

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента доктора химических наук, профессора

**Гороховского Александра Владиленовича**

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 диссертационной работы**

Строительная отрасль остро нуждается в новых лакокрасочных материалах, которые сочетали бы экологическую безопасность, высокую эффективность и доступность сырьевой базы. В Российской Федерации доминирующее положение по-прежнему занимают композиты на базе органических пленкообразующих веществ. Существенным недостатком таких систем является токсичность, недолговечность, горючесть и взрывоопасность присущая как самим органическим пленкообразователям и растворителям, так и процессам их синтеза.

Использование неорганических связующих в составе лакокрасочных материалов является одним из путей решения этих проблем. В этой связи применение жидких стекол, и особенно калиевого жидкого стекла, в качестве базовой основы для пленкообразования представляет собой современное направление, позволяющее существенно снизить указанные выше негативные недостатки и получить лакокрасочные материалы с улучшенными физико-механическими свойствами. Однако, пленкообразующие составы на основе жидких стекол склонны к отверждению на воздухе, а их реологические свойства изменяются в процессе хранения.

Диссертационная работа Богданова В.Н., направлена на разработку и изучение свойств коллоидно-устойчивой композиции пленкообразователя на основе калиевого жидкого стекла и водной стирол-актиловой дисперсии, как основного компонента разрабатываемого состава водно-дисперсионного лакокрасочного материала, обеспечивающего высокие эксплуатационные свой-

ства. В связи с вышесказанным, работа Богданова Всеволода Николаевича является весьма актуальной.

### **Общая характеристика работы**

На рецензию представлена диссертационная работа и автореферат. Диссертационная работа, состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы, содержащего 170 наименований, 3 приложений; объем работы 148 страниц текста с 33 таблицами и 29 рисунками.

**Во введении** автором раскрыта актуальность выбранной темы, четко определены цель и задачи исследования, изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Также представлены методологическая база, основные положения, выносимые на защиту и аргументы, подтверждающие достоверность полученных данных.

**Первая глава** носит аналитический характер и посвящена обзору способов получения жидкого стекла как коллоидно-химической системы. Подробно рассмотрен химизм процессов, ведущих к формированию твердых покрытий из коллоидных растворов силикатов щелочных металлов. Проанализированы адгезионно-когезионные механизмы, отвечающие за рост прочности, а также процесс образования донорно-акцепторных связей, способствующий возникновению двойного электрического слоя на границе «покрытие – подложка». Изложены базовые принципы создания силикатных композиций. Проведен анализ патентной и научно-технической литературы, содержащей примеры рецептур для разных типов поверхностей. Приведены данные о металлонаполненных силикатных покрытиях и составах без металлических добавок, применяемых по металлу. Кроме того, систематизированы известные способы придания покрытиям бактерицидных свойств.

**Во второй главе** дана подробная характеристика исходных сырьевых компонентов, а также описаны используемые в работе методы и методики экспериментов, включая ссылки на соответствующие ГОСТы.

**Третья глава** содержит экспериментальные данные по получению калиевого жидкого стекла низкотемпературным гидротермальным методом. Выявлены особенности коллоидно-химических процессов, происходящих

при нанесении на стальную подложку составов пленкообразователей на базе калиевого жидкого стекла и стирол-акриловой дисперсии. Установлена коллоидная устойчивость полученных композиций. Изучен механизм структурообразования в процессе отверждения пленкообразователя. На основе полученных закономерностей разработан состав водно-дисперсионного лакокрасочного материала.

**В четвертой главе** исследована возможность придания разработанному составу пленкообразователя бактерицидных свойств за счет введения в его структуру антимикробных компонентов.

**Пятая глава** посвящена описанию комплекса свойств готового лакокрасочного материала, технологическим аспектам его производства, а также оценке экономической эффективности выпуска данного продукта. Приведены сведения о разработанной нормативно-технической документации.

**В заключении** сформулированы итоговые выводы диссертационной работы, даны практические рекомендации и обозначены перспективы для дальнейших исследований в этом направлении.

Содержание автореферата в полной мере отражает основные положения и результаты диссертации.

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

Сформулированные в диссертации научные положения и выводы базируются на результатах экспериментальных исследований, полученных с использованием современных методов анализа структуры и свойств композиций, не противоречащих результатам работ других авторов и согласуются с основными научными представлениями коллоидной химии, дополняя и развивая известные подходы к разработке композиционного (гибридного) пленкообразователя на основе калиевого жидкого стекла как компонента водно-дисперсионных лакокрасочных материалов.

**Новизна научных положений, выводов и рекомендаций** заключается в следующем:

Соискателем установлены коллоидно-химические закономерности изме-

нения поверхностных характеристик композиции пленкообразователя на основе калиевого жидкого стекла и стирол-акриловой дисперсии, заключающиеся в синергетическом снижении поверхностного натяжения пленкообразователя (с 83,5 до 25,1 мН/м) и краевого угла смачивания (с 57,3° до 38,4°) при увеличении доли полимерной составляющей.

Выявлена зависимость адгезионно-когезионного баланса в системе «пленкообразователь-подложка» от соотношения калиевого жидкого стекла и стирол-акриловой дисперсии в пленкообразующей композиции, которая характеризуется тем, что при снижении доли калиевого жидкого стекла происходит снижение работы когезии (с 167 до 50,2 мН/м) относительно снижения работы адгезии (с 128,7 до 44,4 мН/м).

Определено улучшение смачивающе-растекающихся свойств связующего на границе раздела межфазового взаимодействия в системе «пленкообразователь-подложка»: увеличение коэффициента смачивания (с 0,77 до 0,88) и снижение отрицательного значения коэффициента растекания Гаркинса (с -38,3 до -5,7 мН/м).

Положения, выносимые автором на защиту по своему содержанию соответствуют направлениям исследований, представленным в паспорте специальности 1.4.10. Коллоидная химия (технические науки), а именно: (п.2) Адгезия, смачивание и растекание. Теории, методы исследования, практическое использование; (п.5) Теория и практика адсорбции на границах твердое тело – газ, твердое тело – жидкость, жидкость - газ и жидкость – жидкость; (п.11) Коллоидно-химические свойства растворов полимеров; (п.12) Термодинамическая устойчивость тонких прослоек, границ зерен и пленок; (п.16) Теория структурообразования в дисперсных системах, управление контактными взаимодействиями в синтезе композиционных материалов, методы исследования структурированных систем (определение реологических свойств); (п.20) Роль коллоидно –химических свойств дисперсных систем в практике применения;; (п.22) Теория и практика технологических процессов, базирующихся на коллоидно-химических закономерностях.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** В ходе выполнения соискателем диссертационного исследования установлены коллоидно-

химические особенности повышения адгезионно-когезионного взаимодействия, смачивающей способности и полноты растекания пленкообразователя на основе калиевого жидкого стекла по подложке, влияющие на прочностные, водостойкие и пожаробезопасные свойства разрабатываемого состава водно-дисперсионного лакокрасочного материала.

Предложено решение научной задачи по получению водно-дисперсионного лакокрасочного материала в одноупаковочном варианте на основе коллоидно-устойчивой ( $\zeta$ - потенциал -49 мВ) 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/см<sup>3</sup> обуславливает формирование системы со следующими реологическими и адгезионными параметрами: поверхностное натяжение 40,8 мН/м,  $\cos\theta = 0,74$ , работа адгезии 71,1 мН/м, работа когезии 81,6 мН/м, коэффициент смачивания 0,87, коэффициент растекания Гаркинса -10,4 мН/м.

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: технический тонкодисперсный мел марки МТД-2 – 20 масс. %, оксид железа (III) – 19 масс. %; диспергатор – поверхностно-активное вещество; 10 %-й раствор сульфэтоксилат натрия – 12 масс. %; гидрофобизатор – полиметилсилоксан ПМС-400 – 7 масс. %.

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

**Достоверность и обоснованность результатов и выводов** обеспечиваются большим объемом экспериментальных методов исследований по определению свойств материалов, выполненных с применением современных методов исследования как стандартных, так и специально разработанных. Результаты, выводы и заключения основывались на достаточном количестве проведенных исследований.

Результаты диссертационной работы изложены в 10 научных работах, в том числе: 5 статей в журналах, входящих в перечни рецензируемых научных изданий и международных реферативных баз, рекомендованных ВАК РФ. Получен патент РФ на изобретение.

#### **Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы и автореферата**

При ознакомлении с материалами диссертационной работы Богданова Всеволода Николаевича возникли следующие вопросы и замечания:

1. Автор утверждает, что при снижении доли калиевого жидкого стекла относительно содержания стирол-акриловой дисперсии «... происходит непропорциональное снижение работы когезии, относительно снижения работы адгезии», однако не уточняет, что он имеет в виду под термином «непропорциональное», снижаются значения обоих анализируемых параметров, а математическая модель этой зависимости не приводится.

2. Автор использует в работе термин «пожаробезопасные свойства», но в литературе и технической документации обычно используется альтернативный термин «пожароопасные свойства».

3. Хотелось бы получить объяснение того, почему автор использовал пиритион цинка в качестве бактерицидного компонента лакокрасочного материала. Существует множество других вариантов. А чем этот лучше?

4. Ни в диссертации, ни в автореферате не упомянуты пункты паспорта специальности 1.4.10. Коллоидная химия, которым, по мнению автора, соответствуют положения, выносимые им на защиту.

5. Автор исследовал сравнительное поведение промышленного калиевого жидкого стекла и калиевого жидкого стекла синтезированного им самостоятельно. При этом, свойства композиций, полученных на основе одинаковых (по силикатному модулю и плотности) составов – довольно сильно отличаются, особенно – по величине краевого угла смачивания. Хотелось бы услышать объяснение природы этого явления, поскольку при внедрении результатов этой работы неизбежно использование промышленных (коммерческих) составов калиевых жидких стекол.

6. Автор утверждает (с.101), что «Твердые дисперсные частицы наполнителей армируют весь объем дисперсной системы, как следствие увеличивают механическую прочность покрытия, снижая внутреннее механическое напряжение и увеличивая когезионные силы, формирующие прочность образующейся пленки». С первым утверждением – вопросов нет, но наполнитель никак не может влиять на когезионные взаимодействия (если только он не радиоактивный).

7. В главе 3 показано, что для получения покрытий с оптимальными свойствами в наибольшей степени подходит композиция, в которой соотношение КЖС:САД ~1:1, однако в разделах, связанных с разработкой состава лакокрасочного материала используется несколько другая пропорция (20:15 = 4:3). Хотелось бы получить объяснение этого расхождения.

Высказанные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку диссертации Богданова В.Н.

#### **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным**

#### **Положением о порядке присуждения ученых степеней**

Диссертация **Богданова Всеволода Николаевича** является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится **решение актуальной научной задачи** по получению водно-дисперсионного лакокрасочного материала в одноупаковочном варианте на основе коллоидно-

устойчивой композиции пленкообразователя с калиевым жидким стеклом, обеспечивающей формирование защитно-декоративного покрытия с повышенной прочностью, твердостью, гидрофобностью и пожаробезопасностью, имеющей значение для развития соответствующей отрасли коллоидной химии – технические науки.

Учитывая актуальность исследуемых вопросов, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, считаю, что диссертационная работа на тему: **«Разработка и коллоидно-химические свойства водно-дисперсионного лакокрасочного материала на основе калиевого жидкого стекла»** 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.

**Официальный оппонент:**

Доктор химических наук (специальность 02.00.04 – Физическая химия), профессор, заведующий кафедрой «Химия и химическая технология материалов»

Гороховский Александр  
Владиленович

«27» 04 2026 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (ФГБОУ ВО СГТУ имени Гагарина Ю.А.), 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, корпус 1  
Тел. (8452) 99-86-49, e-mail: algo54@mail.ru



Подпись Гороховского А.В. удостоверяю  
Заместитель начальника управления кадров  
Иванов И.И.  
«27» 04 2026 г.