

خوردگی فلزات



هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند :

- ۱- خوردگی را تعریف کند.
- ۲- انواع خوردگی شامل خوردگی شیمیایی و خوردگی الکتروشیمیایی را شرح دهد.
- ۳- خوردگی همراه با سایش را بیان کند.
- ۴- مقاومت فلزات در مقابل خوردگی را شرح دهد.
- ۵- روش‌های جلوگیری از خوردگی فلزات را توضیح دهد.

خوردگی فلزات

تعریف

خوردگی عبارت است از خراب شدن یک ماده بر اثر واکنش‌های شیمیایی و الکتروشیمیایی بین ماده و محیطی که در آن قرار گرفته است.

فرایند خوردگی معمولاً آهسته ولی به صورت مداوم صورت می‌گیرد. بعضی مواقع لایه‌ی خورده شده به صورت یک قشر بسیار نازک به سطح فلز می‌چسبد که از ادامه‌ی خوردگی فلز جلوگیری می‌کند. در بقیه‌ی مواقع لایه‌ی خورده شده متخلخل است و نمی‌تواند هیچ‌گونه محافظتی از فلز به عمل آورد.

وجود رطوبت فراوان و گازها و بخارهای مختلف شیمیایی در معادن زیرزمینی شرایطی را فراهم می‌آورد که تجهیزات معدنی در تماس با عوامل محیطی، دچار پدیده‌ی خوردگی می‌شوند و عمر مفید آن‌ها کاهش می‌یابد، لذا ضروری است که با این پدیده آشنا شویم و راه‌های جلوگیری از آن را تا آن‌جا که ممکن است بشناسیم.

انواع خوردگی

فلزات به صورت‌های مختلفی دچار پدیده‌ی خوردگی می‌شوند که در این‌جا به دو نوع مهم آن، یعنی خوردگی شیمیایی و خوردگی الکتروشیمیایی می‌پردازیم.

خوردگی شیمیایی: سطح اکثر فلزات بر اثر عوامل شیمیایی تغییر می‌یابد در این فعل و انفعالات وجود اکسیژن و در نتیجه اکسیداسیون نقش مهمی را ایفا می‌کند. پدیده‌ی زنگ‌زدن فلزات آهنی نمونه‌ی بارز عمل خوردگی است که در معادن کم و بیش با آن مواجه می‌شویم. علاوه بر آن گازها و بخارهای موجود در هوای معدن نیز سبب خوردگی سطح فلزات می‌شوند. هم‌چنین آب‌های اسیدی موجود در معادن، در اثر تماس با فلزات باعث می‌شوند که سطح فلزات به تدریج خورده شود. گازهای مختلف در هوای داخل معدن نیز در اثر ترکیب با هوا، اسیدهای رقیقی را تشکیل می‌دهند که به خوردگی فلزات منجر می‌شود.

لازم به تذکر است که افزایش درجه حرارت، رطوبت و فشار هوا، سرعت خوردگی را افزایش می‌دهند. دوری و نزدیکی معدن به دریا و شرجی بودن هوای محیط، تأثیر مهمی در این زمینه دارد؛ برای مثال یک دستگاه واگن معدنی در شرایط آب و هوایی مرطوب و گرم، خیلی سریع‌تر از آب و هوای خشک دچار پوسیدگی شده، زودتر از رده خارج می‌شود.

موضوع خوردگی شیمیایی پدیده‌ی بسیار پیچیده‌ای است. در حال حاضر تمام دانشمندان و متخصصین پذیرفته‌اند که فلزات به دلایل مختلف و تحت شرایط گوناگون به درجات مختلف خورده می‌شوند. عواملی از جمله خاک‌ها، اسیدها، اکسیدکننده‌های آب‌های اسیدی زیرزمینی و آب‌های شور، ترکیبات آلی، درجه حرارت بالا، ترکیبات گوگردی و قلیایی‌ها هریک می‌توانند در خوردگی فلزات نقش داشته باشند. البته این نکته را نیز باید افزود که اغلب نمی‌توان تنها یک عامل را در پدیده‌ی خوردگی فلزات مؤثر دانست. شدت وقوع خوردگی نیز به چند عامل محیطی بستگی دارد که عبارت‌اند از:

– اسیدی بودن یا «pH» آب زیرزمینی که اگر از ۷ کم‌تر باشد خوردگی شدت می‌یابد؛

– وجود یا عدم وجود خصوصیت اکسیداسیون در آب‌های زیرزمینی؛

– سرعت انتقال یا حرکت آب زیرزمینی در قسمت‌ها فرسوده شده؛

– درجه حرارت آب.

هم‌چنین مقدار فرسایش به خواص فلز نیز بستگی دارد. وجود گاز سولفید هیدروژن (H_2S) در محیط و گاز دی‌اکسیدکربن موجب تشدید خوردگی شیمیایی می‌شود. در فرسایش گاهی اوقات یک یا چند فلز موجود در آلیاژ خورده شده، از آن خارج می‌گردد و بقیه در شرایط اسفنجی باقی می‌مانند.

خوردگی الکترو شیمیایی: اگر یک مایع الکترولیت مابین دو فلز غیر هم‌جنس قرار گیرد، باعث ایجاد خوردگی در یکی از این دو فلز خواهد شد. این مایع الکترولیتی ممکن است یکی از

این قطعات، قطعه‌ی ثابت و سیال متحرک است که با سرعت زیاد در لوله جریان دارد و باعث خوردگی می‌شود.



شکل ۲-۹- خوردگی سایشی پروانه‌ای از جنس فولاد زنگ‌نزن در یک نوع پمپ.

مقاومت مواد فلزی در مقابل خوردگی

رفتار فلزات در مقابل خوردگی بسیار متفاوت است. بعضی از فلزات به‌طور کلی در مقابل خوردگی بسیار ضعیف و برخی بسیار مقاوم هستند. در جریان کار باید بررسی کرد که فلز در چه محیطی باید کار کند. آیا محیط اسیدی است یا بازی؟ اگر اسیدی است، غلظت اسید چه قدر است؟ و اصولاً چه نوع اسیدی در محیط وجود دارد. زیرا یک فلز یا آلیاژ، در مقابل تمام محیط‌های خورنده، مقاوم نیست. ممکن است یک آلیاژ در یک محیط خورنده کاملاً مقاوم باشد ولی در مقابل محیط دیگر از خود مقاومت کم‌تری نشان دهد. بر مبنای این اطلاعات، می‌توان آلیاژ مناسب را انتخاب کرد.

در عمل معمولاً برای افزایش مقاومت به خوردگی، از آلیاژهای فلزی استفاده می‌شود.

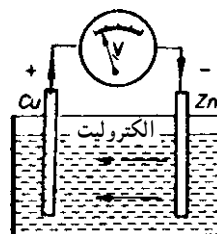
روش‌های جلوگیری از خوردگی فلزات

در صنعت از روش‌های مختلفی برای جلوگیری از خوردگی استفاده می‌شود که از آن جمله می‌توان انتخاب آلیاژ مناسب یا حفاظت از خوردگی سطح فلزات را نام برد. بعضی از این روش‌ها عبارت‌اند از:

۱- افزودن عناصر آلیاژی به فلزات: عناصر آلیاژی با مکانیزم‌های متفاوتی فلزات را در مقابل خوردگی حفظ می‌کنند؛ به‌عنوان مثال افزودن منگنز و آلومینیوم به مس یا افزودن مولیبدن

محلول‌های اسیدی، بازی یا نمک باشد. به‌عنوان مثال آب باران و گاز دی‌اکسیدکربن ناشی از سوختن انواع سوخت‌های مایع و جامد و گازی، با یک‌دیگر ترکیب می‌شود و اسیدکربنیک (H_2CO_3) تولید می‌کنند، یا گاز SO_2 حاصل از سوختن سوخت‌های گوگرددار با آب باران ترکیب می‌شود و اسید سولفور (H_2SO_4) ایجاد می‌کنند. این دو نوع اسید در خوردگی الکتروشیمیایی فلزاتی که در معرض آب باران هستند، تأثیر به‌سزایی دارند.

آب موجود در طبیعت، رطوبت هوا و یا عرق بدن نیز می‌توانند همین نقش را داشته باشند. وجود دو فلز غیر متجانس در یک الکترولیت، پیل الکتریکی ایجاد می‌کند. بدین صورت که الکترون‌های آزاد، از سمت فلزی که دارای الکترون‌های آزاد بیش‌تری است (قطب منفی) به‌طرف فلز دیگری که الکترون‌های آزاد کم‌تری دارد، حرکت می‌کند (قطب مثبت). این جریان الکترون‌ها در حقیقت یک پیل الکتریکی ایجاد می‌کند. این پدیده باعث خوردگی الکتروشیمیایی در قطب منفی می‌شود.



الکترولیت: اسید
سولفوریک رقیق Zn(-)
خورده می‌شود

شکل ۱-۹- چگونگی تشکیل پیل الکتریکی و خوردگی الکتروشیمیایی

خوردگی همراه با سایش: خوردگی همراه با سایش عبارت

است از افزایش سرعت خوردگی یک فلز بر اثر حرکت نسبی بین مایع خورنده و سطح فلز؛ مثلاً چرخش انواع پروانه‌ی کشتی‌ها که در محیط خورنده‌ای مثل آب دریا قرار دارند، باعث می‌شود که بین آب دریا و پروانه‌ی کشتی جریان شدیدی برقرار شود که سبب سایش بیش‌تر نیز می‌شود. در شکل زیر خوردگی سایشی پروانه‌ی «هم‌زن» یک پمپ که از جنس فولاد زنگ‌زن ساخته شده، نشان داده شده است. این پمپ بعد از سه هفته کارکردن به‌این صورت تخریب شده است.

درمورد لوله‌ها و زانوهایی که در داخل آن‌ها سیال خورنده جریان دارد، خوردگی سایشی به‌صورت دیگری مطرح است. در

آلومینیومی) ارایه شده است. آلومینیوم در کنار آهن، پیل الکتریکی تشکیل می‌دهد. چون آلومینیوم نسبت به آهن «آند» می‌شود، آلومینیوم چه به صورت پرچ و چه به صورت صفحه، خورده خواهد شد.

برای رفع این مشکل در طرح این اتصال، می‌توان از مواد عایق الکتریسته مثل انواع لاستیک‌ها یا غیر فلزات استفاده کرد. بدین صورت تماس بین آلومینیوم و آهن از بین می‌رود و پیل الکتروشیمیایی تشکیل نمی‌شود.

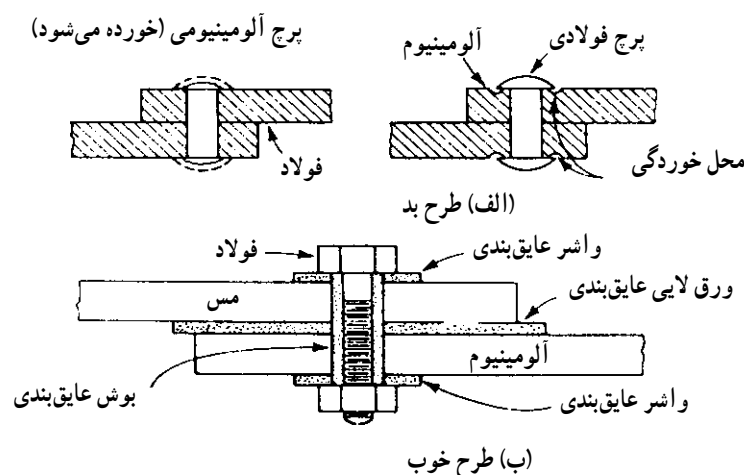
۴- حفاظت کاتدی: در روش حفاظت کاتدی برای جلوگیری یا کاهش شدت خوردگی، از فلزاتی که سریع‌تر از فلز مورد نظر خورده می‌شوند، استفاده می‌شود. بدین صورت که معمولاً برای حفاظت قطعات صنعتی، قطعاتی از جنس روی و منیزیم در نقاط مختلف قطعه قرار داده می‌شوند تا بر اثر خوردگی، این فلزات از بین بروند و به فلز اصلی صدمه‌ای وارد نشود.

به فولادهای زنگ‌زن یا افزودن منیزیم به آلومینیوم، باعث می‌شود بر اثر خوردگی در سطح این آلیاژها لایه‌ای چسبنده و غیر متخلخل اکسیدی تشکیل شود و فلز را از خوردگی بعدی محافظت کند.

۲- عملیات حرارتی خاص روی فلزات: بعد از ریخته‌گری، فلزات را در دمای بالایی به مدت زیاد نگهداری می‌کنند تا فلز از نظر ترکیب شیمیایی کاملاً هم‌گن شود. با این عمل، مقاومت فلز در مقابل خوردگی، بهبود می‌یابد.

۳- استفاده از طراحی‌های مناسب: با طراحی مناسب قطعات صنعتی، می‌توان میزان خوردگی آن‌ها را به حداقل رساند. در ساخت قطعات باید اتصالات به گونه‌ای صورت گیرد که امکان نفوذ سیالات خورنده به داخل و ماندگاری آن‌ها در قطعه به حداقل ممکن کاهش یابد.

از طرفی در اتصال قطعات غیر هم‌جنس، باید به خوردگی الکتروشیمیایی توجه کرد. در شکل چگونگی اتصال دو قطعه از جنس آلومینیوم (توسط پرچ آهنی) و دو قطعه‌ای آهن (توسط پرچ



شکل ۳-۹ الف) خوردگی پرچ آلومینیومی در صفحات فولادی یا صفحات آلومینیومی که با پرچ فولادی به هم متصل شده‌اند. ب) توصیه‌ی عملی، استفاده از مدار عایق برای اتصال این دو فلز است.

۶- استفاده از انواع پوشش‌های سطحی: پوشش‌های سطحی ممکن است انواع رنگ‌ها، لایه‌های اکسیدی، یا پوشش‌های فلزی باشند.

رنگ‌ها اصولاً برای زیبایشدن سطوح فلزات به کار می‌روند، در کنار این مسئله، تا زمانی که این لایه‌ی رنگ خراشیده یا شکسته نشده باشد، فلز در مقابل خوردگی حفاظت می‌شود.

۵- استفاده از ممانعت کننده‌ها: منظور از ممانعت کننده‌ها، مواد شیمیایی هستند که هنگامی که به محلول‌های خورنده افزوده می‌شوند، خاصیت خوردگی محلول را کاهش می‌دهند یا از بین می‌برند. یک کاربرد متداول ممانعت کننده‌ها، استفاده از آن‌ها در ضدیخ رادیاتور اتومبیل‌هاست، تا علاوه بر ضدیخ بودن از خوردگی رادیاتور و قسمت‌های داخلی موتور نیز جلوگیری کند.

اگر سطح آهن با فلز روی پوشانده شود، این فلز در مقابل خوردگی از آهن حفاظت می‌کند و خوردگی در خود روی صورت می‌گیرد. بدین صورت تا زمانی که روی در سطح آهن وجود دارد،

خوردگی آهن را به تأخیر می‌اندازد. ولی اگر روی آهن یا فولاد با فلز نیکل پوشش داده شود، نیکل به هیچ وجه نمی‌تواند از آهن حفاظت کند، بلکه ابتدا آهن خورده می‌شود.

خودآزمایی

- ۱- خوردگی را تعریف کنید. حالت‌هایی را که بر اثر خوردگی پیش می‌آیند، شرح دهید.
- ۲- انواع مهم خوردگی را نام ببرید. یک نمونه از خوردگی شیمیایی را بیان کنید.
- ۳- چه عواملی در معدن باعث افزایش خوردگی می‌شوند؟
- ۴- عوامل مؤثر در خوردگی فلزات را نام ببرید.
- ۵- شدت وقوع خوردگی به کدام عوامل محیطی ارتباط دارد؟
- ۶- خوردگی الکتروشیمیایی چگونه رخ می‌دهد؟
- ۷- خوردگی همراه با سایش چگونه رخ می‌دهد؟
- ۸- واکنش فلزات در مقابل خوردگی چگونه است؟
- ۹- روش‌های جلوگیری از خوردگی را فقط نام ببرید.
- ۱۰- عملیات حرارتی خاص بر روی فلزات به منظور بهبود مقاومت در برابر خوردگی چگونه انجام می‌شود؟
- ۱۱- اتصال قطعات غیرهم‌جنس چگونه به خوردگی الکتروشیمیایی منجر می‌شود؟
- ۱۲- استفاده از پوشش‌های سطحی برای مقابله با خوردگی به چه روش‌هایی انجام می‌شود؟