

سیستم‌های حفاظت کاتدی در بتن

خوردگی را می‌توان به صورت مختصر تخریب و انهدام فلزات در اثر عوامل محیطی تعریف نمود. از نظر ترمودینامیکی، خوردگی یک فرآیند الکتروشیمیایی می‌باشد و در راستای کاهش انرژی آزاد انجام می‌گردد (تبدیل فلز از حالت ناپایدار به سطح انرژی بالا به حالت پایدار با سطح انرژی پایین). مطابق قوانین ترمودینامیک، هیچ عاملی نمی‌تواند به صورت کامل مانع انجام فرآیند خوردگی گردد. به همین دلیل می‌توان از روش‌هایی در خصوص تعویق یا کاهش نرخ خوردگی استفاده نمود که به نام مهندسی خوردگی شناخته می‌شود. در واقع، نقش مهندس خوردگی کاهش نرخ خوردگی سازه‌های در تماس با الکترولیت می‌باشد.

کنترل خوردگی تأثیر به‌سزایی در طول عمر سازه‌ها و در نتیجه کم نمودن هزینه‌های جانی دارد.

یکی از روش‌های پایین آوردن نرخ خوردگی فلزهای در تماس با الکترولیت، حفاظت کاتدی می‌باشد. در این روش با ایجاد یک واکنش الکتروشیمیایی که برآیند آن تشکیل یک لایه گاز هیدروژن دو طرفیتی بر روی سطح فلز بوده، لذا با تشکیل لایه گاز هیدروژن، سطح تماس فلز بدون پوشش با الکترولیت از بین رفته که این امر اکسیداسیون (خوردگی) فلز در تماس با الکترولیت را کاهش می‌دهد. حفاظت کاتدی با توجه به شرایط و عوامل محیطی در دو روش فدا شونده (گالوانیک) و تزریق جریان انجام می‌پذیرد. در روش حفاظت کاتدی فداشونده با اتصال یک فلز فعال‌تر به فلزی که قرار است حفاظت شود یک پیل گالوانیک بوجود می‌آورد و واکنش اکسیداسیون در آن متمرکز شده و از خوردگی کاتد جلوگیری می‌شود. در روش تزریق جریان، جریان مورد نیاز حفاظت توسط یک ترانسفورمر رکتیفایر و بست‌رآندی به سازه تحت حفاظت (کاتد) تزریق می‌گردد.

طی ده‌های گذشته سیستم حفاظت کاتدی روشی موثر و قابل اطمینان در برابر خوردگی سازه‌های فلزی بوده و این روش در خصوص سازه‌های بتنی نیز کاربرد گسترده دارد. با اعمال این روش عمر آرماتورها تا ۱۰۰ سال افزایش می‌یابد. قابلیت اندازه‌گیری نرخ خوردگی و حفاظت کاتدی آرماتورها و کنترل آن دلیل قابل اطمینان بودن این روش می‌باشد.

سیستم حفاظت کاتدی بتن در خصوص سازه‌های مجاور آب و یا خاک‌هایی با مقاومت ویژه پایین (مانند پایه‌های اسکله، فونداسیون ساختمان‌ها)، استخرهای بتنی دیو آب (تصفیه خانه‌ها)، سدها و موارد مشابه توصیه می‌گردد.

حفاظت کاتدی بتن به دو روش فداشونده (گالوانیک) و تزریق جریان براساس استانداردهای NACE-ISO-EN انجام می‌پذیرد.

از تجهیزات مورد استفاده در سیستم‌های فدا شونده می‌توان به انواع آندهای ویژه با آلیاژ روی، رفرنس الکترودها، کابل‌های ارتباطی و ... را می‌شمار نام برد.

سیستم‌های حفاظت کاتدی تزریق جریان بتن به طور معمول از ترانس رکتیفایر، آندهای تزریق جریان در اشکال مختلف (مش ریون، توری، توری و ...)، رفرنس الکترودها، جبهه‌های تقسیم، کابل‌های ارتباطی و ... تشکیل شده‌اند.

از مزیت‌های حفاظت کاتدی، قابلیت نصب آن در سازه‌های بتنی اجرا شده است. استفاده از این سیستم موجب کاهش و کنترل روند خوردگی میلگردها و در نتیجه افزایش طول عمر سازه بتنی می‌گردد. جهت طراحی و انتخاب بهینه سیستم حفاظت کاتدی می‌بایست آزمایش‌های مختلفی مانند: مقاومت ویژه بتن، یون‌های موجود در بتن، میزان و نوع خوردگی میلگردها و ... انجام پذیرد.



شرکت برتا الکترونیک با نزدیک به سی سال سابقه درصنعت خوردگی فلزات آماده ارائه کلیه خدمات طراحی، تأمین تجهیزات اجرا و مشاوره درخصوص سازه‌های بتنی درحال اجرا و اجرا شده می‌باشد.



www.borne-co.com

Cathodic Protection Systems for Concrete

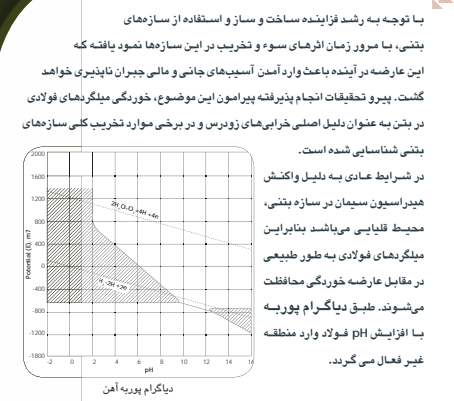
سیستم‌های حفاظت کاتدی در بتن



تهران
خیابان شهید رجایی
شماره ۱۸۸
تلفن: ۰۲۱-۵۵۲۴۲۰۰۰
دورنگار: ۰۲۱-۵۵۲۴۲۰۰۰
Info@borne-co.com
www.borne-co.com



www.borna-co.com

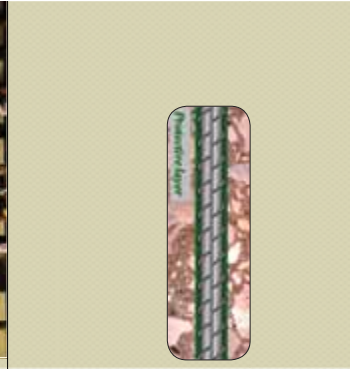
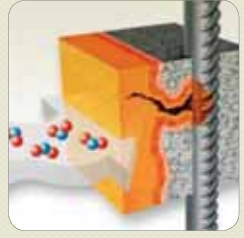


محیط قلیایی با pH بالا باعث تشکیل یک لایه نازک اکسید آهن محافظ پیرامون میلگرد گردیده و از انحلال اتم های فلز جلوگیری میکند که مانع از پیشرفت خوردگی در بتن مسلح می‌شود. نادانیه لایه اکسید آهن با برجاس باشد، میلگرد به لحاظ شیمیایی تقریباً غیرفعال باقی می‌ماند. در واقع با این لایه غیرفعال خوردگی متوقف نمی‌شود بلکه نرخ خوردگی را به سطح ناچیزی کاهش می‌دهد. برای فولاد در بتن، نرخ خوردگی غیرفعال معمولاً ۰/۸ - میکرومتر در هر سال می‌باشد. بدون لایه حفاظتی تشکیل شده، فولاد با نرخ حداقل هزار برابر بیشتر خورده می‌شود. تخریب لایه غیر فعال هنگامی رخ میدهد که حالت قلیایی بتن کاهش یابد و یا غلظت کلراید در بتن به میزان مشخصی افزایش یابد. از پارامترهای مؤثر در خوردگی میلگردهای فولادی در بتن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کربناسیون بتن
- یون‌های کلر

کربناسیون بتن

کربناته شدن زمانی رخ میدهد که دی اکسیدکربن موجود در هوا به داخل بتن نفوذ کرده و با هیدروکسیدها (مانند هیدروکسید کلسیم) واکنش انجام دهد و کربنات‌ها (مانند کربنات کلسیم) تشکیل شود. حل شدن $Ca(OH)_2$ موجود در بتن به علت کربناته شدن، باعث کاهش pH به زیر ۹ و در نتیجه از بین رفتن لایه غیر فعال سطح آرماتور فولادی می‌شود. مقدار کربناته شدن در بتن به دلیل نسبت بالای آب به سیمان، درصد وزنی کم سیمان نیکار رفته در داخل بتن، زمان عمل آوری کوتاه، استحکام پایین، نفوذپذیری و یا متخلخل بودن بتن افزایش می‌یابد. علاوه بر خوردگی، دی اکسید کربن و بعضی اسیدهای موجود در آب دریا می‌توانند هیدروکسید کلسیم را در خود حل کرده و باعث فرسایش سطح بتن گردند.



یون‌های کلر

نفوذ یون‌های کلر پدیده ای بسیار مهم در تخریب سازه‌های بتنی می‌باشد. این یون بسیار مهاجم بوده و با از بین بردن لایه غیرفعال ایجاد شده بر روی سطح آرماتور فلزی سبب تسریع خوردگی آن می‌گردد. غلظت $0.6 - 0.9 \text{ KG/M}^3$ کلر در حجم بتن برای شروع خوردگی کافی بوده و هنگامی که غلظت این یون به 6 KG/M^3 می‌رسد سبب پاشش بتن و ایجاد تخریب و هدمات قابل توجه خواهد شد. کلرایدها از منابعی نظیر اتسرفهای دریایی، صنعتی و نمک های یخ‌زدا به وجود می‌آید. کلرایدهای محلول در آب می‌توانند از میان ترک‌های موجود در بتن به عمق بتن نفوذ کرده و به میلگردهای فولادی برسند و به علت ناهمگن بودن بتن و تخلخل آن، یون‌های کلراید به فواصل مساری نفوذ نکرده و دو آرماتور در مجاورت یکدیگر مقادیر متفاوتی یون کلر دریافت خواهند کرد. آرماتوری که کلر بیشتری بر روی سطح بیشتری می‌کند بیشتر منفی شده (اند را تشکیل داده) و آرماتوری که کلر کمتری روی سطح آن باشد بیشتر مثبت شده و کاتد می‌شود، در نتیجه در نقاط آندی آرماتور فولادی به اکسید آهن تبدیل خواهد شد و حجم آن می‌تواند ۵ تا ۱۰ برابر حجم آرماتور فولادی گردد. این امر باعث فشار در بتن و در نهایت منجر به ترک خوردگی و از هم گسستن بتن خواهد شد.



روش‌های متداول جهت ممانعت از خوردگی میلگردهای فولادی به شرح زیر می‌باشد

- میلگردهای گالوانیزه
- استفاده از بتن‌های مرغوب
- اعمال پوشش اپوکسی بر روی میلگردها
- استفاده از ممانعت‌کننده‌های خوردگی
- استاد از عایق‌های رطوبتی بر روی سطح بتن
- استفاده از سیستم‌های محافظت کاتدیک

