

اثر هم افزایی (۱) بازدارنده‌ها بر روی سرعت خوردگی فولاد در اسیدشویی

علی شب زنده داری
کارشناس

چنگیز دهقانیان
دانشیار

مرکز پژوهش‌های علمی تبریز

دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

در این مطالعه سعی بر این است تا اثر هم افزایی بازدارنده‌های مختلف بر روی سرعت خوردگی فولاد در محلول‌های اسید شویی مطالعه گردد. در انتخاب بازدارنده‌ها سعی شده از بازدارنده‌هایی استفاده شود که تهیه آنها در کشور امکان پذیر باشد. اثر هم افزایی هگزامین و فورفورال با نسبت‌های مختلف از غلظت در محلول اسیدشویی بر روی سرعت خوردگی فولاد بررسی گردید و مخلوط اپتیمم از این دو بازدارنده مشخص گردید. برای افزایش بازدارندگی هگزامین و فورفورال ماده تیوسیانید پتاسیم در غلظت‌های مختلف به مخلوط اپتیمم هگزامین - فورفورال اضافه شد و غلظت اپتیمم تیوسیانید پتاسیم تعیین گردید. برای بهبود و تسریع بازدارندگی مخلوط فوق، غلظت‌های مختلفی از کرومات پتاسیم به مخلوط اضافه شد و غلظت مناسب کرومات پتاسیم مشخص گردید. افزودن کرومات پتاسیم بازدارندگی مخلوط را در زمان کوتاهی به ۹/۹ درصد رسانید. آزمایش‌های فوق به وسیله دو روش وزن سنجی و الکترو شیمیایی انجام گرفت.

Synergistic Effect of Inhibitors on Corrosion rate of steel in Acid Pickling

Changiz Dehghanian
Associate Professor

Ali Shabzنده Azari
Research Engineer

Chemical Eng. Dept., at the Univ. of Tech., Isfahan

Tabriz Research Organization

Abstract

In this study an effort was made to study the synergistic effect of different inhibitors on corrosion rate of steel in acid pickling solution.

In the selection of these Inhibitors, an effort was made to use the inhibitors which their supply is possible in the country.

The synergistic effect of hexamine and furfural with the different concentration ratios in the acid pickling solution was studied and the optimum mixture of

these two inhibitors was determined. Potassium thiocyanide in different concentrations were added to the optimum mixture of hexamine and furfural in order to raise up the inhibition of the mixture. The optimum concentration of potassium Thiocyanide was also determined.

Different concentrations of potassium chromate were added to the above mixture in order to improve and speed up the inhibition of the mixture. A suitable concentration of potassium chromate was also determined. Addition of potassium chromate to the mixture increased the inhibition of the mixture by 98.9 percent in a short time.

The above experiments were carried out by weight loss and electrochemical techniques.

مقدمه

خود می رسد و سرعت خوردگی به شدت پایین می آید. برای دانستن اینکه دو بازدارنده هم افزا هستند یا خیر؟ باید نوع جذب تشخیص داده شود. دو نوع جذب ممکن می باشد: جذب با هم^(۲) و جذب به واسطه هم^(۱) مطالعات ۳ نشان داده است که جذب آنیون های غیر آلی همراه با کاتیون های آمونیم روی سطح آهن در محلول اسیدی از طبیعت جذب با هم برخوردار است. بنابراین این هر یک به طور مستقل جذب می شوند. برای تعیین هم افزا بودن دو بازدارنده از پارامتر زیر استفاده می شود:

$$S = \frac{1 - Z_{1+2}}{1 - Z_{1+2}}$$

که Z_{1+2} بازدارندگی سطح به واسطه بازدارنده های ۱ و ۲ می باشد. Z_{1+2} مقدار بازدارندگی مخلوط بازدارنده های ۱ و ۲ حاصل از آزمایش می باشند. اگر $S \geq 1$ باشد دو بازدارنده هم افزا می باشند.

هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر هم افزایی بازدارنده های هگزامین و فورفورال بر روی سرعت خوردگی فولاد در اسیدشویی و همچنین اثر هم افزایی بازدارنده های هگزامین، فورفورال تیوسیانید پتاسیم در محیط اسیدی می باشد. اثر هم افزایی بازدارنده های هگزامین، فورفورال، تیوسیانید پتاسیم و کرومات پتاسیم نیز بر روی سرعت خوردگی فولاد در اسیدشویی بررسی و مطالعه شده است. آزمایش ها به طریق وزن سنجی و الکتروشیمیایی انجام شده اند. اثر آزمایش های کششی برای تعیین تردی فلز در اثر نفوذ هیدروژن در اثر بازدارنده های فوق انجام شد.

اثر هم افزایی بازدارنده عبارت است از افزایش راندمان بازدارنده خوردگی در حضور ماده ای دیگر در محیط خورنده، این پدیده از خیلی پیش شناخته شده بود و در عمل از آن بهره می بردند. در بعضی صنایع مخلوطی از بازدارنده به کار می رود. اسمیاسکا و جسیونک [۱] روی تأثیر یون های هالیدی بر خوردگی آهن در اسید سولفوریک کار کرده اند و همچنین تأثیر نرمال - دودسیل آمین همراه با نرمال کاپریک اسید بر خوردگی آهن کار شده است [۲]. آرمایگی و هاگیوارا [۳] روی کاتیون های چهار ظرفیتی آمونیم های هالیدی کار کرده اند.

مطالعات فوق را می توان به صورت زیر خلاصه

نمود:

کاتیون های آلی سینتیک الکترودها را همیشه عوض نمی کنند. اگر نمک بازهای آلی به محلول یک نرمال اسید کلریدریک افزوده شوند، سرعت هر دو پروسه (تخلیه هیدروژن و یونیزاسیون آهن) را پایین می آورند. در محلول اسید سولفوریک یک نرمال کاتیون های آلی اثر جزئی دارند که علت این امر جذب ضعیف کاتیون ها می باشد. در اسید سولفوریک پتانسیل سطح آهن مثبت می باشد. بنابراین این کاتیون ها (یون های هم بار) خوب جذب نمی شوند و اگر یون هالیدی در محلول باشد وضعیت عوض می شود، با جذب هالیدها بار روی فلز منفی می شود.

کاتیون های آلی موقع جذب پتانسیل بار صفر^(۱) (ک) را افزایش می دهند. در نتیجه سرعت خوردگی بالاتر می رود. موقعی که آنیون های هالیدی جذب می شوند پتانسیل را کم کرده و حتی می توانند علامت آن را عوض نمایند، با جذب کاتیون ها آلی پتانسیل ک به حداقل مقدار

روش آزمایش جنس و آماده سازی نمونه

ترکیبات شیمیایی الکترودهای آهنی استفاده شده در آزمایش ها در جدول ۱ نشان داده شده است. الکترودهای آهنی به صورت استوانه ای شکل تهیه شده اند. ضخامت و قطر آنها به ترتیب ۲ و ۱۵/۵ میلی متر انتخاب شدند. این نمونه ها قبل از هر آزمایش با کاغذ سمباده از شماره ۸۰ الی ۱۰۰۰ پرداخت داده شدند و سپس به وسیله پودر آلومینا براق شدند. صافی سطح در مواردی که سرعت خوردگی پایین باشد، از اهمیت بالایی برخوردار می باشد. چون که سطح ظاهری با سطح واقعی تفاوت زیادی دارد.

برای جلوگیری از اکسید شدن سطح نمونه بعد از فرآیند براق نمودن، نمونه ها را با الکل آبگیری کردند و با هوای گرم کاملاً خشک نمودند. در صورت وجود چربی در سطح، نمونه ها با استون تمیز شدند. برای این عمل نمونه به مدت ده دقیقه در استون قرار داده شد و سپس با هوای گرم خشک گردید. بعد از مراحل فوق نمونه در اسید قرار داده شد تا نمونه تماسی، با هوا و رطوبت پیدا نکند که باعث اکسید شدن نمونه گردد [۴، ۵، ۶، ۷، ۸].

جدول (۱) درصد ترکیبات فلز فولاد به کار رفته در آزمایش ها

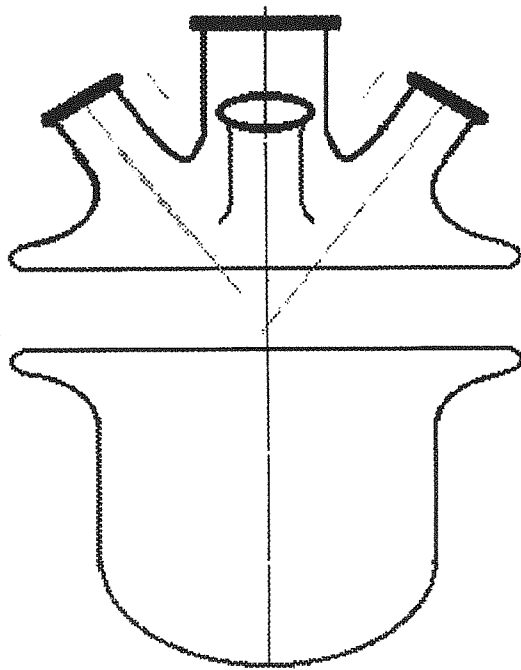
درصد وزنی	ترکیبات
0.0339	Cu
0.0048	W
0.0021	Ti
0.0112	Sn
0.0022	Co
0.0035	Al
0.064	P
0.0001	Ca
0.0025	Zn
0.0782	C
0.2325	Si
0.0209	S
0.0162	P
0.5248	Mn
0.0218	Ni
0.0459	Cr
0.003	Mo
0.0015	V

روش اندازه گیری سرعت خوردگی

دو روش در این آزمایش ها برای بررسی و مطالعه مؤثری هم افزایی بازدارنده ها در محیط اسیدی انتخاب شدند: (۱) روش وزن سنجی، (۲) روش الکتروشیمیایی. روش وزن سنجی ساده ترین روش های اندازه گیری خوردگی فلزات در محیط های اسیدی می باشد. در اغلب موارد سرعت به دست آمده از این روش بیشتر از سرعت خوردگی به دست آمده از روش های الکتروشیمیایی است.

خطایی که در روش وزن سنجی می تواند وجود داشته باشد، مربوط به ماندن محصولات واکنش های کاتدی، یا جذب بازدارنده روی سطح الکتروود می باشد که خوشبختانه در محیط های اسیدی هیچ لایه ای از محصولات واکنش کاتدی روی سطح باقی نمی ماند. باتوجه به مطالب فوق روش وزن سنجی به عنوان یکی از روش های مطالعه و بررسی بازدارنده فورفورال در محیط اسیدی انتخاب گردید.

در این روش از شش پیل خوردگی به طور همزمان استفاده شد. برای کنترل دما، پیل ها در حمام آب قرار داده شدند. حجم اسید داخل هر پیل ۱۰۰ میلی لیتر و سطح الکتروود در معرض قرار گرفته، یک سانتی متر مربع انتخاب شدند. مزیتی که این تعداد پیل داشت این بود که در شش غلظت متفاوت از بازدارنده در شرایط یکسان از نظر دما به طور همزمان آزمایش می شدند. سرعت خوردگی تابعی از دما می باشد، بنابراین یکسان بودن شرایط دما باعث بالا رفتن دقت نتایج می شد. در دماهای بالای ۶۰ درجه سانتی گراد مشکل کنترل دما کاملاً محسوس بود، چون نمونه و نگهدارنده نمونه در دمای محیط بودند و موقعی که در معرض اسید ۷۰ درجه سانتی گراد قرار می گرفتند نمونه به تدریج گرم می شد که در نتیجه دمای آزمایش با دمای اسید برابر نبود. این مسئله زمانی که آزمایش های زمانی مد نظر بودند، بیشتر خطا ایجاد می کرد. برای رفع مشکل نمونه و نگهدارنده آن، قبل از آزمایش به دمای حدود دمای اسید گرم شدند. در روش وزن سنجی زمان آزمایش ۲ ساعت انتخاب گردید، در زمانی که بررسی تغییرات سرعت خوردگی نسبت به زمان مد نظر بود. آزمایش با دوره های زمانی دو ساعته ادامه یافت. بعد از اتمام آزمایش نمونه بیرون آورده می شد و با آب دو بار تقطیر شده شسته می شد و بعد از خشک کردن وزن می گردید. روش دوم اندازه گیری سرعت خوردگی فولاد از



شکل (۲) شمائی از پیل استفاده شده در تست

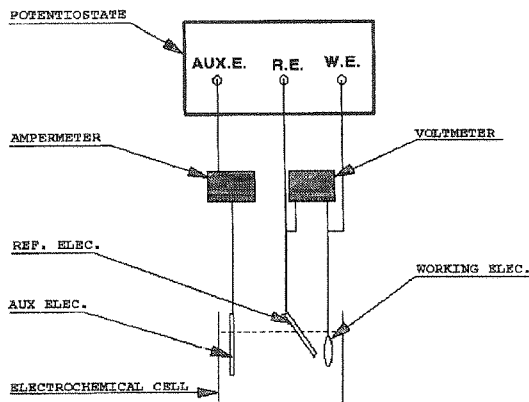
طریق روش های الکتروشیمیایی بود. مزیتی که این آزمایش ها بر روش وزن سنجی داشت این بود که زمان اندازه گیری نسبتاً کوتاه، دقت بالا و نشان دادن سرعت خوردگی به طور پیوسته انجام می گرفت. روش های الکتروشیمیایی انتخاب شده برای تعیین سرعت خوردگی نمونه شامل:

۱- پلاریزاسیون خطی

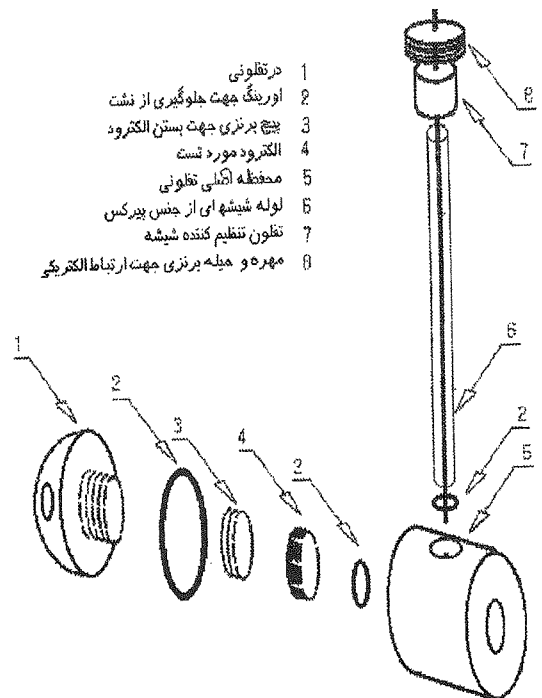
۲- روش تافل

۳- روش چهار نقطه

می باشد. برای تهیه محلول، ابتدا بازدارنده را داخل پیل ریخته و سپس اسید به آن اضافه می گردید، این کار باعث می شد که همزن به کار گرفته نشود. در آزمایش های الکتروشیمیایی از دستگاه پتانسیوستات و الکتروود کمکی از جنس گرافیت، الکتروود مرجع کالومل و الکتروود نمونه استفاده شدند. شکل ۱ شمائی از نگهدارنده الکتروود نمونه را نشان می دهد و شکل ۲ پیل استفاده شده در آزمایش ها را نشان می دهد. شکل ۳ شمائی از آزمایش پتانسیوستاتیک را نشان می دهد.



شکل (۳) شمائی کلی از تست پتانسیوستات

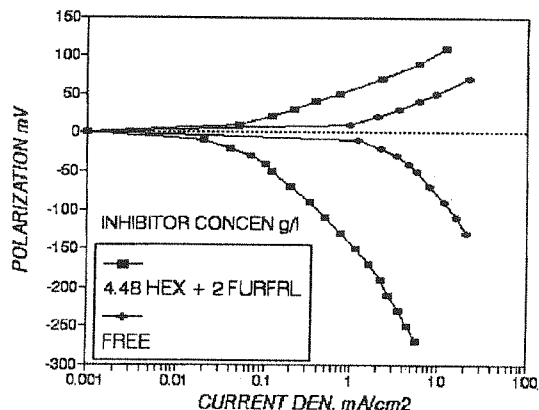


شکل (۱) شمائی از نگهدارنده نمونه

نتایج و بحث درباره آنها

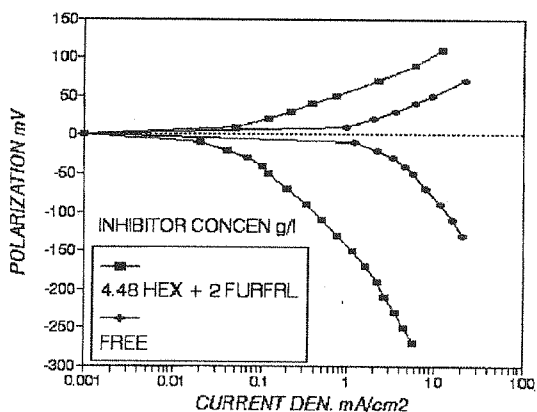
با توجه به پارامترهای کنش جانبی هگزامین ۴ و فورفورال چنین به نظر می رسد که فورفورال بتواند مابین مولکول های جذب شده هگزامین قرار گرفته و بازدارندگی را بالا ببرد.

برای بررسی خاصیت هم افزایی و به دست آوردن غلظت بهینه این مواد نسبت به یکدیگر، آزمایش های



شکل (۵) بازدارندگی فورفورال بر حسب غلظت آن در حضور ۰/۰۳۲ مول بر لیتر هگزامین در اسید کلریدریک ۰/۵۰

شکل ۶ منحنی های پلاریزاسیون الکتروکود فولاد در بازدارنده مخلوط ۱- نشان می دهد. جدول ۲ نتایج حاصل از این شکل را نشان می دهد. با توجه به این جدول بازدارندگی این مخلوط قابل ملاحظه می باشد. بازدارندگی محاسبه شده از روش چهار نقطه ۹۶/۰۵ درصد می باشد، که نزدیک به نتایج حاصل از منحنی پلاریزاسیون شکل ۶ می باشد. اگر هم افزایش این دوماه را نسبت به هم بسنجیم، مقدار آن برابر با $S = \frac{1 - Z_{1+2}}{1 - Z_{1+2}} = 1/154$ می باشد [۲].

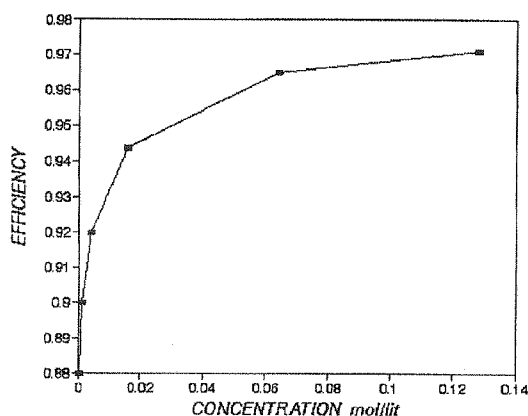


شکل (۶) منحنی های پلاریزاسیون نمونه در حضور بازدارنده (مخلوط - ۱) در اسید کلریدریک ۰/۵۰

مقدار S بزرگتر از ۱ می باشد. پس این دو ماده در مخلوط ۱- هم افزا می باشند و این مخلوط سرعت خوردگی را ۲۶ مرتبه کاهش داده است.

وزن سنجی پلاریزاسیون برای غلظت های مختلف این مواد انجام گرفت. روال آزمایش ها این طور بود که ابتدا غلظت فورفورال را ثابت نگه داشته و غلظت هگزامین تغییر داده شد. بعد از به دست آوردن غلظت بهینه هگزامین، تغییرات بازدارندگی فورفورال در حضور هگزامین با غلظت بهینه شده مورد بررسی قرار گرفت این آزمایش ها سه بار تکرار شد و میانگین دو آزمایش در نتایج گزارش شده است.

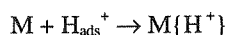
شکل ۴ بازدارندگی هگزامین را بر حسب غلظت آن در حضور ۰/۰۶۴ مول در لیتر فورفورال نشان می دهد. بازدارندگی با غلظت حدود ۴/۵ گرم در لیتر هگزامین به ۹۶/۵٪ رسیده است و با غلظت حدود ۱۰ گرم در لیتر هگزامین بازدارندگی به ۹۷٪ رسیده است. با توجه به تغییر اندک بازدارندگی با دو برابر شدن غلظت هگزامین، غلظت ۴/۵ گرم در لیتر هگزامین به عنوان غلظت بهینه انتخاب شد شکل ۵ بازدارندگی فورفورال را بر حسب غلظت آن در حضور ۴/۵ گرم در لیتر (۰/۳۲ مول در لیتر) هگزامین نشان می دهد. با افزایش غلظت فورفورال، تا غلظت ۱۶٪ مول در لیتر، بازدارندگی افزایش قابل توجهی دارد، ولی از غلظت حدود ۰/۲ مول در لیتر به بعد بازدارندگی افزایش قابل توجهی ندارد. بازدارندگی با غلظت ۲٪ مول در لیتر ۹۶/۱ درصد بوده و با غلظت ۸۵٪ مول در لیتر فورفورال به ۹۶/۳ درصد رسیده است. بنابراین غلظت بهینه فورفورال در حضور ۰/۰۳۲ مول در لیتر هگزامین، ۲٪ مول در لیتر می باشد. پس از این به بعد به مخلوط ۰/۳۲ مول در لیتر هگزامین و ۲٪ مول در لیتر فورفورال مخلوط ۱ نامیده می شود.



شکل (۴) بازدارندگی هگزامین بر حسب غلظت آن در حضور ۰/۰۶۴ مول بر لیتر فورفورال در اسید کلریدریک ۰/۵۰

جدول (۲) نتایج حاصل از منحنی های پلاریزاسیون فولاد در مخلوط -۱ در اسید کلریدریک ۵ درصد

مقاومت پلاریزاسیون	پتانسیل خوردگی (mv)	بازدارندگی	جریان خوردگی mA/Cm ²	(mv) کاندی	شیب تافل آندی
۲۵۰	-۴۶۸	۰/۹۶۱	۰/۰۱۶	۴۸	۲۵



که M در روابط فوق بازدارنده می باشد.

در جدول ۴ مقدار پتانسیل خوردگی تغییر چندانی نکرده است، بنابراین مکانیزم خوردگی عوض نشده و بازدارندگی با گذشت زمان بیشتر می شود. لازم به ذکر است که فورفورال حین تجزیه می تواند به مقدار کم پلیمریزه شود [۱۲]. بنابراین احتمال این هست که فورفورال روی سطح به تدریج پلیمریزه شده و بازدارندگی را افزایش دهد.

حداکثر بازدارندگی به دست آمده ۹۷/۵ درصد می باشد. این بازدارنده ها در زمان ۲۴ ساعت الکتروود را ۹۸/۲ درصد حفاظت می کنند. مخلوط -۱ با نیم گرم تیوسیانیید پتاسیم را به نام مخلوط -۲ نامگذاری می کنیم.

پتی و همکارانش [۹] در مطالعاتی که روی عملکرد پروپارژیل الکل در اسید کلریدریک داشتند، نشان دادند که ترکیبات کروم می تواند بازدارندگی این بازدارنده را افزایش دهد. بیشترین نقش ترکیبات کرومی شتاب بخشیدن به پروسه بازدارندگی می باشد. به عبارتی افزایش بازدارندگی نسبت به زمان را سریع تر می کند. این درست همان مشکلی است که بازدارنده مخلوط -۲ دارد. با توجه به جدول ۴ مشاهده می شود که بازدارندگی در نیم ساعت اول ۸۲/۱ درصد و بعد از ۱۰ ساعت به ۹۷/۵ درصد رسیده است. برای تسریع در بازدارندگی مخلوط -۲ کرومات پتاسیم و دی کرومات پتاسیم انتخاب شدند. دی کرومات پتاسیم تأثیری بر مخلوط -۲ نداشت، اما کرومات پتاسیم توانست بازدارندگی را تسریع نماید.

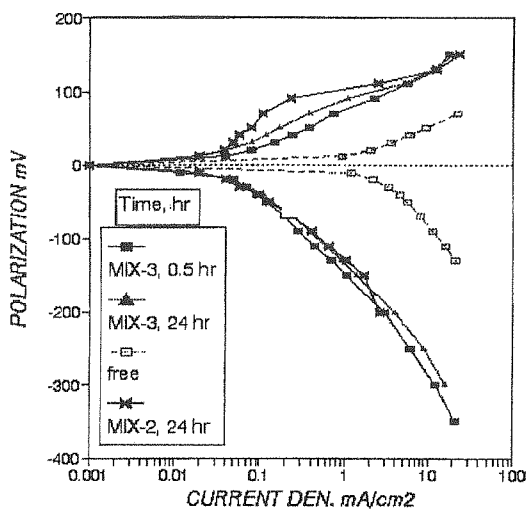
برای بهبود بازدارندگی بیشتر مخلوط ۱- با توجه به اینکه الکتیولها جزء بازدارنده های خوردگی آهن در اسید کلریدریک به حساب می آیند و این الکل در دماهای بالا خوب عمل کرده و تجزیه نمی شوند. تصمیم گرفته شد که از پروپارژیل الکل که از این گروه بوده و بازدارندگی خوبی دارد استفاده شود. این گروه از بازدارنده ها به واسطه الکترون های باند سه گانه جذب اربیتال نیمه پر d آهن شده و خاصیت بازدارندگی از خود نشان می دهند [۹، ۱۰]. پروپارژیل الکل در دسترس نبود، بنابراین از ماده ای که ساختمانی شبیه به ساختمان الکتیولها داشته باشد و تهیه آن ساده تر باشد استفاده شد. مثلاً تیوسیانیدها از این گروه هستند. لذا تأثیر اضافه نمودن تیوسیانیید پتاسیم در غلظت های مختلف در مخلوط -۱ آزمایش شد. جدول پلاریزاسیون نیم ساعت بعد از در معرض قرار گرفتن الکتروود شروع شد. حداکثر بازدارندگی در این جدول ۸۲/۶ درصد می باشد. در حالیکه مخلوط -۱ به تنهایی بازدارندگی برابر با ۹۶/۱ درصد را نشان داده بود. وجود تیوسیانیید پتاسیم بازدارندگی مخلوط -۱ را کاهش داده است. مقدار پارامتر هم افزایی برای ۱، ۲ گرم در لیتر تیوسیانیید پتاسیم به همراه مخلوط -۱ تقریباً معادل با ۰/۵ گرم در لیتر تیوسیانیید می باشد. در نتیجه با توجه به جدول ۲ مقدار نیم گرم بر لیتر تیوسیانیید پتاسیم مناسب می باشد. شکل ۷ منحنی های پلاریزاسیون الکتروود را در زمان های مختلف در مخلوط -۱ با نیم گرم در لیتر تیوسیانیید پتاسیم را نشان می دهد. جدول ۴ نتایج حاصل از این شکل را نشان می دهد. با توجه به اینکه شیب خط تافل کاندی معادل است با $b_c = \frac{-2.3RT}{\alpha nF}$ که α خاصیت کاتالیزوری سطح فلز می باشد و تنها پارامتر قابل تغییر می باشد. این نشانگر کند شدن سرعت تخلیه یون هیدروژن می باشد. عامل این امر ممکن است جذب شدن یون هیدروژن روی سطح توسط بازدارنده باشد [۱۱].

جدول (۳) نتایج حاصل از منحنی های پلاریزاسیون فولاد در تیوسیانید پتاسیم همراه با مخلوط - ۱ در اسید کلریدریک ۵ درصد

غلظت g/lit	شیب تافل آنودی	(mv) کاتدی	جریان خوردگی mA/Cm ²	پتانسیل خوردگی (mv)	بازدارندگی
۰/۱	۲۷	-۵۹	۰/۶	-۴۶۸	۰/۷۳۲
۰/۵	۳۱	-۶۵	۰/۴۲	-۴۶۵	۰/۸۱۲۵
۱	۳۰	-۶۱	۰/۴	-۴۷۰	۰/۸۲۱
۲	۳۱	-۶۸	۰/۳۹	-۴۶۸	۰/۸۲۶

جدول (۴) نتایج حاصل از شکل ۲

زمان ساعت	شیب تافل آنودی	(mv) کاتدی	جریان خوردگی mA/Cm ²	پتانسیل خوردگی (mv)	بازدارندگی اساسی پلاریزاسیون شکل ۲	بازدارندگی بر اساس روش چهار نقطه
۰/۵	۲۸	-۶۵	۰/۴	-۴۶۸	۰/۸۲۱	۰/۸۳۱
۸	۲۰	-۵۲	۰/۰۷۴	-۴۵۲	۰/۹۶۸	۰/۹۳۵
۱۰	۲۲	-۴۸	۰/۰۵۶	-۴۵۴	۰/۹۷۵	۰/۹۷۴



شکل (۸) منحنی های پلاریزاسیون برای مخلوط - ۲ و مخلوط - ۳ همراه با ۰/۵ گرم در لیتر کرومات پتاسیم (مخلوط - ۳) در اسید کلریدریک ۵٪

شکل ۸ منحنی های پلاریزاسیون فولاد را در حضور مخلوط - ۲ و نیم گرم کرومات پتاسیم بعد از گذشت ۲۴ ساعت نشان می دهد. جدول ۵ نتایج حاصل از این شکل را نشان می دهد. گزارش شده که مواد حاوی گوگرد ممکن است سبب پدیده تردی هیدروژنی برای فولاد شوند [۵]. مخلوط - ۲ و نیم گرم کرومات پتاسیم بنابر این احتمال افزایش تردی الکتروود فولاد در زمان های طولانی از غوطه وری وجود دارد. آزمایش های اولیه کشش تردی نشان دادند که در زمان های ۴ تا ۲ ساعت غوطه وری فولاد در اسید که مخلوط - ۲ با نیم گرم تیوسیانید پتاسیم به آن اضافه شده بود، تأثیری چندانی بر تردی فولاد در مقایسه با فولاد در اسید بدون بازدارنده نداشت. اما پیشنهاد می شود برای زمان های طولانی از غوطه وری آزمایشهایی انجام گردد تا احتمال افزایش تردی فولاد بررسی گردد.

جدول (۵) نتایج حاصل از منحنی های پلاریزاسیون فولاد در حضور مخلوط ۲ - و نیم گرم کرومات پتاسیم

بازدارنده	زمان ساعت	شیب تافل آندی	(mv) کاتدی	جریان خوردگی mA/Cm ²	پتانسیل خوردگی (mv)	بازدارندگی بر اساس شکل ۸	بازدارندگی روش چهار نقطه
مخلوط ۲	۲۴	۲۵	-۵۲	۰/۰۴	-۴۶۳	۰/۹۸۲۱	۰/۹۷۴
مخلوط ۳	۰/۵	۱۷	-۳۹	۰/۰۲۶	-۴۴۱	۰/۹۸۸۳	۰/۹۷۸
مخلوط ۳	۲۴	۱۵	۳۹	۰/۰۲۴	-۴۷۰	۰/۹۸۹۳	۰/۹۸۱

مخلوط ۲ - با نیم گرم در لیتر کرومات پتاسیم در اسید کلریدریک ۵ درصد

نتیجه گیری

کرومات پتاسیم از نفوذ هیدروژن به داخل فولاد در ساعت اول به شدت می کاهد. ولی بعد از ۴ ساعت احتمال نفوذ هیدروژن به داخل فولاد وجود دارد.

۱ - هگزامین و فورفورال نسبت به هم، هم افزا می باشند.

۲ - افزودن تیوسیانید پتاسیم به هگزامین و فورفورال سبب کاهش بازدارندگی می شود. بازدارندگی با گذشت زمان به مقدار قابل ملاحظه ای افزایش می یابد.

۳ - افزودن کرومات پتاسیم به هگزامین، فورفورال و تیوسیانید پتاسیم سبب می شود که بازدارندگی این مواد در زمان خیلی کم به ۹۸/۹ درصد برسد.

۴ - مخلوط هگزامین، فورفورال، تیوسیانید پتاسیم و

زیر نویسها

- 1- Synergistic
- 2-Zero-charge potential
- 3- Cooperative
- 4- Competitive

مراجع

- [1] Jesionek, M. and Szklarska-smialowska " The Inhibition of the dissolution of Iron in Sulphuric Acid by Halide Ions", Corrosion Science, Vol. 23, No. 2, 183-187, 1983.
- [2] Wiczorek, G. and Smialowska, z.s. "Synergistic action of n-dodecylamine with n-capric Acid on the corrosion of steel in sulphuric Acid solution", Corrosion Science, Vol. 12, 877-889, 1972.
- [3] Aramaki, etal "The synergistic Effect of Anions and Ammonium Cation on The Inhibition of Iron Corrosion in Acid Solution", Corrosion Science, Vol. 27, no. 5, 487-497, 1987.
- [4] Banerjee, G. and Malhotra, S. N. "Contribution to Adsorption of Aromatic Amines on Mild steel Surface From HCL solution by Impedance, UV and Roman Spectroscopy", Corrosion, Vol. 48, No. 1, 10-15, 1992.
- [5] Agrawal, R., etal, "The Effect of sulphuric Acid Corrosion of 410 SS by Thiorea", Corrosion Science, vol. 34, No. 1, 37-52, 1990.
- [6] Saber, T. M. H., etal, "Dibutyl Thioea as corrosion inhibitors for Acid Washing of Multistage Flash Distillation Plant", British Corrosion Journal, Vol. 27, No. 2, 139-143, 1992.

- [7] Khamis, E. "The Effect of Temperature on the Acidic Dissolution of Steel in Presences of Inhibitors", Corrosion, vol. 46, No. 6, 476-484, 1990.
- [8] Chandra Sekara Pillai, K., etal," The Corrosion of Mild steel in O, 0. 1M, 1M, 3M HCL", Corrosion Science, Vol. 22, No. 1, 13-19, 1982.
- [9] Pati, B. B., etal, "Effect of propargyl Alcohol on Corrosion and Hydrogenation of steel in HCL Solution", corrosion, Vol, 46, No, 5, 354-359, 1990.
- [10] Brewster, R. Q., etal, "Utilized Experiments in organic Chemistry", Van Norstran Reinhold Company, 1970.
- [11] Growcok, F. B. and Frenier, Journal of Electrochemistry Society, vol. 135, 817-825, 1988.
- [12] Othmer, K. Technology of chermical Processes, Vol. 10, 1975.