

Нургали Жаксылык Рымханулы

магистрант

Научный руководитель

Войткевич Софья Валентиновна

д-р техн. наук, старший преподаватель

Карагандинский государственный технический университет

г. Караганда, Республика Казахстан

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УДАЛЁННОГО МОНИТОРИНГА КОРРОЗИОННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КРЕПЛЕНИЯ ОПОР

Аннотация: *аннотация: В статье рассматривается разработка удалённого мониторинга коррозии элементов крепления опор в ВЛЭП. Большое место в работе занимает рассмотрение методов измерения коррозии в реальном времени, выбор датчика коррозии. Автором дается характеристика датчика и метода измерения. В работе анализируется правильность метода измерения коррозии ультразвукового толщиномера. Главное внимание обращается на датчик серии Rosemount™ Permasense ET310.*

Используя Rosemount™ Permasense ET310, автор излагает правильность применения датчиков ультразвукового толщиномера и отражает данные полученные путем мониторинга скорости коррозии в агрессивных средах используя датчики и зонды Rosemount™ Permasense ET310. Статья крайне полезна для специалистов, занимающихся коррозионным мониторингом как для понимания работы датчиков коррозии типа Rosemount™ Permasense ET310 в особо агрессивных средах, так и для правильного выбора средств контроля при анткоррозионных мероприятиях.

Ключевые слова: удалённый мониторинг, датчик коррозии, элементы крепления опор.

Коррозия – это процесс и результат физико-химического взаимодействия материала с внешней средой. Коррозия приводит к изменению свойств самого металла, так и окружающей внешней среды или технической системы, частью

которой является данный материал. Это определение соответствует международному стандарту ISO 8044. Согласно той же номенклатуре, изменение в любой части системы коррозии, вызывающее коррозию, называется эффектом коррозии. В то же время коррозионное повреждение – это эффект коррозии, несовместимый с металлом, внешней средой или технической системой, в которой он находится. Это следует из определения термина «коррозия», любой материал может подвергаться эрозии, т.е. разрушаться под воздействием внешней среды: стекло, бетон, пластик и т. д. В этой статье коррозия относится только к металлам: термин «металл» относится как к чистым металлам, так и к стали, сплавам и металлическим покрытиям. Коррозия – это неконтролируемый самопроизвольный процесс с отрицательным результатом, истиранием, очисткой поверхности, растворением металла в кислотах или образованием соли под воздействием тока по тому же механизму, что и процесс коррозии, но они не являются коррозионными. Эффективность методов контроля коррозии зависит от правильной идентификации механизма коррозионных повреждений, влияния внешних и внутренних факторов на скорость коррозионного процесса, а также от выбора адекватного метода защиты от металлов и сплавов. Коррозия при определенных условиях эксплуатации. Коррозионные испытания используют методы определения коррозионного повреждения металлов и сплавов: химические и ускоренные электрохимические методы – современные научные достижения науки о коррозии и общепринятые международные (ISO) и национальные (NACE, DIN, ASTM и др.) стандарты и ГОСТы. Согласно международному стандарту ISO 8044, испытание на коррозию – это испытание для оценки коррозионных свойств металла, загрязнения окружающей среды продуктами коррозии, защиты от коррозии, а также коррозии окружающей среды. Целью испытания на коррозию является определение долговечности конкретного конструкционного материала в условиях эксплуатации.

В коррозионных исследованиях решаются следующие задачи:

Раскрытие механизма коррозионного процесса, который может быть химическим, электрохимическим или смешанным химико-электрохимическим;

Создание наиболее агрессивных компонентов окружающей среды (хлор, фтор, серная кислота, соляная кислота или их кислотные остатки, пары О₂, СО₂, Н₂О и т. д.);

Определение контроля процесса коррозии (кинетическая, диффузационная или смешанная в случае химической коррозии) или один из основных практических случаев контроля процессов электрохимической коррозии (катодный с основной ролью перенапряжения при разряде деполяризатора или его диффузия, анод или омик и т. д.);

Установление влияния основных внутренних (материал, структура, состояние поверхности и т. д.) и внешних (состав коррозионной среды, температура, давление скорости среды и т. д.) факторов на коррозионную стойкость металла или сплава;

Подбор лучшего конструкционного материала для использования в определенных условиях с учетом требуемых эксплуатационных свойств (технологических, коррозионных характеристик, стоимости);

Сравнение коррозионной активности среды по отношению к одному или нескольким металлическим материалам;

Проверка методов защиты от коррозии (определение эффективности антикоррозионного легирования, использование ингибиторов коррозии или электрохимической защиты, проверка надежности защитных покрытий и т. д.);

Проверка качества продукции в отношении коррозионной стойкости (проверка нержавеющей стали на отсутствие тенденции к межкристаллитной коррозии, проверка сварных соединений на контактную коррозию, проверка качества защитных покрытий и т. д.).

Во время коррозионных испытаний металлов и покрытий решаются следующие задачи (согласно ISO): Исследование модельных систем для нахождения общих закономерностей, характеризующих коррозионные свойства металлов и покрытий;

Тестирование новых типов металлов и типов покрытий параллельно с тестированием лучших серийных материалов;

Структурные испытания металлов и покрытий для контроля их качества на производстве или в лаборатории;

Испытания в различных условиях эксплуатации для накопления экспериментальных данных с целью создания методов прогнозирования коррозионных свойств металлов и долговечности покрытий.

По общему характеру исследований методы делятся на три группы:

- 1) лабораторные исследования;
- 2) внелабораторные исследования;

3) эксплуатационные исследования (испытания машин, аппаратов, конструкций и средств защиты в условиях эксплуатации).

Как правило, исследования коррозии проводятся в следующей последовательности: лабораторные, внелабораторные (в естественных условиях), эксплуатационные. По продолжительности исследований методы коррозионных испытаний делятся на две группы:

Долгосрочные – соответствуют условиям эксплуатации;

Ускоренный – проводится в искусственных условиях, которые ускоряют процессы коррозии, которые происходят в рабочих условиях (можно ускорить испытания, облегчая протекание процессов управления, но без изменения характера процесса коррозии). На практике оба эти метода исследования, дополняя и контролируя друг друга, находят применение. Сравнение результатов ускоренных и длительных исследований позволяет в некоторых случаях получить подходящий для них коэффициент пересчета, что иногда устраняет необходимость в длительных испытаниях.

Таблица

Десятибалльная шкала коррозионной стойкости металлов (по ГОСТ 13819–84)

Группа стойкости	Скорость коррозии, мм/год	Балл
Совершенно стойкие	Менее 0,001	1
Весьма стойкие	Свыше 0,001 до 0,005	2
	Свыше 0,005 до 0,01	3
Стойкие	Свыше 0,01 до 0,05	4
	Свыше 0,05 до 0,1	5

Пониженно-стойкие	Свыше 0,1 до 0,5	6
	Свыше 0,5 до 1,0	7
Малостойкие	Свыше 1,0 до 5,0	8
	Свыше 5,0 до 10,0	9
Нестойкие	Свыше 10,0	10

В настоящее время системы оперативного контроля и оптимизации коррозионных процессов получили новое развитие – в режиме реального времени это позволяет точно определить причины коррозионной активности. На сегодняшний день существует ряд методов оценки интенсивности и определения характера коррозионных повреждений. На практике наиболее широко используются гравиметрический метод, метод электрического сопротивления и метод линейной поляризации.

Применение толщиномеров Покупка автомобиля на вторичном рынке со пряжена с риском, мало кто из владельцев избавится от хорошего автомобиля по неизвестной причине. Нередки случаи, когда сломанные автомобили поступают в продажу, естественно, ни один покупатель не связывается с такими продавцами. Авторемонтные мастерские научились полностью маскировать следы автомобиля, попавшего в аварию, иногда даже опытные мастера не различают перекрашенный автомобиль на ходу. Здесь вам нужен толщиномер покрытий. На сегодняшний день изготавливаются устройства, с помощью которых можно идентифицировать следы свежей краски, достаточно просто прикоснуться датчиками к поверхности тела.

К счастью для покупателей, толщиномеры краски продаются в каждом специализированном магазине. Компактное устройство, которое легко помещается на ладони и питается от обычной батареи. Существуют серьезные области применения, например, ультразвуковые толщиномеры металла позволяют определять толщину стенок трубы или резервуара, чтобы выяснить, насколько на них влияет коррозия. Ультразвуковой толщиномер фиксирует донные эхо-сигналы,

что позволяет определять толщину стенок труб (включая изгибы), котлов, баллонов, сосудов под давлением, оболочек и других изделий из черных и цветных металлов.

Устройство измеряет толщину пластиковых изделий, стекла, керамики и других материалов с помощью ультразвука высокого напряжения с односторонним доступом к поверхности этих изделий. Используя ультразвуковое устройство для измерения толщины, степень коррозии и эрозионного износа может быть определена по остаточной толщине.

WirelessHART или IEC 62591 – сетевая технология для беспроводных устройств на базе протокола HART (Highway Addressable Remote Transducer Protocol). Протокол использует синхронизированную во времени, самоорганизующуюся и самовосстанавливающуюся ячеистую архитектуру. Он работает в диапазоне частот 2400–2483,5 МГц для промышленной, медицинской и научной аппаратуры (ISM) стандарта IEEE 802.15.4. Оборудование, построенное на данном стандарте, относится к устройствам малого радиуса действия. Разработанный как интероперабельный беспроводной стандарт, поддерживающий оборудование разных производителей, WirelessHART был создан в соответствии с требованиями сетей полевых устройств. В основу протокола легла технология TSMP (синхронизированный во времени ячеистый протокол) компании Dust Networks. Разработку стандарта предложили в начале 2004 года, и он был подготовлен 37 компаниями, входящими в HART Communications Foundation (HCF), среди которых ABB, Emerson, Endress+Hauser, Pepperl+Fuchs, Siemens. Компании образуют WiTECK – открытую, некоммерческую организацию, цель которой заключается в создании надежного, экономически эффективного портфолио базового программного обеспечения для промышленного применения беспроводных устройств в нейтральной конкурентной среде.

Протокол WirelessHART был одобрен 210 членами HCF, затем утвержден Правлением HCF и представлен на рынке в сентябре 2007 года. 27 сентября 2007 года Fieldbus Foundation, Profibus и HCF объявили о создании группы беспроводной совместной работы. Улучшение общих требований к подключению,

связанных с беспроводным шлюзом, защитит инвестиции пользователей в технологии и методы использования таких кросс-сетей. После выполнения стандарта WirelessHART в сентябре 2007 года HART Communications Foundation предложил Международной ассоциации автоматизации (ISA) неограниченную бесплатную лицензию на объект, защищенный авторским правом, предоставив комитету ISA100 доступ к стандарту WirelessHART. На «пользовательском уровне» обратная совместимость с HART обеспечивает HART-совместимые системы управления и инструменты настройки, которые могут включать новые беспроводные сети и устройства, а также дальнейшее использование проверенных методов для конфигурации и конфигурации системы. Протокол поддерживается 25 миллионами полевых устройств HART. Около 3 миллионов новых проводных HART-устройств поставляется заказчикам ежегодно. В сентябре 2008 года Emerson стал первым поставщиком средств автоматизации, который выпустил продукты, поддерживающие WirelessHART. Летом 2009 года NAMUR, международная ассоциация пользователей химической и фармацевтической промышленности, проверила WirelessHART на совместимость NAMUR с беспроводной автоматизацией. В апреле 2010 года протокол WirelessHART был единогласно одобрен Международной электротехнической комиссией (МЭК), в результате чего МЭК 62591 стал первым международным стандартом беспроводной связи.

Датчик Rosemount™ Permasense ET310 представляет собой ультразвуковой преобразователь толщины стенок на основе ЕМАТ. Данные передаются по протоколу WirelessHART. Температура нагрева составляет от -40°C до 200°C .



Рис. 1. Датчик Rosemount™ Permasense ET310

Данные от датчиков передаются в базу данных по беспроводному протоколу HART, который обрабатывает сигналы и получает окончательный результат измерения – толщину стенки объекта в выбранной точке.

Датчики серии ЕТ измеряют окраску стен даже при покраске. Он установлен на магнитах, что позволяет легко и быстро его устанавливать на линии. Для усиления датчиков были разработаны специальные аккумуляторные блоки, что снижает затраты на установку и устраниет необходимость в прокладке кабелей. Датчики можно устанавливать в большом количестве в самых отдаленных местах и направлениях. Датчики и аккумуляторы одобрены для использования во взрывоопасных зонах.

После установки датчики автоматически образуют беспроводную сеть, по которой данные с датчиков передаются на шлюз наиболее надежного маршрута. Шлюз передает данные на сервер, на котором установлен Диспетчер данных, что позволяет оператору тщательно оценить общий уровень коррозии при установке и провести более подробный анализ в определенных точках. Кроме того, данные

из базы данных могут быть переданы в любое приложение, используемое клиентом.

Данные датчиков передаются на компьютер оператора. Высокая повторяемость измерений, выполненных датчиками, позволяет постоянно следить за динамикой изменения толщины стенок. Программное обеспечение системы предназначено для сбора данных измерений на протяжении всей истории системы и представления их в форме, подходящей для анализа.

Информация о производительности:

- определение потери металла: порядка 10 микрон;
- время обновления показаний: стандартное – 1 раз в 12 часов, настраиваемое пользователем – до 1 раза в час;
- срок службы батарейного блока: 9 лет в стандартных условиях эксплуатации;
- минимальная толщина стенки: 3 мм.

Список литературы

1. Коррозия и защита металлов. В 2 ч. Ч. 1. Методы исследований коррозионных процессов: учебно-метод. пособ. / Н.Г. Россина, Н.А. Попов, М.А. Жилякова [и др.]. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2019.
2. EMERSON: Беспроводная система мониторинга коррозии и эрозии Rosemount™ Permasense ET310 2020 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.emerson.ru/ru-kz/catalog/rosemount-permasense-et310-corrosion-erosion-monitoring-system-ru-ru> (дата обращения: 05.03.2020).
3. Толщиномеры: принцип работы и разновидности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pergam.ru/articles/articles_218.htm (дата обращения: 08.03.2020).
4. Wireless HART [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/WirelessHART> (дата обращения: 13.03.2020).