава защитно-декоративного покрытия на основе калиевого жидкого стекла основным показателям, предъявляемым к лакокрасочной продукции. Результаты

испытаний покрытия по ГОСТ Р 52020-2003 показали, что лакокрасочный материал обладает эксплуатационными свойствами, которые соответствуют предъявляемым требованиям.

Основные положения диссертационной работы были представлены на всероссийских и международных конференциях и форумах: III Международной научно-практической конференции «Наука и современность – 2010» (Новосибирск, 2010); Отчетной конференции программы развития «Инновационно-технологический комплекс БелГУ как фактор развития университетского производственно-финансового пространства» (Белгород, 2011); IV Международной научной конференции «Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья» (Белгород, 2012); Региональном форуме «Энергоэффективность в строительстве» (Белгород, 2012); II Международной научной конференции «Актуальные аспекты и перспективы развития современной биотехнологии» (Белгород, 2025), VII Международном симпозиуме «INNOVATIONS IN LIFE SCIENCES» (Белгород, 2025); Международной научной конференции «Рациональное использование природных ресурсов и переработка техногенного сырья: фундаментальные проблемы науки, материаловедения, химия и биотехнология» (Белгород, 2025).

**Рекомендации по использованию результатов и выводов,
приведенных в диссертации**

Результаты, полученные в рамках диссертационной работы Богданова В.Н. представляют интерес для использования предприятиями лакокрасочной индустрии на действующих технологических линиях и вновь строящихся.

Автором разработана нормативно-техническая документация, а именно технические условия и технологический регламент для выпуска в промышленном масштабе водно-дисперсионного лакокрасочного материала на основе калиевого жидкого стекла. На основании представленных в диссертационной работе рецептурно-технологических принципов соискателем предложена технологическая схема получения водно-

дисперсионного лакокрасочного материала, включающая в себя специализированные участки производства такие как участок автоклавного синтеза калиевого жидкого стекла, участок производства композиционного пленкообразователя и участок синтеза поверхностно-активного вещества, сульфэтоксилата натрия.

Осуществленный расчет калькуляционной себестоимости с учетом основных затрат на предполагаемый выпуск одной тонны лакокрасочного материала в сравнении со стоимостью существующей серийно выпускаемой продукции, показал экономическую целесообразность и эффективность выпуска водно-дисперсионного лакокрасочного материала на основе калиевого жидкого стекла.

Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы

1. При описании исходных материалов – наполнителей, помимо стандартных характеристик целесообразно было бы привести кривые распределения частиц по размерам, что является важной характеристикой, влияющей на устойчивость итоговых композиций.

2. В тексте диссертации и в автореферате довольно много неудачных терминов («дисперсная среда», «коллоидная устойчивость», «адгезионно-когезионные взаимодействия», «полное растекание», «тонкодисперсный наполнитель»).

3. На рисунках с экспериментальными данными (3.7; 3.8; 3.9; 3.13) отсутствуют доверительные интервалы.

4. Для расчета $\cos\theta$, Wa , коэффициента растекания Гаркинса используются уравнения, в которых исследуемая система должна быть в условиях равновесия; а, учитывая, что покрытия наносятся на твердую подложку, такие условия отсутствуют. В таком случае определяется не равновесный, а статический угол.

5. Непонятно, зачем в работе определяется коэффициент растекания – явление, при котором жидкость самопроизвольно течет по подложке, а растекание ЛКМ, как таковое, отсутствовало.

6. Реологические исследования композиций не проводились, эти характеристики являются необходимыми, поскольку данная дисперсная система многокомпонентная и должна быть структурированной. В разделе 3.1.4. изучение механизма структурообразования также не содержит реологических исследований композиций.

7. Выводы о высокой коллоидной стабильности автором сделаны только на основе только величины ζ -потенциала (стр.85), что явно недостаточно с учетом сложности и многокомпонентности состава композиции.

8. Из главы о материалах и методах зачем-то следуют выводы (стр.63-64).

9. Микрофотография отвержденной композиции пленкообразователя (рисунок 6 на стр. 13 автореферата) имеет очень неудачный масштаб, что не позволяет увидеть различия в структуре полимерной матрицы и гелевых частиц диоксида кремния.

10. Разработанную композицию пленкообразователя целесообразно было бы испытать не только на стальных пластинах, но и на других подложках.

Большое количество замечаний свидетельствует о том, что объектом исследования являлась очень сложная, многокомпонентная композиция, исследование которой сопряжено с определенными трудностями. Отмеченные недостатки могут быть учтены в последующих исследованиях и в процессе внедрения разработанной композиции на практике. Отмеченные замечания не снижают значимость работы в целом.

Заключение

Диссертация Богданова Всеволода Николаевича на тему: «Разработка и коллоидно-химические свойства водно-дисперсионного лакокрасочного материала на основе калиевого жидкого стекла», является завершённой научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи по разработке состава водно-дисперсионного лакокрасочного материала в одноупаковочном варианте на

основе коллоидно-устойчивой композиции пленкообразователя с калиевым жидким стеклом, и новые научно-обоснованные технические и технологические решения **имеющие значение для развития соответствующей отрасли знаний** – коллоидной химии дисперсных строительных материалов. Полученные в диссертации результаты, научные положения и сформулированные выводы обоснованы, достоверны, обладают новизной, имеют теоретическую и практическую значимость. Текст диссертации написан грамотным языком, материал изложен в логической последовательности.

Содержание диссертационной работы Богданова В.Н. соответствует паспорту научной специальности 1.4.10 Коллоидная химия (технические науки), охватывающему проблемы синтеза и структурообразования дисперсных систем, изучению их структуры и свойств.

Диссертационные исследования соответствуют пунктам области исследований: 2 – Адгезия, смачивание и растекание. Теории, методы исследований, практическое использование. 20 – Роль коллоидно-химических свойств дисперсных систем в практике и их применение.

По актуальности затронутых вопросов, научной новизне и практической значимости, числу публикаций диссертация соответствует критериям пп. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г., № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, **Богданов Всеволод Николаевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 1.4.10. Коллоидная химия.

Отзыв на диссертацию Богданова Всеволода Николаевича на тему: «Разработка и коллоидно-химические свойства водно-дисперсионного лакокрасочного материала на основе калиевого жидкого стекла» подготовили:

Кандидат химических наук по специальности 02.00.11 – «Коллоидная химия», доцент, доцент кафедры коллоидной химии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

«02» 04 2026 г.  Гродский Александр Сергеевич

Доктор химических наук по специальности 02.00.11 – «Коллоидная химия», профессор, профессор кафедры коллоидной химии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

«2» апреля 2026 г.  Назаров Виктор Васильевич

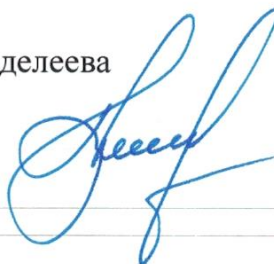
Доктор химических наук по специальности 02.00.11 – «Коллоидная химия», доцент, заведующий кафедрой коллоидной химии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

«02» апреля 2026 г.  Гаврилова Наталья Николаевна

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на заседании кафедры коллоидной химии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», протокол № 13 от «02» апреля 2026 г.

Подписи Гродского Александра Сергеевича, Назарова Виктора Васильевича и Гавриловой Натальи Николаевны заверяю

Ученый секретарь РХТУ им. Д.И. Менделеева
д.т.н., проф.



Н.А. Макаров

Сведения о ведущей организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

Адрес: 125047, г. Москва, Миусская пл., д. 9.

Телефон: +7(499) 978-86-60

E-mail: pochta@muctr.ru

Сайт: <http://www.muctr.ru>