



خاک‌ها دارای مزایای برجسته‌ای از لحاظ مقاومت در برابر خوردگی است. این فلز به طور طبیعی در بیشتر خاک‌های رسی، گچی، کشاورزی، ماسه‌ای و شنی دچار خوردگی نمی‌شود. با این حال، هستند برخی از شرایط خاص، که می‌توانند باعث خوردگی مس در خاک بشوند.

متداول ترین فلزاتی که در دنیا برای صنعت ارتینگ استفاده می‌شوند فولاد، مس و فولاد گالوانیزه‌اند. تأثیر خوردگی این مواد بر قابلیت اطمینان تأسیسات الکتریکی و تجهیزات الکترونیکی که از سیستم‌های زمین مربوطه استفاده می‌کنند، بسیار مهم است. مس در اکثر



بی‌هوازی در آن‌ها تشدید می‌شود

- مقادیر زیادی اسید آلی یا معدنی در آن‌ها وجود دارد

- تفاوت مقدار اکسیژن یا نمک‌های خنثی (به‌ویژه کلریدها) در نقاط مختلف آن‌ها زیاد است

- جریان‌های DC سرگردان در آن‌ها وجود دارد

در ایالات متحده سه مطالعه انجام‌شده که از جمع‌بندی نتایج آن‌ها می‌توان نکات خوبی را در

پیش‌نیاز اساسی هر فرآیند خوردگی، وجود مقدار قابل توجهی رطوبت است. البته عوامل دیگری هم هستند که می‌توانند فرآیند خوردگی را «تسهیل کنند». برای نمونه می‌توان به خاک‌هایی اشاره کرد که:

- غلظت سولفات‌ها، کلریدها، ترکیبات آمونیاک یا سولفیدها در آن‌ها بالاست

- نفوذ هوا در آن‌ها کم است و بدین ترتیب فعالیت باکتری‌های



مورد عمر الکترودهای میله‌ای
استنتاج کرد:

۱- مطالعه اول: توسط دفتر ملی
استاندارد ایالات متحده آمریکا
طی سال ۱۹۱۰ تا ۱۹۵۵، دفتر
ملی استاندارد آمریکا مطالعات
گسترده‌ای در مورد خوردگی
الکترودهای زمین انجام داد. در
این مطالعه، ۳۶۵۰۰ نمونه از ۳۳۳
نوع الکتروده مختلف، شامل انواع
فولادی با پوشش‌های گوناگون و

غیر فولادی، در ۱۲۸ مکان آزمایش
در سراسر ایالات متحده، مورد
بررسی قرار گرفتند. این بررسی
یکی از جامع‌ترین مطالعاتی است
که تاکنون در مورد خوردگی
سیستم زمین انجام گرفته است.
برای تعیین عمر نامی یک
الکتروده زمین میله‌ای با پوشش
مس، می‌توان زمان لازم برای
از بین رفتن از این پوشش را
ملاک قرار داد. اگرچه در این



الکتروود زمین مس پوش با ضخامت پوشش بیش از ۴۰ سال است.

تجزیه و تحلیل نتایج در مورد الکتروود میله‌ای با پوشش گالوانیزه گرم به ضخامت یا کمتر، نشان داد که در بیشتر خاک‌ها، این پوشش در یک دوره ۱۰ ساله از بین رفته و فولاد در معرض خوردگی قرار گرفته است. میزان نفوذ خوردگی در بخش فولادی الکتروودهای لوله‌ای گالوانیزه، بعد

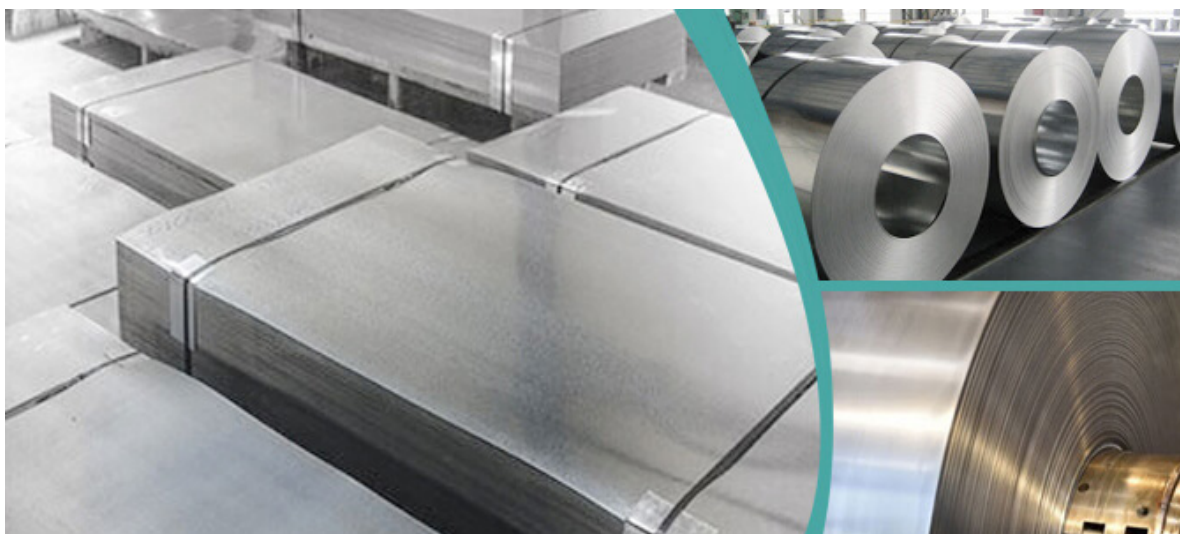
تحقیق، خاک‌های مختلفی مطرح بوده‌اند، اما داده‌های برداشت‌شده در مدت ۸ تا ۱۳ سال، تقریباً همگی نشان می‌دهند که میزان خوردگی با گذشت زمان کاهش می‌یابد. این احتمالاً به دلیل ایجاد لایه‌ای از اکسید مس روی میله است که خود در نقش لایه‌ای حفاظتی ظاهر می‌شود. با قدری محافظه‌کاری می‌توان فرض کرد که در اکثر خاک‌های آزمایش‌شده، عمر نامی یک



از ۱۰ سال به طور متوسط حدود بود در حالی که همین پارامتر برای الکترودهای میله‌ای مس پوش، بعد از ۱۳ سال به طور متوسط چیزی در حد به دست آمد. این مطالعه به طور قطع، برتری مس را در مقایسه با روی، از نظر مقاومت در برابر خوردگی نشان می‌دهد. در عمل محافظت با مس، چندین مرتبه مؤثرتر از روی است.

۲- مطالعه دوم: آزمایشگاه

مهندسی عمران نیروی دریایی یکی از مفیدترین آزمایش‌های عملی روی الکترودهای میله‌ای، توسط آزمایشگاه مهندسی عمران نیروی دریایی ایالات متحده آمریکا، از سال ۱۹۶۰ و طی یک برنامه ۷ ساله انجام شد. میله‌هایی ساخته شده با فولاد ضدزنگ، فولاد مس پوش و فولاد گالوانیزه در این آزمایش شرکت داشتند. نمونه‌ها به صورت جداگانه اجرا شده و یک



• باعث خوردگی گالوانیک در اجرام فلزی همسایه خود نشود در مورد میله‌های منفرد، پس از ۷ سال این مشاهدات حاصل شد: * الکتروود میله‌ای با روکش فولاد گالوانیزه: بیشتر پوشش گالوانیزه از بین رفته بود. زنگ‌زدگی فولاد در نزدیکی سطح زمین بیشتر بود. بیشترین میزان خوردگی نیز در همین نقاط و نیز در نزدیکی نوک الکتروود دیده شد.

* الکتروود میله‌ای فولاد ضد زنگ: روکش فاقد خوردگی بود، اما

سری از آن‌ها به صورت دوبه‌دو به هم متصل شدند، تا اثر خوردگی گالوانیک روی هر میله مشخص گردد. اگرچه نتایج این مطالعه به اندازه برخی دیگر از مطالعات موجود، دقیق نیست، اما منبع مستقلى از اطلاعات را در مورد میله‌های زمین در اختیار قرار می‌دهد. هدف آن، یافتن گونه‌ای از الکتروودهای میله‌ای بود که:

- اجرای آن آسان باشد
- در برابر خوردگی مقاوم باشد



در نوک میله، هسته فولادی تا حدود ۲۵ میلی متر بعد از روکش، خورده شده بود.

* الکتروود میله‌ای مس پوش: روکش عاری از خوردگی بود، اما در نوک میله، هسته فولادی تا حدود ۵۰ میلی متر بعد از روکش، خورده شده بود.

از این مطالعه نتیجه گرفته شد که: منیزیم، آلومینیوم، روی، فولاد کم کربن و فولاد گالوانیزه مقاومت خوبی در برابر خوردگی

ندارند. در مورد الکتروود میله‌ای مس پوش از نوع پرسی هم نگرانی از خوردگی گالوانیک در فولاد کم کربن وجود دارد. میزان خوردگی گالوانیک ناشی از اتصال مس و فولاد، بسته به نسبت جرم آن دو، متفاوت خواهد بود. از آنجا که معمولاً نسبت فولاد به مس در اکثر الکتروودهای زمین زیاد است، میزان خوردگی فولاد ناچیز می‌باشد. اما علاوه بر این، گاهی منابع دیگری از مس در



این نمونه‌ها شامل الکترودهای فولادی مس پوش در کسرپنج هشتم اینچی (۱۶ میلی‌متری) و الکترودهای فولاد گالوانیزه در کسر سه چهارم اینچی (۱۹ میلی‌متری) می‌شدند. نتایج کاملاً متقن بود. الکترودهای فولادی مس پوش در کسر سه چهارم اینچی عملاً عاری از خوردگی بودند، در حالی که الکترودهای فولاد گالوانیزه در کسر پنج چهارم اینچی اوضاع خوبی نداشتند.

زمین وجود دارند، که می‌توانند مسبب خوردگی گالوانیک باشند. ۳- پروژه تحقیقاتی ملی سیستم‌های زمین

پروژه مذکور در سال ۱۹۹۲ برای مقایسه عملکرد بلندمدت انواع مختلف الکترودهای زمین آغاز شد. در سال ۲۰۰۳، در یکی از سایت‌های اصلی واقع در شهر پاونی عملیات سونداژ انجام گردیده و تعدادی از الکترودهای میله‌ای از خاک خارج شدند.