

خوردگی در سیستم ارت :

تامین ایمنی در برابر برق گرفتگی انسان در بهره‌برداری از سیستم الکتریکی، ایجاد مسیری مناسب و مطمئن برای جریان عملیاتی با هدف تحریک لوازم حفاظتی به واکنش و یا تامین ایمنی در برابر برق گرفتگی هنگام انجام تعمیرات بر روی تجهیزات ضرورت وجود سیستم اتصال زمین در سیستم‌های الکتریکی را اجتناب‌ناپذیر ساخته است. ماهیت مقاومت اتصال زمین یک الکتروود شامل:

- 1- مقاومت الکتروود (فلز)
- 2- مقاومت تماس بین الکتروود و فلز
- 3- مقاومت خاک است

در صورت استفاده از تجهیزات استاندارد و اجرای صحیح اتصالات، دو مقاومت اول خیلی کوچک بوده (معمولاً کسری از یک اهم) و می‌توانند در موارد عملی صرف‌نظر شوند بنابراین مقاومت خاک موردی است که باید به آن توجه بیشتری شود. در عمل انتخاب بهترین محل برای احداث اتصال زمین یا محدوده آن مشکل است زیرا عواملی خارج از کنترل متخصصان و کارشناسان برق محل احداث الکتروود را مشخص می‌کند همچنین باید توجه داشت که مشخصات و املاح موجود در خاک یک منطقه رانیز نمی‌توان کلاً تغییر داد. بنابراین یکی از روشهای کاهش مقاومت خاک و به تبع آن کاهش مقاومت اتصال زمین، استفاده از مواد کاهنده مقاومت خاک است.

چگونگی کاهش مقاومت خاک توسط مواد کاهنده مقاومت خاک:

- 1- مواد کاهنده مقاومت خاک، دارای مقاومت ویژه بسیار کمی هستند همچنین این مواد اطراف الکتروود قرار گرفته، باعث افزایش سطح مقطع آن شده و به علت مقاومت ویژه کم باعث کاهش مقاومت الکتروود می‌شود.
- 2- مواد کاهنده مقاومت خاک با داشتن ذرات ریز در میان خلل و فرج خاک نفوذ کرده و به دلیل دارا بودن قابلیت جذب رطوبت و انبساط بالا، سطح تماس الکتروود با زمین را افزایش می‌دهند.
- 3- هنگامی که در اطراف الکتروود از مواد کاهنده مقاومت خاک استفاده می‌شود، در اطراف الکتروود مایع الکتریسیته‌دار شروع به حرکت می‌کند که این حرکت باعث ایجاد لایه‌ای در اطراف الکتروود می‌شود که به آن لایه، لایه *Permeation* می‌گویند که در واقع یکی از مهمترین عوامل کاهش مقاومت خاک همین لایه *Permeation* است.

خوردگی در خاک :

برای آنکه سازه‌ای در خاک دچار خوردگی شود باید یک پیل خوردگی تشکیل شود حال با قبول این مطلب به بیان شرایطی می‌پردازیم که با واقع شدن آنها یک پیل خوردگی می‌تواند صورت گیرد:

الف - یک کاتد و یک آند باید وجود داشته باشد.

ب - باید بین آند و کاتد اختلاف پتانسیل وجود داشته باشد.

ج - آند و کاتد باید در یک محیط رسانا قرار داشته باشند.

برای یک الکتروود اتصال زمین مدفون شده در خاک شرایطی وجود دارد (فلزات غیر همجنس - تغییر غلظت اکسیژن - تغییر جنس خاک و ...) که به تشکیل نقاط آندی و کاتدی منجر می‌شود و شرایط الف و ب تامین می‌شوند و شرط ج با توجه به اینکه رطوبت موجود در خاک به عنوان یک الکتروولیت محسوب می‌شود خود به خود مهیا است.

انواع پیل‌های خوردگی در خاک:

پیل‌های ناشی از اتصال فلزات غیر همجنس (*Dissimilar Metals Cell*) هر فلزی که در داخل الکتروولیتی قرار داده شود پتانسیلی نسبت به آن الکتروولیت پیدا خواهد کرد که هر گاه یک الکتروود دیگر به عنوان مرجع داشته باشیم به سادگی می‌توان اختلاف پتانسیل بین الکتروود مرجع و فلز مورد نظر را اندازه‌گیری کرد چنانچه در سیستم اتصال زمین مثلاً اتصال بین ساختمان فولادی و مسی عایق نشده باشد، شرایطی برای تشکیل پیل فلزات غیر همجنس آماده بوده و عملاً خوردگی شدیدی در محل اتصال خواهیم داشت.

پیل‌های تنشی (Cell Stress) : یکی از انواع پیل‌هایی که می‌تواند در الکتروودهای اتصال زمین سبب خوردگی شود پیل تنش است این پیل در نتیجه نصب نادرست الکتروودها و ایجاد تنش‌های کششی و فشاری باقیمانده در آنها ایجاد می‌شود به عبارت دیگر نیروهایی که در هنگام نصب به الکتروود وارد می‌شود سبب انحنای نسبتاً کمی در آنها می‌شوند سپس قسمتهایی از الکتروود که تحت تنش کششی قرار دارند به صورت آند عمل کرده و قسمتهایی که تحت تنش فشاری قرار دارند به صورت کاتدی عمل می‌کنند و در نتیجه بوجود آمدن نواحی آندی و کاتدی باعث ایجاد پیل تنش و خوردگی در الکتروودهای اتصال زمین می‌شوند.

پیل‌های اختلاف هوادهی خاک (پیل‌های غلظتی اکسیژن) : هرگاه در اطراف الکتروود، غلظت هوای موجود از نقطه‌ای به نقطه دیگر متفاوت باشد این نوع پیل خوردگی که شاید مهمترین پیل خوردگی باشد تشکیل می‌شود و عملاً این مورد زیاد اتفاق می‌افتد قسمتهایی که نفوذ هوا (اکسیژن) کمتر است نواحی آندی و قسمتهایی که نفوذ هوا (اکسیژن) بیشتر باشد نواحی کاتدی

هستند. براساس آزمایشاتی که توسط مرکز استاندارد (National Bureau of Standard) در خاک دست خورده انجام گرفته مشخص شده که خوردگی در این نوع خاک تاثیر فاکتورهایی از قبیل مخلوط خاک، آلودگی خاک، مقاومت خاک، دمای خاک، PH خاک و پتانسیل شیمیایی خاک است. مخلوط خاک بوسیله نسبت شن، ماسه و رس که در خاک موجود هستند مشخص می شود که تغییر نسبت هر کدام می تواند به نوعی در خوردگی خاک موثر باشد، بدلیل اینکه این نسبتها خصوصیات خاک (الکترولیت) را تغییر می دهند به عنوان مثال خاک رس، دارای دانه هایی ریز و حداقل فضای خالی در بین ذرات است که این امر باعث کاهش حرکت هوا و آب در بین ذرات می شود و وقتی که مرطوب باشد اختلاف دما را کم کند. دانه های ماسه، اندازه بزرگتری داشته و اجازه عبور هوا را می دهد و رطوبت را پراکنده می کند. همچنین مخلوط خاک تاثیر مهمی در نفوذ نمک و گاز داشته و اساساً خاکهای ماسه ای نفوذ پذیری خوبی دارند. خاک بطور کلی یک ماده آفتر است و بخاطر این موضوعات تغییرات PH آن بوسیله باران ناچیز است. نمک ماسه در بارندگی زیاد به دلیل نفوذ پذیری خوب ماسه، شسته می شود که این مهم باعث تغییر PH محیط می شود. اما این تغییرات تاثیر کمی روی خوردگی خاک می گذارد. خوردگی در خاک دست خورده به مراتب بیشتر از خوردگی در آن قسمت از خاک است که دست نخورده است و اصولاً در این قسمت خاک مستقل از شرایط خاک است. نقش اکسیژن در خاک دست نخورده خیلی بیشتر از تاثیرات مقاومت خاک، PH و ... است. نفوذ اکسیژن در خاک دست نخورده مخصوصاً در سفره های آب زیرزمینی به اندازه کافی کم و از پدیده خوردگی جلوگیری می کند. پیل های ناشی از اتصال میله های نو و کهنه هنگامی که قسمتی از یک میله کهنه با قسمت جدیدی تعویض شود یا یک میله کهنه با یک میله نو اتصال یابد، بخاطر وجود محصولات خوردگی بر روی نقاط کهنه، یک پیل خوردگی تشکیل شده به نحوی که میله های تازه نواحی آندی و میله کهنه نواحی کاتدی را تشکیل می دهند. این اتفاق بیشتر در الکترودهای نوع میله ای اتفاق می افتد.

پیل های حرارتی: تغییرات دما در طول الکترودها باعث بوجود آمدن آند و کاتد در میله شده، به این صورت که در قسمتهایی که دما بالا است، لایه های اکسیدی سریعتر، تشکیل شده ولی در قسمتهایی که در دمای پایین تر قرار دارند، لایه های اکسیدی هنوز تشکیل نشده و آند می شوند و پیل موسوم به پیل حرارتی بوجود می آورند. به طور مثال، گازی که بلافاصله از ایستگاههای گاز خارج می شود، گاز داغ بوده و حرارت ناشی از گاز داغ، به لوله های انتقال گاز هدایت شده و در نتیجه باعث افزایش دما در لوله هایی که در فواصل نزدیک به ایستگاههای گاز قرار دارند می شود. افزایش دما در لوله ها سبب ایجاد پوسته ای اکسیدی در روی لوله هایی که در نواحی نزدیک به ایستگاههای گاز قرار دارند شده و این نواحی نسبت به لوله های دورتر که به علت دمای پایین تر هنوز لایه های اکسیدی روی آنها تشکیل نشده، کاتد شده و لوله های سرد که لایه های اکسیدی روی آنها ایجاد نشده آند است.

پیل حاصل از شرایط مختلف خاک: چنانچه ترکیب خاک محیط اطراف الکترودها از منطقه ای به منطقه دیگر اختلاف داشته باشد در این صورت اختلاف پتانسیل در این مناطق بوجود آمده و پیل خوردگی تشکیل خواهد شد.

خوردگی ناشی از جریان های سرگردان : جریان سرگردان جریانی است مستقیم یا یکسو (dc) که از منابع مختلفی است که مهمترین منابع تولید آن، خطوط راه آهن، جریان مربوط به یک سیستم حفاظت کاتدی بر روی تاسیسات حفاظت نشده مجاور و ... است در برخی موارد مقدار و اندازه این جریانها ممکن است به حدی زیاد باشند که به آسانی نتوان آن را خنثی کرد. مخصوصاً در حالتی که این جریانها در موقع تخلیه ، سطوحی را نسبت به محیط اطراف تا چند ولت مثبت کنند. علاوه بر جریانهای سرگردان متغیر که گفته شد ممکن است جریانهای سرگردان دائمی نیز وجود داشته باشد که اغلب ناشی از وجود جریانهای اعمال شده به سیستمهای حفاظت کاتدی تاسیسات معینی هستند این جریانها به سهولت می توانند به تاسیسات مجاور وارد شوند. مخصوصاً در مواردی که حفره های آندی تاسیسات حفاظت شده در نزدیکی تاسیسات مجاور قرار گرفته باشند در این شرایط تاسیساتی که تحت حفاظت کاتدی قرار نگرفته اند در داخل میدان سرگردان قرار می گیرند بطوری که زمین نسبت به آن مثبت شده و در نتیجه این اختلاف پتانسیل مثبت جریانها وارد آن شده و چون مسیر فلزی وجود ندارد تا این جریانها به منبعی که آن را تولید کرده برگردانند لذا اجباراً باید به زمین تخلیه شوند که منجر به خوردگی در همین نواحی که جریانها خارج می شوند خواهد شد. اما براساس نظر یولیگ (*Uhlig*) خوردگی بوسیله جریان سرگردان متناوب کمتر از خوردگی بوسیله جریان مستقیم است نتیجه خوردگی فرکانسها کم بیشتر از خوردگی در فرکانسهای بالا است براساس تخمین این دانشمند برای فلزاتی از قبیل فولاد، مس، سرب در فرکانس 60 هرتز جریان متناوب، میزان خوردگی یک درصد از مقدار جریان مستقیم است.

خوردگی میکروبی : خوردگی میکروبی یکی از مشکلات جدی صنایع است و باعث خسارات شدیدی در تاسیسات صنعتی شده است در این نوع خوردگی میکرو ارگانیسم ها واسطه عمل هستند فعالیت بیولوژیکی میکرو ارگانیسمها در محیط های مختلف از جمله خاک، آب، دریا و ... در خوردگی موثر هستند. میکرو ارگانیسمهای موثر در خوردگی شامل باکتریهای هوازی، غیرهوازی و قارچها هستند باکتریهای هوازی شامل باکتریهای اکسیدکننده گوگرد، اکسیدکننده آهن، اکسیدکننده آمونیاک و باکتریهای مصرف کننده مواد نفتی و ... هستند. باکتریهای اکسیدکننده گوگرد، ترکیبات گوگردی عنصر گوگرد را به یون سولفات و اسید سولفوریک تبدیل کرده و می توانند شرایط بسیار خورنده ای را ایجاد کنند این باکتریها غالباً در میادین نفتی، سیستم لوله کشی فاضلاب حاوی ترکیبات گوگردی و ... وجود دارند و در لوله ها و سیستم فاضلاب باعث خوردگی سریع لوله های سیمانی می شوند.

باکتریهای اکسیدکننده آهن : باکتریهای اکسید کننده آهن، آهن دوظرفیتی را از محلول جذب کرده و آن را به صورت هیدروکسید فریک در اطراف دیواره های سلولی خود حبس می کنند رشد باکتریهای آهن غالباً باعث ایجاد تاولهایی روی سطوح فولاد شده که منجر به خوردگی فلز می شود.

باکتریهای اکسید کننده آمونیاک : باکتریهای اکسیدکننده آمونیاک با اکسیدکننده آمونیاک و تولید اسید نیتریک باعث خوردگی آهن و اکثر فلزات دیگر می شوند این عمل در خاکهایی که در آنها کودهای آمونیاکی به مقدار زیاد مصرف می شود و در زیر آن خطوط لوله قرار دارند ممکن است باعث خوردگی شود.

باکتریهای مصرف کننده مواد نفتی : باکتریهای مصرف کننده مواد نفتی با تجزیه و تخریب پوششهای قیری لوله های حفاظت لوله ها در مقابل خوردگی را از بین برده و باعث تسریع در خوردگی می شود.

قارچها : قارچها با تولید اسیدهای آلی از جمله اسید سیتریک و اسید استیک و رشد روی سطوح اجسام و ایجاد محیط مناسب برای سایر میکروارگانیسمها می توانند باعث خوردگی سطوح فلزات شوند.

باکتری های احیا کننده سولفات : از بین باکتریهای موثر در خوردگی یک گروه بی هوازی بسیار خورنده به نام باکتریهای احیاکننده سولفات است.