

Зейлерт Андрей Владимирович
Студент 2 курса магистратуры
департамент «Морской техники и транспорта»
Дальневосточный Федеральный университет
Россия, г. Владивосток

Богаутдинов Данил Витальевич
Студент 2 курса магистратуры
департамент «Морской техники и транспорта»
Дальневосточный Федеральный университет
Россия, г. Владивосток

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ СУДОВ ОТ КОРРОЗИИ: МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

***Аннотация:** Современные методы защиты судов от коррозии включают широкий спектр материалов и технологий, направленных на предотвращение разрушения металлических конструкций под воздействием агрессивной морской среды. В статье рассмотрены основные методы антикоррозийной защиты, такие как применение инновационных покрытий, катодная защита, ингибиторы коррозии и использование композитных материалов. Обсуждаются перспективные разработки в области нанотехнологий и высокоэффективных антикоррозийных составов.*

***Ключевые слова:** коррозия, защита судов, антикоррозийные покрытия, катодная защита, ингибиторы коррозии, композитные материалы, нанотехнологии.*

***Annotation:** Modern methods of ship corrosion protection include a wide range of materials and technologies aimed at preventing the destruction of metal structures under the influence of an aggressive marine environment. The article discusses the main*

methods of anti-corrosion protection, such as the use of innovative coatings, cathodic protection, corrosion inhibitors and the use of composite materials. Promising developments in the field of nanotechnology and highly effective anti-corrosion compounds are discussed.

Keywords: *corrosion, ship protection, anti-corrosion coatings, cathodic protection, corrosion inhibitors, composite materials, nanotechnology.*

Введение

Коррозия – это процесс разрушения металлов под воздействием окружающей среды, который вызывает серьезные структурные изменения, уменьшая долговечность и надежность судов. Морская вода, содержащая соли, является агрессивной средой, которая способствует электрохимическому окислению, особенно в частях корпуса, находящихся под водой. Это приводит к значительным затратам на ремонт и техническое обслуживание флота и может повлиять на безопасность судов. Современные методы защиты судов от коррозии развиваются благодаря новым материалам и технологиям, которые обеспечивают долговечную защиту и минимизируют износ.

Среди наиболее эффективных методов защиты от коррозии выделяются антикоррозийные покрытия и катодная защита. Каждый из этих методов имеет свои особенности, преимущества и ограничения, и их оптимальное применение зависит от типа конструкции, условий эксплуатации и характера воздействия агрессивных сред. Современные технологии позволяют значительно продлить срок службы судов и других металлических объектов за счет более стойких и эффективных защитных систем.

Антикоррозийные покрытия

Антикоррозийные покрытия создают барьер между поверхностью металла и агрессивной средой, предотвращая контакт и, следовательно, коррозионные процессы. Эти покрытия могут быть неорганическими или органическими, и их состав зависит от условий эксплуатации и типа конструкции. Эпоксидные

покрытия широко применяются в морской отрасли, так как они обладают высокой стойкостью к воздействию морской воды и химических веществ. Эпоксидные составы образуют плотный и прочный слой, препятствующий проникновению воды, кислорода и солей к металлу. Полиуретановые покрытия, обладая высокой устойчивостью к механическим воздействиям, ультрафиолетовому излучению и температурным колебаниям, также применяются для защиты корпусов судов и других конструкций, находящихся в суровых условиях. Нанопокрытия, включающие наночастицы металлов, оксидов и других соединений, предоставляют дополнительные гидрофобные и самоочищающиеся свойства поверхности, повышая ее стойкость к воздействию агрессивной среды.

Важным преимуществом антикоррозийных покрытий является их способность к долговременной защите при правильном нанесении и последующем обслуживании. Современные технологии позволяют улучшить адгезию покрытия к металлу, обеспечивая более равномерное распределение защитного слоя и повышение стойкости к механическим повреждениям. Среди инновационных решений в области антикоррозийных покрытий можно выделить использование композиционных и самовосстанавливающихся материалов, которые имеют способность к самостоятельному ремонту в случае повреждений. Такие покрытия содержат микрокапсулы с антикоррозийными составами, которые высвобождаются при механическом повреждении, заполняя образовавшиеся дефекты и восстанавливая защитный барьер. Этот подход позволяет значительно сократить расходы на ремонт и техническое обслуживание, увеличивая срок службы судна и других конструкций.

Катодная защита

Катодная защита представляет собой электрохимический метод защиты от коррозии, который заключается в предотвращении потери электрона металлом, подвергающимся коррозии. Этот метод базируется на принципах электрохимической коррозии, где металл корпуса корабля или другой конструкции становится катодом в электрохимической цепи, что предотвращает

его разрушение. Существует два основных типа катодной защиты: протекторная защита и электропрочность. Протекторная защита заключается в использовании анодов из менее благородного металла, такого как цинк или магний, которые подключаются к защищаемому металлу. Этот анод корродирует вместо основной металлической конструкции, принимая на себя коррозионные процессы и тем самым защищая основной металл. Электропрочность же предполагает применение внешнего источника тока, который контролирует потенциал металлической поверхности, предотвращая окисление. Этот тип катодной защиты позволяет точно регулировать степень защиты, что особенно важно в условиях переменных морских условий и для подводных объектов.

Катодная защита является одним из наиболее эффективных методов защиты подводных частей судов и платформ, подвергающихся постоянному воздействию морской воды. Эффективность катодной защиты зависит от правильного выбора материала анодов и их расположения. Например, в морских условиях цинковые аноды наиболее предпочтительны из-за их высокой коррозионной стойкости в соленой воде. Магниевые аноды, обладая большей электрохимической активностью, применяются в менее агрессивных средах. Кроме того, системы катодной защиты могут быть оснащены датчиками, позволяющими контролировать потенциал металлической поверхности и предотвращать чрезмерную или недостаточную защиту. Это делает катодную защиту гибким и надежным методом, подходящим для долгосрочного применения.

Сравнивая антикоррозионные покрытия и катодную защиту, можно отметить, что оба метода имеют свои уникальные преимущества. Антикоррозионные покрытия создают физический барьер, предотвращая контакт металла с коррозионными агентами, тогда как катодная защита останавливает электрохимические реакции на поверхности металла. Оба метода часто применяются в комбинации, что позволяет обеспечить максимальную защиту и долговечность металлических конструкций, особенно в условиях морской эксплуатации, где воздействие агрессивной среды постоянно. Например,

надводные части судна могут быть защищены с помощью полиуретановых или эпоксидных покрытий, а подводные части – с помощью катодной защиты. Такой подход позволяет снизить затраты на обслуживание и повысить общую эффективность антикоррозийной защиты.

Нанопокрытия

Важным аспектом современных исследований в области антикоррозийной защиты является разработка наноматериалов и нанокомпозитов, обладающих уникальными защитными свойствами. Например, нанопокрытия, содержащие частицы графена, диоксида титана и других наноматериалов, обеспечивают высокую степень гидрофобности и устойчивости к химическим воздействиям. Эти покрытия обладают также самоочищающимися свойствами, что позволяет снизить вероятность накопления загрязнений и улучшить защиту от коррозии. В перспективе нанотехнологии позволят создавать покрытия, способные реагировать на изменения условий окружающей среды и автоматически адаптироваться, обеспечивая защиту на молекулярном уровне.

Ингибиторы коррозии и композитные материалы

Ингибиторы коррозии и композитные материалы играют важную роль в защите металлических конструкций от разрушительного воздействия окружающей среды. Коррозия является значительной проблемой для промышленных объектов, судов, нефтегазового оборудования и других металлоконструкций, подверженных агрессивным условиям. Ингибиторы коррозии, как и композитные материалы, помогают продлить срок службы конструкций, обеспечивая защиту от коррозии и снижая затраты на ремонт и техническое обслуживание. Оба подхода имеют свои особенности и сферы применения, а их совместное использование позволяет добиваться более высокой эффективности в борьбе с коррозией.

Они классифицируются на различные группы в зависимости от их механизма действия и химического состава.

1. **Анодные ингибиторы** — уменьшают скорость анодной реакции, подавляя растворение металла в электролите. Такие ингибиторы, например, хроматы и нитриты, формируют на поверхности металла оксидные пленки, препятствующие окислению. Они наиболее эффективны для применения в водных растворах и могут использоваться для защиты систем водоснабжения и охлаждения, а также морских сооружений.

2. **Катодные ингибиторы** — замедляют катодную реакцию, препятствуя восстановлению кислорода и других окислителей на поверхности металла. К таким ингибиторам относят карбонаты и фосфаты, которые способны создавать барьерный слой, уменьшающий доступ кислорода. Катодные ингибиторы эффективны в морской и пресной воде, а также в химической промышленности.

Композитные материалы представляют собой сочетание двух или более различных материалов, каждый из которых сохраняет свои свойства, но в сочетании обеспечивает улучшенные характеристики конечного продукта. Композиты активно применяются в строительстве, авиации, автомобильной промышленности, а также в судостроении, так как они обладают высокой прочностью, легкостью, стойкостью к коррозии и другим видам износа.

В контексте антикоррозийной защиты композиты предоставляют ряд преимуществ перед традиционными металлическими материалами. Они не подвержены электрохимической коррозии, что делает их особенно привлекательными для использования в агрессивных средах, таких как морская вода, химические растворы и промышленные выбросы.

Комбинированное применение ингибиторов коррозии и композитных материалов позволяет создавать защитные системы с высокой эффективностью и долговечностью. Например, композитные трубопроводы могут дополнительно обрабатываться ингибиторами, что предотвращает коррозию на стыках или в местах, где присутствует металлическая арматура. Использование ингибиторов коррозии в композитных материалах или их нанесение на поверхности таких

материалов позволяет продлить срок службы и повысить их устойчивость к воздействию агрессивных веществ.

Заключение

Таким образом, коррозия представляет собой серьезную угрозу для долговечности и безопасности судов, особенно в условиях морской среды, где агрессивные факторы, такие как соленая вода, способствуют электрохимическому разрушению металлов. Эффективная защита от коррозии становится необходимостью, что достигается с помощью современных технологий, таких как антикоррозийные покрытия и катодная защита. Антикоррозийные покрытия создают защитный барьер, который предотвращает контакт металла с агрессивной средой, а также включают инновационные решения, такие как самовосстанавливающиеся материалы. Катодная защита, в свою очередь, использует электрохимические методы для предотвращения коррозии, что позволяет более точно контролировать степень защиты. Внедрение этих технологий существенно снижает затраты на ремонт и техническое обслуживание, продлевая срок службы судов и других металлических конструкций. Таким образом, современные методы защиты от коррозии являются ключевыми для обеспечения надежности и безопасности морского флота.

Использованные источники:

1. Зобочев Ю. Е. Защита судов от коррозии и обрастания / Ю. Е. Зобочев, Э. В. Солинская. – М.: Транспорт, 1984. –174 с.
2. Белов О.А. Проблемы методологии контроля электрохимической защиты стальных корпусов кораблей и судов / О.А. Белов, А.Б. Дороганов // Вестник Камчатского государственного технического университета. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 37. – С. 10–13.

3. РД 31.28.10-97 Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии. Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 1998. – 37 с.

4. ГОСТ 9.056-75. Стальные корпуса кораблей и судов. Общие требования к электрохимической защите при долговременном стояночном режиме [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015017>. (Дата обращения 20.07.2015 г.)