

INTRODUCCION

Se entiende por corrosión la interacción de un metal con el medio que lo rodea, produciendo el consiguiente deterioro en sus propiedades tanto físicas como químicas. Las características fundamental de este fenómeno, es que sólo ocurre en presencia de un electrólito, ocasionando regiones plenamente identificadas, llamadas estas **anódicas** y **catódicas**: una reacción de oxidación es una reacción anódica, en la cual los electrones son liberados dirigiéndose a otras regiones catódicas. En la región anódica se producirá la disolución del metal (corrosión) y, consecuentemente en la región catódica la inmunidad del metal.

Este mecanismo que es analizado desde un punto de vista termodinámico electroquímico, indica que el metal tiende a retornar al estado primitivo o de mínima energía, siendo la corrosión por lo tanto la causante de grandes perjuicios económicos en instalaciones enterradas. Por esta razón, es necesario la oportuna utilización de la técnica de **protección catódica**.

Se designa químicamente **corrosión por suelos**, a los procesos de degradación que son observados en estructuras enterradas. La intensidad dependerá de varios factores tales como el contenido de humedad, composición química, pH del suelo, etc. En la práctica suele utilizarse comúnmente el valor de la **resistividad eléctrica** del suelo como índice de su agresividad; por ejemplo un terreno muy agresivo, caracterizado por presencia de iones tales como cloruros, tendrán resistividades bajas, por la alta facilidad de transportación iónica.

La protección catódica es un método electroquímico cada vez más utilizado hoy en día, el cual aprovecha el mismo principio electroquímico de la corrosión, transportando un gran cátodo a una estructura metálica, ya sea que se encuentre enterrada o sumergida. Para este fin será necesario la utilización de fuentes de energía externa mediante el empleo de ánodos galvánicos, que difunden la corriente suministrada por un transformador-rectificador de corriente.

El mecanismo, consecuentemente implicará una migración de electrones hacia el metal a proteger, los mismos que viajarán desde ánodos externos que estarán ubicados en sitios plenamente identificados, cumpliendo así su función

A está protección se debe agregar la ofrecida por los revestimientos, como por ejemplo las pinturas, casi la totalidad de los revestimientos utilizados en instalaciones enterradas, aéreas o sumergidas, son pinturas industriales de origen orgánico, pues el diseño mediante ánodo galvánico requiere del cálculo de algunos parámetros, que son importantes para proteger estos materiales, como son: **la corriente eléctrica de protección necesaria, la resistividad eléctrica del medio electrólito, la densidad de corriente, el número de ánodos y la resistencia eléctrica que finalmente ejercen influencia en los resultados.**

PROTECCION CATODICA

La protección catódica es una técnica de control de la corrosión, que está siendo aplicada cada día con mayor éxito en el mundo entero, en que cada día se hacen necesarias nuevas instalaciones de ductos para transportar petróleo, productos terminados, agua; así como para tanques de almacenamientos, cables eléctricos y telefónicos enterrados y otras instalaciones importantes.

En la práctica se puede aplicar protección catódica en metales como acero, cobre, plomo, latón, y aluminio, contra la corrosión en todos los suelos y, en casi todos los medios acuosos. De igual manera, se puede eliminar el agrietamiento por corrosión bajo tensiones por corrosión, corrosión intergranular, picaduras o tanques generalizados.

Como condición fundamental las estructuras componentes del objeto a proteger y del elemento de sacrificio o ayuda, deben mantenerse en contacto eléctrico e inmerso en un electrolito.

Aproximadamente la protección catódica presenta sus primeros avances, en el año 1824, en que Sir. Humphrey Davy, recomienda la protección del cobre de las embarcaciones, uniéndolo con hierro o zinc; habiéndose obtenido una apreciable reducción del ataque al cobre, a pesar de que se presentó el problema de ensuciamiento por la proliferación de organismos marinos, habiéndose rechazado el sistema por problemas de navegación.

En 1850 y después de un largo período de estacamiento la marina Canadiense mediante un empleo adecuado de pinturas con antiorganismos y anticorrosivos demostró que era factible la protección catódica de embarcaciones con mucha economía en los costos y en el mantenimiento.

FUNDAMENTO DE LA PROTECCION CATODICA

Luego de analizadas algunas condiciones especialmente desde el punto de vista electroquímico dando como resultado la realidad física de la corrosión, después de estudiar la existencia y comportamiento de áreas específicas como **Anodo-Cátodo-Electrólito** y el mecanismo mismo de movimiento de electrones y iones, llega a ser obvio que si cada fracción del metal expuesto de una tubería o una estructura construida de tal forma de coleccionar corriente, dicha estructura no se corroerá porque sería un cátodo.

La protección catódica realiza exactamente lo expuesto forzando la corriente de una fuente externa, sobre toda la superficie de la estructura.

Mientras que la cantidad de corriente que fluye, sea ajustada apropiadamente venciendo la corriente de corrosión y, descargándose desde todas las áreas anódicas, existirá un flujo neto de corriente sobre la superficie, llegando a ser toda la superficie un cátodo.

Para que la corriente sea forzada sobre la estructura, es necesario que la diferencia de potencial del sistema aplicado sea mayor que la diferencia de potencial de las microceldas de corrosión originales.

La protección catódica funciona gracias a la descarga de corriente desde una cama de ánodos hacia tierra y dichos materiales están sujetos a corrosión, por lo que es deseable que dichos materiales se desgasten (se corroan) a menores velocidades que los materiales que protegemos.

Teóricamente, se establece que el mecanismo consiste en polarizar el cátodo, llevándolo mediante el empleo de una corriente externa, más allá del potencial de corrosión, hasta alcanzar por lo menos el potencial del ánodo en circuito abierto, adquiriendo ambos el mismo potencial eliminándose la corrosión del sitio, por lo que se considera que la protección catódica es una técnica de **POLARIZACION CATODICA**.

La protección catódica no elimina la corrosión, éste remueve la corrosión de la estructura a ser protegida y la concentra en un punto donde se descarga la corriente.

Para su funcionamiento práctico requiere de un electrodo auxiliar (ánodo), una fuente de corriente continua cuyo terminal positivo se conecta al electrodo auxiliar y el terminal negativo a la estructura a proteger, fluyendo la corriente desde el electrodo a través del electrólito llegando a la estructura.

Influyen en los detalles de diseño y construcción parámetro de geometría y tamaño de la estructura y de los ánodos, la resistividad del medio electrólito, la fuente de corriente, etc.

CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA LA PROTECCION CATODICA EN TUBERIAS ENTERRADAS

La proyección de un sistema de protección catódica requiere de la investigación de características respecto a la estructura a proteger, y al medio.

RESPECTO A LA ESTRUCTURA A PROTEGER

Material de la estructura;

- a. Especificaciones y propiedades del revestimiento protector (si existe);
- b. Características de construcción y dimensiones geométricas;
- c. Mapas, planos de localización, diseño y detalles de construcción;
- d. Localización y características de otras estructuras metálicas, enterradas o sumergidas en las proximidades;
- e. Información referente a los sistemas de protección catódica, los característicos sistemas de operación, aplicados en las estructuras aledañas;
- f. Análisis de condiciones de operación de líneas de transmisión eléctrica en alta tensión, que se mantengan en paralelo o se crucen con las estructuras enterradas y puedan causar inducción de la corriente;
- g. Información sobre todas las fuentes de corriente continua, en las proximidades y pueden originar corrosión;
- h. Sondeo de las fuentes de corriente alterna de baja y media tensión, que podrían alimentar rectificadores de corriente o condiciones mínimas para la utilización de fuentes alternas de energía;

RESPECTO AL MEDIO

Luego de disponer de la información anterior, el diseño será factible complementando la información con las mediciones de las características campo como:

- a. Mediciones de la resistividad eléctrica a fin de evaluar las condiciones de corrosión a que estará sometida la estructura.
Definir sobre el tipo de sistema a utilizar; galvánico o corriente impresa y, escoger los mejores lugares para la instalación de ánodos;
- b. Mediciones del potencial Estructura-Electrólito, para evaluar las condiciones de corrosividad en la estructura, así mismo, detectar los problemas de corrosión electrolítica;
- c. Determinación de los lugares para la instalación de ánodo bajo los siguientes principios:
 - Lugares de baja resistividad.
 - Distribución de la corriente sobre la estructura.
 - Accesibilidad a los sitios para montaje e inspección
- d. Pruebas para la determinación de corriente necesaria; mediante la inyección de corriente a la estructura bajo estudio con auxilio de una fuente de corriente continua y una cama de ánodos provisional. La intensidad requerida dividida para área, permitirá obtener la densidad requerida para el cálculo;

SISTEMAS DE PROTECCION CATODICA

ANODO GALVANICO

Se fundamenta en el mismo principio de la corrosión galvánica, en la que un metal más activo es anódico con respecto a otro más noble, corroyéndose el metal anódico.

En la protección catódica con ánodo galvánicos, se utilizan metales fuertemente anódicos conectados a la tubería a proteger, dando origen al sacrificio de dichos metales por corrosión, descargando suficiente corriente, para la protección de la tubería.

La diferencia de potencial existente entre el metal anódico y la tubería a proteger, es de bajo valor porque este sistema se usa para pequeños requerimientos de corriente, pequeñas estructuras y en medio de baja resistividad.

CARACTERISTICAS DE UN ANODO DE SACRIFICIO

- a. Debe tener un potencial de disolución lo suficientemente negativo, para polarizar la estructura de acero (metal que normalmente se protege) a -0.8 V. Sin embargo el potencial no debe de ser excesivamente negativo, ya que eso motivaría un gasto superior, con un innecesario paso de corriente. El potencial práctico de disolución puede estar comprendido entre -0.95 a -1.7 V;
- b. Corriente suficientemente elevada, por unidad de peso de material consumido;
- c. Buen comportamiento de polarización anódica a través del tiempo;
- d. Bajo costo.

TIPOS DE ANODOS

Considerando que el flujo de corriente se origina en la diferencia de potencial existente entre el metal a proteger y el ánodo, éste último deberá ocupar una posición más elevada en la tabla de potencias (serie electroquímica o serie galvánica).

Los ánodos galvánicos que con mayor frecuencia se utilizan en la protección catódica son: Magnesio, Zinc, Aluminio.

Magnesio: Los ánodos de Magnesio tienen un alto potencial con respecto al hierro y están libres de pasivación. Están diseñados para obtener el máximo rendimiento posible, en su función de protección catódica.

Los ánodos de Magnesio son apropiados para oleoductos, pozos, tanques de almacenamiento de agua, incluso para cualquier estructura que requiera protección catódica temporal.

Se utilizan en estructuras metálicas enterradas en suelo de baja resistividad hasta 3000 ohm-cm.

Zin: Para estructura metálica inmersas en agua de mar o en suelo con resistividad eléctrica de hasta 1000 ohm-cm

Aluminio: Para estructuras inmersas en agua de mar.