

تمرینات مربوط به فصول مختلف و پاسخ آنها

فصل ۲

۲-۱: پولاریزاسیون اکتیواسیون و پولاریزاسیون غلظتی را تشریح کنید.

جواب: قسمت ۲-۴، شکل‌های ۲-۵ و ۲-۶.

۲-۲: در رابطه با رفتار خوردگی یک فلز، منطقه ترانس پسیو چیست؟

جواب: شکل ۲-۸ و توضیحات مربوطه در متن

۲-۳: تأثیر غلظت عامل اکسید کننده بر سرعت خوردگی چگونه است؟ بطور کامل بحث کنید.

جواب: شکل ۲-۹.

۲-۴: تأثیرات سرعت حرکت (یا بهم زدن) بر سرعت خوردگی چگونه است؟ بطور کامل بحث کنید.

جواب: شکل ۲-۱۰.

۲-۵: در واکنش آندی، فرایند عمومی که انجام می شود چیست؟ معادله یک نمونه واکنش خوردگی را

بنویسید.

جواب: اکسیداسیون $M \rightarrow M^{+n} + ne$

۶-۲: در واکنش کاتدی، فرایند عمومی که انجام می‌شود چیست؟ واکنشهای نمونه کاتدی را بنویسید.

جواب: احیاء معادلات ۲/۴، ۲/۱۱، ۲/۱۲، ۲/۱۳ و ۲/۱۴.

۷-۲: فاکتورهایی که در انتخاب یک ماده مهندسی مؤثرند را نام ببرید.

جواب: شکل ۱-۲.

۸-۲: اهمیت بازرسی چیست؟

جواب: قسمت، ۱۳-۲.

۹-۲: یک پمپ به ارزش ۵۰۰۰ دلار نصب گردیده است. هزینه تعمیرات سالانه این پمپ ۴۰۰ دلار است و

پس از ۵ سال بایستی تعویض گردد. پمپ مشابهی از فولاد زنگ نزن به ارزش ۱۰۰۰۰۰ دلار نیاز به تعمیرات

سالانه ۲۱۰ دلار دارد بایستی پس از ۱۰ سال تعویض گردد. زمان خوابیدن واحد فاکتور مهمی نیست. کدام

پمپ را انتخاب خواهید کرد و چرا؟

جواب: پمپ چدنی، چون ارزاتر است و بدلیل ارزش زمانی سرمایه، به قسمت ۱۲-۲ رجوع گردد.

فصل ۳

۱-۳: تشریح مکانیزم و فاکتورهای اساسی در خوردگی گالوانیکی، خوردگی شیاری، حفره‌دار شدن، خوردگی

بین دانه‌ای، جدایش انتخابی، خوردگی سایشی، و یا خوردگی تنش.

جواب: شکل عمومی برای ارزیابی، برای جزئیات هر مورد به قسمت مربوطه در فصل ۳ رجوع گردد.

۲-۳: اگر چه تمام انواع خوردگیها نامطلوب هستند، کمترین نگرانی در مورد خوردگی یکنواخت است. چرا؟

جواب: صفحات اول و دوم فصل ۳.

۳-۳: تشخیص خوردگی گالوانیکی اهمیت دارد. موارد زیر را در نظر بگیرید.

(الف) مشاهده شده که درپوش تخلیه مخزن روغن یک خودرو بطور آشکاری در داخل (ظرف روغن)

خورده شده است آیا این یک خوردگی گالوانیکی است؟

جواب: احتمالاً خیر مگر اینکه آب (الکترولیت) وجود داشته باشد.

(ب) پرچهای آلومینیم در ناودان فولاد بدون پوشش پس از یک زمستان که از عمر آنها گذشتت شدیداً

خورده شدند. آیا خوردگی گالوانیکی در اینجا اتفاق افتاده؟

جواب: بلی

(د) برای کاشتنی‌های جراحی، در مرحله آزمایشات روی حیوانات، اکثر دستورالعملها توصیه می‌کنند که

فقط یک نوع فلز در هر حیوان آزمایش گردد تا خوردگی گالوانیکی اجتناب گردد با وجودیکه نمونه‌ها بطور

فیزیکی از هم جدا هستند (مثلاً یک نمونه در هر کدام از پاهای حیوان مورد آزمایش). آیا این منطقی است؟

جواب: خیر، چون اتصال الکتریکی وجود ندارد.

(ه) یک ورق سربی با مساحت ۱۰ متر مربع دارای یک لکه کوچک (1mm^2) قلع روی سطح، در آب دریا

قرار می‌گیرد. آیا خوردگی گالوانیکی بوجود خواهد آمد؟

جواب: خوردگی گالوانیکی قابل ملاحظه نخواهد بود، زیرا سطح آند بزرگ است و کاتد کوچک.

۳-۴: در خوردگی گالوانیکی تأثیر سطح آند و کاتد چگونه است؟ بوسیله یک دیاگرام مناسب تشریح کنید. چرا

این اثر همگام رنگ‌آمیزی دو فلز غیر همجنس مهم لایست. با شکل نشان دهید.

جواب: قسمت ۳-۴.

۳-۵: سه شرط اساسی برای وقوع خوردگی گالوانیکی را نام برید.

جواب: دو فلز غیر همجنس، وجود الکترولیت، و اتصال الکتریکی دو فلز

۳-۶: روشهای مبارزه با خوردگی گالوانیکی را بنویسید.

جواب: قسمت ۳-۵

۳-۷: با استفاده از دو لوله فلزی غیر همجنس که بوسیله یک کوپلینگ پیچ و مهره دار به یکدیگر متصل شده

آند، بعنوان مثال، روشهای مختلف جلوگیری از خوردگی گالوانیکی را نشان دهید.

جواب: عایق کردن کوپلینگ (با پلاستیک): متصل کردن سیستم به فلزی که نسبت به هر دو نقطه لوله آندی

است. پوشش دادن هر دو قطعه لوله یا پوشش دادن لوله‌ای که نجیب‌تر است.

۳-۸: فرض کنید ورقهای فولاد و آلومینیم که به یکدیگر جوشکاری شده‌اند در آب دریا قرار دارد. اگر فقط یکی

از این دو را مجاز به رنگ کردن باشیم. کدام را رنگ می‌کنید و چرا؟

جواب: فولاد، توجیه به قسمت ۳-۴ رجوع شود.

۳-۹: در یک اتصال گالوانیکی فقط یک فلز بایستی رنگ شود: کدام فلز باید رنگ شود و چرا؟

جواب خود را با ذکر دلیل و استفاده از دیاگرام بطور جامع بنویسید

جواب: نجیب‌ترین فلز، بدین دلیل که از نسبت سطحی نا مناسب آند و کاتد اجتناب گردد.

۳-۱۰: در اثر اتصال گالوانیکی فولاد به فلزات زیر: سرعت خوردگی فولاد در آب دریاچه تغییری می‌کند

جوابها:

(الف) نقره افزایش می‌یابد

(ب) کادمیم کاهش می‌یابد

(ج) چدن بدون تأثیر

(د) قلع افزایش می‌یابد

(ه) روی کاهش می‌یابد

۱۱-۳: پوسیدگی جوش (weld decay) چیست؟ خوردگی شیار چاقو (knife line attack) چیست؟ تفاوت بین این دو را بحث کنید. موارد زیر را بحث کنید: (الف) مواد، (ب) شرایط لازم (ج) مکانیزمها، (د) اقدامات پیشگیری کننده

جواب: قسمتهای ۱۹-۳ تا ۲۱-۳.

۱۲-۳: سه روش متالورژیکی برای جلوگیری از خوردگی بین دانه‌های فولادهای زنگ نزن آستنینی را نام ببرید. مکانیزم عملکرد این روشها را توضیح دهید.

جواب: قسمت ۲۰-۳.

۱۳-۳: بنظر شما استفاده از الکتروود جوشکاری نوع ۳۴۷ (فولاد زنگ نزن ۱۸-۸Cb) برای جوش دادن فولاد ۳۰۴ (۱۸-۸) برای جلوگیری از خوردگی بین دانه‌ای صحیح است؟ توضیح دهید

جواب: خیر چون ترکیب شیمیایی الکتروود جوشکاری هیچگونه اثری بر منطقه حرارتی (HAZ) ندارد. ۱۴-۳: دو مثال بزنید که در آنها ساختار متالورژیکی تأثیر مهمی بر مقاومت خوردگی داشته باشد (راسب شدن کاربرد را به عنوان مثال بکار نبرید)

جواب: خوردگی گرافیتی (قسمت ۲۶-۳)، خوردگی سایشی (قسمت ۳۴-۳)، خوردگی مالشی (قسمت ۳۷-۳)، شیشه‌های فلزی و کامپوزیتها (قسمتهای ۲۰-۵ و ۲۱-۵)

۱۵-۳: ماهیت خودکاتالیزوری حفره‌دار شدن را تشریح کنید. در صورت لزوم با شکل نشان دهید.

جواب: قسمت ۱۲-۳ و شکل ۱۹-۳.

۱۶-۳: اندازه‌گیری ماکزیمم عمق حفره و عمق متوسط حفره‌ها برای ارزیابی خوردگی حفره‌ای چگونه معیاری است؟

جواب: معیارهای همراه کننده‌ای هستند، قسمت ۱۶-۳.

۱۷-۳: تأثیر فرکانس نوسانات تنش بر خوردگی خستگی چیست؟ توضیح دهید.

جواب: فرکانس پائین باعث کاهش مقاومت می‌گردد: قسمت ۴۷-۳.

۱۸-۳: بوسیله یک دیاگرام مناسب چگونگی تأثیر محیط خورنده بر عمر خستگی فولادها را در حالت کلی نشان دهید.

جواب: منحنی تنش - تعداد سیکل (منحنی S-N) مشابه آلیاژهای غیر آهنی می‌گردد.

۱۹-۳: در روی سطح یاتاقان یک شفت موتور که بطور مداوم در یک آتمسفر خورنده در حال کار بوده است،

چندین شیار حاوی محصولات خوردگی اکسیدی وجود داشت. آیا این مورد خوردگی مالشی

(Fretting) است؟

جواب: احتمالاً خیر. خوردگی مالشی در حالت حرکت مداوم اتفاق نمی‌افتد.

۳-۲۰: چرا افزایش نسبی لغزش خوردگی مالشی را مانع می‌گردد؟

جواب: زیرا مانع از جوش سرد می‌گردد (قسمت ۳-۳۷).

۳-۲۱: بوسیله شکل‌های مناسب و واکنش‌های الکترودی، نشان دهید که چگونه در فرآیند خوردگی تاو‌های

هیدروژنی تشکیل می‌شوند.

جواب: شکل ۳-۷۶.

۳-۲۲: کاویتاسیون چیست؟ در کجا اتفاق می‌افتد و علت آن چیست؟

جواب: قسمت ۳-۳۶.

۳-۲۳: سه روش برای جلوگیری از خوردگی سایشی نام ببرید.

جواب: طراحی، پوشش‌ها، و حفاظت کاتدی

۳-۲۴: تفاوت بین زدایش روی یکنواخت و موضعی چیست؟

جواب: اختلاف در واکنش‌های یکنواخت در مقایسه با واکنش‌های موضعی است، همچنین ۳-۲۳.

۳-۲۵: وقوع خوردگی شیاری را بوسیله شکل نشان دهید و توضیح دهید این نوع خوردگی چگونه و در کجا

اتفاق می‌افتد.

جواب: شکل‌های ۳-۹ و ۳-۱۰ و متن مربوطه.

۳-۲۶: اندیس خوردگی شیاری (CCI) چیست؟

جواب: جدول ۳-۵ و متن مربوطه.

۳-۲۷: در خوردگی رشته‌ای (فیلامنتی)، تنها مقدار کمی فلز خورده می‌شود و استحکام سازه‌ای تحت تأثیر

قرار نمی‌گیرد. چرا این نوع خوردگی مضر است؟

جواب: مشکل ظاهر و زیبایی ایجاد می‌کند.

۳-۲۸: خوردگی تنشی (SCC) را تعریف کنید و شرایط محیطی لازم برای وقوع آن را بنویسید. تفاوت بین

خوردگی تنشی و تردی هیدروژنی چیست؟ چرا این تفاوت‌ها اهمیت دارند.

جواب: خوردگی تنشی در اثر حضور توام محیط خورنده و تنش کششی است. در حالیکه تردی هیدروژنی

اینطور نیست.

حفاظت کاتدی خوردگی تنشی را کاهش می‌دهد در حالیکه تردی هیدروژنی را افزایش می‌دهد.

۳-۲۹: دو مکانیزم برای خوردگی تنشی (SCC) را تشریح کنید

جواب: قسمت ۳-۶۰.

۳-۳۰: تأثیر گوه مانند محصولات خوردگی را تشریح نمایید

جواب: قسمت ۳-۶۰

۳-۳۱: خوردگی تنش سولفیدی (Sulfide stress cracking) چیست؟

جواب: پاراگرافهای آخر قسمت ۳-۵۱.

۳-۳۲: تأثیر اعمال جریان در حفاظت کاتدی بر زمان شکست در حالات زیر چیست؟

جواب:

الف: خوردگی تنشی (SCC) افزایش می‌دهد.

ب: تردی هیدروژنی کاهش می‌دهد.

ج: علل مربوط به حالات (الف) و (ب) را بنویسید شکل ۳-۷۹

۳-۳۳: خوردگی تنشی بیرونی (external sccsu, escc) چیست؟

جواب: ترک خوردگی سطوح بیرونی زیر مواد عایق حاوی کلر: شکل ۳-۶۷.

۳-۳۴: جذب کربن در فولادهای زنگ نزن را تشریح نمایید. چرا این مسئله نامطلوب است.

جواب: قسمت ۳-۲۰.

فصل ۴

۴-۱: آزمایشات خوردگی به چه منظورها و دلایل انجام می‌شوند.

جواب: قسمت ۴-۳

۴-۲: یک نمونه آهنی با مساحت سطح 10 cm^2 در یک اسید به مدت ۳۰ ساعت، ۰/۰۱ گرم کاهش وزن داشته

است. چگالی آهن $7/78 \text{ gms/cm}^3$ است. مطلوبست محاسبه سرعت خوردگی به mm/gr^2 و mpy

جواب:

$$\frac{0/01 \text{ gms}}{30 \text{ hrs}} \times \frac{8760 \text{ hrs}}{1 \text{ yr}} \times \frac{1}{10 \text{ cm}^2} \times \frac{1}{7/78 \text{ gms}} \times \frac{10 \text{ mm}}{1 \text{ cm}} = 0/37 \text{ mm/yr}$$

$$0/37 \text{ mm/yr} \times \frac{1 \text{ in}}{25/4 \text{ mm}} = 0/015 \text{ in/yr} \times 1000 = 15 \text{ mpy}$$

۴-۳: مطلوبست محاسبه سرعت خوردگی آهن به mm/yr در یک محیط خورنده که در آن سطح آهن

250 cm^2 و جریان خوردگی A ۱۰۰٪ از آهن عبور می‌کند و خوردگی روی سطح آهن بطور یکنواخت

است. وزن اتمی آهن ۵۶ است و چگالی $7/87 \text{ gm/cm}^3$. حالت اکسیداسیون محصولات خوردگی اولیه

جواب:

$$\frac{56 \text{ gms}}{(2)96500 \text{ Amp.sec}} \times 10^{-4} \text{ amp} \times \frac{31/5 \times 10^6 \text{ sec}}{\text{yr}} \times \frac{1}{\frac{\sqrt{187} \text{ gms}}{1 \text{ Cm}^3}}$$

۴-۴: برای اندازه‌گیری مقاومت خوردگی یک فلز در یک دوره ۱۰۰۰ ساعت: دو روش کلی وجود دارد:

(الف) بوسیله یک سری آزمایشات کوتاه مدت مثلاً ۱۰ آزمایش ۱۰۰ ساعته با استفاده از همان نمونه

(ب) بوسیله یک آزمایش ۱۰۰۰ ساعته تک مرحله‌ای

معایب و مزایای هر روش را بحث کنید.

جواب: آزمایشات کوتاه مدت. مزایا: امکان اندازه‌گیری سرعت خوردگی برحسب زمان وجود دارد. می‌تواند

خطاهای توزین را آشکار کند. محیط خورنده را در هر مرحله می‌توان عوض کرد تا از تجمع محصولات

خوردگی در آن جلوگیری شود.

معایب: وقت گیرتر است. خشک کردن و وزن کردن ممکن است باعث تغییر پوسته‌های سطحی گردد.

روش تک مرحله‌ای: مزایا: پوسته محصولات خوردگی سالم می‌ماند: آسانتر است. معایب: خطاهای

توزین و روندهای تغییر خوردگی با زمان را نمی‌توان تشخیص داد. اگر سرعت خوردگی با زمان شدیداً

تغییر کند سرعت خوردگی اندازه‌گیری شده غلط خواهد بود. محصولات خوردگی در محلول تجمع

می‌کنند.

۴-۵: هدف از آزمایش استرایکر چیست (آزمایش اسید اگزالیک) روش انجام آن چگونه است؟

جواب: قسمت ۲۰-۴.

۴-۶: در باره کاربرد آزمایشهای حالت تشدید یافته (Accelerated tests) برای ارزیابی سریع مقاومت

خوردگی فلزات بحث کنید.

جواب: در این مفهوم نبایستی مورد استفاده قرار بگیرید، زیرا معمولاً ارتباط ضعیفی با شرایط واقعی دارند.

۴-۷: روش آزمایش با دوره‌های برنامه‌ریزی (Planned Interval tests) را تشریح نمایید و اطلاعات بدست

آمده را لیست کنید. (از روش ۵ دوره ۴۸ ساعته یا دو دوره ۱۴ روزه استفاده نکنید)

جواب: قسمت ۴-۹.

۴-۸: یک واحد پتروشیمی در مبدلهای حرارتی خود با مشکل خوردگی مواجه است. در این مبدلهای حرارتی

اسید سولفوریک ۸۵٪ حاوی ۳٪ دی کلرو بنزین و ناخالصی‌های آلی نامعلوم دیگر با عبور از مبدل

حرارتی پوسته - لوله‌ای (Shell & tube) از دمای 140°F به دمای 95°F خنک می‌گردد. سرعت حرکت

اسید از لوله‌ها ۱۰ فوت بر ثانیه است. مبدلهای حرارتی از فولاد کم کربن ساخته شده‌اند و دارای عمر

متوسط ۷ ماه هستند. چه ماده دیگری بعنوان جایگزین پیشنهاد می‌کنید. دقیقاً بگوئید آزمایش خوردگی را

چگونه انجام خواهید داد تا ماده مناسب را پیدا کنید. در باره شرایط آزمایش: آماده سازی نمونه‌ها و

روشهای ارزیابی بحث کنید.

جواب: این یک سؤال با جواب باز است که دارای یک جواب منفرد و "صحیح" نیست. یک آزمایش می‌تواند

مشمول بر یک سیستم باز برگشتی حاوی محلول اصلی در 140°F و با سرعت ۱۰ فوت بر ثانیه باشد. و

سپس مقاطعی از لوله‌های بریده شود و مورد آزمایش قرار گیرد. همچنین به قسمت ۴-۱۶ رجوع شود.

۴-۹: یک پروانه پمپ از جنس ۸-۱۸ در یک محیط خورنده در دوره‌های ۱ ماهه در اثر خوردگی از بین

می‌رود. محیط خورنده حاوی ۴٪ اسید سیتریک و ۵٪ اسید کلریدریک است. خوردگی در لبه پروانه

واقع می‌شود همچنین در اثر خوردگی شیاری در پکینگ پمپ نشت صورت می‌گیرد. در فرآیند فوق

نمی‌توان از بازدارنده‌ها استفاده کرد. چه ماده‌ای برای جایگزینی ۸-۱۸ توصیه می‌کنید. چگونه آزمایش

خوردگی انجام می‌دهید. شرایط آزمایش، آماده‌سازی نمونه‌ها و روشهای ارزیابی و انتخاب مواد را بحث کنید.

جواب: سؤال با جواب باز. خوردگی شیاری مهم است. همچنین اثرات سرعت (خوردگی سایشی یا کاوتیاسیون) نیز وجود دارد. آزمایشات استاتیکی برای ارزیابی خوردگی شیاری (قسمت ۱۷-۴) و آزمایشات خوردگی سایشی (قسمت ۱۶-۴) برای ارزیابی مقایسه‌ای مواد مختلف می‌تواند بکار رود. برای انتخاب نهایی پمپهای کوچک می‌تواند از ماده مورد نظر آزمایش قرار گیرد.

۴-۱۰: آزمایش با سرعت کرنش آهسته (SSRT) را تشریح نمایید.

جواب: قسمت ۲۵-۴.

۴-۱۱: چرا آزمایشات کاهش وزن برای پلاستیکها و الاستومرها مناسب نیستند؟

جواب: قسمت ۳۴-۴.

فصل ۵

۵-۱: براساس آگاهی خود از مواد عدم تطابق‌های واضح ذیل را توجیه کنید.

(الف) دورآیرون هم ارزاتر و هم از نظر خوردگی مقاومت از فولاد زنگ نزن ۸-۱۸ است: با وجود این

فولاد زنگ نزن بطور گسترده‌تری برای مقاومت در برابر خوردگی استفاده می‌شود. چرا؟

جواب: دورآیرون (چدن پرسیلیسیم) ترد و شکننده است و فقط می‌تواند بطریق ریختگری به شکل نهایی

تولید شود. (قسمت ۴-۵)

(ب) تانتال را تقریباً هیچگاه در مواردیکه سرعت خوردگی بیشتر از 10 mpy باشد بکار نمی‌برند. حتی اگر

این سرعت خوردگی نظر اقتصاد مقرون بصرفه باشد. چرا؟

جواب: مشکل تردی هیدروژنی وجود دارد (قسمت ۱۸-۵).

(ج) با وجودیکه سرب در اسید سولفوریک گرم و غلیظ کاملاً مقاوم است، ولی در کاربردهای دمای بالای

اسید سولفوریک مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. چرا؟

جواب: استحکام پائین و مقاوم کم در برابر خزش (قسمت ۱۱-۵).

(د) با وجودیکه مس و آلیاژهای آن در محیطهای قلیایی معمولاً مقاومت خوردگی خوبی نشان می‌دهند:

بندرت در تماس با هیدروکسید آمونیم بکار می‌رود چرا؟

جواب: خوردگی تنشی (قسمت ۱۲-۵)

۵-۲: چهار گروه یا کلاس فولادهای زنگ نزن را نام برید و در هر مورد کاربردهای اصلی آنها را نام ببرید.

جواب: مارتنزیتی، فریتی، آستنیتی، و سختی رسوبی، در مورد کاربردها به قسمت ۸-۵ مراجعه شود.

۵-۳: چرا تیتانیوم و کلومبیم به فولادهای زنگ نزن آستنینی اضافه می‌شود. مکانیزم عملکرد این عناصر را تشریح کنید.

جواب: با تشکیل کاربیدهای خود باعث جلوگیری از حساس شدن فولاد زنگ نزن می‌شوند (قسمت ۲۰-۳).

۵-۴: فولادهای زنگ نزن آستنیتی مقاومت خوردگی خود را بیشتر مدیون چه عنصری است؟ چه عناصر دیگری در بهبود مقاومت خوردگی آنها سهم دارند؟

جواب: کرم (جدول ۳-۷): همچنین نیکل، مولیبدن و مس (قسمت ۸-۵).

۵-۵: نقش مولیبدن در فولاد زنگ نزن ۳۱۶ چیست؟

جواب: بهبود مقاومت در برابر حفره‌دار شدن، اسید سولفوریک و اسیدهای آلی. (قسمت ۸-۵).

۵-۶: تأثیر قدرت اکسیدکنندگی یک محیط خورنده بر سرعت خوردگی فولادهای زنگ نزن آستنیتی چگونه است؟ چرا؟

جواب: با افزایش ماده اکسیدکننده: سرعت خوردگی افزایش می‌یابد (منطقه فعال)، بعد کاهش می‌یابد (منطقه

غیر فعال) و بالاخره با افزایش خیلی زیاد غلظت اکسیدکننده، سرعت خوردگی افزایش می‌یابد

(منطقه ترانس پسیو). (به قسمت ۶-۲ و شکل ۹-۲ رجوع گردد).

۵-۷: چگونه می توان تعیین کرد که آیا یک قطعه تیتانیوم در فرایند خوردگی در اسید ترد شده است یا نه؟

جواب: وجود هیدرید در ساختار میکروسکوپی، (شکل ۷-۵).

۵-۸: چه ینهایی در اسید کلریدریک برای زیرکونیم مخرب هستند؟

جواب: فریک و کوپریک.

۵-۹: در آگهی های بازرگانی تلویزیون ادعا می شود که آلومینیم زنگ نمی زند. این بیان صحیح و چرا؟

جواب: بلی، زنگ در مورد محصولات خوردگی آهن و آلیاژهای آن است ولی آلومینیم خورده می شود.

۵-۱۰: قدرت اکسیدکنندگی یک محیط خورنده چگونه بر مقاومت خوردگی نیکل و آلیاژهای نیکل - مس اثر

می گذارد؟

جواب: با افزایش غلظت عامل اکسید کننده، مقاومت خوردگی کاهش می یابد (قسمتهای ۱۲-۵، و ۱۳-۵،

شکل ۹-۲).

۵-۱۱: در کاربرد فولاد در محیط های قلیایی، چه نوع خوردگی معمولاً اتفاق می افتد.

جواب: خوردگی تنشی (SCC). (شکل ۵۶-۳ و قسمت ۲-۸).

۵-۱۲: ویژگیهای خوردگی چدن پرسیلیسیم (۱۴/۵٪ سیلیسیم) یا دورآیرن را تشریح نمایید.

جواب: در بسیاری از محیطهای اسیدی قوی مقاوم است. (قسمت ۴-۵، ۴-۷، و ۱۷-۷)

۵-۱۳: پنج گروه عمومی غیر فلزات را نام ببرید و مثالی از کاربردهای عملی هر کلاس بنزید

جواب: پلاستیکهای، لاستیکها، سرامیکها، کربن، و چوب. (قسمتهای ۲۰-۵ تا ۳۹-۵).

۵-۱۴: تفلون (پلی تترافلورواتیلن) را پلاستیک سوپر (ابر پلاستیک) نامیده اند. چرا؟

جواب: تقریباً در تمام محیطها تا دماهای بالا مقاوم است (قسمت ۲۵-۵، جدول ۱۷-۵).

۵-۱۵: تفلون عایق حرارتی خوبی است، با وجود این بعنوان لوله در مبدلهای حرارتی بکار می رود. چرا؟

جواب: پاراگراف آخر در قسمت ۲۵-۵.

۱۶-۵: فلزات شیشه‌ای چیستند؟

جواب: قسمت ۲۰-۵.

۱۷-۵: کامپوزیت‌های فلزی چیستند؟

جواب: قسمت ۲۱-۵.

فصل ۶

۱-۶: پنج روش کلی برای جلوگیری از خوردگی را لیست کنید.

جواب: انتخاب مواد، تغییر محیط خورنده، طراحی، حفاظت کاتدی و آندی، و پوششها.

۲-۶: بازدارنده چیست؟ عملکرد آن چگونه است؟ مثالهایی بزنید

جواب: قسمت ۵-۶.

۳-۶: چهار قاعده طراحی در کنترل یا جلوگیری از خوردگی نام ببرید.

جواب: قسمت ۶-۶ و ۶-۷.

۴-۶: آیا عملیات غیر فعال سازی با اسید نیتریک، (مثلاً قرار دادن فولاد زنگ نزن در اسید نیتریک قبل از

قرار دادن در محیط کاری) مفید است؟ آیا باعث بهبود تمایل به غیر فعال شدن می‌گردد؟ آیا با مقاومت

خوردگی افزایش می‌یابد؟

جواب: خیر، رفتار خوردگی بوسیله ویژگیهای آلیاژ و محیط کنترل می‌گردد (قسمت ۱۱-۹ و شکل ۲۶-۹). در

بعضی موارد قرار گرفتن مقدماتی در اسید نیتریک (شکل ۲۶-۹ و مورد شماره ۲) باعث خوردگی از حالت

غیر فعال می‌گردد. بهر حال، این عملیات معمولاً مطلوب نیست، زیرا صدمات سطحی جزئی می‌تواند

باعث انتقال به حالت فعال گردد.

۵-۶: حفاظت کاتدی چیست؟ بوسیله شکل نشان دهید که چگونه داخل یک مخزن فولادی بزرگ ذخیره آب را حفاظت کاتدی می‌آیند. کلیه قسمت‌ها را نامگذاری کنید و قطبهای اتصالات الکتریکی را نشان دهید.

جواب: تئوری در قسمت ۸-۶ تشریح شده است. داخل تانک را می‌توان بوسیله چندین میله آند قربانی شونده حفاظت کرد (شکل ۲-۶) یا بوسیله آندهای روش اعمال جریان که متصل به یک یکسو کننده (رکتیفایر) خارجی است (آندها - قطب مثبت وصل می‌شوند).

۶-۶: چه مشکلاتی به‌همراه حفاظت زیاده از حد (Over protection) (مثلاً استفاده از جریان الکتریکی زیاد از حد لازم) وجود دارد؟

جواب: هزینه‌بر و گرانقیمت‌تر خواهد بود و هیدروژن آزاد شده می‌تواند منجر به (الف) تردی هیدروژنی، (ب) صدمه زدن به پوشش (طبله کردن پوشش)، (ج) خطر انفجار در فضاهای بسته گردد.

۷-۶: بدنه فولادی یک کشتی که رنگ شده است را می‌خواهیم حفاظت کاتدی نمائیم توسط آندهایی از جنس روی. آیا توصیه می‌کنید که آندها را نیز رنگ نمائیم؟

جواب: خیر، زیرا در اینصورت آندها نخواهند توانست حفاظت را انجام دهند.

۸-۶: چرا حفاظت کاتدی معمولاً به سیستمهایی که به آهستگی خورده می‌شوند اعمال می‌گردد (مثلاً خطوط لوله‌های زیر زمینی) در صورت لزوم بوسیله شکل توجیه کنید.

جواب: در محیطهایی که سرعت خوردگی بالاست. جریان الکتریکی بالا خواهد بود (قسمت ۱۰-۶ و جدول

(۲-۶)

۹-۶: (الف) در کاربردهای حفاظت کاتدی: آیا روشهای اعمال جریان خارجی و آندهای قربانی شونده کارایی

یکسانی دارند؟ تشریح کنید

جواب: بله در هر دو روش حفاظت مشابهی در یک دانسیته جریان (یا پتانسیل حفاظت) بوجود می‌آید.

(ب) چه روشی را برای حفاظت یک تانک فولادی رنگ شده مدفون در خاک انتخاب می‌کنید.

جواب: هر دو روش می‌تواند بکار رود. برای شرایطی که جریان الکتریکی مورد نیاز کم است و / یا در نواحی

دور افتاده (بدون دسترسی به برق AC)، آندهای قربانی شونده معمولاً مقرون بصرفه‌تر هستند.

۱۰-۶: معایب و مزایای حفاظت کاتدی و حفاظت آندی را لیست کنید.

جواب: جدول ۶-۶.

۱۱-۶: نشان دهید چگونه داخل یک تانک فولادی حاوی اسید را با روش حفاظت آندی، حفاظت

خواهید کرد. مدار الکتریکی را رسم کنید و تمام اجزاء و اتصالات مهم را نشان دهید.

جواب: شکل ۸-۶.

۱۲-۶: باختصار روش رنگ‌آمیزی را برای مقابله با خوردگی تشریح کنید. منجمله انتخاب یک سیستم

رنگ و فاکتورهای مهم دیگر.

جواب: بحث بایستی حاوی مراحل مختلف آماده‌سازی سطحی، انتخاب یک آستر و رویه و ضخامت رنگ

باشد (قسمت ۱۲-۶).

۱۳-۶: یک وسیله رسم کنید که بگونه‌ای طرح شده که هزینه‌های تعمیرات و نگهداری آن کاهش یابد.

خصوصیات طراحی خود را تشریح کنید (فقط یک اتصال ساده: یک حفاظت کاتدی و یا اعمال و پوشش

را بکار نبرید).

جواب: این یک سؤال باز است. وسیله رسم شده ممکن است سیستمی را نشان دهد که به سهولت تخلیه

می‌شود، به راحتی تمیز می‌گردد و یا به راحتی تعویض می‌گردد. همچنین در طراحی ممکن است پیش

بینی‌هایی صورت گیرد که تنش کم شود، اکسیژن خارج گردد (در صورت لزوم) و خمهای لوله‌ها با شعاع

بزرگ (قسمت ۷-۶) انتخاب شود.

۱۴-۶: شما می‌خواهید یک خانه ۴ اتاق خوابه (برای زندگی ۶ نفر) بسازید. تأمین آب بوسیله لوله چدنی

۴ اینچی از خیابان صورت می‌گیرد. لوله‌ها مسی برای داخل خانه بکار می‌رود. نقشه سیستم لوله‌کشی آب را رسم کنید، شامل اندازه لوله‌ها. سیستم را به گونه‌ای طرح کنید که تا حد ممکن از نظر خوردگی مصون باشد ولی اقتصادی هم باشد.

جواب: سؤال باز. جواب بایستی بعضی از نکات زیر را شامل باشد (۱) استفاده از یک لوله فولادی پوشش‌دار برای تغذیه اصلی از خیابان (۲) حفاظت کاتدی لوله‌ها با آندهای قربانی شونده (بهمراه پشت‌بند). (۳) استفاده از یک کوپلینگ عایق‌کننده بین لوله (یا کنتور آب) و سیستم مسی در داخل منزل. (۴) استفاده از آبگرمکن لعابدار با میله منیزیمی (۵) اجتناب از کاربرد فلزات دیگر در داخل منزل (۶) نصب دمنده هوا در سیستم گرمایش آب داغ

۱۵-۶: آلیاژهای سطحی بوسیله لیزر و کاشت یونی چیست؟

جواب: قسمت دوم بخش ۱۱-۶.

۱۶-۶: یک قسمت از لوله در یک کارخانه از بین رفته و از شما خواسته شده که آنالیز شکست انجام دهید. روشها و مراحل را که شما اتخاذ می‌کنید قبل از نوشتن گزارش نهایی را بنویسید. شما می‌توانید فرضیات منطقی بنمائید.

جواب: قسمت ۱۴-۶ سؤال باز. جواب بایستی بر اساس اطلاعات ۶ فصل اول کتاب باشد.

فصل ۷

۷-۱: چه موادی و / یا سیستمی برای حل کردن مشکلات خوردگی ذیل توصیه می‌کنید.

(الف) نگهداری اسید سولفوریک در دمای محیط؟ **جواب:** Pb یا فولاد با روکش لاستیکی، شیشه

(کوچک) مس (فاقد هوا).

(ب) خطوط لوله حاوی اسید نیتریک ۶۰٪ در 200°F ؟ **جواب:** فولاد زنگ نزن ۸-۱۸.

(پ) فاضلاب آزمایشگاه که در معرض انواع و اقسام اسیدهای گرم و غلیظ قرار می‌گیرد؟ **جواب:** شیشه، دورآیرون، دارکون.

(ت) یک تانک اسید شویی کوچک حاوی تیزاب سلطانی؟ **جواب:** تیتانیم، شیشه.

(ث) یک تانک بزرگ (قطر ۴۰ فوت) برای نگهداری اسید کلریدریک ۲۰٪ در دمای محیط: فولاد باروکش لاستیکی.

(ج) شیر برای تانک حاوی HF ۲۰٪ در دمای محیط؟ **جواب:** موفل (فاقد هوا).

(چ) لوله برای HF ۷۰٪ در دمای محیط؟ **جواب:** فولاد، مونل.

(ح) ستون تقطیر برای اسید استیک ۷۰٪ (الف) هوادار؟ **جواب:** فولاد زنگ نزن ۳۱۶، (ب) بدون هوا، مس.

(خ) پمپ برای اسید کلریدریک ۲۰٪ حاوی CuCl_2 در 100°F ؟ **جواب:** هاستولوی FRP, T_iC.

(د) محفظه‌های کوچک برای اسید کلریدریک ۲۰٪؟ **جواب:** شیشه، فولاد باروکش لاستیکی، FRP.

(ذ) لوله‌های هیتر برای اسید سولفوریک ۹۵٪ در 300°F ؟ **جواب:** دورآیرون، شیشه، تانتال.

(ر) لوله‌های مبدل حرارتی برای اسید نیتریک ۵۰٪ در 350°F ؟ **جواب:** آلیاژ ۲۰، تیتانیم، دورآیرون.

(ز) پمپها و شیرها برای اسید سولفوریک ۱۰٪ در دمای محیط؟ **جواب:** دورآیرون، آلیاژ ۲۰ (دوریمت، ۲

و غیره)

مونل (حالت فاقد هوا) برنز آلومینیم (حالت فاقد هوا).

(ژ) شکلی رسم کنید که مقاومت خوردگی نسبی در دمای محیط سرب و فولاد در غلظتهای مختلف اسید

سولفوریک را نشان دهد. چرا سرب در بعضی غلظتهای اسید سولفوریک مقاومت خوبی نشان می‌دهد و

در بعضی دیگر نشان نمی‌دهد.

جواب: (قسمت ۳-۷) سولفات سرب، که به عنوان یک لایه محافظ عمل می‌کند، در اسید سولفوریک غلیظ

محلول است.

(س) منحنی خوردگی یکسان را برای موارد زیر رسم کنید:

(الف) سرب و اسید سولفوریک؟ جواب: (شکل ۴-۷)

(ب) آلومینیم و اسید نیتریک؟ جواب: (شکل ۱۸-۷)

(ج) فولاد زنگ نزن و اسید نیتریک؟ جواب: (شکل ۱۵-۷)

(ت) دورآیرون و اسید سولفوریک؟ جواب: (شکل ۵-۷)

فصل ۸

۸-۱: چه ماده (مواد) و/یا سیستم برای حل مشکلات خوردگی زیر توصیه می‌کنید؟

(الف) صافی‌های تقطیر برای آب با خلوص بالا؟ جواب: شیشه، کوارتز، قلع، یا مس با روکش قلع.

(ب) لوله‌های کندانسور حاوی آب دریا تا حداکثر 125°F در یک زیر دریایی؟ جواب: مونل، ۷۰ مس ۳۰ نیکل A۱۶X.

(ب) تبخیرکننده آب گوجه فرنگی غلیظ؟ جواب: فولاد زنگ نزن ۳۱۶ یا ۳۰۴.

(ت) لوله برای محلول سود ۲۰٪ در 150°F ؟ جواب: فولاد، نیکل.

(ث) وسایل فلزی برای کاشت در بدن انسان؟ جواب: ویتالیم، Ti، آلیاژهای Ti.

(ج) خوردگی مخازن زیرزمینی (برای سطح خارجی)؟ جواب: فولاد پوشش داده شده به همراه حفاظت کاتدی.

(ح) آلیاژ ویتالیم که برای کاشتنی‌های جراحی در داخل بدن انسان بکار می‌رود، دارای سرعت خوردگی

0.1mpy یا کمتر است این سرعت خوردگی آنقدر کم است که باعث کاهش استحکام مکانیکی در اثر

خوردگی نمی‌گردد. چرا چنین آلیاژ مقاومی در این کاربرد استفاده می‌شود؟

جواب: برای جلوگیری از تحریک بافت‌ها و اثرات بیولوژیکی دیگر (قسمت ۱-۸).

(خ) خوردگی میکروبیولوژیکی را شرح دهید.

جواب: قسمت ۱۰-۸.

(د) تانکهای بسیار بزرگ فولادی، برای ذخیره آب شهری؟ جواب: فولاد رنگ شده و حفاظت کاتدی.

(ذ) محفظه برای نگهداری سود ذوب شده؟ جواب: نیکل.

(ر) محفظه‌های حاوی سرب مذاب برای عملیات حرارتی؟ جواب: فولاد، چدن (خطر ترک خوردن).

(ز) لوله‌های مبدل حرارتی برای سود ۸۰٪ در 350°F ؟ جواب: نیکل.

(ژ) ناودان برای آب باران در ساحل دریا؟ جواب: Al, PVC، چوب سرخ.

(س) نمک مذاب در 1200°F : فولاد.

(ش) پروانه پمپی که کاویتاسیون از خود نشان می‌دهد؟ جواب: آلیاژ سخت‌تر، روکش سخت، یا کنترل سیستم شیرها.

(ص) فولاد ساختمانی برای یک کارخانه در ساحل دریا؟ جواب: رنگ.

(ض) لوله‌های برای کار در آب دریا؟ جواب: آد میرالتی، $90\text{Cu} - 10\text{Ni} - 1/5\text{Fe}$ ، A16X.

(ط) اگزوز اتوموبیلها؟ جواب: فولاد زنگ نزن کرم دار (۴۰۹)، فولاد با روکش آلومینیم.

(ظ) خطوط لوله سراسری زیرزمینی؟ جواب: فولاد با روکش و حفاظت کاتدی.

(ع) تانک آب گرم خانگی؟ جواب: فولاد با روکش شیشه‌ای (لعابدار) و میله آند منیزیمی.

(غ) قطعات ساختمانی هواپیما؟ جواب: آلومینیم ۷۰۷۵ (در صورت محافظت در برابر آتمسفر).

(ف) خوردگی میکروبیولوژیکی یک مخزن زیرزمینی؟ جواب: فولاد پوشش دار با حفاظت کاتدی.

۸-۲: فولاد هوا دوست (Weathering) چیست. در چه شرایطی نبایستی از این فولاد استفاده کرد؟

جواب: قسمت ۳-۸.

۸-۳: مواد ساختمانی یک مبدل حرارتی پوسته - لوله‌ای (Shell & tube) که از آب آشامیدنی استفاده

می‌کند چیست؟ (بدون توجه به محلولی که بایستی سرد شده)

جواب: جدول ۸-۸.

۸-۴: سیستم آب خنک‌کننده راکتور هسته‌ای

جواب: قسمت ۶-۸.

۸-۵: سطح یک شاتل را چگونه در برابر اثرات حرارتی و سوختن موقع وارد شدن در جو زمین محافظت

می‌کنید؟

جواب: استفاده از کاشی‌های اکسید سیلیسیم خالص.

۸-۶: شما اتومبیلی می‌خواهید خریداری کنید که بدنه آن فولادی است، چه روشی بکار می‌برید تا از

خوردگی زودرس و موقع استفاده طولانی جلوگیری شود.

جواب: قسمت ۱۳-۸.

۸-۷: چگونه مواد زاید حاوی تشعشعات بالای هسته‌ای را نگهداری می‌کنید؟

جواب: قسمت ۱۴-۸.

۸-۸: چه موادی برای ساخت تجهیزات در فرایند مرطوب اکسیداسیون - هوا در فاضلاب شهری توصیه

می‌کنید؟

جواب: قسمت ۱۸-۸.

۸-۹: تردی و ترک خوردن در اثر تماس با فلز مذاب را شرح دهید و مثالی بزنید

جواب: قسمت ۲۵-۸.

فصل ۹

۹-۱: بطور خلاصه کاربرد و محدودیتهای ترمودینامیک را مطالعه پدیده خوردگی را بنویسید.

جواب: قسمت ۴-۹

۹-۲: با فرض حالات استاندارد برای مواد شرکت کننده از واکنش و مواد حاصل از آن، جهت خودبخود

واکنشهای زیر را بنویسید:



۹-۳: با کمک اطلاعات ترمودینامیکی، تمایل به خوردگی در سیستمهای زیر را تعیین کنید. (فرض کنید

در تمام حالات وضعیت استاندارد وجود دارد). برای هر حالت واکنش کلی را بنویسید که جهت انجام

خودبخود را نشان دهد.

(الف) قلع در اسید کلریدریک

(ب) مس در اسید سولفوریک

(پ) کرم در کلریداستانو

(ت) آلومینیم در کلرید فریک

(ث) نیکل در نیترات نقره

(د) کبالت در مخلوطی از اسید کلریدریک و اسید سولفوریک

(ذ) نقره در کلرید فریک

(ر) پلاتین در اسید فسفریک

(ژ) سرب در کلرید استانیک

(ج) نقره در سولفات کوپریک

جواب: ضروری است که ترکیبات مواد شرکت کننده در واکنش و مواد حاصل از آن را فرض کنیم. این یک

محدودیت دیگر محاسبات ترمودینامیکی است - محصولات واقعی خوردگی را بایستی بدانیم قبل از

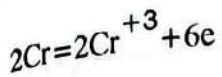
آنکه بتوانیم تمایل به خوردگی را تعیین کنیم. مثلاً در حالت (i)، جهت خودبخود بسته به فرضیات بکار

رفته فرق می کند. توجه کنید که پتانسیلهای ردوکس موقعی که واکنشهای تعادلی را ضریب یک ثابت کنیم

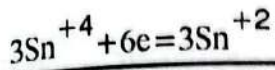
تغییر نمی کند. پتانسیل ها مستقل از مقدار مواد واکنش است. لذا واکنش کلی را بسادگی می توان با

فاکتورگیری مناسب محاسبه نمود.

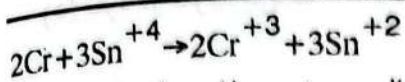




-0.744



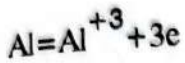
+0.15



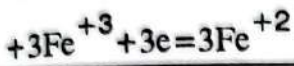
(خوردگی ممکن است واقع شود)

(این واکنش در صورتی انجام می‌شود که کلرید استاتیک بصورت ناخالص حضور داشته باشد)

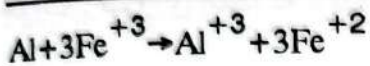
(ت)



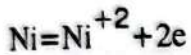
-1.662



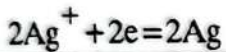
+0.771



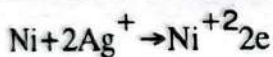
(خوردگی ممکن است واقع شود)



-0.250

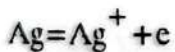


+0.799

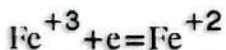


(خوردگی ممکن است واقع شود)

(ج)



+0.799

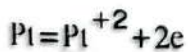


0.771

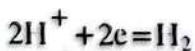


(خوردگی اتفاق نخواهد افتاد)

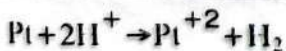
(ج)



+1.2

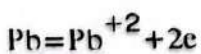


0.00

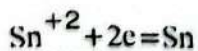


(خوردگی واقع نخواهد شد)

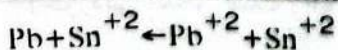
(خ)



-0.126



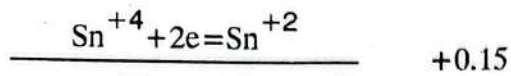
-0.136



(خوردگی ممکن است واقع شود)

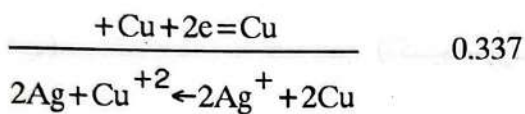
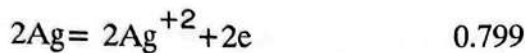
(این واکنش در صورتی امکانپذیر است که کلرید استاتیک حضور داشته باشد.)

(د)



(خوردگی ممکن است واقع شود)

(ذ)



(خوردگی انجام نخواهد شد)

۴-۹: معادلات الکتروشیمیایی برای فرایندهای اکسیداسیون و احیا در واکنشهای زیر را بنویسید.

الف - خوردگی آلومینیم بوسیله اسید فاقد هوا

(ب) خوردگی آهن در اسید سولفوریک هوادار حاوی سولفات فریک

(پ) خوردگی مس در اسید سولفوریک هوادار حاوی سولفات فریک

(ت) خوردگی یکنواخت آلیاژ روی - قلع در محلول اشباع از اکسیژن کلرید کوپریک، کلرید استانیک و اسید

کلریدریک

(ث) خوردگی نقره در محلول هوادار از کلرید کوپریک، کلرید استانیک و اسید کلریدریک

(ج) خوردگی نیکل در آب دریا

(چ) خوردگی آهن در محلول کلرید فریک عاری از هوا

(ح) خوردگی یکنواخت آلیاژ Fe% - کرم در اسید کلریدریک هوادار

جوابها:

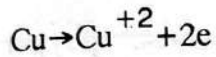
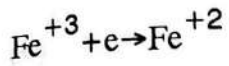
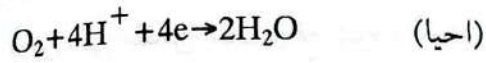
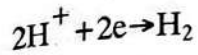


(الف)



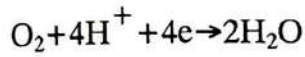


(ب)

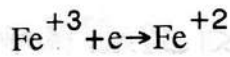


(اکسیداسیون)

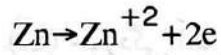
(پ)



(احیا)

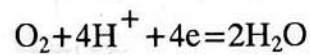
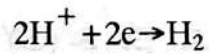
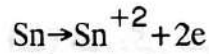


(توجه شود که احیاء هیدروژن از نظر ترمودینامیکی امکانپذیر نیست)

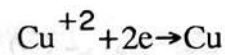
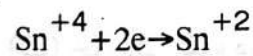


(اکسیداسیون)

(ت)



(احیا)



۹-۵: دانسیته جریان تعادلی چیست؟ به چه عواملی بستگی دارد.

جواب: قسمت ۹-۵.

۹-۶: پোলاریزاسیون اکتیواسیون را تعریف نمائید. رابطه بین سرعت واکنش و اورولتاژ ناشی از

پولاریزاسیون اکتیواسیون را بنویسید و کمیت‌های آن را مشخص نمائید.

جواب: قسمت ۹-۶ پاراگراف اول و دوم.

۹-۷: کینتیک واکنش‌های اکسیداسیون و احیا مربوط به الکتروود هیدروژن را با فرض $\beta = 0/1 \text{ volt}$ رسم

نمائید. روی شکل واکنشها را مشخص نمائید. با تغییر $0/1 \text{ volt}$ در پتانسیل، سرعت خوردگی چقدر تغییر

می‌کند؟

جواب: قسمت ۹-۶، پاراگراف سوم تا آخر و شکل ۹-۱۳.

۹-۸: پولاریزاسیون غلظتی را تعریف کنید و رابطه دانسیته جریان حدی دیفوزیون i_L را بنویسید و در باره

پارامترهای مؤثر بر آن بحث کنید.

جواب: قسمت ۹-۷

۹-۹: معادله پولاریزاسیون غلظتی در یک الکتروود که در آن پولاریزاسیون اکتیواسیون اتفاق نمی‌افتد را

نوشته و آن را رسم کنید.

جواب: معادله ۹-۱۳ منحنی ۹-۱۵.

۹-۱۰: در منحنی پولاریزاسیون غلظتی در یک الکتروود که در آن پولاریزاسیون اکتیواسیون اتفاق

نمی‌افتد. سرعت حرکت محلول، غلظت یا درجه حرارت، چه تغییری ایجاد می‌کند.

جواب: دانسیته جریان حدی دیفوزیونی i_L را افزایش می‌دهند و شکل ۹-۱۶.

۹-۱۱: معادله کلی پولاریزاسیون یک الکتروود را که در آن هر دو نوع پولاریزاسیون اکتیواسیون و غلظتی

اتفاق می‌افتد را بنویسید و آن را رسم کنید.

جواب: معادله ۹-۱۶ و شکل ۹-۱۷.

۹-۱۲: در مورد محلول یک نرمال اسید کلریدریک اطلاعات زیر داده شده است

$$i_{oH^+}/H_2(Zn) = 10^{-1} \text{ amp/Cm}^2$$

$$\beta = 0.1 \text{ volt}$$

$$i_{oZn^{++}}/Zn = 10^{-7} \quad " \quad "$$

$$E_{H^+/H_2}^{\circ} = 0.0 \text{ volt}$$

$$i_{oFe^{++}}/Fe = 10^{-6} \quad " \quad "$$

$$E_{Zn/Zn^{++}}^{\circ} = -0.76 \text{ volt}$$

$$i_{oH^+}/H_2(Pt) = 10^{-6} \quad " \quad "$$

$$E_{Fe/Fe^{++}}^{\circ} = -0.44 \text{ volt}$$

$$i_{oH^+}/H_2(Pt) = 10^{-3}$$

الف - مطلوبست محاسبه سرعت خوردگی روی بتنهایی در اسید کلریدریک یک نرمال

جواب: شکل ۹-۱۸.

ب - مطلوبست محاسبه سرعت خوردگی Fe بتنهایی در اسید کلریدریک یک نرمال

جواب: شکل ۹-۱۹.

ج - از نتایج بدست آمده در بند الف و ب چه نتیجه‌ای می‌گیرید. جواب: با وجودیکه روی فعالتر از آهن است (پتانسیل رورسیبل آهن نسبت به الکتروود اشباع هیدروژن 0.447 در مقایسه با -0.767 = برای روی)، ولی سرعت خوردگی آهن در محلول اسید کلریدریک بیشتر از سرعت خوردگی روی در آن اسید است. این بخاطر پائین تر بودن دانسیته جریان تعادلی واکنش آزاد شدن هیدروژن روی سطح الکتروود روی است.

۹-۱۳: بوسیله منحنی‌های پولاریزاسیون تأثیر حضور یک عامل اکسیدکننده بر سرعت خوردگی فلز M و

سرعت آزاد شدن هیدروژن را نشان دهید.

جواب: شکل‌های ۹-۲۰ تا ۹-۲۳ و متن مربوطه.

۹-۱۴: رفتار عمومی انحلال آندی، یک فلز فعال - غیر فعال را بوسیله شکل نشان دهید. تأثیر درجه حرارت و غلظت اسید بر این رفتار چگونه خواهد بود. بوسیله شکل نشان دهید.

جواب: شکل‌های ۹-۲۵ و ۹-۲۶.

۹-۱۵: رفتار یک فلز فعال - غیر فعال را در حالت‌های مختلف بحث کنید.

جواب: شکل ۹-۲۷ و متن مربوطه.

۹-۱۶: دیاگرام کینتیکی E بر حسب logi خوردگی فلز در یک محلول M اسید با کنترل اکسیداسیون را

رسم کنید. پتانسیل و سرعت خوردگی را تعیین کنید. سرعت خوردگی با تغییرات زیر چه تغییری می‌کند؟

(الف) افزایش i_0 (دانسیته جریان تبادلی) واکنش $M = M^+ + e$: جواب: افزایش می‌یابد

(ب) افزایش i_0 (دانسیته جریان تبادلی) واکنش $2H^+ + 2e = H_2$: جواب: افزایش می‌یابد

(ج) تغییر پتانسیل رورسیبل واکنش $M = M^+ + e$ به مقادیر نجیب تر (مثبت تر) : جواب: کاهش می‌یابد

(د) افزایش β برای واکنش اکسیداسیون : جواب: کاهش می‌یابد

فصل ۱۰

۱۰-۱: موقعی که یک عامل اکسیدکننده به یک سیستم خورنده حاوی یک فلز نرمال اضافه شود، چه

تغییراتی در سرعت خوردگی و پتانسیل خوردگی اتفاق می‌افتد و میزان این تغییرات به چه عواملی

بستگی دارد؟

جواب: سرعت خوردگی افزایش می‌یابد و پتانسیل خوردگی نجیب تر می‌شود. میزان این تغییرات بستگی

به پتانسیل رورسیبل عامل اکسیدکننده و یا پارامترهای کینتیکی (دانسیته جریان تبادلی و ضریب زاویه β)

دارد.

۱۰-۲: تأثیر افزایش مقدار عامل اکسید کننده بر رفتار خوردگی یک فلز فعال - غیرفعال را بحث کنید.

جواب: شکل‌های ۱۰-۱ و ۱۰-۲ و متن مربوطه.

۱۰-۳: تأثیر سرعت حرکت بر رفتار الکتروشیمیایی یک فلز نرمال در یک محیط خورنده که واکنش احیاء

آن تحت کنترل دیفوزیونی است را بحث کنید.

جواب: شکل‌های ۱۰-۳ و ۱۰-۴ و متن مربوطه.

۱۰-۴: تأثیر سرعت حرکت بر خوردگی یک فلز فعال - غیرفعال در یک محیط خورنده که واکنش آن

تحت کنترل دیفوزیونی است را بحث کنید.

جواب: شکل‌های ۱۰-۵ و ۱۰-۶.

۱۰-۵: تأثیر اتصال به یک فلز غیر همجنس را با استفاده از تئوری پتانسیل مختلط تشریح کنید. برای

سادگی تأثیر یک قطعه پلاتین را که به فلز روی که در اسید عاری از اکسیژن در حال خورده شدن است را

نشان دهید

جواب: شکل ۱۰-۷.

۱۰-۶: تأثیر اتصال فلز M و N که در یک محیط خورنده هریک با سرعت معینی خورده می شوند را

بحث کنید.

جواب: شکل ۱۰-۹.

۱۰-۷: با استفاده از اطلاعات داده شده در مسئله ۹-۱۲، (الف) مطلوبست محاسبه سرعت خوردگی

Zn و Fe در تماس الکتریکی با یکدیگر در محلول اسید کلریدریک یک نرمال و مقایسه آن با سرعت

خوردگی Zn و Fe هر کدام به تنهایی.

جواب: سرعت خوردگی $i_{corr}(Zn-Fe)$ آبیشت از $i_{corr} Zn$ و $i_{corr}(Zn-Fe)$ کمتر از $i_{corr} Fe$ خواهد شد.

(ب) از قسمت (الف) چه نتیجه‌ای می‌گیرید هر مورد استفاده عملی آن چیست؟

جواب: در یک اتصال گالوانیکی، فلز فعالتر با سرعت بیشتری نسبت به حالت مجزا و فلز نجیب تر با سرعت کمتری نسبت به حالت مجزا خورده می‌شوند. مورد استفاده عملی این پدیده حفاظت کاتدی به روش آند قربانی شونده است. مثل حفاظت آهن بوسیله Zn در ورقهای گالوانیزه.

(پ) مطلوبست محاسبه سرعت خوردگی Zn در تماس با پلاتین در حالات زیر (a) سطح روی = سطح

$$\text{پلاتین} = 1 \text{ Cm}^2, \text{ (b) سطح روی} = 1 \text{ Cm}^2 \text{ و سطح پلاتین} = 10 \text{ Cm}^2$$

جواب: مشابه شکل ۱-۱۰، با افزایش سطح پلاتین سرعت خوردگی Zn افزایش بیشتری می‌یابد.

(ت) از قسمت (پ) چه نتیجه‌ای می‌گیرید و کاربرد عملی آن چیست؟

جواب: در خوردگی گالوانیکی هر چه نسبت سطح کاتد به آند کوچکتر باشد، سرعت خوردگی کمتر خواهد بود. و کاربرد عملی آن در انتخاب فلزات کاتدی کوچکتر نسبت به فلزات آندی در اتصالات غیر همجنس، مثل انتخاب الکتروود جوش یا پنچ و مهره‌های نجیب تر در اتصالات جوشکاری یا پیچ و مهره‌ای. ۱۰-۸: تأثیر اتصال پلاتین به یک فلز فعال - غیر فعال را در حالت‌های مختلف بحث کنید.

جواب: شکل‌های ۱۰-۱۱ و ۱۰-۱۲ و متن‌های مربوطه.

۱۰-۹: با استفاده از رفتار انحلال آندی یک فلز چگونه می‌توان پیش‌بینی کرد که این فلز در محلول‌های

اکسژن دار غیر فعال می‌شود یا خیر؟

جواب: سرعت احیاء اکسیژن در محلول‌های آبی حداکثر ۱۰۰ میکروآمپر بر سانتیمتر مربع است. لذا اگر دانسیته جریان بحرانی آندی فلز برابر یا کمتر از ۱۰۰ میکروآمپر بر سانتیمتر مربع باشد، خودبخود در آن محیط غیر فعال خواهد شد.

۱۰-۱۰: یک فلز فعال در یک محیط خورنده دارای پتانسیل 1 volt نسبت به الکتروود مقایسه هیدروژن،

دانسیته جریان آندی بحرانی برابر بار 1 mA/Cm^2 ، و دانسیته جریان غیر فعال $1 \mu\text{A/Cm}^2$ است.

به سوالات زیر پاسخ دهید

جواب: $1\text{mA}/\text{cm}^2$

(الف) مقدار جریان لازم برای غیر فعال کردن این فلز

جواب: $1\mu\text{A}/\text{cm}^2$

(ب) مقدار جریان لازم برای حفظ حالت غیر فعال

جواب: $1\mu\text{A}/\text{cm}^2$

(پ) در فرایند حفاظت آندی سرعت خوردگی چقدر خواهد بود؟

مسائل خاص

۱-S: یک آزمایش خوردگی برای یک نمونه در یک محلول اسیدی با ترکیب نامعلوم انجام شده است. سرعت خوردگی فلز با استفاده از مقدار کاهش وزن محاسبه شده است. سرعت آزاد شدن هیدروژن با اندازه گیری حجم هیدروژن تولید شده تعیین شده است. معلوم شده است که سرعت خوردگی فلز بیشتر از سرعت آزاد شدن هیدروژن است. با فرض اینکه تمام اندازه گیریها دقیق هستند و خطایی نیز در محاسبات کار نبوده است، چگونه این مسئله قابل توجیه است.

جواب: محلول محتملاً حاوی یک عامل اکسید کننده (مثل اکسیژن، یون فریک (Fe^{+3}) ، یون کوپریک (Cu^{++}) است) در نتیجه سرعت آزاد شدن هیدروژن کمتر از سرعت خوردگی فلزات (به شکل ۲۱-۹ رجوع شود).

۲-S: دو فلزی که غیر فعال نمی شوند را در نظر بگیرید که در این اسید عاری از هوا خورده می شوند، فلز A دارای سرعت خوردگی بالاتری نسبت به فلز B است (فلزات جدا از یکدیگر)، فرض کنید به این سیستم یک اکسید کننده اضافه شود.

(الف) چه تأثیری روی سرعتهای خوردگی به وجود خواهد آمد؟

(ب) کدام فلز بوسیله عامل اکسید کننده بیشتر تحت تأثیر قرار می گیرد؟

جواب: (الف) حضور عامل اکسید کننده باعث افزایش سرعتهای خوردگی خواهد شد.

(ب) فلزی که دارای سرعت خوردگی کمتری است، بوسیله عامل اکسید کننده بیشتر تحت تأثیر قرار خواهد گرفت.

شکلهای ۲۱-۹ و ۲۲-۹ را مقایسه کنید. مثالی از این حالت بوسیله خصوصیات خوردگی آهن و نیکل در اسیدها نشان داده می شود. آهن در اسیدهای عاری از هوا و اشباع با هوا با سرعت بالا و تقریباً مشابهی خورده می شود. نیکل با سرعت آهسته ای خورده می شود و سرعت خوردگی آن بوسیله حضور اکسیژن

شدیداً افزایش می‌یابد.

۳-S: اگر سه فلز غیر همجنس را بطریق گالوانیکی به یکدیگر متصل کنیم چه اتفاقی خواهد افتاد؟ آیا تئوری پتانسیل مختلط در این حالت می‌تواند بکار رود؟ اگر می‌توانستیم سه عامل اکسیدکننده را در نظر بگیریم، چرا سه فلز را با روش مشابهی نمی‌توان بررسی کرد؟ در حقیقت چرا ۴، ۵، یا n فلز را بررسی نکنیم؟

جواب: تئوری پتانسیل مختلط می‌تواند در کوپلهای گالوانیکی حاوی هر تعداد فلز غیر همجنس بکار رود. روش تعیین این اثرات در شکل ۹-۱۰ نشان داده شده است. منحنی کل اکسیداسیون و احیا با جمع کردن جریانهای مختلف در پتانسیل‌های معین بدست می‌آیند. محل تقاطع این دو منحنی، نشاندهنده پتانسیل مختلط (یا اتصال) است و این تعیین‌کننده سرعتهای خوردگی هر یک از فلزات است. با افزایش تعداد فلزات در اتصال با یکدیگر این روش پیچیده‌تر می‌گردد.

تأثیر اتصال سه یا چند فلز به یکدیگر بستگی به کینتیک الکتروود خاص هر فلز دارد. در یک اتصال چند فلزی، سرعت خوردگی یک فلز ممکن است افزایش یابد، کاهش یابد و یا ثابت باقی بماند. تأثیر مشاهده شده بستگی به پتانسیل مختلط حاصله سیستم دارد. اگر E_{mixed} مثبت‌تر از پتانسیل خوردگی فلز به تنهایی باشد، سرعت خوردگی آن افزایش می‌یابد، اگر منفی‌تر باشد، کاهش می‌یابد. و اگر تغییر نکند، سرعت خوردگی ثابت می‌ماند.

۴-S: فلزی را در نظر بگیرید که در محلول اسید عاری از هوا با سرعت ۱۰۰ میکروآمپر بر سانتیمتر مربع خورده می‌شود

(الف) مقدار جریان کاتدی اعمال شده لازم برای کاهش سرعت خوردگی به ۱ میکروآمپر بر سانتیمتر مربع را تخمین بزنید. هر گونه فرضیاتی را بطور واضح و کامل بیان کنید.

(ب) اگر فلز را تا پتانسیل تعادلی آن با اعمال یک جریان کاتدی خارجی پولاریزه کنیم، با چه سرعتی خورده

خواهد شد.

(پ) اگر پولاریزه کردن فلز به پتانسیل تعادلی بوسیله اتصال گالوانیکی به یک فلز دیگر صورت می‌گرفت.

جواب قسمت (ب) تغییر می‌کرد)

جواب: (الف) اگر تمام ثابتهای تافل را برابر با $0/100$ ولت فرض کنیم. در ولتاژ اضافی $0/200$ ولت سرعت

خوردگی فلز ۱ میکروآمپر بر سانتیمتر مربع خواهد بود. سرعت احیاء شدن هیدروژن 10000 میکروآمپر بر

سانتیمتر مربع خواهد بود در نتیجه جریان کاتدی اعمال شده $10000 - 1 = 10000$ میکروآمپر بر سانتیمتر

مربع (10 ma/Cm) خواهد بود. به شکل ۱۸-۱ و متن همراه آن رجوع شود.

(پ) خیر، اینکه تغییر پتانسیل به چه روشی انجام شود، بی‌تأثیر است.

S-۵: فلزی را در نظر بگیرید که در یک اسید فاقد عامل اکسیدکننده خورنده می‌شود. اگر هر دو فرایند

اکسیداسیون و احیا تحت کنترل اکتیواسیون باشند نشان دهید نحوه محاسبه منحنی واقعی انحلال آندی را

از اندازه‌گیری پولاریزاسیون کاتدی، جواب خود را دقیقاً تشریح کنید با استفاده از معادلات شکل‌های

مربوطه و هر گونه فرضیات را ذکر کنید.

جواب: معادله $10/2$ را می‌توان بدینصورت نوشت $i_{\text{oxid}} = i_{\text{red}} - i_{\text{app(cathodic)}}$ منحنی پولاریزاسیون جریان:

کاتدی اعمال شده را می‌توان اکستراپوله کرد تا منحنی احیا واقعی را بدست آورد (به شکل ۲۱-۱۰ رجوع

گردد که i_{red} بر حسب E رسم شده است). اگر دانسیته جریان کاتدی $i_{\text{app(cathodic)}}$ را از مقادیر i_{red} تفریق کنیم

در پتانسیل‌های ثابت، i_{oxid} با استفاده از معادله فوق بدست می‌آید. از این اطلاعات قسمتی از منحنی i_{oxid} بر

حسب E (یعنی واکنش $M \rightarrow M^+$) می‌تواند حاصل گردد. برای جزئیات بیشتر به مرجع Stern-Geary در

پایان فصل ۹ مراجعه شود.

S-6: یک مخزن فولادی زنگ نزن ۸-۱۸ حاوی اسید سولفوریک رقیق و مقدار کمی سولفات فریک در حالت غیر فعال قرار دارد و دارای سرعت خوردگی $1 \text{ mpy} / 0.01$ است. پیشنهاد شده است که با اعمال جریان کاتدی سرعت خوردگی را باز هم می توان کاهش داد. این پیشنهاد خوب است، اگر حفاظت کاتدی اعمال گردد. اثرات احتمالی منفی پیش بینی می کنید؟ جواب خود را با دقت توضیح دهید.

جواب: این یک پیشنهاد بدی است. جریانهای کاتدی کوچک نمی تواند سرعت خوردگی را کاهش دهد چون فلز در حالت غیر فعال قرار دارد و سرعت خوردگی مستقل از پتانسیل است. اگر جریان کاتدی بزرگ اعمال کنیم و فلز به منطقه فعال پولاریزه گردد، به سرعت خوردگی افزایش خواهد یافت (به سؤالات ۱۴-۱۰ و ۶-۱۰ رجوع گردد).

S-7: یک مخزن فولاد زنگ نزن ۸-۱۸ حاوی عامل اکسیدکننده قوی را در نظر بگیرید. معلوم شده است که این سیستم دارای تنها یک پتانسیل خوردگی پایدار در منطقه ترانس پسیو است و فرایند احیا در معرض کنترل اکتیواسیون کامل قرار دارد. اگر این سیستم را بطریق کاتدی پولاریزه کنیم، چه تأثیری بر سرعت خوردگی خواهد داشت؟ جواب خود را دقیقاً تشریح کنید و در صورت لزوم از شکل استفاده کنید.

جواب: این ایده عملی است اگر با دقت انجام شود. اگر پتانسیل تانک را بوسیله پولاریزاسیون کاتدی به منطقه غیر فعال برسانیم، سرعت خوردگی کاهش خواهد یافت. ولی پولاریزاسیون کاتدی زیاد می تواند فلز را به منطقه فعال منتقل نماید. برای اجرای موفقیت آمیز این کار بایستی محدوده پتانسیل غیر فعال معلوم باشد. همچنین حفاظت کاتدی بایستی بوسیله پتانسیو استات صورت گیرد تا مطمئن شویم پتانسیل در منطقه غیر فعال باقی می ماند.

S-8: یک مخترع ادعا می کند که یک بازردارنده ارزان قیمت کشف کرده است: نمک طعام، برای نشان دادن این ایده او دو آزمایش را تشریح می کند که انجام داده است. او پیشنهاد می کند که شما این آزمایش را تکرار کنید تا نتایج وی را تأیید نمایید.

آزمایش اول - ۲ عدد میخ معمولی را بگیرید و به سر هر کدام یک قطعه آلومینیم فویل آشپزخانه به ابعاد 1×3 inch با فشار دست به پیچانید؛ این نمونه‌ها را بداخل دو لیوان آب 250 cc بیندازید. یکی را با آب شیر

پر کنید و دیگری را با آب شیر حاوی یک قاشق غذاخوری نمک طعام

بعد از یکی دو روز، واضح است که میخ در محلول نمک خورده نمی‌شود.

نتیجه‌گیری: نمک باعث می‌شود که حفاظت کاتدی آهن ساده‌تر انجام شود. بنابراین حفاظت آهن در آب دریا راحت‌تر از حفاظت آن در آب آشامیدنی است.

آزمایش دوم: در لیوان‌ها یکی آب شیر به‌مراه یک قاشق غذاخوری نمک طعام و دیگری آب شیر به‌علاوه ۵ قاشق غذاخوری نمک طعام بریزید. یک میخ معمولی بداخل هر ظرف بیندازید و پس از چند روز آنها را مشاهده کنید.

نتیجه‌گیری: نمک طعام باعث کاهش سرعت خوردگی آهن در آب می‌گردد. در غلظت 3% (مثلاً آب دریا و ۱ قاشق غذا خوری نمک در یک لیوان آب) سرعت خوردگی ثابت است یا قدری کمتر از آب معمولی است. در غلظت بالاتر (۵ قاشق غذاخوری نمک در هر لیوان) نمک، سرعت خوردگی آهن بطور قابل ملاحظه‌ای کمتر می‌شود.

به عنوان یک نتیجه‌گیری عمومی مخترع می‌گوید که آب دریا و آب نمک روی جاده‌ها در زمستان خوردگی کمتری نسبت به آب معمولی دارند. بنابراین پیشنهاد می‌کند که راه متوقف کردن خوردگی این است که به آب تا جایی که ممکن است نمک اضافه کرد. نظر شما راجع به کل ماجرا چیست؟

جواب: آزمایشات انجام شده نتایج زیر را بدست می‌دهد:

الف - حفاظت کاتدی فلزات در محلولهای نمک دار ساده‌تر است زیرا هدایت الکتریکی بیشتر است.

ب - محلولهای نمک‌دار، خصوصاً محلولهای غلیظ، خوردگی کمتری دارند نسبت به آب آشامیدنی

حلالیت اکسیژن با افزایش مقدار نمک حل شده در آب کاهش می‌یابد. بنابراین دانسیته جریان حدی برای

احیاء شدن کاهش می‌یابد. خوردگی آب دریا و آب نمک جاده‌ها به خاطر حضور ترکیبات آبدوست (hygroscopic) مثل کلرید کلسیم و کلرید منیزیم است که آب را از هوا جذب می‌کنند. بدین ترتیب پس از تماس با آب دریا، قطعات فلزی خیس می‌مانند و خوردگی ادامه می‌یابد. لکن، تحت شرایط غوطه‌وری کامل، آب شور (و سایر محلولهای نمکی) خوردگی کمتری دارند.

S-9: یک شرکت که اجزاء مربوط به ایستگاههای موشکی را تولید می‌کند با شما تماس می‌گیرد و درخواست کمک برای یک مسئله می‌نماید. شرکت سازنده مخازن جوشکاری شده بزرگ است که برای نگهداری اسید نیتریک دودکننده در محدوده دمایی 30°F تا 110°F (دمای محیط در پایگاه هوایی ادوارد) است. این شرایط مشهور به ایجاد خوردگی بین دانه‌های سریع فولادهای زنگ نزن حساس شده است.

چون تانکهای کامل خیل بزرگ هستند و به آسانی عملیات حرارتی نمی‌شوند. منحصراً ورق و الکتروود فولاد زنگ نزن نوع ۳۴۷ بکار می‌رود. به عنوان یک روش استاندارد مطمئن، تمام ورقهای دریافتی عملیات حرارتی می‌شود (کوانچ در آب بعد از حرارت دادن در 1950°F به مدت نیمساعت) بدلیل از کار افتادن یک کنترلر، تعدادی از ورقها تصادفاً به دمای 2400°F رسیدند و بعد کوانچ شدند. این ورقها نیز با جوشکاری تبدیل به مخزن شدند.

شرکت سازنده می‌خواهد بداند که آیا اگر این تانکها مورد استفاده قرار گیرند خوردگی بین دانه‌ای واقع می‌گردد یا خیر. آنها از منابع مکتوب می‌دانند که پوسیدگی جوش و خوردگی شیار چاقو چیست و همچنین می‌دانند که عملیات فوق‌الذکر تمام کاربردها را حل می‌کند. لکن آنها آنطور که اظهار می‌دارند نمی‌دانند چگونه تئوریهای موجود را به این مسئله اعمال کنند.

یک افسر عالی‌رتبه امور قراردادها به زودی خواهد آمد و مقامات شرکت بایستی تا آن زمان جوابها و توجیها را داشته باشند. همانطور که از تلگراف زیر مشاهده می‌کنید او شخصی با معلوماتی است و جوابهای روشن و صریح می‌خواهد.

اطاق شماره XXX پنتاگون

فرماندهی XXX واشنگتن

آقای XXX مدیر عامل

شرکت XXX

XXX کالیفرنیا

ورود ظهر روی ۱۴ نوامبر برای بحث ر مورد خوردگی تانکهای ذخیره اسید، آیا آنها خورده می شوند یا نمی شوند. در صورت وقوع خوردگی، خوردگی کجا واقع می گردد، در حال حاضر اقدامات اصلاحی می توان انجام داد. آیا مواد و عملیات حرارتی فعلی ضروری و بهینه هستند، آیا می توانید عملکرد آتی را بهبود بخشید؟ جوابهای شفاف با توجیه های تئوریکی لازم خواهد بود

سرهنگ XXX

جواب: الف - احتمالاً هنگام استفاده از تانک خوردگی واقع می گردد. خوردگی در مجاورت جوش واقع می گردد به همان صورت معمولی پوسیدگی جوش (عملیات حرارتی تمام کاربیدها را حل کرده و فولاد به گونه ای است که گویی یک فولاد زنگ نزن پایدار نشده است).

ب - اقدامات اصلاحی ممکن محدود است (۱) اگر کوره ای بزرگ به اندازه لازم وجود داشته باشد که بتوان تانک ساخته شده را عملیات حرارتی آنیل محلولی نمود و بعد کوانچ کرد. (۲) استفاده از تانک برای مقاصد دیگر مثلاً ذخیره آب، و غیره (۳) تبدیل تانک به قراضه (اسقاط کردن آن).

(ب) با آگاهی از اینکه فولاد زنگ نزن نوع ۳۴۷ نیاز به عملیات حرارتی ندارد، در آینده می توان از تکرار این مسئله احتراز نمود. با وجود برنامه عملیات حرارتی موجود بایستی سرد شدن بآهستگی صورت گیرد به جای کوانچ در آب. اگر این روش اتخاذ گردد، در صورتیکه موقع عملیات حرارتی دما بالاتر از حد لازم برود، مشکل به وجود نخواهد آمد زیرا کلویمیم کارباید، هنگام سرد شدن آهسته مجدداً تشکیل می گردد.

راههای دیگر استفاده از فولاد زنگ نزن کم کربن (نوع ۳۰۴L) یا فلز دیگر (مثل آلومینیم) ولی در صورتیکه اسید ناگهانی رقیق گردد، خوردگی غیر مترقبه اتفاق خواهد افتاد.

۱۰-S: پتانسیل مدارباز یک پیل دانیل را که در آن غلظت مولالی سولفات مس و سولفات روی به ترتیب ۱ و ۰/۰۱ است را حساب کنید. ضرایب اکتیویته محلولهای سولفات مس و سولفات روی به ترتیب ۰/۰۴۷ و ۰/۷ است.

جواب: پیل دانیل مشتمل است بر الکترود مسی در الکترولیت سولفات مس و الکترود روی در الکترولیت سولفات روی دو الکترولیت بوسیله یک غشاء متخلخل از یکدیگر جدا هستند. در حالت مدار باز هیچگونه جریانی عبور نمی‌کند. و پتانسیل پیل صرفاً اختلاف بین پتانسیلهای رورسیل الکترودهای مس و روی در محلولهای مربوطه است. E برای الکترود Cu/Cu^{++}

$$E_{Cu^{++}/Cu} = 0.337 + \frac{0.05915}{2} \log(1)(0.047)$$

$$= +0.2977$$

$$E_{Zn^{++}/Zn} = -0.763 + \frac{0.05915}{2} \log(0.01)(0.7) = -0.9097 \text{ Zn/Zn}^{++} \text{ برای الکترود}$$

$$E_{O.C} = E_{Cu/Cu^{++}} - E_{Zn/Zn^{++}} = 1.207 \text{ ولت}$$

(با استفاده از معادله نرنست معادله ۹/۹ قسمت ۹/۳).

سوالات تستی (صحیح یا غلط)

- ۱- مخارج سالانه خوردگی در USA، ۱۰ میلیون دلار است. (غلط)
- ۲- حین واکنش آندی، الکترون آزاد می شود، (صحیح)
- ۳- حین واکنش کاتدی، اکسیداسیون انجام می شود. (غلط)
- ۴- حالت ظرفیتی یک فلز وقتی که خورده می شود کاهش می یابد. (غلط)
- ۵- در محلولهای اسیدی احیاء اکسیژن نمی تواند واقع گردد. (غلط)
- ۶- فرایند خوردگی را می توان به واکنش های اکسیداسیون و احیا تقسیم نمود. (صحیح)
- ۷- در یک واکنش الکتروشیمیایی، انتقال الکترون وجود ندارد. (غلط)
- ۸- پولاریزاسیون غلظتی معمولاً فاکتور کنترل کننده در فرایند خوردگی در اسیدهای غلیظ است. (غلط)
- ۹- پولاریزاسیون غلظتی بوسیله دیفیوژن در الکترولیت کنترل می گردد. (صحیح)
- ۱۰- لفظ پتانسیل اکسیداسیون و احیاء در پتانسیل نیم پیل را می توان بجای یکدیگر بکار برد. (صحیح)
- ۱۱- نیم پیلی که دارای پتانسیل منفی تری است. واکنش اکسیداسیون را انجام می دهد. (صحیح)
- ۱۲- محصولات خوردگی همراه ترکیباتی نامحلول هستند. (غلط)
- ۱۳- عوامل اکسیدکننده سرعت خوردگی یک فلز که غیرفعال نمی شود را افزایش می دهیم. (صحیح)
- ۱۴- عوامل اکسیدکننده سرعت خوردگی یک فلز که غیرفعال نمی شود را کاهش می دهد. (غلط)
- ۱۵- فلزات و آلیاژهای غیرفعال شونده در محلولهای اسید مقاوم هستند. (غلط)
- ۱۶- اگر روی را به پلاتین متصل کنیم، سرعت خوردگی افزایش می یابد. (صحیح)
- ۱۷- هنگام خوردگی گالوانیکی، افزایش سطح آند باعث افزایش خوردگی آند می گردد. (غلط)
- ۱۸- اگر الکترولیت وجود نداشته باشد، خوردگی گالوانیکی واقع نمی شود. (صحیح)

- ۱۹- با استفاده از فلزاتی که در جدول سری گالوانیکی دور از یکدیگر هستند، خوردگی گالوانیکی را می‌توان مانع شد. (غلط)
- ۲۰- با افزایش مقاومت الکتریکی محلول خوردگی گالوانیکی کاهش می‌یابد. (صحیح)
- ۲۱- نسبت بزرگ سطح آند، سطح کاتد مطلوب است. (صحیح)
- ۲۲- یک خراش عمیق برای ورقهای گالوانیزه خصوصاً مضر است. (غلط)
- ۲۳- اگر یک اتصال مس - فولاد داشته باشید در تماس با آب دریا و فقط یکی از آنها را می‌توانستید رنگ کنید، فولاد را رنگ کردید. (غلط)
- ۲۴- یک خراش عمیق روی ورق فولاد با پوشش نیکل خصوصاً مضر است. (صحیح)
- ۲۵- با اتصال یک فلز به یک آند قربانی شونده، حفاظت آن‌دی خواهیم داشت. (غلط)
- ۲۶- با اتصال یک فلز به یک کاتد حفاظت کاتدی خواهیم داشت. (غلط)
- ۲۷- در حفاظت کاتدی بایستی سازه تحت حفاظت را تبدیل به آند در یک اتصال نمود. (غلط)
- ۲۸- منیزیم فلز مناسبی برای آند در روش حفاظت کاتدی با اعمال جریان خارجی است. (غلط)
- ۲۹- آزمایش هیویی (اسیدنیتریک) برای چک کردن عملیات حرارتی فولاد زنگ‌نزن است. (صحیح)
- ۳۰- آزمایش هیویی (اسیدنیتریک جوشان) عمدتاً برای چک کردن ترکیب شیمیایی فولادهای زنگ‌نزن است. (غلط)
- ۳۱- آزمایش پاشش نمک (Salt spray) اساساً یک تست کنترل کیفیت است. (صحیح)
- ۳۲- زدایش روی همیشه بصورت یکنواخت انجام می‌شود. (غلط)
- ۳۳- کاربردهای کرم در فولاد زنگ‌نزن در برابر خوردگی مقاوم هستند. (صحیح)
- ۳۴- کاپیتاسیون عمدتاً در اثر تشکیل حبابهاست. (غلط)
- ۳۵- خوردگی خستگی مشتمل است بر تنشهای سیکلی. (صحیح)

- ۳۶- خوردگی همواره با افزایش دما بطور خطی افزایش می‌یابد. (غلط)
- ۳۷- افزایش سرعت حرکت همواره، سرعت خوردگی را افزایش می‌دهد. (غلط)
- ۳۸- سولفات سدیم (Na_2SO_4) برای خارج ساختن اکسیژن از آب بکار می‌رود. (غلط)
- ۳۹- هیدرازین (N_2H_4) برای خارج ساختن اکسیژن از آب بکار می‌رود. (صحیح)
- ۴۰- پولاریزاسیون خطی برای تعیین پتانسیلهای رورسیبل بکار می‌رود. (غلط)
- ۴۱- آلومینیم در اسید نیتریک رقیق (۱۰٪) مقاوم است. (غلط)