

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ордена Трудового Красного Знамени
Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова
Российской академии наук
(ИХС РАН)

199034, Санкт-Петербург
наб. Макарова д. 2
тел.: (812) 328-07-02
факс: (812) 328-22-41
E-mail: ichsran@isc.nw.ru

НИЦ «Курчатовский институт» ЦНИИ КМ «Прометей»	
Вх. № 3046/17-26/12 ДЕЛО	№
«20» 09 2023 г.	№
Осн. 5 л.	подп.
Прил. л.	подп.
ИНН 7801019101	
КПП 780101001	
ОГРН 1037800041399	

19.09.2023 № 12205-01/217.1/534

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИХС РАН

Д.т.н. И.Ю. Кручина
19 сентября 2023 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук (ИХС РАН), на диссертацию Уваровой Екатерины Андреевны на тему «Разработка безбицидного лакокрасочного покрытия с низкой поверхностной энергией на основе эпоксидного пленкообразователя для защиты судов от обрастания», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – материаловедение (технические науки)

Актуальность диссертационной работы

Исследования, направленные на поиски защиты от обрастания, в том числе создание безбицидных лакокрасочных покрытий, эксплуатируемых на кораблях и судах, в последнее время вызывают особый интерес. Поскольку в процессе многолетних исследований была выявлена зависимость степени обрастания от поверхностной энергии покрытия, то весьма актуальным является изучение данного типа покрытий. К настоящему моменту имеется достаточно большой объем информации, какими свойствами должны обладать полимеры для создания покрытий с низкой поверхностной энергией, однако в России разработки таких покрытий для судостроительной отрасли практически не проводились.

Основная проблема эксплуатации таких покрытий заключается в том, что покрытия с низкой поверхностной энергией в процессе эксплуатации теряют свои гидрофобные свойства из-за вымывания гидрофобизатора или миграции его вглубь покрытия, в результате

эффективность покрытия снижается. С этой позиции работа Уваровой Е.А., направленная на создания покрытия с низкой поверхностной энергией, способного сохранять свои гидрофобные свойства в процессе эксплуатации, безусловно, является актуальной.

Научная новизна работы

Достоинством диссертационной работы является сочетание ее практической направленности с научной интерпретацией полученных экспериментальных данных. Одним из научно значимых достижений работы является выявление зависимости плотности пленки полученного покрытия от плотности олигомера двухатомного фенола, используемого для получения лакокрасочной композиции, что в свою очередь способствует улучшению гидрофобности и способности покрытия сохранять необходимые поверхностные свойства на протяжении всего срока эксплуатации. Автором показано, что при использовании олигомера гидрохинона в качестве олигомера-модификатора возможно создать покрытие, сохраняющее поверхностную энергию на уровне от 25 до 30 мДж/м², что было подтверждено результатами ускоренных климатических испытаний в лабораторных условиях.

Е.А. Уваровой было установлено влияние гидрофобизирующей добавки, ее молекулярной массы и процентного содержания на поверхностную энергию покрытия, а именно: оптимальное количество гидрофобизатора для создания покрытия с низкой поверхностной энергией составляет $3 \pm 0,1\%$. Было показано, что использование перфторполиэфирных жидкостей с триэтоксисилановыми группами с молекулярной массой ~ 2200 г/моль позволило создать гидрофобное покрытие с краевым углом смачивания не менее 116° .

Практическая значимость работы

Практическая значимость диссертационной работы определяется, прежде всего, успешным решением нескольких взаимосвязанных задач, направленных на установление закономерностей влияния плотности пленки олигомера на физико-механические и целевые свойства покрытия и особенно – на гидрофобность поверхности и ее сохранение в процессе эксплуатации.

По результатам проведения диссертационного исследования были разработаны технологические инструкции изготовления пленкообразователя и эмали, которые были апробированы в опытно-промышленных условиях на АО «Соликамский завод «Урал». По результатам проведенных испытаний был подписан Акт внедрения эмали «Прогидроф» и оформлены технологические инструкции на опытные технологии получения пленкообразующего и эмали.

В процессе выполнения диссертационной работы Е.А. Уваровой была разработана технология получения необрастающих (безбицидных) лакокрасочных композиций и покрытий на их основе. Этими композициями было выполнено опытное окрашивание морского

транспортного средства в акватории Черного моря. Подписан Акт внедрения на ФГУП «13 СРЗ ЧФ» МО РФ.

Достоверность результатов обеспечена большим объемом экспериментов по изучению физико-механических свойств покрытий, выполненных с применением взаимодополняющих методов исследования, и климатических и натуральных испытаний, проведенных с использованием современного оборудования в соответствии ГОСТ и ИСО.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа изложена на 156 страницах, логично выстроена и состоит из Введения, четырех глав, Заключения, Выводов, Списка литературы и двух Приложений, в которых также представлены акты внедрения результатов диссертационной работы. Результаты исследований подтверждены значительным объемом физико-механических испытаний, а также результатами климатических и натуральных испытаний.

Во Введении представлены цели и задачи работы, объекты исследования, личный вклад автора, показана актуальность работы; приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе, имеющей обзорный и постановочный характер, выполнен анализ современного состояния проблемы по разработке и использованию противообрастающих и необрастающих (безбицидных) лакокрасочных покрытий. Описаны основные принципы создания покрытий с низкой поверхностной энергией и свойствами, которыми должны обладать полимеры прекурсоры, используемые в качестве связующих для создания покрытий такого типа. Приведен обзор двух вариантов создания безбицидного покрытия с принципом действия: «удаление обрастателей» и «предотвращение прикрепления обрастателей».

Вторая глава – методическая, содержит информацию об объекте исследований и методах проведения испытаний. Приведено обоснование выбора химического состава исходных компонентов для синтеза пленкообразователя и обоснование выбора гидрофобизирующих добавок и типа отвердителя. Автором описаны основные стадии и принципы синтеза изготовления пленкообразующего и его модификации олигомерами двухатомных фенолов.

В третьей главе изложены результаты синтеза пленкообразователей и влияние олигомеров-модификаторов, используемых при синтезе эпоксидного пленкообразователя на плотность и твердость пленки полученных покрытий.

Отдельный раздел в работе посвящён оценке влияния гидрофобизирующей добавки, ее процентного содержания и молекулярной массы на поверхностную энергию покрытия. На основании исследований гидрофобизирующих добавок было установлено, что достижение постоянного значения краевого угла смачивания наступает при содержании добавки 3%, а оптимальной гидрофобизирующей добавкой является перфторполиэфирная жидкость с триэтоксисилановыми группами с молекулярной массой ~2800 г/моль. Приведены

сравнительные результаты расчета поверхностной энергии пленкообразующих, полученных при различном сочетании модификаторов эпоксидного пленкообразователя, гидрофобизаторов и отвердителей. Исследованы зависимости водопоглощения пленки от плотности пленки эпоксидного покрытия.

Четвертая глава посвящена разработке лабораторной технологии изготовления эмали на основе синтезированных пленкообразователей, в результате исследований было изучено 16 рецептур эмалей и на основании проведенных испытаний выбрана рецептура для отработки ее в опытно-промышленных условиях АО «Соликамский завод «Урал».

Впервые в работе на основе лабораторных ускоренных климатических испытаний подтверждена способность разработанного покрытия сохранять свои поверхностные свойства на протяжении всего срока эксплуатации. Были проведены испытания покрытий на соответствие требованиям отрасли, в том числе, испытания на совместимость со штатными покрытиями, принятыми для подводной части судов и кораблей. Разработанное покрытие совместимо со штатными судостроительными системами, что является еще одним подтверждением практической важности работы.

Автором описаны стадии нанесения эмали на морское транспортное средство «ПСК-139» и результаты натуральных климатических испытаний. Описано внедрение результатов работы на АО «Соликамский завод «Урал» и ФГУП «13 СРЗ ЧФ» МО РФ.

Замечания по диссертационной работе:

1. В тексте диссертации на стр.136 есть ссылка на ГОСТ РВ9.412-2001, но не дано интерпретации баллов по этому ГОСТу, в Главе 2 не приведено методики оценки результатов натуральных испытаний.

2. Автор диссертации не указал временной интервал продолжительности натуральных испытаний; не даны технические характеристики судна, в частности, скорость судна и длительность его ежедневного нахождения в движении, что важно для оценки эффективности защитного действия покрытия.

3. К сожалению, отсутствует сравнительная оценка стоимости и эффективности покрытия по сравнению с зарубежными и отечественными аналогами – необрастающими (безбицидными) покрытиями.

4. Можно ли оценить по результатам диссертационного исследования, насколько влияет природа обрастателей на их способность прикрепляться к гидрофобным поверхностям.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости выполненной работы и в значительной степени вызваны большим объемом и междисциплинарным характером проведенных автором исследований и испытаний.

В целом, диссертационная работа Уваровой Екатерины Андреевны «Разработка безбицидного лакокрасочного покрытия с низкой поверхностной энергией на основе

эпоксидного пленкообразователя для защиты судов от обрастания» представляет собой цельную и законченную работу, выполненную на высоком научном уровне. Полученные результаты способствуют решению актуальной задачи – созданию необрастающих безбицидных лакокрасочных покрытий нового поколения для защиты плавсредств от морского обрастания, которые могут найти применение в судостроительной отрасли России.

По актуальности, научной новизне и практической значимости диссертационная работа на тему: «Разработка безбицидного лакокрасочного покрытия с низкой поверхностной энергией на основе эпоксидного пленкообразователя для защиты судов от обрастания» полностью соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 в редакции от 18.03.2023 № 415, а ее автор Уварова Е.А. заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17.– Материаловедение (технические науки)

Работа заслужена и обсуждена на заседании объединенного методического совета ИХС РАН, протокол № 9 от 14.09.2023 г.

Отзыв подготовлен:

Главным научным сотрудником ИХС РАН, руководителем научного направления ИХС РАН по функциональным и защитным покрытиям, доктором химических наук, профессором Шиловой Ольгой Алексеевной


Старшим научным сотрудником ИХС РАН, кандидатом химических наук Хамовой Тамарой Владимировной

18 сентября 2023 г.

Подпись О.А. Шиловой, Т.В. Хамовой
удостоверяю




О.В. Круглова

Ознакомил(а)

20.09.23