

000394

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт биохимической физики
им. Н.М. Эмануэля
Российской академии наук
(ИБХФ РАН)

Косыгина ул., д. 4, Москва, 119334,
Тел.: (499) 137-64-20, факс: (499) 137-41-01
E-mail: lbcp@sky.chph.ras.ru

ОКПО 40241274, ОГРН 1037739274308

ИНН/КПП 7736043895/773601001

08.03.2025 № 1243.6215/334
на № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
«Института биохимической физики
им. Н.М. Эмануэля

Российской академии наук»,

И.И. Курочкин
«05» сентября 2025

ОТЗЫВ

ведущей организации, Федерального государственного
бюджетного учреждения науки «Института биохимической
физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук (ИБХФ
РАН) на диссертационную работу Хту Мьят Ко Ко " Водно-
дисперсионные краски с биоцидными свойствами»,
представленной на соискание ученой степени кандидата
химических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные
соединения

В настоящее время нет ни одной отрасли хозяйства, где не нашли бы
применение лакокрасочные материалы. Лакокрасочные материалы на водной
основе экологически и пожаробезопасны по сравнению с ЛКМ, содержащими
органические растворители. Однако их более широкое распространение
ограничивается подверженностью микробиологическому заражению в
результате, как недостаточного соблюдения промышленной гигиены на
различных этапах производства, так использования биочувствительных
компонентов. Это, при хранении, приводит к снижению технологических

свойств красок, качества покрытий и их стойкости к воздействию окружающей среды.

Многие современные биоцидные препараты, применяемые для защиты от биообрастания и биокоррозии, хотя и достаточно эффективны, но опасны для растений, животных и человека, имеют те или иные недостатки, ограничивающие их применение: небезопасны для окружающей среды (в том числе таких востребованные биоциды, как серебро и соединения металлов переменной валентности являются достаточно высоко токсичными). Почти все тяжелые металлы обладают высокотоксичным действием. К наиболее известным относят металлы и соединения серебра, ртути, цезия, железа и других в связи с их высокими бактерицидными, фунгицидными и вирулицидными свойствами. Широко распространено применение в качестве биоцидов и придания биостойкости различным материалам наноразмерные частицы этих металлов. Однако установлено, что цитотоксичность наночастиц серебра возрастает с уменьшением размера частиц.

Создание лакокрасочных материалов на водной основе, способных сохранять технологические свойства в течение длительного срока и обеспечить получение покрытий с высокими защитными свойствами устойчивыми к биообрастанию, является перспективным и актуальных задач. Применение полимерных биоцидов, токсичность которых значительно ниже, чем у применяемых в настоящее время биоцидов в материалах для окраски стен, позволит увеличить срок сохранности покрытий, их декоративных свойств, снизить распространение патогенов в местах скопления людей, детских учреждениях, школах, распространение внутрибольничной инфекции.

В связи с этим тема диссертации Хту Мьят Ко Ко, посвященная разработке лакокрасочных материалов с улучшенными бицидными свойствами представляется, безусловно, актуальной и практически значимой задачей.

Цель диссертационной работы - разработка водно-дисперсионных красок с биоцидными свойствами, обеспечивающих эффективную защиту

окрашенных поверхностей от обрастания микроорганизмами, таких как грибы, бактерии и плесень. Особое внимание уделяется выбору полиэлектролитов - биоцидных компонентов, сочетающих высокую эффективность с экологической безопасностью.

Научная новизна работы определяется следующим:

1. Показана эффективность катионных полиэлектролитов на подавление развития микроорганизмов в ЛКМ (тарный биоцид) и на покрытиях из водно-дисперсионных красок. Определены концентрации биоцидов, при которых сохраняются основные эксплуатационные характеристики красок.

2. Разработана методика получения комплексных наполнителей полигексаметиленгуанидин гидрохлорид/монтмориллонит (ПГМГ-ГХ/ММТ) различного состава.

3. Изучено влияние комплексных биоцидных добавок (КБД) на стабильность и реологические свойства лакокрасочных композиций на основе стирола - акриловых дисперсий и поливинилацетатной дисперсии. Подтверждена их совместимость с полимерной основой и сохранение стабильности дисперсной системы в течение всего срока хранения. Показано, что комплексные биоцидные добавки практически не влияют на реологические свойства ЛКМ.

4. Применение КБД приводит к формированию композиций с выраженными антимикробными свойствами, значительному снижению роста микроорганизмов, способствует повышению физико-механических характеристик лакокрасочных покрытий что делает такие материалы особенно перспективными для использования в медицинской и санитарно-гигиенической сферах, для профилактики распространения резистентных форм патогенов в помещениях и общественном транспорте.

4. Показано, что добавление КБД в сочетании со стандартным биоцидом Ethoquad в поливинилацетатные композиции обеспечивает повышение адгезии покрытия к различным поверхностям и улучшение эксплуатационных

характеристик. Это расширяет возможности применения таких материалов в строительной индустрии, где требуются покрытия с высокой долговечностью и устойчивостью к внешним воздействиям.

5. На основании экспериментальных данных установлены оптимальные соотношения комплексных добавок, обеспечивающие максимальное улучшение ключевых характеристик композиций (механическая прочность, водостойкость, биоцидная активность). Полученные результаты создают основу для разработки более эффективных рецептур полимерных материалов.

Таким образом, научная новизна работы заключается в создании новых композиционных полимерных материалов с использованием оригинальных наполнителей и добавок, что обеспечивает улучшение их свойств и расширяет область применения.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в том, что впервые исследованы ЛКМ и покрытия на основе дисперсии стирола с акрилом и дисперсии ПВА с различными полиэлектролитами.

1. Показана эффективность полиэлектролитов на подавление развития микроорганизмов в ЛКМ (тарный биоцид) и на покрытиях из вододисперсионные краски. Определены концентрации биоцидов, при которых сохраняются основные эксплуатационные характеристики красок.

2. Проведены исследования влияния комплексного наполнителя ПГМГ-ГХ/ММТ и различных добавок на основе КБД на стабильность и реологические свойства композиций. Установлено, что сочетание ПГМГ-ГХ с ММТ обеспечивает образование наноразмерных структур, способствующих повышению физико-механических характеристик.

3. Установлено, что включение наполнителя ПГМГ-ГХ/ММТ в составы на основе стирол-акриловых и поливинилацетатной дисперсии приводит к формированию композиций с выраженными антимикробными свойствами. Применение наполнителя способствует значительному снижению роста микроорганизмов, что делает такие материалы особенно перспективными для использования в медицинской и санитарно-гигиенической сферах, для

профилактики распространения резистентных форм патогенов в помещениях и общественном транспорте.

Работа характеризуется логичностью построения, аргументированностью основных научных положений и выводов, а также четкостью изложения.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка работ, цитированных и опубликованных автором. Общий объем работы 148 страниц, включая 25 рисунков, 2 схем, 25 таблиц, библиографию из 219 наименований. Таким образом, текст не превышает объема, рекомендованного ВАК.

Введение содержит все обязательные для данного раздела содержательные элементы.

Экспериментальной части предшествует обзор комплекса физико-химических, и технологических свойств, областей применения водно-дисперсионных лакокрасочных материалов (глава 1). Особое внимание уделено воздействию микроорганизмов на стабильность и технологические свойства лакокрасочных материалов и свойств покрытий на их основе, способам предотвращения их влияния ЛКМ, долговечность и защитные свойства покрытий.

Проведен анализ развития технологий водно-дисперсионных лакокрасочных материалов (ВД), показана перспективность расширения перехода от традиционных органорастворимых систем к водно-дисперсионным покрытиям, характеризующихся экологической и пожароопасностью.

Приведена квалификация высокодисперсных систем с жидкой дисперсионной средой по величине межфазного натяжения на суспензии и эмульсии, по концентрации, степени раздробленности частиц дисперсионной фазы, типу плёнообразующего вещества вододисперсионные краски.

Кроме пленкообразующих веществ в составы красок входят пигменты, наполнители, вода и вспомогательные функциональные вещества: диспергаторы эмульгаторы (защитные коллоиды), стабилизаторы, загустители и модификаторы реологии, антивспениватели (пеногасители), антисептики, ингибиторы коррозии, буферов, регулирующих pH среды, а также добавки: гидрофобизирующие, структурирующие, коалесцирующие добавки. Показана роль и влияние в составах различных компонентов, определяющих эксплуатационные свойства краски и покрытий от срока годности, долговечности и безопасности.

Рассмотрены особенности формирования покрытий из лиофобных и лиофильных органодисперсий (удаление дисперсионной среды и коалесценция полимерных частиц, переход золь – гель). В зависимости от типа дисперсии пленкообразование происходит по разным схемам:

- Леофобная дисперсия: улетучивание дисперсионной среды (растворителя) - промежуточный гель или порошок - удаление остаточного растворителя – плёнка.

- Леофильные дисперсии (эмульсии). Пленкообразование происходит в результате испарения воды последовательно: сближение латексных частиц и увеличение их взаимодействия с образованием промежуточного геля, дальнейшим его уплотнением и удалением остаточной воды из плёнки, полное слияние частиц, устранение межфазных границ и образование монолитной пленки.

Проведенный анализ литературы по ЛКМ и биоцидным материалам позволил автору показать важность поставленной в работе проблемы и, практически полное отсутствие отечественных препаратов, конкурентоспособных как по экологической безопасности, так и по стоимости, часто - с низкой биоцидной эффективностью, выбрать направления исследований.

На основании анализа литературы сформулированы требования к биоцидным добавкам для ЛКМ:

- не должны влиять на седиментационную устойчивость дисперсии, проявлять высокую активность по отношению к различным микроорганизмам, сохранять биоцидную активность в широком диапазоне температур, pH, быть экологически безопасными, обладать низкой токсичностью в отношении теплокровных,- иметь низкую летучесть, отсутствие цвета и запаха, быть совместимыми с остальными компонентами ЛКМ,

- не изменять цвет защищаемого продукта, его физико-химические и технологические свойства, не ухудшать качества покрытия,

- обладать пролонгированным действием при хранении (тарные биоциды) и сохранностью в покрытии.

В результате анализа литературы обоснован выбор полимерных электролитов (полиэлектролитов), нелетучих, способных подавлять развитие различных видов микроорганизмов в качестве биоцидных добавок в ЛКМ на водной основе.

Показано возможное негативное влияние биоцидных добавок на свойства ЛКМ и ЛКП. Их применение может приводить к коагуляции красок, а при формировании покрытия – возможностью концентрирования поликатионов в пространстве между коалесцирующими частицами латекса. Нарушение устойчивости приводит к разрушению дисперсных систем, может негативно влиять на качество, прочность и водостойкость покрытия. Эта проблема не является специфической для использования полиэлектролитов для полимерных материалов на водной основе и может встречаться при разработке различных водорастворимых добавок.

Проведенный анализ литературы по ЛКМ и биоцидным материалам позволил автору выбрать направления исследований, показал возможное негативное влияние биоцидных добавок на свойства ЛКМ и ЛКП и, поэтому, на необходимость определения комплекса свойств создаваемых материалов, тестирование разработанных составов по гостированным методам.

В методической части (глава 2) приведены характеристики использованных в работе материалов:

Исследуемые дисперсии и составы красок, полиэлектролиты, методы исследования, подробно описаны методики определения физико-механических свойств покрытий и их устойчивости к биообрастанию.

Все выбранные материалы являются промышленно выпускаемыми, широко используются при производстве ЛКМ, таким образом результаты исследования могут быть реализованы в производстве.

Также в этой главе описана, методика синтеза комплексной биоцидной добавки.

В главе 3 приведены результаты исследования свойств некоторых исходных компонентов, разрабатываемых материалов, изучены свойства синтезированных комплексных биоцидных наполнителей, проведен анализ экспериментальных данных. Определена эффективность выбранных полиэлектролитов по подавлению различных микроорганизмов в ЛКМ и покрытиях на их основе, влияние на стабильность ЛКМ, свойства покрытий. Установлено, что исследованные полиэлектролиты существенно различаются по биоцидной эффективности в отношении микроорганизмов различных таксономических категорий.

Все полученные результаты сравнили со свойствами композиций без биоцидных добавок. Введение полиэлектролитов может влиять на реологические свойства и агрегативную стабильность красок на водной основе, так как в подобных системах полиэлектролиты могут быть флокулянтами. Определена седиментационная устойчивость водных дисперсий стирол-акриловых и поливинилацетатной с полиэлектролитами, установлены диапазоны концентрации полиэлектролитов, при которых не происходит флокуляция дисперсий. Показано, что катионные полиэлектролиты эффективно подавляют развитие грибов *Aspergillus niger* в результате чего pH композиций ЛКМ при хранении остаётся в пределах нормы. Для проведения испытаний полимерных пленок на биоцидность

выбраны рациональные концентрации исследуемых полиэлектролитов), также для сравнения испытан материал со стандартным биоцидом Preventol D6.

По существу, содержания диссертации можно сделать следующие замечания:

1. Чем отличаются фотографии, приведенных в таблице 13 на как Вы судите по этим данным о степени биообрастания покрытий?
2. По какому количеству повторов приведены данные о влиянии добавок на характеристики покрытий? На рис. 15 не указан разброс данных.
3. В работе не указано, на каких подложках определяли свойства красок.
4. Почему в качестве объектов для исследований были использованы две стирол-акриловые дисперсии, в чём их различия?
5. Одной из важнейших характеристик красок на водной основе является её морозостойкость, которую определяют по ГОСТ Р 52020-2003. Почему в диссертации нет этих данных?

Сделанные замечания не снижают высокой оценки диссертационной работы, выполненной на хорошем научном и экспериментальном уровне с использованием современных физико-химических методов исследования.

Основные положения диссертации получили полное отражение в 3 публикациях в рецензируемых изданиях, из них 1 в журнале, индексируемом в международных базах данных Scopus и Web of Science и в пяти докладах на всероссийских и международных научных мероприятиях.

Публикации и автореферат полностью отражают содержание и основные выводы диссертации, а положения, выносимые на защиту, достаточно полно представлены в опубликованных работах.

Несомненным достоинством работы является удачное сочетание научной новизны и практической значимости полученных результатов, подтверждённое многочисленными данными свойств ЛКМ и покрытий, выполненными по гостированным методикам.

Предложенные автором материалы, содержащие отечественные биоцидные компоненты, представляются оптимальным решением поставленной проблемы. Все полученные в работе результаты являются практически ценными и могут быть использованы при производстве ЛКМ.

Каких-либо серьезных недостатков в оформлении диссертационной работы не обнаружено. Однако, в тексте иногда встречаются неудачно сформулированные предложения.

Выводы достаточно хорошо обоснованы и аргументированы, приведены сравнительные характеристики разработанных диссертантом материалов и промышленно выпускаемых, показаны пределы применения вновь разработанных.

По объему и уровню исследований, полученным научным результатам и их обсуждению, а так же практической ценности, диссертационная работа Хту Мьят Ко Ко " Водно-дисперсионные краски с биоцидными свойствами», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук является законченным научным исследованием и полностью отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Мьят Ко Ко , безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения

По результатам рассмотрения диссертации на тему: Водно-дисперсионные краски с биоцидными свойствами» принято следующее заключение.

Диссертация Хту Мьят Ко Ко. является законченной самостоятельной научно-исследовательской работой, содержащей новые решения важной народно-хозяйственной задачи—создания противовирусных и антигрибковых лакокрасочных материалов на водной основе с пролонгированными сроками действия для предотвращения развития микроорганизмов.

Проведенные Хту Мьят Ко Ко исследования свидетельствует о том, что автор в достаточной мере владеет экспериментальными методами и анализа полученных результатов, обладает достаточно высоким уровнем подготовленности к проведению научных изысканий.

Диссертация Хту Мьят Ко Ко на тему: «Водно-дисперсионные краски с биоцидными свойствами» отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД». Автор диссертации, Хту Мьят Ко Ко, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения.

Диссертационная работы была заслушана и одобрена на заседании семинара лаборатории физико-химии композиций синтетических и природных полимеров (протокол № 9 от 5 сентября 2025г.).

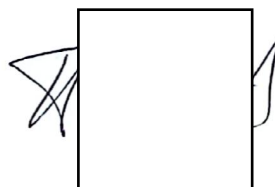
Отзыв составил

Заведующий лабораторией

профессор, д.х.н.

E-mail: anatoly.popov@mail.ru

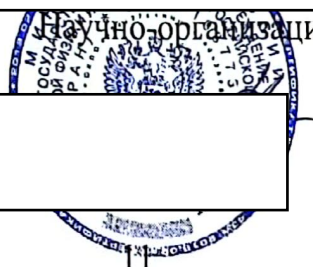
Тел. 8(495)939-73-33



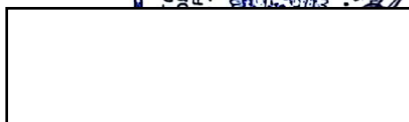
А.А. Попов

Подпись заведующего лабораторией Анатолия Анатольевича Попова
профессора, д.х.н. заверяю.

Главный специалист



отдела, к.х.н.,
Сульимова Н.Б.



119334, г. Москва, ул. Косыгина, д.4, тел +7 (499) 137-6420, +7(495) 939-7439, факс: +7(499)137-4101

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук (ИБХФ РАН)