

حفاظت کاتدی

Cathodic Protection

یکی از روش‌های جلوگیری یا کاهش خوردگی فلزات است که با قرار دادن سازه به‌عنوان کاتد در یک پیل الکتروشیمیایی، انجام می‌شود [۱].

پیل الکتروشیمیایی متشکل از دو فلز غیر هم‌جنس در تماس با یک الکترولیت هادی است که اختلاف پتانسیل بین آن دو فلز، باعث برقراری جریان الکترون بین آنها می‌شود. در نتیجه، خوردگی فلزی که مقاومت خوردگی کمتری دارد، افزایش می‌یابد و آندی می‌شود و خوردگی فلز مقاوم‌تر، کاهش می‌یابد و کاتدی می‌شود [۲].

تاریخچه

روش حفاظت کاتدی برای جلوگیری از خوردگی فلزات به‌وسیلهٔ سرهمفردی دیوی (Sir Humphrey Davy) در سال ۱۸۲۴ برای اولین بار، مطرح شد که ارتش بریتانیا تکه‌هایی از آهن و یا روی و قلع را به کشتی‌هایی با پوشش مسی و غوطه‌ور در آب دریا، متصل کرد؛ واکنش‌های الکتروشیمیایی که بین مس و قطعات آهنی صورت می‌گیرد، سرعت خوردگی مس را کاهش می‌دهند و مس به‌عنوان کاتد و آهن به‌عنوان آند عمل می‌کند و به‌عبارتی از خوردگی مس، با روش حفاظت کاتدی جلوگیری می‌شود [۳].

مکانیزم

یک قطعه فلز را در نظر بگیرید که در یک محیط خورنده در حال خورده شدن است؛ به‌طور موضعی، نقاط آندی و کاتدی روی سطح تشکیل می‌شود که در مناطق آندی مواد و انرژی خوردگی روی می‌دهد. از نقاط آندی (نقاط فرورفته در شکل ۱) جریان I_1 خارج می‌شود و وارد مناطق کاتدی می‌شود (نقاط برجسته در شکل ۱). با اعمال حفاظت کاتدی، مناطق آندی نیز تبدیل به مناطق کاتدی می‌شوند که برای اجرای آن از دو روش ذیل استفاده می‌شود:

۱ - استفاده از جریان دی سی (DC)

با استفاده از جریان اعمال شده بر روی تجهیزات، خوردگی

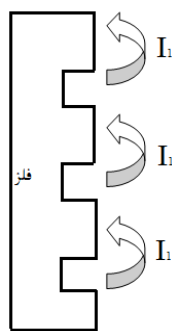
کاهش می‌یابد. با توجه به شکل ۱ اگر جریانی برابر I از خارج به سطح سازه اعمال شود، می‌تواند از خروج جریان آندی جلوگیری کند و به‌طور کلی، اگر جریان اعمال شده بزرگ‌تر یا مساوی I_1 باشد، جریان خروجی از آند ندارد و لذا خوردگی نخواهیم داشت. این جریان اعمالی، نباید بیش از حد بزرگ باشد؛ زیرا کاتد خورده می‌شود.

۲ - استفاده از آند فداشونده

در این روش، نیازی به اعمال جریان خارجی نیست و در آن فلزات فعالی نظیر آلیاژهای منیزیم، روی و آلومینیم به‌عنوان آند به‌کار می‌روند و از طریق کابلی به سازه فلزی متصل می‌شوند. با ایجاد پیل گالوانیک، بین سازه فلزی و آند فداشونده، آند فدا شونده خورده می‌شود و حفاظت کاتدی از سازه فلزی صورت می‌گیرد [۴، ۵، ۶].

کاربردها

حفاظت کاتدی باید در یک مسیر بسته در نظر گرفته شود و فقط سطح تماس با الکترولیت را می‌توان حفاظت کرد و نمی‌توان در هوا استفاده کرد؛ برای مثال برای مخزن زیرزمینی، فقط قسمت خارجی سطح مخزن را که در تماس با خاک است، می‌توان حفاظت کاتدی کرد [۷، ۸]. لذا کاربردهای متداول حفاظت کاتدی شامل کلیه مخازن زیرزمینی، خطوط لوله مدفون، اسکله‌های فلزی مدفون در خاک یا غوطه‌ور در آب، کابل‌های نیرو و ارتباطی مدفون در خاک، سیستم‌های توزیع آب و گاز، حفاظت داخلی مبدل‌های حرارتی و مخازن آب داغ، کشتی‌ها و سازه‌های دریایی می‌شود [۹، ۱۰].



شکل ۱. خورده شدن فلز و ایجاد مناطق آندی و کاتدی.

کتاب‌شناسی

- [۱] شهرابی فراهانی، تقی؛ دانش مسلک، اشکان؛ علی‌اف خضرای، محمود. کنترل خوردگی خط لوله. تهران: جهاد دانشگاهی، ۱۳۸۸.
- [۲] فونتانا، مارس. مهندسی خوردگی، ترجمه احمد ساعت‌چی. تهران: جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۶.
- [3] Chess, Paul.; Broomfield, John. *Cathodic Protection of Steel in Concrete and Masonry*. CRC Press, 2014.
- [۴] هاشمی مجد، علی. حفاظت کاتدی. مشهد: مشهد، ۱۳۸۶.
- [5] Morgan, J. *Cathodic Chemistry*. National Association of Corrosion Engineers, 1987.
- [6] Christodoulou, C.; et al. "Assessing the long term benefits of impressed current cathodic protection". *Corrosion Science*, vol. 52, Iss. 8, 2010.
- [7] Cheung, Moe M.S.; et al. "Application of cathodic protection for controlling macrocell corrosion in chloride contaminated RC structures". *Construction and Building Materials*, vol. 45, 2013.
- [8] Barbalat, M.; et al. "Estimation of residual corrosion rates of steel under cathodic protection in soils via voltammetry". *Corrosion Science*, vol. 73, 2013.
- [9] Santos, W.J.; et al. "Optimal positioning of anodes and virtual sources in the design of cathodic protection systems using the method of fundamental solutions". *Engineering Analysis with Boundary Elements*, vol. 46, 2014.
- [10] Roberge, Pierre. *Handbook of Corrosion Engineering*. McGraw-Hill, 2000.

محمد رضا واعظی

پژوهشگاه مواد و انرژی