

УДК 656.6:620.193; 656.6:620.197

## ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ - ЭФФЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

Фатьянова Н.В., Шарифов З.З., Исмаилов Н.Ш.

*Азербайджанская Государственная Морская Академия  
Аз1000, г. Баку, ул. З.Алиевой, 18  
E-mail: nice.natali92@mail.ru*

**Xülasə.** *Məqalədə gəmi gövdə konstruksiyalarının korroziya proseslərinin bəzi xüsusiyyətlərinə baxılmışdır. Korroziyanın əsas növləri, onun nəticələri və gəmi gövdə konstruksiyalarının korroziyadan mühafizəsinin yolları göstərilmişdir. Lak-boya örtüklərinin tətbiqi korroziyadan mühafizənin səmərəli vasitəsi kimi əsaslandırılmışdır. Bir neçə lak-boya örtüyünün tərkibi, üstünlükləri və minimal qalınlığı göstərilmişdir. Gəmi konstruksiyalarının korroziyadan uzunmüddətli mühafizəsini təmin edən tədbirlərin işlənməsi vacib hesab edilmişdir.*

*Yeni lak-boya örtükləri tərkiblərinin, o cümlədən nanodoldurucular əlavə edilməklə, işlənməsi, boyaların gəmi gövdəsinə çəkilməsi texnologiyasının, gəmiqayırma və gəmi təmiri istehsalının təkmilləşdirilməsinin vacibliyi vurğulanmışdır.*

**Abstract.** *Some features of the corrosion process of the hull of the vessel are studied in the article. The main types of corrosion, its results and corrosion protection of hull structures are shown. The use of paint and varnish coatings is justified as an effective means of protection against corrosion. The composition, advantages and minimum thickness of several paint coatings are shown. It is necessary to develop measures to ensure long-term protection of ship structures from corrosion.*

*It was emphasized the importance of developing new paint coatings, including the addition of nanoparticles, the technology of applying paintwork to the hull of the ship, improving shipbuilding and ship repair.*

**Аннотация.** *В статье изучены некоторые особенности процесса коррозии корпуса судна. Показаны основные виды коррозии, ее результаты и защита от коррозии конструкций корпуса судна. Применение лакокрасочных покрытий оправдано как эффективное средство защиты от коррозии. Представлены составы, преимущества и минимальные толщины нескольких лакокрасочных покрытий. Отмечена необходимость разработки мер для обеспечения долгосрочной защиты судовых конструкций от коррозии.*

*Подчеркнуто важное значение разработки новых лакокрасочных покрытий, в том числе с добавлением нано-наполнителей, технологий нанесения лакокрасочных покрытий на корпус судна, совершенствование судостроения и судоремонта.*

**Açar sözlər:** *korroziya, lak-boya örtükləri, gəmi gövdə konstruksiyaları, mühafizə üsulları, boyanın qalınlığı və sərfi*

**Key words:** *corrosion, paint coatings, ship structures, methods of protection, thickness and consumption of paint*

**Ключевые слова:** *коррозия, лакокрасочные покрытия, судовые конструкции, способы защиты, толщина и расход краски*

---

**Введение.** *Высокие темпы развития инфраструктурных областей экономики и увеличения объемов грузовых перевозок на водном транспорте предъявляют высокие требования к надежности эксплуатации судов ЗАО «Азербайджанское Каспийское Морское Пароходство».*

*Одним из факторов снижающих ресурсы судов является коррозия корпусных конструкций, машин и механизмов плавучих средств. Установлено, что коррозия приводит еже-*

годно к миллиардным убыткам во всех странах мира, поэтому проблемы борьбы с коррозией являются важной научно-технической задачей. Основной ущерб, причиняемый коррозией, заключается не в потере металла, а в огромной стоимости судна, разрушаемого коррозией [1].

В США по последним данным НАСА ущерб от коррозии и затраты на борьбу с ней составили 3,1 % от ВВП (276 млрд. долларов). В Германии этот ущерб составил 2,8 % от ВВП. По оценкам специалистов различных стран эти потери в промышленно развитых странах составляют от 2 до 4 % валового национального продукта. При этом потери металла, включающие массу вышедших из строя металлических конструкций, изделий, оборудования, составляют от 10 до 20 % годового производства стали [7]. Вот почему ежегодные потери от неё столь велики.

Истинные убытки от коррозии нельзя определить, оценив только прямые потери, к которым относятся цена разрушившейся конструкции, цена замены оборудования, издержки на мероприятия по защите от коррозии [2]. Ещё больший ущерб составляют косвенные потери. Это простой судов при замене прокорродировавших деталей и узлов, утечка продуктов и нарушение технологических процессов [3,4].

Особое место в комплексе мероприятий по обеспечению надежности эксплуатации судна отводится защите его стального корпуса от коррозии.

**Основная часть.** Как известно, *коррозия* - это самопроизвольный процесс разрушения поверхности металла при его взаимодействии с внешней средой, протекающий в большинстве случаев без подведения энергии от какого-либо внешнего источника [1,2].

Коррозию металла можно разделить на три вида: химическая, биологическая и электрохимическая [2,3].

*Химическая коррозия* происходит от действия сухих газов или жидкостей, не проводящих электрических ток по законам химических реакций [2].

Установлено, что химической коррозии подвержены внутренние поверхности грузовых танков нефтеналивных судов, перевозящих светлые нефтепродукты с большим содержанием сернистых соединений и кислотных остатков, вступающих в химическую реакцию с металлом.

При этом происходит разрушение поверхностей набора в виде местных отдельных язвин. Скорость разрушения достигает 1,2-2 мм/год, что может вызвать появление сквозных разрушений обшивки корпуса.

*Биологическая коррозия* вызывается жизнедеятельностью различных микроорганизмов на подводной части корпуса судна [3]. В данном случае микроорганизмы используют металл как питательную среду или поражают его своими выделениями. Существенных разрушений биологическая коррозия не производит, но она, как правило, совмещается с другими видами коррозии.

*Электрохимическая коррозия* происходит при соприкосновении металла с токопроводящими жидкостями (электролитами) [4]. При электрохимической коррозии происходят наибольшие разрушения металла корпуса, трубопроводов и другого судового оборудования. В условиях судна в роли электролита выступает морская вода. Интенсивность коррозии зависит от солености воды, содержания в ней кислорода и химического состава металла.

Как известно, морская вода содержит в себе легко диссоциирующие соли, в основном хлориды NaCl, MgCl<sub>2</sub> и сульфиды CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, обладает значительной соленостью, насыщена воздухом и высоко электропроводна. Указанные факторы обуславливают электрохимический характер протекания коррозионных процессов в морской коррозии.

Как показывает опыт эксплуатации, размеры потерь и количество лакокрасочных материалов, затрачиваемых ЗАО «Азербайджанское Каспийское Морское Пароходство» на подавление коррозии в процессе эксплуатации судов значительны. Согласно статистике, примерно 10% ежегодного потребления металла на предприятиях ЗАО «Азербайджанское Кас-

пийское Морское Пароходство» расходуется на покрытие безвозвратных потерь вследствие коррозии. Для уменьшения ущерба, причиняемого коррозией, следует не только следить за правильной эксплуатацией судов, но и своевременно предпринимать эффективные средства борьбы с коррозией.

Проведенные исследования показывают, что на судоремонтных заводах ЗАО «Азербайджанское Каспийское Морское Пароходство» на долю всех ремонтных работ по ликвидации коррозионных разрушений приходится 20-30% общих затрат на заводской ремонт судна. Доковый ремонт судна не менее чем на 60% может быть отнесен к затратам на работы по ликвидации коррозии.

Борьба с коррозией проводится различными способами в зависимости от характера воздействия агрессивной среды, назначения конструкции и условий эксплуатации судов.

В настоящее время широко используются такие способы защиты металла от коррозии, как экономное легирование, ингибиторная защита, лакокрасочные покрытия и электрохимическая защита судовых корпусных конструкций [3,4].

Как отмечено многими исследователями, эффективным средством защиты от коррозии являются лакокрасочные покрытия (ЛП) [3,4,5]. ЛП по сравнению с другими видами защитных покрытий имеют следующие преимущества:

- низкую стоимость (по сравнению, например, со стоимостью гальванических, порошковых, стеклоэмалевых и других покрытий);
- высокую технологичность (нанесение красок менее сложно, чем нанесение других видов защитных покрытий; окрашивать можно изделия любой конфигурации и размера, полностью или частично);
- длительный период действия при правильном выборе лакокрасочных материалов, технологии их нанесения и схемы окрашивания;
- возможность быстрого возобновления покрытия в случае его повреждения или разрушения, даже на эксплуатируемом судне.

Антикоррозионные защитные и лакокрасочные покрытия должны соответствовать следующим требованиям:

- повышать сопротивляемость конструкции внешнему воздействию;
- должно подбираться с учетом специфики защищаемого конструкционного материала;
- должно обеспечивать изоляцию материала от агрессивной среды.

Надежная противокоррозионная защита обеспечивается при применении лакокрасочных покрытий с высокой адгезией к поверхности материала и имеющие оптимальные толщины (табл.), получаемые при использовании заданного количества краски оптимального состава [3,4].

Как видно из таблицы для длительной защиты судовых конструкций от коррозии широко используются лакокрасочные материалы на алкидной, эпоксидно-алкидной, полиуретановой основе и т.д. Содержание растворителей в них сводится к минимуму, а минимальная толщина покрытия колеблется от 120 до 250 мкм.

Одними из наиболее распространенных лакокрасочных материалов, используемых для антикоррозионной защиты металлоконструкций являются материалы на основе эпоксидных смол [5].

Как правило, эпоксидные лакокрасочные материалы двухупаковочные. Основой эпоксидных лакокрасочных материалов служат эпоксидные смолы, которые представляют собой линейные простые полиэферы, молекулярные цепи которых имеют реакционно-способные эпоксидные группы на обоих концах и вторичные гидроксильные группы, расположенные вдоль всей цепи [3,5].

Сравнительные характеристики красок, обеспечивающих длительную защиту судовых конструкций от коррозии

Марка краски	Назначение краски	Способ нанесения	Расход противокоррозионной краски	Толщина покрытия, мкм
<b>PE 28</b> двухкомпонентная полиуретановая грунт-эмаль	Рекомендуется для антикоррозионной защиты металлических конструкций эксплуатируемых в условиях средне и сильно агрессивной атмосферы	Безвоздушный, валик, кисть	1 кг на 3,2 м <sup>2</sup>	120-150
<b>KE 11/KE 84</b> Однокомпонентные алкидные грунт-эмали	Рекомендуется для антикоррозионной защиты металлоконструкций в условиях мало агрессивной атмосферы	Пневматический, безвоздушный, валик, кисть	1 кг на 6,7 м <sup>2</sup>	150-200
<b>KG 61</b> Однокомпонентный эпоксидно-алкидный быстросохнущий грунт	Рекомендуется для антикоррозионной защиты изделий в судостроении в системе с эмалью на основе алкидных и полиуретано-алкидных смол	Пневматический, безвоздушный, валик, кисть	1 кг на 7 м <sup>2</sup>	200-250

Установлено, что образование пространственных полимеров при отверждении смол происходит в результате сшивки линейных молекул при взаимодействии их с органическими азотосодержащими соединениями, т.е. отвердителями. В процессе реакции происходит отверждение смолы и превращение ее в нерастворимое, неплавкое соединение трехмерного строения без выделения побочных продуктов реакции, поэтому почти не происходит усадки покрытия.

Несомненным преимуществом лакокрасочных материалов является их технологичность, их достаточно просто наносить на поверхность металла, а при введении в их состав некоторых добавок можно добиться дополнительных защитных эффектов.

Установлено, что путем соответствующего подбора красок и технологии их нанесения можно получить покрытия, обладающие практически любыми требуемыми свойствами (негорючие, теплостойкие, нефтестойкие, кислотостойкие, нескользкие, противообрастающие, химически стойкие и т. п.), а также любого заданного цвета и желаемой фактуры (гляцевые, матовые, полуматовые, шероховатые и др.) [1,4,5].

Как показывают проведенные экспериментальные исследования, одними из наиболее перспективных лакокрасочных материалов являются лакокрасочные материалы на основе нано-кристаллических наполнителей, а также лакокрасочные покрытия, не содержащие растворителей.

Инновационными судовыми лакокрасочными материалами XXI века являются материалы на основе нано-кристаллических наполнителей. В качестве нано-наполнителя используют калиевое жидкое стекло. Благодаря особым свойствам поверхности, лакокрасочное покрытие является антикоррозионным, противообрастающими особо устойчивым к загрязнению. Оно имеет поры на уровне нано-частиц. Частицы грязи не могут осесть в порах и легко удаляются с поверхности. Быстросохнущая поверхность лишает жизнеспособности водоросли и грибки.

Лакокрасочные материалы, не содержащие растворителей, получают на основе жидких эпоксидных смол. Для снижения вязкости в них вводят активные разбавители, которые придают лакокрасочному материалу малярные свойства без использования летучих растворителей. Особенно важно использовать лакокрасочные материалы без растворителей при окрашивании судовых танков, трюмов, цистерн и других замкнутых объемов. Лакокрасочные покрытия на основе жидких эпоксидных смол позволяют резко снизить токсичность, пожаро- и взрывоопасность окрашивания [1,4].

**Закключение.** Таким образом, коррозия судовых корпусных конструкций является важной научно-технической проблемой, имеющей огромное влияние для нашей республики и в частности для предприятий ЗАО «Азербайджанское Каспийское Морское Пароходство».

Учеными и специалистами судостроительной и судоремонтной отраслей предпринимаются различного характера технико-технологические мероприятия, направленные на защиту металлических конструкций судов. Разрабатываются новые и совершенствуются существующие составы лакокрасочных материалов, модернизируются технологии нанесения и организация лакокрасочного производства.

Однако, предложенные методы борьбы с коррозией не гарантируют эффективную защиту корпуса судна. Тратятся огромные средства на восполнение потерь от коррозии.

Сейчас усилия исследователей и производителей направлены на разработку новых составов ЛКМ, в том числе с использованием нано-наполнителей, которые придают покрытиям принципиально новые качества и обеспечивают длительную защиту судовых корпусных конструкций от коррозии.

### **Литература**

1. Козлов Д.Ю. Антикоррозионная защита. Екатеринбург: ООО ИД «Оригами», 2013, 343 с.
2. ГОСТ 5272-98: Коррозия металлов. Термины и определения. Москва, Стандартиздат, 2012, 24 с.
3. Искра Е.В. Лакокрасочные материалы и покрытия в судостроении. Справочник. Санкт-Петербург, Судостроение, 2005, 368с.
4. Балаев Г.А. Производство антикоррозионных работ. М., Высшая школа, 2004, 332с.
5. Гуревич Е.С., Искра Е.В., Куцевалова Е.П. Защита морских судов от обрастания. Санкт-Петербург, Судостроение, 2003, 402с.
6. ГОСТ Р 9.316-2006. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия термодиффузионные цинковые. Общие требования и методы контроля. Москва, Стандартиздат, 2007, 46с.
7. Материалы 16-го Всемирного конгресса по коррозии. Пекин, сентябрь 2005 г., Москва, Судостроение, 2006, 432с.

*Tövsiyə edib: t.e.d., prof. A.T.Məmmədov*