



УДК 620.197:629.12(4)

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КОРПУСОВ СУДОВ ОТ КОРРОЗИОННОЙ ДЕСТРУКЦИИ

Леонов В.Е., Рублёв И.И.

Херсонская государственная морская академия

В статье выполнен анализ существующих методов защиты металлических корпусов судов, разработано новое техническое решение по эффективному наполнителю, обладающего большей устойчивостью к коррозионной деструкции по сравнению со стандартными защитными покрытиями. Разработан и протестирован новый экологически безопасный для морской, окружающей среды наполнитель. Приведены практические способы использования данного покрытия, которое по сравнению с существующим стандартным покрытием обладает эластичностью. Данное покрытие не имеет аналогов в мире и обладает низкой стоимостью, поскольку в состав его входят отходы промышленности и сельского хозяйства. Покрытие, обладая высокой адгезией, способно удерживаться на металлической поверхности при различных параметрах внешней среды, что подтверждается проведенными экспериментами, описанными в данной статье.

Ключевые слова: наполнитель, защитное покрытие, компонент наполнителя, сырая резина, агрессивная среда, коррозия, корпус, судно.

Введение. Металл защищают от коррозии напылением или покрытием на его поверхность специального материала. В зависимости от типа защитной пленки покрытия подразделяют на лакокрасочные, оксидные металлические, неметаллические, плакированные, металлизационные. Данная проблема приобрела особую актуальность в стране с промышленно развитым и большим металлофондом и в последние годы в связи со все более детальным использованием в промышленности качественных материалов, в агрессивных средах, при высоких температурах, давлениях, что приводит к коррозионному растрескиванию, межкристаллитной коррозии, питтингам, а в конечном счете к потерям металла.

Актуальность исследования. Эффективность нового покрытия оценивается в целом, как комплекс функциональных качеств противокоррозионных, противообрастающих, декоративных, износоустойчивых на время всего срока службы данного состава. Точнее, решающим фактором определения первого или второго варианта покрытия есть его долговечность. Помимо этого учитывается, что ресурс затрат на восстановление этого покрытия часто превышает ресурс затрат на его первое нанесение, а качество покрытия после восстановления ниже первоначального.

Для исключения спорных вопросов между проектировщиками и эксплуатационниками следует разделять понятия «долговечность» и «гарантийный срок службы». Стандарт ISO 12944-1 (ЛАКИ И КРАСКИ. Защита от коррозии стальных конструкций системами защитных покрытий) определяет эти понятия следующим образом:

«Долговечность – ожидаемый срок службы системы защитных покрытий до первого полного ремонтного восстановления. Это понятие технического характера, которое помогает владельцу обоснованно планировать техническое обслуживание окрашенного объекта». Гарантийный срок службы – понятие юридического характера, имеющее законную силу и являющееся предметом контракта между заказчиком и исполнителем окрасочных работ. Это понятие определяет длительность эксплуатации окрашенного объекта, в течение которой исполнитель несет юридическую и финансовую ответственность за обеспечение защитных и/или декоративных качеств системы покрытия по конкретным параметрам, например, сохранность покрытия на определенной площади, сопротивления, цвета, блеска».

Если стоит задача получить высококачественное покрытие, то нецелесообразно экономить на подготовке поверхности под окраску, хотя качественная дробеструйная



обработка стоит дорого – в среднем расходы составляют 60-70 % от общих расходов по нанесению покрытия, включая стоимость материалов [5].

Необходимо учесть, что затраты на качественное восстановление покрытия обычно превышают затраты на его первое нанесение, а качество восстановленного покрытия заведомо ниже чем нанесенного впервые. При использовании катодной защиты электродный потенциал в морской воде меняют подключением электрического тока от любого источника. Анод изготавливается из различных материалов: графит, алюминий и его сплавы, свинцово-серебряные сплавы, платина и крепятся к судна на корпус через диэлектрик. Недостатком является разрушение анода, которое приводит к загрязнению морской среды токсичными веществами.

В процессе эксплуатации судов корпус их покрывается слоем продуктов биообрастания. Необходимо отметить, что продукты биообрастания корпусов судов ускоряют процессы коррозии [3, 4].

Постановка задачи. Заменить дорогостоящую и экологически опасную процедуру покраски корпусов судов на эффективные способы защиты. Экономически проще наносить качественные покрытия, пользуясь высококачественными эластичными материалами. Периодические междудоковые расходы при этом будут меньше, за счет увеличения периода перекрашивания.

Задачей данного исследования является создание покрытия способного сохранять целостную структуру, предотвращающую доступ агрессивной морской среды к поверхности металла. В общей стоимости окрашивания объекта и эксплуатационных затрат весьма большую роль играет качество красочного материала и относительно небольшую роль – ее цена. Например, стоимость качественной окраски с предварительной дробеструйной обработкой составляет от 30 до 50 USD за 1 м^2 , в том числе стоимость хорошей краски, расходуемой на 1 м^2 составляет в среднем около 4 USD, это около 10 % от стоимости окраски. Использование дешевой краски невысокого качества позволит снизить общие расходы на 4-6 %, но приведет к необходимости более раннего возобновления покрытия, что обойдется много дороже.

Покрытие должно содержать экологически безопасные материалы, которые не загрязняют морскую среду, поэтому **целью эксперимента** есть создание экологически безопасного и экономически обоснованного покрытия. Поскольку в настоящее время основным средством противокоррозионной защиты корпусов судов являются лакокрасочные покрытия, то вполне понятно, насколько важны и актуальны вопросы применения эффективных, безопасных лакокрасочных материалов и качественного их нанесения [1].

Качество покрытия оценивается как весь комплекс функциональных качеств – противокоррозионных, противообрастающих, декоративных, износостойких на всё время эксплуатации покрытия. Таким образом, решающим фактором выбора того или иного варианта покрытия является его долговечность.

Методика эксперимента. Для исследований выбраны образцы материала, изготовленные из прокатной листовой стали марки Ст-20, предварительно механически очищены от следов грязи, ржавчины, жира. Для определения веса были использованы лабораторные электронные весы марки ВТУ-210 Axis 3 класса точности с абсолютной погрешностью 0.005 г.

Взвешивание проводилось с дальнейшим расчетом абсолютной и относительной погрешности. Результаты приведены в работе [2].

Исследование коррозии проводилось весовым методом. Стандартный образец № 1 был механически очищен, обезжирен и покрыт железным суриком после просушки покрыт алкидной эмалью ПФ-115.

Второй образец очищен, обезжирен и покрыт гомогенной смесью в составе сырой резины и наполнителя растительного происхождения в соотношении 1:1 по весовому эквиваленту. Покрытие производилось в три слоя с интервалом просушки 3-5 минут.



Третий образец был очищен, обезжирен и покрыт гомогенной смесью в составе сырой резины и наполнителя растительного происхождения в соотношении 1:1 и после просушки покрыт алкидной эмалью.

Исследование образцов проводилось на воздухе при температуре 21 °С в течении трёх недель, в морской воде при температуре воды 20 °С при концентрации 39 ppm, (для условий Средиземного моря) в течении двух месяцев, в морской воде при температуре воды 46 °С в течении двух недель, в морской воде при температуре воды 4 °С в течении одной недели и на воздухе при температуре 35 °С под воздействием прямых солнечных лучей полтора месяца. До экспериментов и после проводились фотоснимки поверхностей образцов на наличие трещин и образования зон дислокации при помощи микроскопа.

Анализ поверхности стандартного и экспериментального образцов произведён бинокулярным микроскопом 40-1000x 9011 80 00 00 XSM-20. Результаты подготовки стандартных и экспериментальных образцов, взвешивания компонентов наполнителя приведены в работе [3].

Результаты взвешивания металлических образцов, покрытых композитной добавкой – смесь сырой резины и наполнителя приведены в работе [2].

Микрофотографии образцов после испытаний на воздухе представлены на рис. 1. Снимки сделаны с кратностью увеличения 40х. Образцы после испытаний в морской воде приведены на рис. 2. Образцы после последних испытаний приведены на рис. 3.

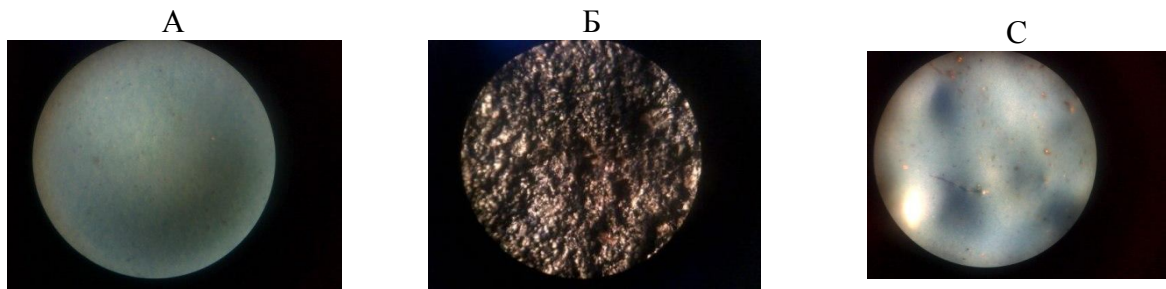


Рисунок 1 – Микрофотографии: А – стандартный образец № 1, Б – экспериментальный образец № 2, В – экспериментальный образец № 3

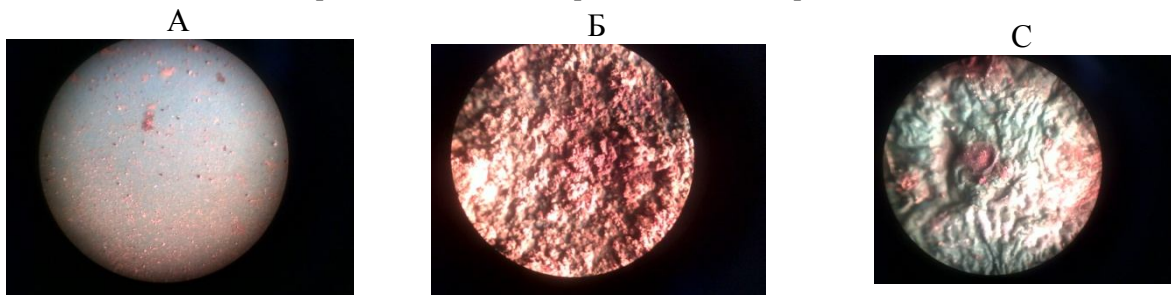


Рисунок 2 – Микрофотографии: А – стандартный образец № 1, Б – экспериментальный образец № 2, В – экспериментальный образец № 3

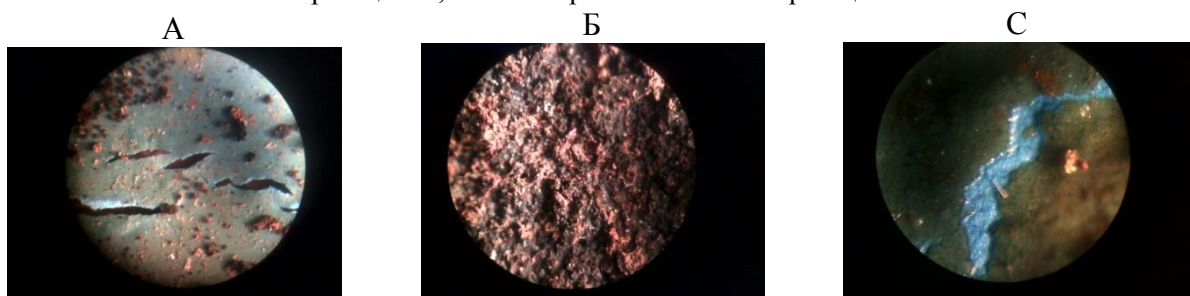


Рисунок 3 – Микрофотографии: А – стандартный образец № 1, Б – экспериментальный образец № 2, В – экспериментальный образец № 3



Выводы:

1. Разработана методика нанесения новых покрытий на металлические поверхности.
2. Приготовлены стандартные опытные образцы покрытий для металлов, обработанных традиционным и новым наполнителем.
3. Новое покрытие способно сохранять целостную структуру при различных параметрах внешней среды при длительном сроке эксплуатации.
4. Срок службы основного металла, покрытого новым композиционным материалом, на 75 % выше, чем образец покрытый традиционным наполнителем.

Перспектива дальнейшего исследования данного покрытия заключается в тестировании его на внутренних поверхностях корпуса судна, балластных танков, цистерн для льяльных и сточных вод. При защите металлических поверхностей, используемых при различных атмосферных и специальных условиях в особо агрессивных средах. Вследствие высокой эластичности покрытие нужно исследовать в области упругих элементов, а также узлов, работающих в условиях вибрации, тряски а также подвергающихся воздействию прямых солнечных лучей при длительном использовании. Состав данного покрытия при различных условиях может быть изменен, подбором более оптимальных к данной среде составов. Вариация составов будет исследована в будущем. Рекомендации по практической реализации данного научного направления будут использованы на судах морского флота.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обеспечение безопасности плавания судов и предотвращение загрязнения окружающей среды : монография / [Дмитриев В. И., Леонов В. Е., Химич П. Г., Ходаковский В. Ф., Куликова Л. Б.] ; под ред. В. И. Дмитриева, В. Е. Леонова. – Херсон : Издательство ХГМА, 2012. – 397 с.
2. Леонов В. Е. Исследование и разработка стойких экологически безопасных покрытий корпусов судов / В. Е. Леонов, И. И. Рубльов // «Fundamental and applied sciences today» [Материалы международной научно-практической конференции, (North Charleston, SC, USA)]. –USA, North Charleston, 2013. – Vol. 2. – P. 197-199.
3. Леонов В. Е. Методика исследования и разработки стойких экологически безопасных покрытий корпусов судов / В. Е. Леонов, И. И. Рублѐв // Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування [Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, (м. Херсон)]. – Херсон : Видавництво ХДМА, 2012. – С. 87-91.
4. Леонов В. Е. Основы экологии и охрана окружающей среды : монография / В. Е. Леонов, В. Ф. Ходаковский, Л. Б. Куликова ; под редакцией В. Е. Леонова. – Херсон : Издательство ХГМИ, 2010. – 352 с.
5. Степанов А. М. Актуальность и экономические аспекты проблемы коррозии и защиты металлических сооружений / А. М. Степанов, Н. С. Себелев, П. С. Воробьев [электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://pkraska.ru/articles/view/korroziya>.
6. Гуревич Е. С. Защита от обрастания / Е. С. Гуревич – М. : Наука, 1989. – 432 с.
7. Разработка новых композиционных материалов : Кн. 2 : Анализ степени воздействия ионизирующих излучений различного спектрального состава на жизнеспособность подводной флоры и фауны. Ч. 3 : Экспериментальные исследования степени воздействия ионизирующих излучений на подводную микрофлору. – Тверь : ТГТУ, 1999. – 239 с.



Леонов В.Є., Рубльов І.І. РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОГО НАПОВНЮВАЧА ДЛЯ ЗАХИСТУ КОРПУСІВ СУДЕН ВІД КОРОЗІЙНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ

У статті виконаний аналіз існуючих методів захисту металевих корпусів, призначене нове технічне рішення для ефективного наповнювача, яке має більший опір корозійної деструкції в порівнянні з звичайними захисними покриттями. Розроблений та випробуваний новий екологічно безпечний для морського середовища наповнювач. Практичне застосування цього покриття, яке в порівнянні з поточним стандартом покриття більш еластичне. Це покриття не має існуючих аналогів і має відносно низьку вартість, оскільки в частину матеріалу входить компонент рослинного походження, з відходів виробництва сільськогосподарської продукції. Покриття, що володіє високою здатністю до адгезії тримається на поверхні металу з різними параметрами навколишнього середовища, про що свідчать експерименти, описані у цій статті.

Ключові слова: наповнювач, захисне покриття, компонент наповнювача, сира гума, агресивне середовище, корозія, корпус, судно.

Leonov V.E., Rublev I.I. DEVELOPING EFFECTIVE PROTECTION FOR FILLING HULL VESSELS FROM THE DESTRUCTION OF CORROSION

In the article the analysis of existing methods for protecting metal hulls , designed a new technical solution for the effective filler having greater resistance to corrosive degradation in comparison with the conventional protective coatings. Developed and tested a new environmentally safe for marine , environmental filler. The practical uses of this coating , which is compared with the current standard coating is elastic . This coverage does not have any existing analogues and has a relatively low cost as part of the material of plant origin, and is a waste in the production of agricultural products. Cover having a high adhesion ability to hold onto the metal surface with various parameters of the environment , as evidenced by the above experiments described in this article.

Keywords: filler protective coating, filler component, crude rubber, aggressive environment, corrosion, corps, ship.

Статтю прийнято
до редакції 30.10.2013