

Ковалюк Елена Николаевна,
к.х.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
раб. тел. (83955)676486, конт. тел. 89501344208,
e-mail: ken.agta@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

Kovalyuk E.N.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF METHODS OF PROTECTION AGAINST CORROSION

Аннотация. Рассмотрены методы защиты от коррозии. Сравнивается эффективность применения методов при различных условиях, экономическая целесообразность.

Ключевые слова: коррозия, ингибитор коррозии, легированная сталь, гальванические покрытия, протекторы, электрохимическая защита.

Abstract. Methods of corrosion protection are considered. Efficiency of application of methods under various conditions, economic expediency is compared.

Keywords: corrosion, corrosion inhibitor, alloy steel, electroplating coatings, protectors, electrochemical protection.

Изучение причин коррозии металлов и сплавов, разработка эффективных способов антикоррозионной защиты является серьезной научно-технической проблемой, важной для повышения экономической эффективности, экологической безопасности и надежности различных отраслей промышленности.

Общие годовые затраты на борьбу с коррозией составляют 2-4% от валового национального продукта. Это сотни миллионов долларов в год [1].

Коррозия – это самопроизвольное разрушение металлов и сплавов при взаимодействии с окружающей средой. В результате коррозии изменяются свойства металла, часто происходит ухудшение его механических характеристик (прочности, твердости, пластичности и др.). Возможность протекания коррозионного процесса можно оценить по величине изобарно-изотермического потенциала реакции, при отрицательном значении этого показателя коррозионный процесс термодинамически возможен.

Защита от коррозии – это комплекс мероприятий, направленных на замедление и прекращение разрушения металлов и сплавов, сохранение и поддержание работоспособности машин, оборудования и сооружений в требуемый период эксплуатации [2].

Для защиты металлов от коррозии могут быть использованы один или несколько методов:

Обработка поверхности металла – нанесение металлических, конверсионных, лакокрасочных покрытий и футеровочных материалов (винипласт, резина и др.).

Защитные покрытия, как правило, более устойчивы в коррозионной среде, чем основной металл (кроме анодных металлопокрытий). Защитные покры-

тия могут быть в виде неорганических защитных пленок, гальванопокрытий, полимерных и лакокрасочных покрытий. Выбор покрытия зависит от сроков эксплуатации и скорости коррозии. Слой покрытия должен служить диффузионным барьером и препятствовать проникновению коррозионной среды к поверхности металла.

В результате электрохимической и химической обработки можно сформировать на металлической поверхности оксидные или фосфатные пленки, которые обладают высокой адсорбционной способностью, электроизоляционными и полупроводниковыми свойствами, повышенной твердостью и устойчивостью в условиях трения. При финишной обработке окислительными составами, смазками или лакокрасочными материалами заметно повышается срок службы конверсионных покрытий. Электроосаждение (нанесение поверхностных гальванических покрытий) позволяет регулировать толщину слоя, экономно расходовать цветные металлы, наносить покрытия из металлов, имеющих высокую температуру плавления. Защитные электрохимические покрытия должны обладать: способностью изолировать изделие от агрессивной среды, собственной коррозионной стойкостью, заданными физико-механическими свойствами.

Полимерные покрытия получают из растворов высокомолекулярных соединений. Полимерные материалы могут применяться в виде футеровок, лаков и паст.

Лакокрасочные покрытия – один из самых распространенных и надежных способов защиты от коррозии. Они имеют, в основном, меньшую себестоимость по сравнению с металлическими покрытиями. Системы покрытий, включающие грунтовку, промежуточный и покровный слои имеют срок службы до 10-15 лет при регламентированной подготовке поверхности и правильном выборе лакокрасочного материала (атмосферо-, химически-, бензостойкие покрытия). Лакокрасочные материалы могут быть нанесены на поверхность кистью, валиком, методами окунания, напыления и др.

В состав лакокрасочных материалов входят следующие компоненты:

- пленкообразующие вещества, необходимые для образования хорошо диспергированной суспензии красителя, сцепления лакокрасочного покрытия с основой и придания покрытию эластичности, блеска и других свойств;
- растворители и разбавители, используются для растворения пленкообразующих веществ и для разбавления уже приготовленных растворов этих соединений;
- твердые вещества – это пигменты, наполнители, утяжелители и красители [3].

Легирование металлов – это введение в их состав легирующих элементов (металлов, неметаллов), повышающих коррозионную стойкость или механические свойства металла. Чем химически активнее коррозионная среда и выше требования к механическим свойствам сталей, тем больше должно быть

содержание хрома, никеля и других легирующих элементов. Стали с содержанием хрома в количестве 12 и более массовых процентов разработаны специально для эксплуатации в очень агрессивных условиях, характерных для химической промышленности. Хром характеризуется высокой склонностью к пассивации в средах различной кислотности и анионного состава [4]. Нержавеющие стали по своей стойкости к общей коррозии занимают одно из первых мест среди конструкционных материалов. Вместе с тем нержавеющие стали склонны к различным видам местной коррозии, таким как питтинговая, межкристаллитная, щелевая коррозия и коррозионное растрескивание [5].

Электрохимическая защита – уменьшение скорости электрохимической коррозии металла при его поляризации внешним током (катодной или анодной) или при контакте с дополнительным электродом (протектором). Этот вид защиты применяется только в природных и технологических средах с высокой электропроводностью.

При анодной поляризации защищаемый металл присоединяется к положительному полюсу источника тока (т.е. в качестве анода), или контактирует с металлом, имеющим более положительный потенциал. Снижение скорости коррозии при анодной поляризации металлоконструкции имеет место только в случае перевода его в пассивное состояние. Поэтому анодная электрохимическая защита может быть эффективной для легко пассивирующихся металлов и сплавов в окислительных средах при отсутствии активных депассивирующих ионов.

Широкое применение имеет катодная защита металлических конструкций, трубопроводов. Защищаемый металл при этом или присоединяется к отрицательному полюсу источника постоянного тока, или контактирует с металлом, имеющим более отрицательный потенциал (протекторная защита). Корродирующий металл можно рассматривать как бинарный короткозамкнутый гальванический элемент, к которому присоединяется третий электрод, являющийся эффективным протектором.

Защита от коррозии оборудования и трубопроводов с помощью протекторов – известный со времен М.В. Ломоносова, но актуальный и в настоящее время метод. Протекторы используются в тех случаях, когда конструкция имеет хорошее изоляционное покрытие и для более эффективной защиты требуется ток небольшой силы, а также когда отсутствие соответствующего оборудования делает невозможным применение катодной защиты. Независимость от источника тока – основное достоинство протекторов. Их другие преимущества: возможность применения для локальной защиты (например, в местах повышенной коррозионной опасности), ничтожное влияние на соседние незащищенные конструкции, более рациональное по сравнению с катодной защитой использование защитного тока. Основным недостатком протекторной защиты является безвозвратная потеря материала анода и вследствие этого необходимость пе-

риодической его замены. Продукты коррозии могут вызвать загрязнение среды. Кроме того, область использования протекторов ограничивается удельным сопротивлением среды и сравнительно небольшим защитным током [1]. Для изготовления протекторов применяют сплавы из металлов, электрохимически более активных, чем металл защищаемых сооружений.

Обработка коррозионной среды для уменьшения её агрессивности (удаление кислорода, солей, очистка от примесей). Введение в раствор ингибиторов коррозии, способных к адсорбции на металле, изменяет свойства металлической поверхности, уменьшает скорость коррозионного разрушения металла. Ингибиторами коррозии называют химические соединения, которые, присутствуя в коррозионной системе в концентрации несколько граммов на литр (или меньше), снижают скорость коррозии, практически не изменяя концентрацию любого коррозионного реагента, окислителя. Ингибиторами коррозии могут быть и композиции химических соединений. Защиту ингибиторами применяют в системах с постоянным или мало обновляемым объемом коррозионной среды, например в резервуарах, цистернах, паровых котлах, системах охлаждения, некоторых химических аппаратах, травильных ваннах для снятия окалины, а также при транспортировке и хранении металлических изделий.

Ингибиторы классифицируют по механизму действия (катодные, анодные и смешанные); по химической природе (неорганические, органические); по сфере влияния (для кислых, щелочных и нейтральных сред).

Под влиянием ингибиторов происходит изменение строения двойного электрического слоя, повышение перенапряжения электродных реакций, образование на металле тонких защитных пленок. Использование эффективных ингибиторов для защиты оборудования позволяет увеличить срок службы оборудования без больших капитальных затрат. Защищая металл от коррозии, ингибиторы подавляют коррозионное растрескивание и сохраняют механические характеристики металлов. Эффективность защиты возрастает при выборе оптимального ингибитора для конкретных условий и хорошей организации технологии ингибирования. Многие промышленные ингибиторы представляют собой органические гетероциклические соединения.

Отмечается следующая структура затрат на противокоррозионную защиту в России (по данным ВНИИ организации, управления и экономики нефтегазовой отрасли) [6]:

- коррозионно-стойкие материалы – 20,5%
- лакокрасочные покрытия – 39,5%
- металлические покрытия – 15,6%
- электрохимическая защита – 11,3%
- ингибиторы коррозии – 8,6%
- воздействие на конструктивные факторы – 4,5%.

Современным методом оценки коррозионного состояния трубопроводов и аппаратов химических производств является коррозионный мониторинг – система наблюдений и прогнозирования для получения своевременной информации о возможных коррозионных отказах.

На этапе подготовки проекта производственного объекта мониторинг заключается в выборе оптимальных по коррозионной стойкости, механической прочности и стоимости конструкционных материалов с учетом агрессивности коррозионной среды. На этапе эксплуатации в ходе мониторинга проводится периодическая диагностика коррозионного состояния оборудования. Регламент мониторинга определяется условиями эксплуатации диагностируемой системы. Мониторинг при проведении ремонта или реконструкции включает контроль технических решений по конструкционным и восстановительным работам и прогнозирование его дальнейшей эксплуатации с учетом этих работ [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 336 с.
2. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: Справочник: В 2 т. Т 1/Под ред. Герасименко А.А. – М.: Машиностроение, 1987. – 688 с.
3. Улиг Г.Г. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику: учеб. пособие для вузов – Л.: Химия, 1989. – Пер. изд., США, 1985. – 456 с.
4. Sun G., Liu C. Effect of Cr connection impact and abrasion properties and mechanism of low carbon allow steel at corrosive condition // *Advanced Materials Research*. – 2011. 152. С.1395–1398.
5. Ульянин Е.А. Коррозионные стали и сплавы. Справочное издание / М.: Металлургия. – 1991. – 256 с.
6. Фомин Г.С. Коррозия и защита от коррозии. Энциклопедия международных стандартов. М: Протектор, 2013. – 720 с.