

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Уваровой Екатерины Андреевны
«Разработка безбицидного лакокрасочного покрытия с низкой
поверхностной энергией на основе эпоксидного пленкообразователя для
защиты судов от обрастания»

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Актуальность избранной темы диссертационной работы определяется необходимостью создания новых судостроительных лакокрасочных покрытий, так как сравнительная оценка современного состояния отечественных и зарубежных покрытий, применяемых для окрашивания судов и кораблей, свидетельствует о более низком качестве отечественных лакокрасочных материалов и недостаточном их ассортименте. В настоящее время в России отсутствуют современные противообрастающие покрытия самополирующегося типа, а также необрастающие безбицидные покрытия.

В тоже самое время обрастание негативно сказывается как с экономической, так и с экологической точек зрения. В результате обрастания скорость судов может снизиться на 50 % и при этом расход топлива увеличится на 40 %. Из-за повышенного расхода топлива в воздух ежегодно выбрасывается 960 млн. т. CO₂ и 9 млн. т. SO₂. Так же обрастание увеличивает скорость распространения коррозии, что приводит к быстрому износу морской техники. А к покрытиям, препятствующим обрастанию, предъявляются не только экономические требования (стоимость материалов, технологичность их производства и нанесения, срок защиты от обрастания), но и требования по экологической безопасности. Поэтому тема рассматриваемой диссертации является несомненно актуальной, поскольку ужесточение требований к экологической безопасности покрытий создает нишу

НИЦ «Курчатовский институт» на рынке для создания единой КМ в промышленности	
Вх. № 2977/17-26/12	ДЕЛО
«14» 09 2023 г.	№ _____
Осн. _____ л.	подп. _____
Прил. _____ л.	

экологически чистых гидрофобных необрастающих покрытий, не содержащих биоциды.

Общая характеристика диссертационной работы

Рассмотренная диссертационная работа изложена на 156 страницах, состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, списка литературы из 102 наименований и приложений. Работа содержит 54 рисунка и 12 таблиц.

Объектом исследования послужил эпоксидный пленкообразователь, синтезируемый с участием олигомеров двух атомных фенолов и в дальнейшем модифицируемый гидрофобизаторами.

Предметом исследования являлась взаимосвязь плотности пленки пленкообразователя и используемого двухатомного фенола при синтезе пленкообразователя, что способствует созданию покрытию со значением краевого угла смачивания в 116° .

Достоверность и обоснованность основных научных положений, результатов, выводов и рекомендаций работы обусловлена воспроизводимостью и согласованностью полученных данных, а также большим объемом выполненных экспериментов с применением современных методов исследования. Научные положения, развиваемые в работе, подтверждены результатами климатических и натурных испытаний. Выводы по работе соответствуют поставленным задачам научного исследования.

Оценка автореферата, содержания, оформления и апробации диссертационной работы. Работа написана грамотным техническим языком. Текст диссертации и автореферата аккуратно оформлен. Содержание автореферата полно и точно отражает содержание диссертационной работы. Основные положения диссертации отражены в 5 научных трудах, из них 4 статьи в журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ, в том числе 2 статьи изданы на английском языке и индексируются в МБД. Работа прошла апробацию на четырех отечественных и международных научно-технических конференциях.

Научная новизна и практическая значимость работы

Научная новизна работы является состоит в следующем. Для создания безбицидного лакокрасочного покрытия, необходимо проводить синтез эпоксидной смолы с участием олигомер гидрохинона, что позволяет при дальнейшей гидрофобизации более прочно закреплять модификатор в полученном покрытии.

Установлено, что оптимальное количество гидрофобизатора составляет 3+0,1%, наиболее эффективным гидрофобизатором является перфторполиэфирных жидкостей с триэтоксисилановыми группами, при использовании данного гидрофобизатора краевой угол смачивания покрытия составляет 116° , что обеспечивает необрастающие свойства покрытия.

Выявлена зависимость влияния плотности и твердости пленки на гидрофобные и физико-механические свойства покрытия: гидрофобность покрытия и его способность сохранять свои поверхностные свойства в процессе эксплуатации возрастают с увеличением твердости пленки в диапазоне 0,5 - 0,7 у.е., дальнейшее увеличение твердости пленки приводит к охрупчиванию покрытий и ухудшению некоторых физико-механических характеристик.

Показана возможность создания безбицидного лакокрасочного материала на основе эпоксидного пленкообразующего, модифицированного олигомером гидрохинона и с использованием в качестве гидрофобизатора перфторполиэфирной жидкости с триэтоксисилановыми группами, что позволяет придать необрастающие свойства поверхности покрытия.

Практическая значимость работы состоит в том, что полученные результаты могут эффективно использоваться в судостроении для предотвращения обрастания корпуса судна без использования бицидов. Важным практическим результатом является разработка пленкообразующего модифицированного олигомером гидрохинона, что позволяет сформировать покрытие с необходимой плотностью для удержания и сохранения гидрофобизатора в покрытии. Практическая значимость работы

подтверждается внедрением (подкреплено актами) результатов работы на АО «Соликамский завод «Урал»» и ФГУП «13 СРЗ ЧФ» МО РФ.

Анализ работы по разделам

Введение содержит обоснование актуальности темы диссертационной работы, выбранную цель и поставленные задачи исследования, описание объектов и методов исследования, научную новизну, сведения о публикациях и апробаций, положения для защиты.

Глава 1 посвящена изучению проблемы обрастания, рассмотрен процесс биологического обрастания и основные его стадии, изучены требования к полимерам для создания безбицидного покрытия и методам их модификации. Приведен обзор двух вариантов создания безбицидного покрытия с принципом действия: «удаление обрастателей» и «предотвращение прикрепления обрастателей». Описаны достоинства и недостатки материалов, используемых для создания безбицидных покрытий, а также проблемы, которые необходимо решить при разработке данного типа покрытия.

Глава 2 содержит материалы и методы исследования. Для синтеза пленкообразующего использовали три варианта олигомера двухатомного фенола. Для процесса гидрофобизации были выбраны фторорганические добавки и фтор органические добавки с концевыми триэтоксисилановыми группами, с различной молекулярной массой, всего 11 наименований. Для формирования покрытия на основе синтезированного эпоксидного пленкообразующего, модифицированного ароматически сопряженным гидроксифениленом, использовали отвердители: стандартный отвердитель № 5 и отвердитель АГМ-9.

Также в главе приводится краткое описание применяемых в работе современных методов исследования технологических и физико-механических характеристик, климатических и натурных испытаниях на объекте.

Глава 3 работы является самой объемной и содержит комплексные исследования направленные на создание покрытия с низкой поверхностной энергией.

Автор работы провел синтез олигомеров двухатомных фенолов и дальнейшую модификацию эпоксидной смолы олигомерами двухатомного фенола. Было показано, что плотность эпоксидного покрытия зависит от выбранного олигомера, которая в свою очередь оказывает влияние на значение краевого угла смачивания, устойчивости покрытия к истиранию, водопоглощение пленки.

Были проведены исследования в части выбора гидрофобизирующей добавки, выявлена зависимость влияния процентного содержания и молекулярной массы добавки на значение краевого угла смачивания покрытия. Доказано, что перфторполиэфирная жидкость с триэтоксисилановыми группами с молекулярной массой ~2800 г/моль является оптимальным гидрофобизатором.

Проведенные исследования в части выбора отвердителя показали, что покрытия, сформированные с использованием отвердителя АГМ-9, который имеет в своем составе триэтоксисилановые группы позволяет ввести кремнийорганические добавки в покрытие, и тем самым увеличить значение краевого угла смачивания.

Глава 4 представляет наиболее практическую часть диссертационной работы, в которой описан процесс производства эмали из пленкообразователей, представлены результаты технологических, физико-механических и климатических испытаний полученных эмалей. Обоснован выбор окончательной рецептуры эмали «Прогидроф», а также описан полный процесс изготовления пленкообразующего и эмали в заводских условиях и нанесение эмали «Прогидроф» на корпус морского транспортного средства. Представлены положительные результаты натуральных испытаний покрытия.

В заключении представлены основные выводы по работе.

Замечания по диссертационной работе:

1. Было бы полезно изучить морфологию получаемого плёнкообразователя с добавлением гидрофобизирующих добавок

(фторопласта и перфторполиэфирных жидкостей), для подтверждения формирования градиентной структуры в покрытии.

2. Следовало бы в Главе 2 описать методику испытаний на совместимость покрытия «Прогидроф» со штатными покрытиями, пояснить были ли проведены климатические испытания с участием приведенных систем.

3. Не приведено описание технологического процесса изготовления эмали «Прогидроф» в заводских условиях: так как фторопласт имеет особенность образовывать агломераты при введении его в композицию необходимо было дать пояснение каким образом проводилось диспергирование, в какой момент изготовления эмали в смесь добавляли фторопласт и перфторполиэфирную жидкость с триэтоксисилановыми группами, привести температурно-временные режимы изготовления эмали.

4. Не дано пояснений какие требования предъявляются к покрытию «Прогидроф» при нанесении и эксплуатаций, есть ли требование ко времени нахождения покрытия на воздухе, на каких типах судов данное покрытие может быть применено.

Сделанные замечания не снижают положительной оценки работы, так как не затрагивают ее основные положения и выводы.

Заключение

Диссертационная работа Уваровой Екатерины Андреевны является самостоятельной, завершенной научно-квалифицированной работой, в которой решена задача создания безбиоцидного покрытия с низкой поверхностной энергией, разработаны технологические инструкции и технические условия для пленкообразователя и эмали «Прогидроф». Результаты научных изысканий можно квалифицировать как новые и обоснованные, они имеют существенное научное и практическое применение.

Представленная на рассмотрение диссертационная работа Уваровой Е.А. в полной мере соответствует требованиям п. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением

Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 в редакции от 18.03.2023 № 415, а соискатель заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Официальный оппонент,
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры химии
МГТУ им. Н.Э. Баумана (НИУ)

Болдырев В.С.

Болдырев Вениамин Станиславович, кандидат технических наук,
специальность 02.00.04. Физическая химия.

Адрес: 105005, Москва, 2-я Бауманская улица, дом 5, строение 1
e-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru; раб. тел.: +7 (499) 263-63-41



ПОДПИСЬ ЗАВЕДЮЩИМ
КАФЕДРОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ
УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ
00-60-48

Ознакомлен
14.09.23