1901

حفاظت کاتدیک

گردآوری شده توسط وبسایت مهندس

www.mohandes.org

حفاظت کاتدی (به انگلیسی: Cathodic Protection) یکی از روش‌های محافظت از خوردگی فلزات توسط کاتد قرار دادن سطح فلز در یک سلول الکتروشیمیایی است. فولاد گالوانیزه یک نمونه حفاظت کاتدی فولاد توسط اتصال روی به فولاد در گالوانیزاسیون است.

Rasool
www.mohandes.org
2014/7/23

فهرست :

۱ تاریخچه

۲ تعریف

۳ اجرای عملی حفاظت کاتدی

۳.۱ سیستم آندهای فداشونده

۳.۲ حفاظت کاتدی به روش جریان اعمالی

۴ تست پوشش

۴.۱ دستگاهها و وسایل مورد نیاز برای تست پوشش

۴.۲ بستر آندی موقت

۴.۳ مراحل اندازه گیری تست پوشش

۵ استانداردها

6 منابع

mohandes.org

تاریخچه

حفاظت کاتدی نخستین بار توسط همفری دیوی، در سال۱۸۲۴ میلادی، در شهر لندن و در میان سلسله مقالاتی که ایشان به انجمن سلطنتی ارائه می‌کردند مطرح گردید. بعد از یک سری آزمایشات موفق، اولین استفاده عملی از این فناوری جدید در همان سال و در رزم ناو اچ ام اس سمرینگ به وقوع پیوست. ساختار اولیه این سامانه عبارت بود از یک آند فداشونده که از آهن ساخته شده بود که اطراف آن غلافی از جنس فلز مس (همجنس بدنه اصلی کشتی) قرار داده بودند و به بدنه کشتی در زیر آب متصل کرده بودند و واکنش شیمیایی که بین آهن و مس انجام می‌شد، از سرعت خورده شدن فلز مس در اطراف میله آهنی می‌کاست و آن را حفاظت می‌کرد. این دانشمند پیشنهاد نمود که برای حفاظت کاتدی کشتیهای با بدنه مسی قطعاتی از آهن به عنوان آندهای از بین رونده روی بدنه کشتی‌ها نصب شود به طوری که نسبت سطحی آهن به مس۱ به۱۰۰ باشد. به هر ترتیب یکی از نتایجی که حفاظت کاتدی به همراه داشت، رشد و توسعه دریانوردی بود.

به دلیل اینکه این فناوری جدید می‌توانست رشد دریانوردی را تسریع ببخشد و این امر نیز منجر به تحولاتی بنیادین و ساختار شکنانه در استفاده از کشتی‌های ساخته شده در آن زمان می‌شد؛ نیروی دریایی سلطنتی بریتانیا در اقدامی پیشگیرانه و محافظه‌کارانه، تصمیم به کنار گذاشتن این فناوری و ترجیح دادن به تعمیر بدنه‌های مسی پوسیده کشتی‌ها گرفت. بعد از او ادموند دیوی

دستگاه‌ها و وسایل آهنی شناور در دریا را با نصب قطعاتی از فلز روی حفاظت کاتدی نمود، روبرت مالت در سال ۱۸۴۰ آلیاژی از فلز روی ساخت که به عنوان آندهای از بین رونده مورد استفاده قرار گرفت. کاربرد آندهای از بین رونده ادامه داشت تا اینکه به تدریج رنگهای ضد زنگ ساخته شد و استفاده از آنها به منظور حفاظت کاتدی و نیز صرفه جوئی در هزینه تعمیرات رواج بیشتری یافت. استفاده از پوششهای روی در روی فولاد از زمانهای قدیم (قبل از ۱۷۴۲) معمول بوده‌است، ولی کاربرد اعمال جریان الکتریکی جهت حفاظت کاتدی لوله‌ها و تاسیسات زیر زمینی از حدود سال ۱۹۱۰ آغاز شد و با سرعت زیاد گسترش پیدا نمود به طوری که امروزه تقریباً در تمام خطوط لوله و کابل‌های زیرزمینی از آن استفاده می‌شود. حفاظت کاتدی همچنین در موارد متعدد دیگر از قبیل دریچه‌ها، کانال‌ها، خنک‌کننده‌های آبی، زیردریایی‌ها، مخازن آب، اسلکه‌ها و تاسیسات دریایی، دستگاه‌ها و وسایل مختلفی که در تماس با مواد شیمیایی می‌باشند بکار برده می‌شود.

تعریف

حفاظت کاتدی به عنوان موثرترین روش حفاظتی به منظور جلوگیری از خوردگی سازه‌های مدفون در خاک شناخته شده است که به طور گسترده در حفاظت از خوردگی لوله‌های توزیع و انتقال گاز، مواد نفتی و آب مورد استفاده قرار می‌گیرد . حفاظت کاتدی عبارت است از جلو گیری یا کاهش سرعت خوردگی فلزات توسط اعمال یک جریان الکتریکی خارجی (یکسو) و یا تماس آن با یک آند از بین رونده، روی سطح فلز مورد نظر که دارای مناطق کاتدی و آندی باشد (در مناطق

آندی خوردگی صورت می‌گیرد). در این حال مناطق آندی تبدیل به کاتد شده و در نتیجه دستگاه یا شبکه مورد نظر کلاً کاتدی می شود. حفاظت کاتدی از مهمترین و موثرترین طرق کنترل خوردگی می‌باشد، به طوریکه با اجرای این روش می‌توان فلزات را بدون اینکه خورده شوند به مدتی طولانی در محیط های خورنده نگهداری نمود. مکانیزم حفاظت کاتدی مربوط به جریان خارجی است که در نتیجه آن عناصر کاتدی پیل های موضعی به پتانسیل مدار باز آندها پلاریزاسون می شوند ، یعنی در این حالت تمام سطح فلز هم پتانسیل گشته (پتانسیل‌های آند و کاتد معادل هم می‌شوند) و جریانهای خوردگی متوقف می‌گردند. همچنین می‌توان چنین بیان کرد که به علت ایجاد یک شدت جریان خارجی شبکه‌ای از جریان مثبت در کلیه مناطق سطح فلز وارد شده و بدین ترتیب از ورود یون های فلز به محلول یا محیط اطراف جلوگیری به عمل می‌آید. عملیات حفاظت کاتدی را می توان در مورد خوردگی فلزاتی از قبیل فولاد، مس، سرب، و برنج در زمین(خاک) و محلول های مختلف آبی به کار برد. به کمک حفاظت کاتدی می‌توان از خوردگی حفره‌ای فلزات روئین از جمله فولادهای ضد زنگ جلوگیری نمود.

اجرای عملی حفاظت کاتدی

برای اجرای سیستم حفاظت کاتدی دو روش کلی وجود دارد: الف) با استفاده از آندهای از بین رونده که در آن فلزات فعالی مانند منیزیم یا روی را به عنوان آند به کار می‌برند. ب) با استفاده از

اعمل جریان خارجی یکسو که در این روش از منبع جریانی مانند ژنراتور، رکتیفایر (یکسو کننده) و یا باتری همراه با یک آند کمکی که معمولاً از جنس آهن یا گرافیت است استفاده می‌شود.

سیستم آندهای فداشونده

در صورتی که آند کمکی نسبت به فلزی که باید حفاظت شود بر طبق جدول سری گالوانیکی فعالتر باشد پیل گالوانیکی به وجود می‌آید. در صورت استفاده از این نوع آندها که آنها را آندهای از بین رونده می‌نامند و دیگر نیازی به منبع جریان خارجی یا یکسو کننده نمی‌باشد. اختلاف پتانسیل بین آندهای از بین رونده و فلز مورد حفاظت سبب تخلیه جریانی از طرف محیط به سمت فلز وجود داشته می‌گردد. فلزات از بین رونده که برای حفاظت کاتدی به کار می‌روند اغلب منیزیم و آلیاژهای آن و در برخی موارد روی و آلومینیوم می‌باشند. اصولاً آندهای از بین رونده به عنوان منابع انرژی الکتریکی عمل می‌نمایند، اهمیت آنها مخصوصاً در مواردی است که امکان دسترسی به نیروی برق وجود نداشته ویا در نقاطی که نصب خطوط نیرو با صرفه نباشد.

در این روش یک الکترود که آند نامیده می‌شود در مخزن آب در نزدیکی فلز تحت حفاظت قرار گرفته‌است. آند مذکور از موادی ساخته شده‌است که نسبت به آهن فعالتر می‌باشد. این بدان معنا است که در الکترولیت آب دریا آند نسبت به آهن منفی تر می‌شود. معمولترین ماده‌ای که مورد استفاده قرار می‌گیرد روی است که به صورت یک سلسله صفحات در نزدیکی تحت حفاظت سازه

و در تمام طول آن پخش می‌شود. روی‌ها توسط اتصالات مکانیکی و یا باندینگ بصورت موضعی در بسیاری از نقاط به فولاد متصل می‌شوند. روی و آهن به همراه آب دریا که بصورت یک الکترولیت عمل می‌کند تشکیل یک سل آب دریا را می‌دهند که در آن آهن مثبت و روی منفی می‌باشد. جریان از آهن مثبت از طریق اتصال با مقاومت کم، به سمت روی منفی رفته و سپس از طریق آب دریا به آهن باز می‌گردد، شبیه یک باتری اتصال کوتاه شده. از آنجائیکه جریان از آندهای روی با از بین رفتن تدریجی روی همراه‌است، پس از مدتی فلز روی کوچک شده و اثر و راندمان خود را از دست می‌دهد و باید جایگزین شود. به همین دلیل به آنها آند فناشونده اطلاق می‌شود. تاثیر آنها بشکل مداوم پیگیری شود تا زمان لزوم جایگزینی مشخص گردد. این عمر معمولاً 10 سال می‌باشد. باید توجه داشت که سیستم آندهای فداشونده به هیچ منبع انرژی خارجی نیاز ندارندو جریان الکتریکی از انرژی شیمیایی ماده آند تامین می‌شود.

حفاظت کاتدی به روش جریان اعمالی

برخلاف روش آندهای فداشونده در روش جریان اعمالی به یک منبع خارجی جهت تامین جریان مورد نیاز برای حفاظت نیاز می‌باشد. جنس آندهای استفاده در این روش به دلیل عدم تجزیه آنها مهم نمی‌باشد. در این روش آندها نسبت به سازه مثبت نگه داشته شده که این عمل توسط یک منبع جریان مستقیم انجام می‌گیرد. لذا در این روش بر خلاف روش آندهای فداشونده که آندها منفی بودند، آندها از سازه مثبت تر هستند. منبع جریان یکسو را به این ترتیب در سیستم قرار

می‌دهند که قطب مثبت آن متصل به آند کمکی و قطب منفی آن به فلز دستگاه مورد نظر وصل شود. به طوریکه یونهای مثبت در داخل الکترولیت از آند به سمت فلز مورد نظر برمی‌گردد.

ولتاژ اعمال شده باید به مقداری تنظیم شود که بتواند شدت جریان کافی برای تمام نقاط دستگاهی که تحت حفاظت کاتدی قرار گرفته‌است تامین نماید. در مورد خاکها یا آبهای با مقاومت زیاد ولتاژ اعمال شده باید بیشتر از محیط‌هایی با مقاومت کم باشد. همچنین هنگامی که طول زیادی از یک خط لوله فقط به وسیله یک آند حفاظت شود به ولتاژ اعمال شده بیشتری نیاز دارد. اجرای سیستم حفاظت کاتدی اغلب در مورد لوله‌ها و پوشش کابل‌های زیر زمینی بکار می‌رود. در شبکه‌های لوله کشی شهرها و خطوط لوله طویل و سرتاسری و کابل کشی‌های مخابرات و نیرو(برق) اغلب از سیستمهای با اعمل جریان خارجی استفاده می‌گردد. وقتی که در مورد تاسیسات طویل زیر زمینی نظیر لوله‌ها و کابل‌های پتانسیلی جریان برق اعمال می‌شود، جریان معمولاً در تمام طول آن تاسیسات وارد شده و به طرف محل اتصال می‌رود، و چون این قبیل تاسیسات از نظر الکتریکی متصل است لذا جریانهای طولی مسئله‌ای را به وجود نمی‌آورند. ولی در بعضی لوله کشی‌ها ممکن است نقاط اتصالی وجود داشته باشد که دارای مقاومت الکتریکی زیادی بوده و در نتیجه جریانهای طولی، مناطق آندی در یک طرف نقاط اتصال ایجاد می‌گردد. به همین منظور و قبل از اجرای عملیات حفاظت کاتدی لازم است که در این قبیل موارد اتصال الکتریکی مناسب تامین شود.

شبکه‌های لوله کشی گاز شهرها در منازل مخصوصاً در دستگاههای حرارتی بصورت تصادفی به هم مربوطند. همچنین فاز خنثی مدارهای الکتریکی اغلب به لوله‌های آب وصل می‌شود که در نتیجه، متصل به پوششهای کابل‌های نیرو می‌گردند. لذا در صورت اطمینان کامل از این اتصالات کلیه شبکه‌های زیر زمینی را می‌توان به صورت یک واحد حفاظت نمود.

تست پوشش[ویرایش]

این تست شامل اندازه گیری عایقی(مقاومت الکتریکی) پوشش می‌باشد. قسمت تحت آزمایش توسط یک ایستگاه حفاظت کاتدی(موقت یا دائم) با سیستم جریان اعمالی بطور مجزا تحت حفاظت واقع می‌گردد. قبل از این تست، پیمانکار از سلامت کلیه اتصالات عایقی که قسمت مورد آزمایش را از شبکه‌های دیگر مجزا نموده اطمینان کافی کسب کند.

دستگاهها و وسایل مورد نیاز برای تست پوشش

ترانس رکتیفایر ترجیحاً با ظرفیت‌های پایین

ولت متر با امپدانس بالا

هافسل (مس/ سولفات مس)

بستر آندی (موقت یا دائم)

کابلهای ارتباطی

بستر آندی موقت

این بستر متشکل از یک شاخه لوله قراضه که ترجیحاً شن‌زده و عاری از خوردگی باشد (عموماً یک سایز بالاتر از سایز خط) بوده که آن را در عمق حداقل برابر عمق لوله مدفون و

مراحل اندازه گیری تست پوشش

الف)اندازه گیری پتانسیل طبیعی لوله نسبت به زمین از نقاط اندازه گیری پتانسیل:

قبل از روشن کردن ایستگاه حفاظت کاتدی با اعمال جریان، اپراتور باید توسط یک هافسل از جنس مس/ سولفات، ولتاژ طبیعی خط لوله را از طریق کلیه نقاط اندازه گیری پتانسیل نسبت به

زمین قرائت نماید. این ولتاژ جهت اندازه گیری مقاومت عایقی پوشش مفید نیست، لیکن به منظور پیدا کردن شرایط نامتعارف (در صورت وجود) باید اندازه گیری صورت پذیرد.

ب)اندازه گیری جریان الکتریک حفاظت کاتدی:

جهت اندازه گیری جریان مستقیم، باید سیستم حفاظت کاتدی با جریان اعمالی، را روشن نموده و تنظیم کرد. پس از تنظیم ولتاژ تزریق، به منظور تثبیت پتانسیل و همچنین اطمینان از پلاریزاسیون، خط مورد تست باید به مدت۷۲ ساعت تحت جریان تزریقی قرار بگیرد. جهت پلاریزاسیون می‌توان ولتاژ نقطه تزریق را در کمتر از مقدار حد بالایی تنظیم نموده و پس از اتمام مدت زمان پلاریزاسیون، ولتاژ در حد بالایی تنظیم و مراحل بعدی تست انجام پذیرد. یادآوری می‌گردد در خصوص ولتاژهای تزریقی در نظر گرفتن حد بالایی این ولتاژ الزامیست. در خصوص پوشش‌های اناملی (انامل پایه نفتی و انامف پایه ذغال سنگی) حداکثر ولتاژ تزریقی ۲،۱– ولت و در خصوص پوشش‌های بیتوسیل، نوار سرد و پلی اتیلن سه لایه حداکثر ولتاژ تزریقی ۱،۵- ولت می‌باشد. پس از اتمام مدت زمان پلاریزاسیون و تنظیم ولتاژ تزریقی در حد بالایی، مقدار جریان در این ولتاژ اندازه گیری و ثبت گردد.

ج) اندازه گیری پتانسیل لوله نسبت به زمین:

با استفاده از یک زمان‌سنج خودکار، که به صورت خودکار جریان تزریقی را قطع و وصل می‌کند که عموماً در مدار ترانس‌های رکتیفایر تعبیه شده‌است، عمل خاموش و روشن شدن سامانه حفاظت کاتدی صورت می‌پذیرد. تنظیم مدت زمان قطع و وصل باید بر اساس زمان‌های پیشنهادی زیر صورت پذیرد: مدت زمان روشن بودن سیستم:۳۰ ثانیه مدت زمان خاموش بودن سیستم:۱۰ ثانیه پس از اطمینان از برقراری حالت خاموش و روشن سیستم، قرائت از کلیه نقاط اندازه گیری پتانسیل باید انجام گرفته و یادداشت گردد. لازم به ذکر است اولین عدد تثبیت شده در زمان خاموشی سیستم، به عنوان ولتاژ حالت خاموش مد نظر می‌باشد.

استانداردها

49CFR 192.451-491 - Requirements for Corrosion Control - TRANSPORTATION OF NATURAL AND OTHER GAS BY PIPELINE: MINIMUM FEDERAL SAFETY STANDARDS

ASME B31Q 0001-0191

DNV-RP-B401 - Cathodic Protection Design - Det Norske Veritas

EN 12068:1999 - Cathodic protection. External organic coatings for the corrosion protection of buried or immersed steel pipelines used in conjunction with cathodic protection. Tapes and shrinkable materials

EN 12473:2000 - General principles of cathodic protection in sea water

EN 12474:2001 - Cathodic protection for submarine pipelines

EN 12495:2000 - Cathodic protection for fixed steel offshore structures

EN 12499:2003 - Internal cathodic protection of metallic structures

EN 12696:2000 - Cathodic protection of steel in concrete

EN 12954:2001 - Cathodic protection of buried or immersed metallic structures. General principles and application for pipelines

EN 13173:2001 - Cathodic protection for steel offshore floating structures

EN 13174:2001 - Cathodic protection for harbour installations

EN 13509:2003 - Cathodic protection measurement techniques

EN 13636:2004 - Cathodic protection of buried metallic tanks and related piping

EN 14505:2005 - Cathodic protection of complex structures

mohandes.org

EN 15112:2006 - External cathodic protection of well casing

EN 50162:2004 - Protection against corrosion by stray current from direct current systems

BS 7361-1:1991 - Cathodic Protection

NACE SP0169:2007 - Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems

NACE TM 0497 - Measurement Techniques Related to Criteria for Cathodic Protection on Underground or Submerged Metallic Piping Systems

ASTM G8 CATHODIC DISBONDING

ASTM G95 CATHODIC DISBONDING

ISO 21809 CATHODIC DISBONDING❊

mohandes.org

منابع

http://en.wikipedia.org/wiki/Cathodic_protection

Mars Guy Fontana. در «Corrosion Engineering». McGraw Hill. ۱۹۸۶. ۵۰.

کتاب حفاظت کاتدیک نوشته سید علی هاشمی مجد انتشارات مشهد ۱۳۸۶

کتاب شناسایی و مقابله با خوردگی در خطوط لوله نفت و گاز نوشته بهزاد آهنگری انتشارات ناقوس ۱

mohandes.org