

УДК 620.197:629.12(4)

В.Е. ЛЕОНОВ, И.И. РУБЛЕВ  
Херсонская государственная морская академия**ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ ЭЛАСТИЧНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ,  
НАНОСИМОГО НА МЕТАЛЛИЧЕСКУЮ ПОВЕРХНОСТЬ КОРПУСОВ  
СУДОВ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ КОРРОЗИИ**

*В статье предложена разработка нового технического решения по эффективному наполнителю, обладающего большей устойчивостью к коррозионной деструкции металлических корпусов судов 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.*

*Предложен механизм действия нового наполнителя, оказывающего ингибирующее действие на скорость коррозии металлического корпуса судов.*

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

V.E. LEONOV, I.I. RUBLYOV  
Kherson State Maritime Academy**STUDY OF THE MECHANISM OF THE ELASTIC FILLER APPLIED  
TO THE METAL SURFACE SHIPS TO PREVENT CORROSION****Abstract**

*The paper proposes the development of new technical solutions for effective filler having a greater resistance to corrosion degradation of metal hulls of ships compared to standard protective coatings. Developed and tested a new environmentally safe for marine, environmental filler. Practical ways to use this coverage, which in comparison with the existing standard coating is elastic. This coating has no analogues in the world and has a low cost because it includes in the waste industry and agriculture. Coating having a high adhesion ability to hold onto the metal surface with various parameters of the environment, which is confirmed by the experiments.*

*The mechanism of action of the new filler has an inhibiting effect on the corrosion rate of metallic hulls.*

*Keywords: filler, protective coating, filler components, raw rubber, aggressive environment, corrosion, building, ship, metal surface.*

**Постановка проблемы**

Эксплуатация морских и речных судов в мировой торговой инфраструктуре обладает весомой долей. С увеличением товарооборота необходимо наращивать мощного торгового транспортного состава ежегодно, увеличивая количество единиц морского флота. Следует также периодически обслуживать и ремонтировать все передвижные платформы, суда различного транспортного назначения (балкеры, танкеры, контейнеровозы, газовозы) [1-3]. Создание эффективного покрытия позволит не только сохранить и продлить ресурс корпуса судна, но и обеспечить экологическую безопасность флоры и фауны морской среды в местах интенсивного трафика судов, что позволит улучшить экологию акватории морей и океанов [4-7].

**Анализ последних исследований и публикаций**

Актуальность исследования. Разработать рецептуру экологически безопасного для морской среды и экономически эффективного защитного покрытия корпусов морских судов. Изучить механизм действия нового защитного покрытия в условиях реальной морской среды.

**Формулировка цели исследования**

Заменить дорогостоящий и экологически опасный наполнитель для защиты металлических поверхностей судов на более эффективный и экологически безопасный наполнитель. Изучить механизм действия защитного покрытия на скорость коррозии основного материала корпусов судов [2, 3].

Задачей данного исследования является:

- изучение механизма действия нового покрытия, предотвращающего доступ агрессивных компонентов морской среды к поверхности металла;
- разработать рецептуру нового покрытия, не имеющего в своём составе вредных для морской среды соединений тяжелых металлов.

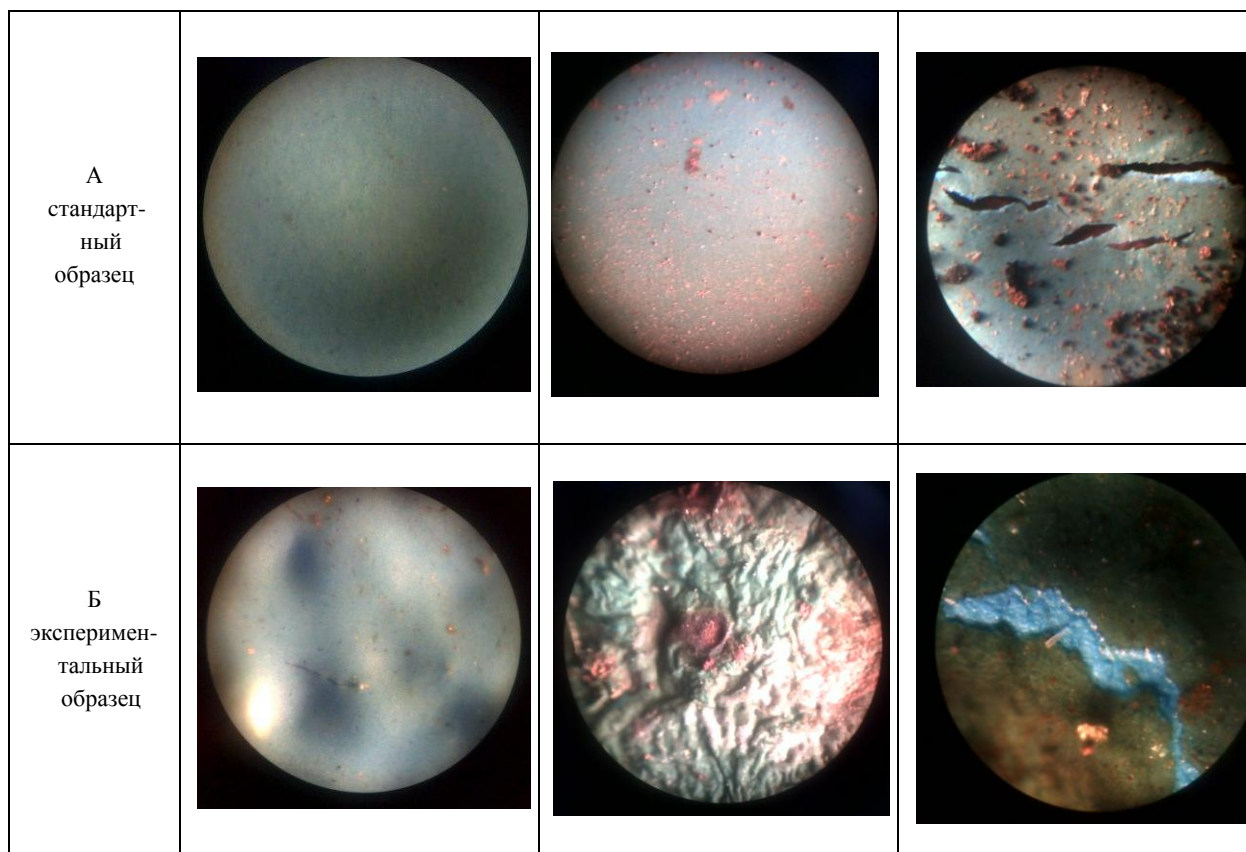
**Изложение основного материала исследования**

Цель эксперимента:

- исследовать поведение экспериментальных образцов в условиях реальной морской среды.
- изучить механизм действия эластичного наполнителя, наносимого на металл с целью снижения коррозии основного металла.

Методика эксперимента описана в работах [2, 3].

Результаты исследований образцов приведены на рис. 1-3 в виде микрофотографий стандартных и экспериментальных образцов.



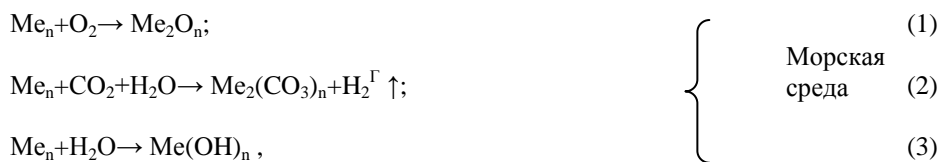
**Рис. 1. А, Б –  
Микрофотографии образцов  
(до испытаний)**

**Рис. 2. А, Б –  
Микрофотографии образцов  
(после месяца испытаний)**

**Рис. 3. А, Б –  
Микрофотографии образцов  
(после всего цикла  
испытаний)**

Вследствие пребывания экспериментальных образцов на воздухе и в морской воде под действием высоких и пониженных температур на рис. 3А и 3Б виден результат реакции защитного покрытия на объёмное расширение металла и самого покрытия. В стандартном образце А произошел разрыв защитного слоя – рис. 3А, что привело к разрушению целостности покрытия, а экспериментальный образец Б, имея достаточную эластичность и высокую вязкость, сохранил целостность покрытия (рис. 3Б).

В результате действия различных температур, морской среды и, как результат, объёмного расширения, экспериментальный образец Б сохранил защитные свойства металлических поверхностей корпусов судов, а стандартный наполнитель подвергся растрескиванию, что привело к «оголению» металлической поверхности и развитию электрохимических коррозионных процессов (рис. 4):



а в морскую среду эмитируют продукты коррозии в виде соединений тяжелых металлов.

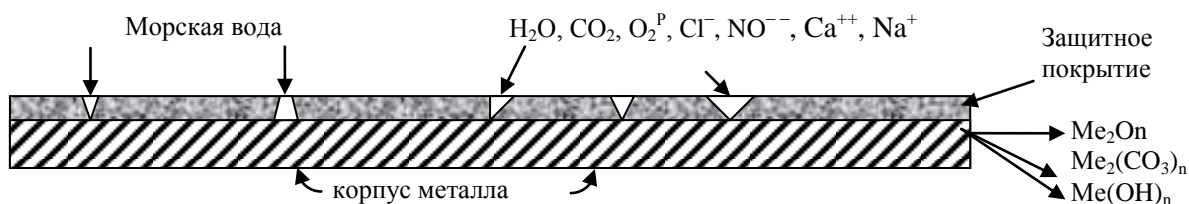


Рис. 4. Стандартный образец А

В результате объёмных расширений металла корпусов судов эластичный наполнитель смещается с одинаковой скоростью с корпусом, вследствие высокой адгезии наполнителя к корпусу металла. Вследствие этого не происходит растрескивания наполнителя и сохраняется коррозионная устойчивость основного металла корпусов судов (рис. 5).



Рис. 5. Изменение толщины защитного слоя металла корпуса судна судов покрытия Б в зависимости от объёмного расширения

$$\delta_1 > \delta_2; \delta_3 > \delta_1; \delta_1 = \delta_4$$

$$L_1 < L_2; L_3 < L_1$$

Вес металлических пластин до и после экспериментов приведён в табл. 1.

Таблица 1

Массы образцов до и после экспериментов

Образцы, покрытые защитными наполнителями	Исходный вес образцов до эксперимента, г	Образцы после снятия покрытия, г	Разность изменения масс, $\Delta m$ , г
1. Стандартный образец А	44,014	41,364	минус 2,65
2. Экспериментальный образец Б	43,051	41,707	минус 1,344

Расчет скорости коррозии металла корпуса судов, г, произведён по формуле [8]:

$$r = \frac{\Delta m}{S \cdot \tau} \cdot \frac{\tilde{a}}{i^2 \cdot \tilde{a} \hat{i} \ddot{a}}, \quad (4)$$

где  $\Delta m$  – изменение массы образца, г;  
 $S$  – площадь образца, м<sup>2</sup>;  
 $\tau$  – время эксперимента, год.

$$r_1 = \frac{2,65}{2 \cdot 0,0075 \cdot \frac{3}{12}} = 706,67 \frac{\tilde{a}}{i^2 \cdot \tilde{a} \hat{i} \ddot{a}}, \quad (4.1)$$

$$r_3 = \frac{1,34}{2 \cdot 0,0071 \cdot \frac{3}{12}} = 372,43 \frac{\tilde{a}}{i^2 \cdot \tilde{a} \hat{i} \ddot{a}}, \quad (4.2)$$

где  $3$  – время проведения эксперимента, мес.

$$\frac{r_1}{r_3} = \frac{706,67}{372,43} = 1,897 \text{ раз (1,9 раза).}$$

Скорость коррозии металла, покрытого новым эластичным наполнителем (Б), снижается по сравнению со стандартной защитой А металла в 1,9 раза [8].

### 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. Предложен механизм защитного действия покрытия корпусов судов нового поколения.
5. Рекомендации по практической реализации нового защитного покрытия будут использованы на судах морского флота.

### Список использованной литературы

1. Дмитриев В. И., Леонов В. Е., Химич П. Г., Ходаковский В. Ф., Куликова Л. Б., Обеспечение безопасности плавания судов и предотвращение загрязнения окружающей среды: монография; под ред. В. И. Дмитриева, В. Е. Леонова. – Херсон: ХГМА, 2012. – 397 с.: рос. мовою.
2. Леонов В. Е., Рублев И.И. Исследование и разработка стойких экологически безопасных покрытий корпусов судов // Материалы международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные науки сегодня» -М. Fundamental and applied sciences today Vol.2 CreateSpace 4900 LaCross Road, North Charleston, SC, USA 29409, 2013. – С. 197-199
3. Леонов В.Е., Рублев И.И Методика исследования и разработки стойких экологически безопасных покрытий корпусов судов. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування» – Херсон: Видавництво ХДМА», 2012. – С.87-91.

4. Леонов В.Е., Ходаковский В.Ф., Куликова Л.Б. Основы экологии и охрана окружающей среды. Монография: под редакцией д.т.н., профессора Леонова В.Е. Херсон: Издательство ХГМИ, 2010. – 352 с.
5. Степанов А.М. Себелев Н.С. Воробьев П.С. Актуальность и экономические аспекты проблемы коррозии и защиты металлических сооружений. <http://pkraska.ru/articles/view/korroziya>.
6. Гуревич Е.С. Защита от обрастания. книга 1, 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, ТГТУ, Тверь, 1999. – 239 с.

Леонов В.Е., Рублёв И.И. Исследование коррозионной устойчивости металлических корпусов судов, обработанных эффективным наполнителем. Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова (РФ) 2014. (рекомендована к публикации).