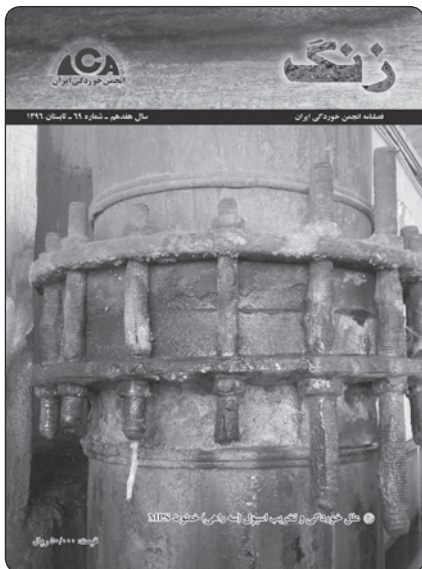


زنگ

سال هفدهم، شماره ۶۹، تابستان ۱۳۹۶
فصلنامه علمی، آموزشی، ترویجی انجمن خوردگی ایران



تصویر جلد: خط لوله انتقال آب دریا به محل
واحد آب شیرین کن فولاد هرمزگان
ارسالی از: مهندس علی یزدی

فهرست مطالب

سخن آغازین	۲
مقاله‌ها:	
علل خوردگی و تخریب اسپول (سه راهی) خطوط MPS	۴
دنیای خوردگی:	
واژه‌های خوردگی و حفاظت فلزات	۱۲
معرفی کتاب	۱۴
روی خط اینترنت	۱۵
فهرست مقاله‌های مجله MP	۲۰
بیشتر بدانیم:	
بازدارنده‌های خوردگی	۲۲
پوشش - بخش سوم	۲۶
حفاظت آندی - بخش چهارم	۳۳
اخبار انجمن:	
آموزش	۴۰
کارگاه‌های آموزشی کنگره هجدهم	۴۱
فهرست کتاب‌های موجود در انجمن	۴۵
اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران	۴۷

بسم الله الرحمن الرحيم

زنگ

صاحب امتیاز: انجمن خوردگی ایران

مدیر مسئول: دکتر جابر نشاطی

سر دبیر: مهندس احمدرضا بحرانی

اسامی هیئت مدیره و بازرسان (به ترتیب حروف الفبا):

دکتر شاهرخ آهنگرانی

دکتر حمید امیدوار

دکتر محمود پیکری

دکتر ابراهیم حشمت‌دهکردی

دکتر فرشته رضایی

دکتر هادی عادل‌خانی

مهندس محمدرضا قدیمی

مهندس سید محمود کثیریه

مهندس کاظم کوزه‌کنانی

گرافیک و صفحه‌آراء: حجت عباسیان

همکاران اجرایی (به ترتیب حروف الفبا):

نجمه سخنور، مجید شاه‌میرزآلو، نجمه عظیم‌زاده

ناشر: انجمن خوردگی ایران

امور بازرگانی و چاپ: کیان حاجیلو

زنگ، فصلنامه علمی، آموزشی، ترویجی انجمن خوردگی ایران با هدف ارتقاء سطح دانش خوردگی دانشجویان، متخصصان و دست‌اندرکاران علم و مهندسی خوردگی، ایجاد انگیزه در دانشجویان جهت پرداختن به فعالیت‌های پژوهشی و تحقیقاتی، اطلاع‌رسانی در باب مسائل مرتبط با خوردگی در سطوح داخلی و خارجی و ایجاد پل ارتباطی بین انجمن خوردگی ایران و اعضای آن، استاید دانشگاه و پیشکسوتان صنعت منتشر می‌گردد.

• فصلنامه زنگ در ویرایش، رد یا قبول، حک و اصلاح مطالب آزاد است. مقالات دریافتی به هیچ عنوان عودت داده نمی‌شود.

• مسئولیت صحت مطالب، ارقام و نمودارها برعهده نویسندگان و مترجمان مقالات خواهد بود.

• مقالات و دیدگاه‌های مندرج در فصلنامه زنگ، لزوماً به معنای تایید آن از طرف انجمن خوردگی ایران نمی‌باشد.

• اقتباس و نقل مطالب و استفاده از تصاویر فصلنامه با ذکر ماخذ آزاد است.

تهران، میدان فردوسی، خیابان شهید عباس موسوی (فرست)،

کوچه بهبهان، پلاک ۱۱، واحد ۳

تلفن: ۸۸۳۴۴۲۸۷-۸ و ۸۸۸۲۷۳۳۴

دورنگار: ۸۸۳۴۷۷۴۹ و ۸۸۸۲۷۳۳۴

پایگاه اینترنتی: www.ica.ir

پست الکترونیک: zangjournal@ica.ir

قیمت: ۵۰۰۰۰ ریال

سخن آغازین

به نام خدا

امروزه اغلب سازه‌های مهندسی و تجهیزات صنعتی با استفاده از مواد و فلزات مختلف و به‌خصوص فولاد ساخته می‌شوند. به همین دلیل در حال حاضر یکی از مهم‌ترین عوامل تخریب تجهیزات صنعتی به جهت تاثیر شرایط محیطی، پدیده خوردگی است که به‌عنوان یکی از زیان‌بارترین معضلات مربوط به صنایع، مطرح می‌شود. علم خوردگی و روش‌های کنترل آن، انواع مواد مورد مصرف در صنایع را تحت پوشش خود قرار داده و مهندسين این رشته همواره در تلاش هستند تا روش‌های موجود برای مقابله با اثرات زیان‌بار این پدیده را بهبود بخشیده و یا روش‌های نوینی برای این کار بیابند. در این خصوص با وجود اهمیت مقابله با پدیده خوردگی، به نظر می‌رسد روش‌ها و قوانین مدیریت مربوط به این پدیده هنوز جای خود را در فعالیت‌های اجرایی، آن‌طور که باید، باز نکرده و مورد توجه جدی قرار نگرفته است. آسیب‌های ناشی از گسترش نفوذ خوردگی، علاوه بر زیان‌های اقتصادی می‌تواند خطرات جانی فراوانی را نیز به همراه داشته و به‌نظر می‌رسد آشنایی با اصول و مبانی فرایند خوردگی و همچنین روش‌های عمومی برای کنترل این پدیده برای همه مهندسين امری ضروری بوده و یکی از مهم‌ترین وظایف محققین این رشته شناخت انواع خوردگی و روش‌های اندازه‌گیری میزان آن و همچنین روش مبارزه با آن می‌باشد. این در حالی است که بررسی ابعاد این موضوع مهم توسط پژوهشگران این رشته، یکی از اقدامات اساسی برای مقابله با این پدیده بوده و بدون شک، آگاهی بیشتر نسبت به تبعات آن می‌تواند سرفصلی برای حرکت در مسیر رشد تکنولوژی و دانش مدیریت خوردگی باشد. لذا در راستای این هدف، با توجه به برگزاری هجدهمین کنگره ملی خوردگی توسط انجمن خوردگی ایران در ۳ تا ۵ بهمن‌ماه سال جاری که با یاری خداوند متعال با حضور گرم تمام دانشجویان عزیز و متخصصین علم خوردگی و محققین دانشگاهی و صنعتی کشور برگزار می‌گردد، از نظرات و تجربیات ارزشمند پژوهشگران مرتبط با صنایع مذکور که مخاطب اصلی این گردهمایی ارزشمند علمی می‌باشند، بهره‌مند خواهیم شد و افتخار داریم که بتوانیم با انتشار مقالات ارزشمندشان برای سایر دست‌اندرکاران صنایع کشور عزیزمان در راستای حرکت در مسیر اقتصاد مقاومتی، موجب بهبود کیفیت محصولات ایرانی گردیم.

شاهرخ آهنگرانی

دبیر هجدهمین کنگره ملی خوردگی



دکتر شاهرخ آهنگرانی

عضو هیأت علمی و دانشیار پژوهشکده مواد پیشرفته و انرژی‌های نو
سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران
و عضو هیئت مدیره انجمن خوردگی ایران

مقاله‌ها

نحوه ارسال مقاله به انجمن خوردگی ایران

علاقه‌مندان می‌توانند مقالات خود را به هر یک از نشریات زیر با صاحب امتیازی انجمن خوردگی ایران ارسال نمایند:

- نشریه علمی و پژوهشی "علوم و مهندسی خوردگی"
- نشریه علمی، ترویجی و آموزشی "زنگ"

- فصلنامه علمی و پژوهشی "علوم و مهندسی خوردگی"

فصلنامه علمی پژوهشی علوم و مهندسی خوردگی با مجوز شماره ۹۰/۳/۱۱/۱۰۰۴ مورخ ۱۳۹۰/۱/۱۰ از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری توسط انجمن خوردگی ایران به چاپ می‌رسد. این فصلنامه با هدف انتشار نتایج جدیدترین تحقیقات و پژوهشهای انجام‌شده در زمینه علم و مهندسی خوردگی فلزات منتشر می‌شود. فصلنامه علمی پژوهشی علوم و مهندسی خوردگی همواره از دریافت مقالات اساتید، صاحب‌نظران و دانشجویان استقبال کرده و به ارتقاء سطح دانش و فناوری مهندسی خوردگی در کشور می‌انديشد. مقالات ارسالی باید دارای قالب مشخصی باشند. این مقالات باید طبق دستورالعمل موجود در بخش راهنمای نگارش مقاله موجود در پایگاه اینترنتی مجله نوشته شوند. مدیر مسئول: دکتر هادی عادخانی، سردبیر: دکتر محمدعلی گلغدار
پایگاه اینترنتی: CorrosionEngineering@ica.ir، پست الکترونیک: CorrosionEngineering@ica.ir
شماره تماس: ۸ - ۸۷ ۴۲ ۳۴ ۸۸ (داخلی ۲)

- فصلنامه علمی، ترویجی و آموزشی "زنگ"

انجمن خوردگی ایران با هدف انتشار آخرین یافته‌های علمی کاربردی در جهت ارتقاء سطح دانش خوردگی، گسترش تحقیقات و برقراری ارتباط هرچه بیشتر به‌منظور آشنایی مسئولین و صاحبان صنایع، اساتید دانشگاه‌ها، کارشناسان و پژوهشگران، نشریه انجمن را بصورت فصلنامه و به نام "زنگ" منتشر نموده است. بطور کلی انتشار نشریه زنگ اهداف مختلفی را بر مبنای رویکرد علمی (شامل ارتقاء سطح علمی خوانندگان، برطرف نمودن سوالات و نیازهای تخصصی خوانندگان در مسائل مختلف خوردگی، بروز نگهداشتن اطلاعات خوردگی خوانندگان و تبادل تجربیات خوردگی)، رویکرد اطلاع‌رسانی (شامل اطلاع‌رسانی در سطوح داخلی و خارجی)، رویکرد انگیزشی و ترویجی، رویکرد ارتباطی و رویکرد توسعه‌ای دنبال می‌کند. لازم به یادآوری است از آنجا که فصلنامه زنگ، یک مجله تخصصی علمی بوده و از سوی یک انجمن علمی به‌دست متخصصین می‌رسد، طبیعی است اهداف علمی آن غالب بر دیگر رویکردها باشد. دست‌اندرکاران فصلنامه زنگ درصدد هستند تا با افزودن بخش‌های مفید دیگر به بخش‌های قبلی، سطح کیفی آنرا ارتقاء بخشند. مدیر مسئول: دکتر جابر نشاطی، سردبیر: مهندس احمدرضا بحرانی
پایگاه اینترنتی: CorrosionEngineering@ica.ir، پست الکترونیک: ZangJournal@ica.ir
شماره تماس: ۸ - ۸۷ ۴۲ ۳۴ ۸۸ (داخلی ۲)

علل خوردگی و تخریب اسپول (سه راهی) خطوط MPS

علی شکوهی مجد^۱، میلاد قمری^۲، ساسان ولاشجردی فراهانی^{۳*}، یحیی جافریان^۴

^۱ کارشناس خوردگی، گروه پژوهشی خوردگی و پوشش، مرکز پژوهش متالورژی رازی، تهران، ایران.

^۲ کارشناس ارشد خوردگی، گروه پژوهشی خوردگی و پوشش، مرکز پژوهش متالورژی رازی، تهران، ایران.

^۳ مدیر گروه خوردگی و پوشش، گروه پژوهشی خوردگی و پوشش، مرکز پژوهش متالورژی رازی، تهران، ایران. (sasan.farahani@razi-center.ir)

^۴ مدیریت عامل - مرکز پژوهش متالورژی رازی، تهران، ایران.

۱ - مقدمه

خوردگی زیر عایق حرارتی یکی از انواع خوردگی می باشد که در فصل مشترک فلز و عایق رخ می دهد. این نوع خوردگی به دلیل اینکه به آسانی در زیر عایق قابل شناسایی نیست عمدتاً بسیار شدید می باشد زیرا انجام بازرسی ها به دلیل جدا کردن عایق، صرف هزینه های زیاد اعمال پوشش مجدد و به کار گیری نیروی انسانی برای برطرف کردن مشکلات خوردگی به طور منظم انجام نمی شود. از طرفی امروزه لزوم صرفه جویی در مصرف انرژی، استفاده از عایق های گرمایی بر روی سطوح تجهیزات مورد استفاده در صنایع را اجتناب ناپذیر نموده است اما در عمل عایق های گرمایی می توانند شرایطی را فراهم آورند که خوردگی به صورت مخفیانه در سطح فلز صورت پذیرد [۱].

مطابق با تعریف، خوردگی زیر عایق به خوردگی تجهیزات فلزی در زیر عایق های حرارتی در نتیجه حضور آب، اکسیژن یا سایر الکترولیت های خورنده گفته می شود. این نوع خوردگی چالش جدی برای صنایع به ویژه صنایع نفت و گاز به شمار می رود. خوردگی زیر عایق دارای مکانیزم الکتروشیمیایی است و در حقیقت تا زمانی که رطوبت در فصل مشترک فلز و عایق وجود نداشته باشد، خوردگی نیز رخ نخواهد داد. منابع خارجی مانند آب باران و چگالش بخار آب بر روی سطح تجهیزات عایق بندی شده دو منبع اصلی تامین رطوبت در فرایند خوردگی زیر عایق می باشد. نقش عایق های حرارتی در بروز خوردگی زیر عایق را می توان در سه عامل زیر دانست [۲]:

۱ - ایجاد فضای حلقوی یا شیار برای نگه داشتن آب یا سایر الکترولیت های خورنده در تماس با بدنه تجهیز،

۲ - عایق های گرمایی خود موادی جاذب رطوبت هستند،

۳ - وارد شدن یون های مهاجم موجود در عایق های حرارتی در فرایند خوردگی،

عایق مانند یک اسفنج، آب را در تماس با سطح فلز نگه می دارد. آب ممکن است از باران، سر ریز از تجهیزات مجاور یا نزدیکی حاصله از چرخه دمایی یا عملیات درجه حرارت پایین نظیر سرماسازی ناشی شود [۳]. خوردگی در زیر عایق غالباً به سه شکل خوردگی یکنواخت، خوردگی حفره ای و خوردگی تنشی اتفاق می افتد.

موسسه نفت آمریکا یا API در لیستی سامانه های حساس به خوردگی

چکیده:

لوله های مربوط به خطوط MPS یکی از واحدهای پتروشیمی بعد از حدود ۱۳ سال دچار خوردگی و تخریب شده اند. سیال این خطوط لوله، بخار آب با فشار کاری ۱۵ بار و دمای ۲۰۱ درجه سلسیوس می باشد، تمامی خطوط لوله به وسیله پشم سنگ عایق کاری گرمایی شده اند و در فضای باز قرار داشته اند. پس از گذشت مدت زمان مذکور لوله ها دچار خوردگی یکنواخت و موضعی شده که در برخی نواحی کاهش ضخامت ناشی از خوردگی به حدی بوده که لوله ها دچار سوراخ شدگی شده اند. برای تعیین ترکیب شیمیایی سه راهی از آزمون کوانتومتری استفاده شد. خواص مکانیکی سه راهی توسط آزمون کشش تعیین گردید برای بررسی سطوح خورده شده، تعیین ریزساختار سه راهی و تعیین ضخامت لایه اکسیدی، آزمون متالوگرافی انجام پذیرفت. در ادامه جهت شناسایی ماهیت محصولات خوردگی، آنالیز EDS-SEM و برای بررسی رفتار خوردگی سه راهی آزمون پلاریزاسیون در آب مقطر مخلوط شده با مقدار معین از عایق پشم سنگ صورت گرفت. نتایج بررسی ها نشان داد، علت اصلی خوردگی اسپول (سه راهی) مورد نظر، نفوذ آب یا رطوبت به زیر عایق بوده که با ترکیبات موجود در عایق گرمایی (ترکیبات کلرایدی) واکنش داده و محیط مناسب خوردگی با ایجاد فضای حلقوی یا شیار برای نگه داشتن آب یا سایر الکترولیت های خورنده در تماس با بدنه ایجاد کرده است که موجب شکل گیری حفره ها و پیشرفت آن ها شده است.

کلمات کلیدی:

خوردگی زیر عایق، عایق پشم سنگ، خوردگی حفره ای، خوردگی یکنواخت، اسپول (سه راهی)، کلراید، رطوبت

۲- مواد و روش تحقیق

از آنجایی که برای ساخت اسپول مورد نظر از فولاد ASTM A105-14 استفاده شده است، آزمون تعیین ترکیب شیمیایی و کشش بر اساس استانداردهای ASTM E415 (2015) و ASTM A370 (2015) جهت تعیین استاندارد ساخت محصول و مطابقت با استاندارد مورد نظر صورت گرفت.

بررسی ساختار میکروسکوپی نمونه، توسط میکروسکوپ نوری مدل Metalux-3 صورت گرفت. آماده سازی نمونه های متالوگرافی بر اساس استاندارد ASTM E3-14 و میکرو اچ فلزات بر اساس استاندارد ASTM E 407-15 انجام شد و تصاویر میکروسکوپ نوری بر اساس استاندارد ASTM E 883-11 تهیه گردید. ساختار میکروسکوپی لوله توسط محلول اچانت نایتال ۲٪ ظاهر گردید.

جهت بررسی های توپولوژی سطحی و تصویر برداری از محصولات خوردگی روی سطح داخلی و خارجی سه راهی، از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل Vega II TESCAN استفاده شد. آنالیز عنصری از محصولات خوردگی نیز با استفاده از آنالیز EDS صورت گرفت.

برای بررسی رفتار خوردگی نمونه، آزمون پلاریزاسیون با استفاده از دستگاه پتانسیو استات مدل PARSTAT 2273 در آب مقطر ترکیب شده با عایق پشم سنگ بر اساس استاندارد ASTM G1-03 و ASTM G3-14 انجام پذیرفت.

۳- نتایج و بحث

همان طور که بیان شد آزمون تعیین ترکیب شیمیایی و هم چنین آزمون کشش جهت تعیین استاندارد ساخت محصول و مطابقت با استاندارد مورد نظر صورت گرفت. نتایج آزمون و ترکیب شیمیایی اسپول بر حسب درصد وزنی عناصر مطابق جدول شماره ۱ است. با توجه به ترکیب شیمیایی، آلیاژ مورد استفاده در تولید قطعه با استاندارد آمریکایی (ASTM A105 (۲۰۱۴) با ترکیب شیمیایی زیر مطابقت دارد. (جدول شماره ۲)

جدول ۱- نتایج حاصل از آنالیز اسپول

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V	W
0.15	0.24	0.63	0.013	0.005	0.06	0.13	0.04	0.27	Trace	0.002
Ti	Co	Al	Sn	Pb	As	Sb	Zr	Nb	Fe	
Trace	0.01	None	0.011	None	0.007	0.004	None	None	Base	

جدول ۲- ترکیب شیمیایی (ASTM A105 (۲۰۱۴)

	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Cu+Ni+Cr+Mo+V	Cr+Mo
Min	*	0.60	*	*	0.10	*	*	*	*	*	*	*
Max	0.35	1.05	0.035	0.040	0.35	0.40	0.40	0.30	0.12	0.08	1.00	0.32

زیر عایق را نام برده است که بصورت ذیل است [۴]:

- ۱- سطوحی که در معرض مه ناشی از برج آب خنک کننده هستند.
- ۲- سطوحی که در معرض بخار هستند.
- ۳- سطوحی که در معرض سیلاب هستند
- ۴- سطوحی که در معرض نفوذ رطوبت یا بخار اسید قرار دارند.
- ۵- خطوط لوله ای که از جنس فولادهای کربنی بوده و به علت حفاظت شخصی عایق کاری شده و در محدوده دمایی ۴ تا ۱۲۰ درجه سلسیوس کار می کنند. در این حالت خوردگی زیر عایق زمانی پیشروی بیشتری دارد که تغییرات سیکی دما وجود داشته باشد چون در این حالت پدیده های تبخیر و کندانس شدن توأم درمورد رطوبت اتمسفر اتفاق می افتد.
- ۶- خطوط لوله از جنس فولادهای کربنی که معمولاً در شرایط دمایی بالای ۱۲۰ درجه سلسیوس بصورت سیکی کار می کنند.
- ۷- متعلقات خطوط لوله که برآمده هستند و در دمایی متفاوت از خطوط لوله قرار دارند.

۸- خطوط لوله از جنس فولادهای زنگ نزن آستنیتی که در محدوده دمایی ۶۰ تا ۲۰۴ درجه سلسیوس فعال هستند. این سامانه ها به خوردگی ناشی از یون کلراید حساس هستند.

در نهایت می توان گفت وجود محیط بسته عایق گرمایی برای جلوگیری از تلفات انرژی گرمایی بر روی لوله ها، مخازن و تجهیزات می تواند شرایطی را برای تجمع رطوبت و آب ایجاد کند که منجر به خوردگی می شود. در بیشتر مواقع به دلیل اینکه رطوبت به سرعت در نواحی اطراف عایق گرمایی منتشر می شود، خوردگی بسیار شدید است. خرابی روکش روی عایق گرمایی و نفوذ آب و رطوبت به داخل عایق می تواند به دلیل بالا بودن دمای عملیاتی لوله سبب تبخیر آب و افزایش نرخ خوردگی شود. از آنجایی که اغلب عایق های گرمایی به کار رفته در صنعت دارای کلراید می باشند، در صورت نفوذ رطوبت به داخل عایق گرمایی با کلراید واکنش داده و محیطی مستعد خوردگی حفره ای و تنش را ایجاد می کنند. اسیدهای گازهای خروجی، بازهای قوی، نمک ها و ... می توانند از جمله مواردی باشند که سرعت خوردگی زیر عایق را تسریع می کنند.

مطالعات اولیه توسط بازرسی چشمی نشان داد که رسوبات و حفره‌های متعدد در سطح خارجی اسپول یا سهرای ایجاد شده که تصاویری از آن در شکل ۱ آمده است. بررسی‌های ظاهری نشان دهنده وجود خوردگی یکنواخت به همراه خوردگی حفره‌ای در سطح نمونه است. برای بررسی ساختار نمونه، مقطع کامل از آن تهیه و اچ گردید. بررسی‌ها نشان داد ساختار نمونه حاوی دانه‌های فریت به همراه نواحی و ردیف‌های پرلیت می‌باشد که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد. در شکل ۳ ضخامت لایه اکسیدی و در شکل ۴ حفره‌های موجود در سطح به همراه عمق حفره در مقطع عرضی سهرای نشان داده شده است.

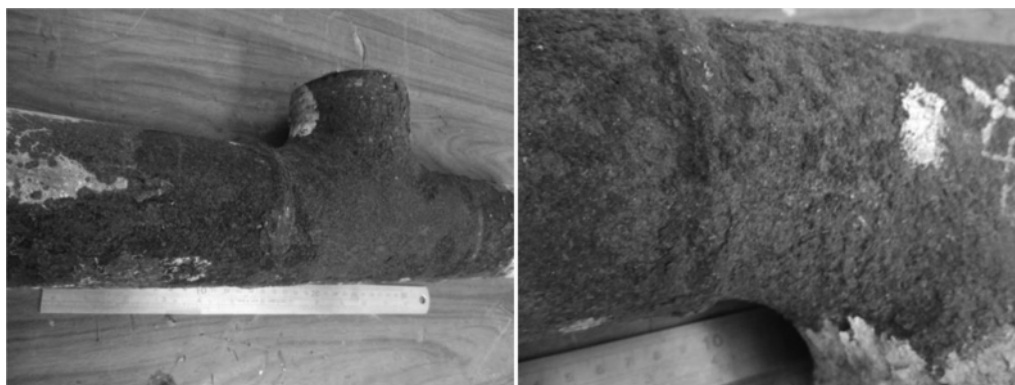
جدول شماره ۳ نیز، نتایج حاصل از آزمون کشش را نمایش می‌دهد. با توجه به مندرجات جدول شماره ۳، آلیاژ مورد استفاده در تولید قطعه با استاندارد آمریکایی (ASTM A105 (۲۰۱۴ با خواص مکانیکی کشش زیر مطابقت دارد. (جدول شماره ۴)

جدول ۳ - نتایج حاصل از آزمون کشش

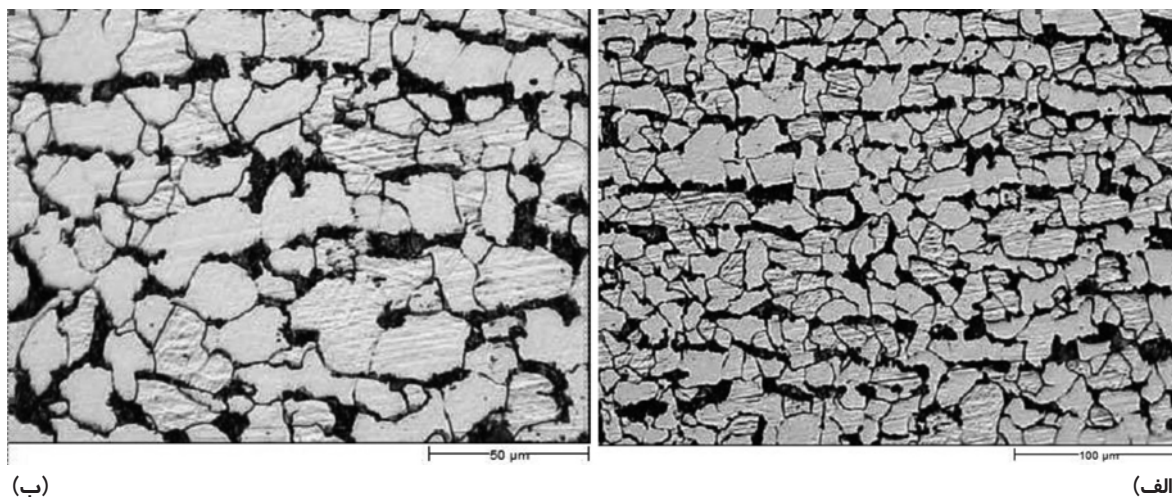
ضخامت*عرض A*b (mm*mm)	سطح مقطع So (mm ²)	استحکام تسلیم MPa	استحکام نهایی Rm MPa	ازدیاد طول نسبی % A25
6.15*5.65	34.74	343	489	37

جدول ۴ - مشخصات خواص مکانیکی کشش ASTM A105 (۲۰۱۴)

ازدیاد طول نسبی % A ₅₀	استحکام نهایی R _m MPa	استحکام تسلیم MPa
>30	>485	>250



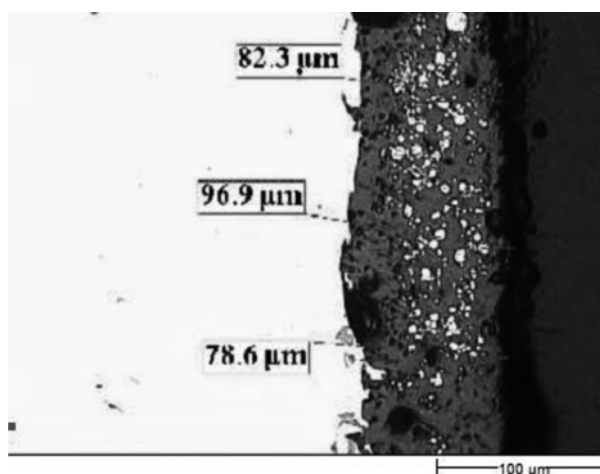
شکل ۱ - خوردگی یکنواخت در سطح خارجی اسپول



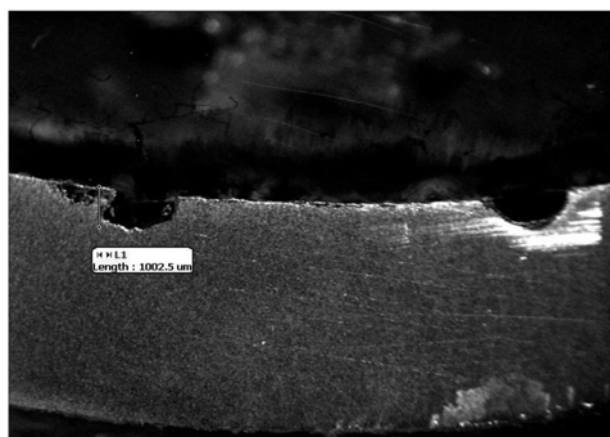
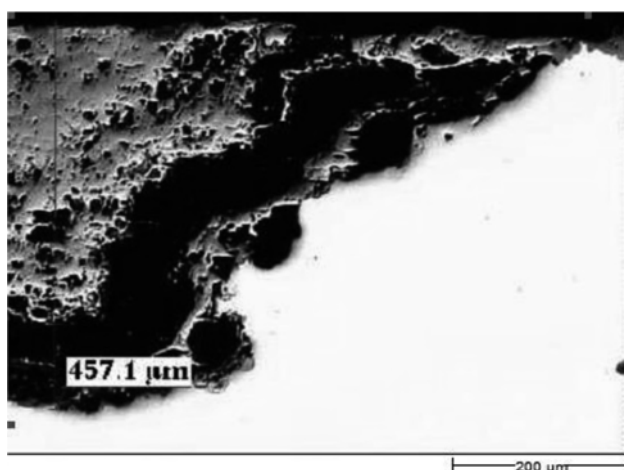
شکل ۲ - دانه‌های فریت به همراه نواحی و ردیف‌های پرلیت (سمت راست) و همان ساختار در بزرگنمایی بالاتر (سمت چپ)

آنالیزهای محصولات خوردگی به همراه تصاویر گرفته شده با دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) در ادامه آورده شده است. (شکل‌های ۵-۷).

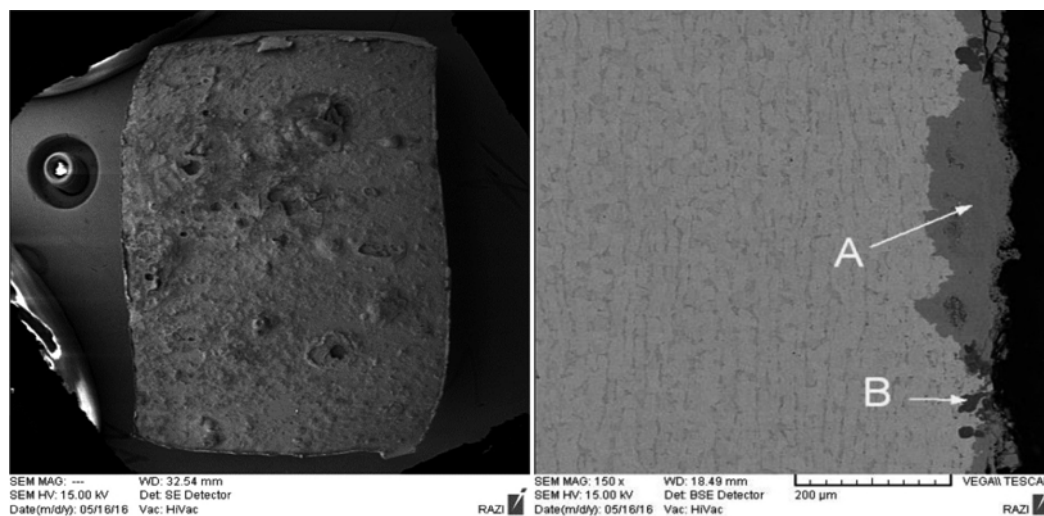
در مطالعات میکروسکوپ الکترونی، علاوه بر بررسی‌های توپولوژی سطحی و تصویربرداری از محصولات خوردگی روی سطح داخلی و خارجی سهرای، آنالیز EDS از محصولات خوردگی صورت گرفت.



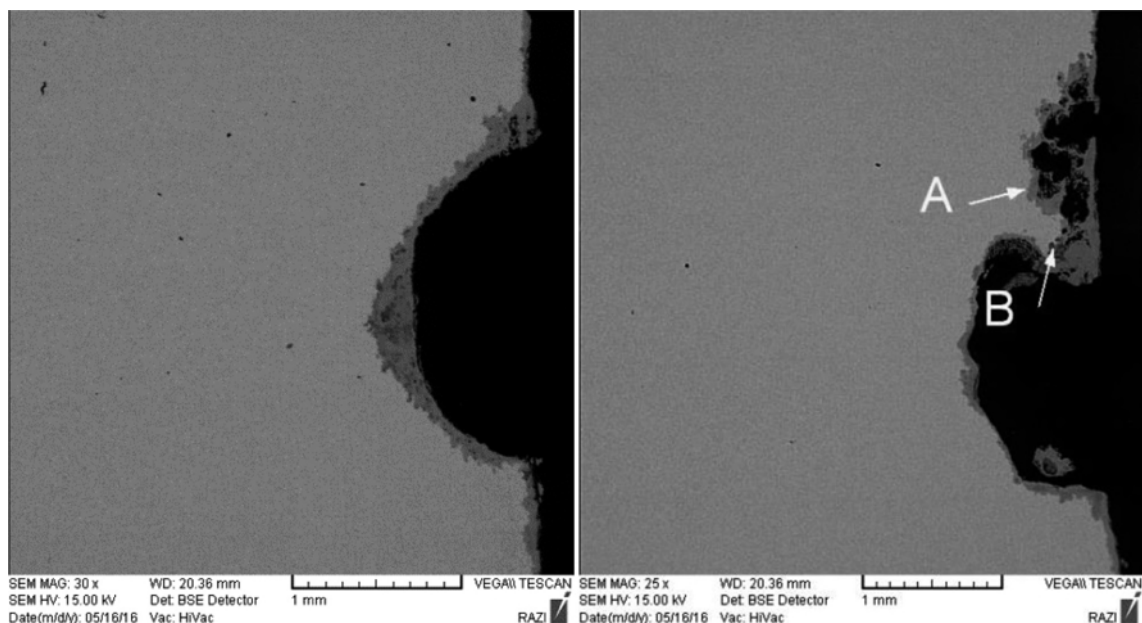
شکل ۳ - ضخامت لایه اکسیدی در سطح خارجی



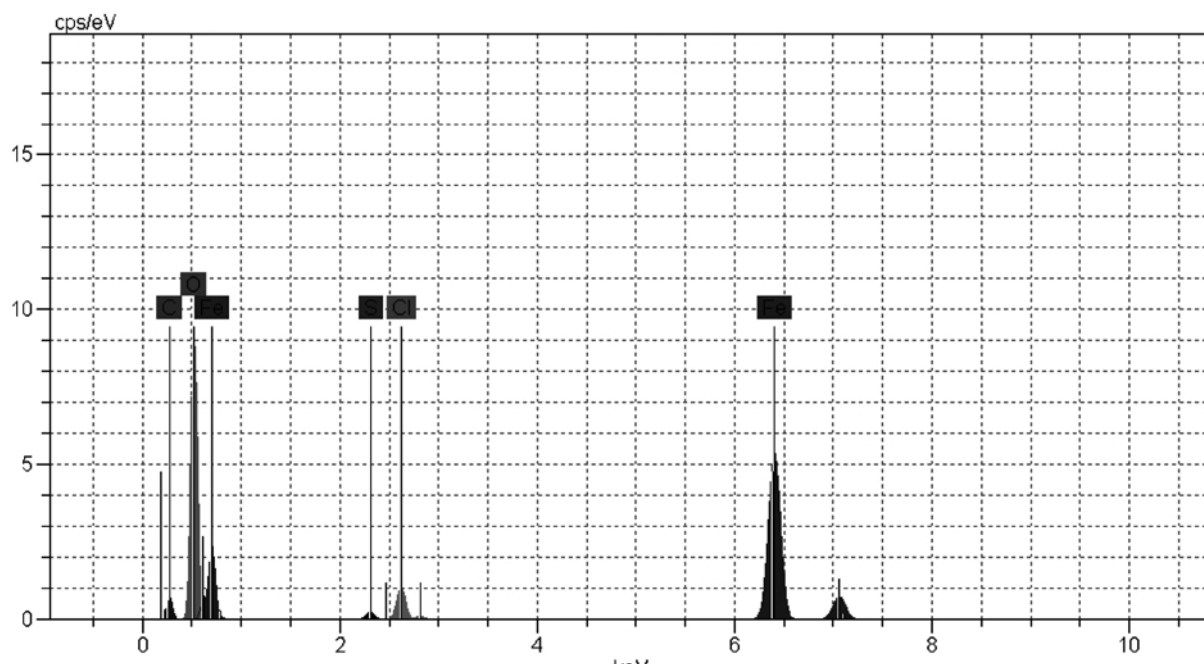
شکل ۴ - تصویر میکروسکوپ نوری از حفره های تشکیل شده در مقطع و عمق آن‌ها (سمت راست لایه خارجی و سمت چپ سطح داخلی)



شکل ۵ - مشاهده خوردگی موضعی در سطح لوله تخریب شده (تصویر سمت چپ) و تصویر میکروسکوپ الکترونی از مقطع عرضی، سطح نمونه تخریب شده (تصویر سمت راست)



شکل ۶ - تصویر SEM از حفره های تشکیل شده در مقطع



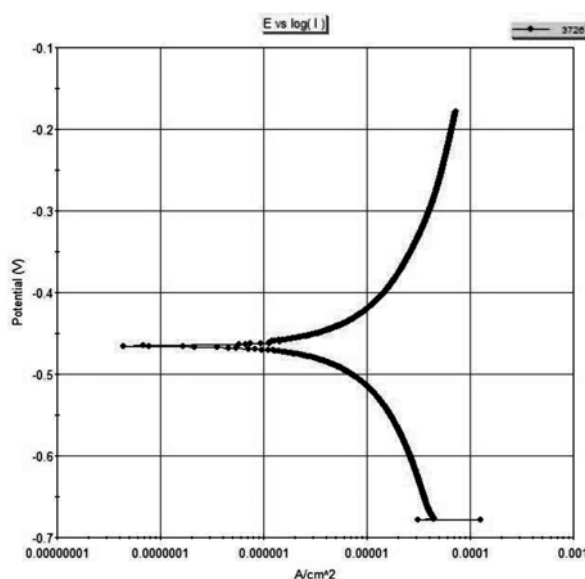
Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Carbon	K series	2.24	2.26	6.39
Oxygen	K series	21.76	21.98	46.56

شکل ۷ - آنالیز نیمه کمی EDS محصولات خوردگی در سطح خارجی نمونه

است که نمونه در برخی نقاط به صورت حفره ای خورده شده است که عمق برخی از این حفره‌ها در آن‌ها اندازه گیری شده است. اگرچه خوردگی حفره‌ای به عنوان مشکل جدی برای فولادهای کربنی تلقی نمی‌شود، اما تحقیقات نشان می‌دهد که میکرو حفره‌ها می‌توانند در مدت کوتاهی در محیط‌های دریایی در این فولادها ایجاد شوند. این حفره‌ها در مدت زمان‌های طولانی‌تر به شدت رشد خواهند کرد. تصاویر میکروسکوپ نوری نشان داد که فولاد استفاده شده در ساخت اسپول موردنظر ساختاری فریتی پرلیتی دارد که تحقیقات نشان می‌دهد عمدتاً حفره‌ها در محل ذرات سمیتیت، ناخالصی و نقاطی که پوسته اکسیدی محافظ کنده شده است، ایجاد می‌شوند. بررسی‌های متالوگرافی و میکروسکوپ الکترونی حاکی از وجود حفره و سوراخ شدگی به صورت موضعی در سطح اسپول تخریب شده بوده که می‌تواند در اثر وجود یون کلر ایجاد شده باشد. نتایج EDS (آنالیز نقطه‌ای) از محصولات خوردگی نشان داد که این محصولات حاوی ترکیبات کلر و گوگرد می‌باشند که در شکل ۷ نشان داده شده است. آب و رطوبت به عنوان الکترولیت از شرایط اصلی بروز خوردگی موضعی است باران بارزترین راه نفوذ آب است اما راه‌های دیگری نیز از قبیل غوطه ور شدن عایق در آب، شستشوی تجهیزات بوسیله آب، نشتی‌های بخار، اسپری آب

آزمون قطبش جهت بررسی رفتار خوردگی نمونه اسپول فولادی در محیط شبیه‌سازی تحت شرایط الکترود مرجع کالومل اشباع (KCl-Sat)، الکترود شمارنده پلاتین، نرخ روبش 0.5 mVs^{-1} انجام گرفت. محیط شبیه‌سازی آزمون از طریق مخلوط نمودن مقدار ۵۰ گرم از عایق پشم سنگ در یک لیتر آب مقطر ($\text{pH}=6$)، توسط یک دستگاه مخلوط کن و سپس عبور دادن از کاغذ صافی تا رسیدن به محلول شفاف به دست آمد. نمودار قطبش و نتایج حاصل از آن به ترتیب در شکل ۸ و جدول ۵ قابل مشاهده می‌باشد.

در بازرسی‌های چشمی اولیه، خوردگی از نوع یکنواخت و با تشکیل فیلم محصولات خوردگی در سطح خارجی تشخیص داده شد (شکل ۱). با توجه به جنس نمونه که پایه آهنی می‌باشد و در جدول ۱ آورده شده است؛ می‌توان گفت که این لایه اکسید آهن (زنگ قرمز) می‌باشد. آهن در تماس با آب و اکسیژن دچار خوردگی می‌شود؛ وجود محلول‌های الکترولیت نیز سرعت زنگ زدن آهن را بسیار افزایش می‌دهد. وقتی فلزی خورده می‌شود، الکترولیت به تولید اکسیژن در آند کمک می‌کند. سپس اکسیژن با فلز ترکیب شده و الکترون آزاد می‌شود. در شکل ۳ و ۴ تصاویر تهیه شده از مقطع کامل نمونه توسط میکروسکوپ نوری آمده است. در این تصاویر علاوه بر مشاهده لایه اکسیدی مشخص



شکل ۸ - منحنی پلاریزاسیون در محلول شبیه‌سازی شده

جدول ۵ - نتایج حاصل از منحنی پلاریزاسیون سهرای فولادی موردنظر در محلول شبیه‌سازی شده

β_a (mV/dec)	β_c (mV/dec)	پتانسیل خوردگی E_{corr} (mV)	دانسیته جریان خوردگی i_{corr} ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	نرخ خوردگی (mm/year)
249.214	226.569	-477.2	8.709	8.395×10^{-2}

قبیل اشاره می‌شود:

- اگر روکش عایق، درزهای نفوذ باران و نفوذگیرهای هوا به‌طور کامل و صحیح نصب نشوند، رطوبت و آب به راحتی می‌تواند به سطح عایق برسد.

- آب‌بندها، آخرین موانع نفوذ رطوبت به داخل عایق می‌باشند که ممکن است به علل نصب نادرست، نصب ناقص، پرداخت جهت ایجاد ظاهری شکلی و ... باعث کاهش طول عمر آب‌بند و در نتیجه افزایش احتمال نشتی شود.

- وجود اشکال در عملکرد تأخیرانداز بخار و نیز عدم استفاده از تأخیر انداز بخار مناسب می‌تواند باعث نفوذ رطوبت در سرویس‌های سرد شود. - روش ناصحیح انبارداری عایق نیز باعث ایجاد خوردگی در زیر آن می‌گردد. عایق‌ها باید در برابر هوا و باران محافظت شوند. عایق‌هایی که بر روی زمین بدون هیچ پوشش ضد آب رها می‌شوند به این معنی است که اگر این عایق‌ها نصب شوند از همان ابتدا نمناک می‌باشند.

هنگام آتش سوزی از طریق سیستم اطفاء حریق و ... برای نفوذ آب وجود دارد. آب باران در مراکز صنعتی با جذب گازهای اسیدی بر فراز مراکز دارای pH حدود ۳ تا ۵ می‌باشد. رطوبت اتمسفری نیز با pH ۳ تا ۵/۵ دارای اکسیژن حدود ۸ ppm می‌باشد. منبع اصلی کلراید، آب و رطوبت نفوذی به زیر عایق است با این حال اغلب عایق‌های گرمایی به کار رفته در صنعت دارای کلراید می‌باشند که در صورت نفوذ رطوبت به داخل عایق گرمایی با کلراید واکنش داده و محیطی مستعد خوردگی حفره ای و ترک تشیی ایجاد می‌کنند. آزمون پلاریزاسیون انجام شده در آب مقطر مخلوط شده با عایق پشم سنگ و نتایج حاصل از آن نشان داد که سرعت خوردگی نمونه اسپول در الکترولیت مورد نظر $10^{-1} \times 8/395$ mm/year می‌باشد. در نهایت باید به این مساله اشاره کرد که نصب نامناسب عایق می‌تواند باعث ورود رطوبت و یا مواد شیمیایی خورنده به داخل آن و نیز سطح عایق کاری شده که این امر منجر به شروع خوردگی زیر عایق می‌شود؛ در زیر به مواردی از این

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بررسی‌ها و آزمون‌های انجام شده بر روی نمونه تخریب شده، موارد زیر را می‌توان نتیجه‌گیری نمود:

- سه راهی فولادی موردنظر از نظر ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی، با استاندارد آمریکایی ASTM A105-14 مطابقت دارد.
- در بررسی‌های متالوگرافی ساختار میکروسکوپی نمونه دانه‌های فریت به همراه نواحی پرلیت تشخیص داده شد و همین‌طور حفره‌های ناشی از خوردگی موضعی به همراه خوردگی یکنواخت مشاهده شد.
- ماهیت رسوبات، محصولات خوردگی و موقعیت حفرات و سوراخ شدگی نشان داد این رسوبات حاوی مقادیری عناصر کلر و گوگرد است.
- از آنجایی که اغلب عایق‌های گرمایی دارای ترکیبات حاوی کلراید می‌باشند، در صورت نفوذ رطوبت به عایق گرمایی با کلراید واکنش داده و محیطی مستعد خوردگی حفره ای را ایجاد می‌کنند.
- علت اصلی خوردگی اسپول (سه راهی) مورد نظر، نفوذ آب یا رطوبت به زیر عایق بوده که با ترکیبات موجود در عایق گرمایی (ترکیبات کلرایدی) واکنش داده و محیط مناسب خوردگی با ایجاد فضای حلقوی یا شیار برای نگه داشتن آب یا سایر الکترولیت‌های خورنده در تماس با بدنه تجهیز ایجاد کرده است که موجب شکل‌گیری حفره‌ها و پیشرفت آن‌ها شده است.

مراجع

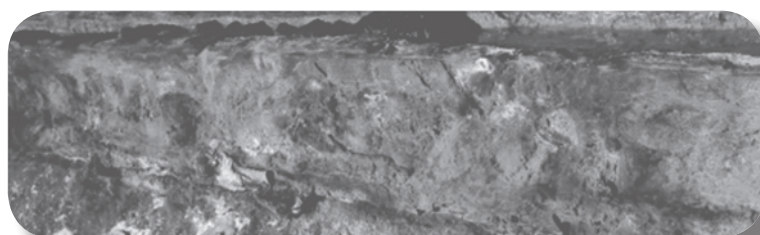
- [1] M. G. Fontana, Corrosion Engineering, Third Edition, 1986.
- [2] ا. یارک زاده و همکاران، "بررسی تاثیر دما بر رفتار خوردگی فولاد کربنی در تماس با عایق پشم سنگ"، فصلنامه فرآیندهای نوین در مهندسی مواد، سال ششم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۱.
- [3] ر. زمانیان و م. زنجری، "خوردگی فولاد در زیر عایق حرارتی، مجموعه مقالات ششمین کنگره خوردگی"، صفحات ۵۸۹-۶۰۶، خرداد ۱۳۸۷.
- [4] API 570, Piping Inspection Code, Fourth Edition.

مقاله با عنوان "علل خوردگی و تخریب اسپول (سه راهی) خطوط MPS"

در هفدهمین کنگره ملی خوردگی توسط هیات داوران محترم، به‌عنوان یکی از مقالات برتر انتخاب گردیده است.

برای مولفان محترم مقاله و مرکز پژوهش متالورژی رازی، آرزوی سلامت و موفقیت‌های بیشتر را از خداوند منان خواستاریم.

دنیای خوردگی



- برگزیده‌ای از واژه‌های مصوب فرهنگستان
زبان و ادب فارسی

- واژه‌های خوردگی و حفاظت فلزات

- معرفی کتاب

- روی خط اینترنت

- فهرست مقاله‌های مجله MP



واژه‌های مصوب خوردگی که به‌صورت یک جلد کتاب نیز منتشر شده است، شامل ۶۷۸ واژه است که در هر شماره از مجله زنگ برخی از آن‌ها درج می‌شوند.

1. آ

accelerated corrosion test	آزمون خوردگی شتاب یافته
آزمونی که در آن شبیه سازی محیطی و اضافه کردن مواد خورنده به محیط، اثر خوردگی بر تجهیزات صنعتی را در زمان کوتاه تری بررسی می کند	
stress accelerated corrosion	آزمون خوردگی شتاب یافته تنش
نوعی آزمون خوردگی شتاب یافته که در آن با اعمال تنش های پیاپی سرعت خوردگی افزایش می یابد	
glassware corrosion test	آزمون خوردگی شیشه افزازی
نوعی آزمون آزمایشگاهی برای ارزیابی میزان پذیرفتاری خوردگی یک ماده تحت شرایط واپایی محیط	
immersion corrosion testing	آزمون خوردگی غوطه وری
نوعی آزمون با غوطه ور کردن فلز آلیاژ در محلول یا مایع خاص که در آب بعد از مدت زمانی معینی کاهش وزن فلز یا آلیاژ اندازه گیری می شود	
electrical resistance testing	آزمون خوردگی مقاومت الکتریکی
آزمونی برای پایش میزان خوردگی فلز در محیط های رسانا یا نارسانا براساس این اصل که مقاومت الکتریکی فلز با کاهش سطح مقطع فلزی که در معرض خوردگی قرار دارد، افزایش می یابد	
accelerted life test	آزمون طول عمر شتاب یافته
آزمونی که در آن با افزودن مواد خورنده به محیط، طول عمر ماده را در زمانی کوتاه تر از معمول بررسی و تعیین می کنند	
alternate immersion test	آزمون غوطه وری متناوب
آزمایشی که در آن ماده به طور متناوب و گاه به مدت نسبتاً طولانی در محیط خورنده قرار می گیرد	
ultrasonic testing	آزمون فراصوتی
آزمونی برای واپایش کیفیت فلز با اندازه گیری ضخامت و تعیین اندازه و محل ترک های ناشی از خوردگی یا فرسایش	
vibratory cavitation erosion test	آزمون فرسایش کاواکی ارتعاشی
آزمونی برای تعیین آهنگ فرسایش کاواکی بر روی مواد مختلف که در آن ترکیدن حباب های هوا در سطح فلز در حال ارتعاش با بسامد بالا موجب فرسایش سطح فلز می شود	
acoustic emission testing, AE	آزمون گسیل صوتی
آزمونی غیرمخرب برای تعیین انسجام ساختاری فلز براساس تحلیل امواج کشسان بازتابی از فلز تحت تنش	
copper sulfate test	آزمون مس سولفات
آزمونی برای تشخیص یوینته های اکسیدی ناشی از عملیات نورد گرم یا آهنگری بر روی آهن یا فولاد	

acid fume resistance test**آزمون مقاومت به دُردود اسیدی**

نوعی آزمون برای تعیین مقاومت به خوردگی پوشش‌ها که در آن صفحه‌های فلزی پوشش‌دار در اتاقک بسته حاوی بخارات اسیدی برای مدت زمان مشخص و در دمای محیط قرار می‌گیرند

salt fog test, salt spray test**آزمون مه نمکی**

نوعی آزمون خوردگی شتاب‌یافته که در آن نمونه‌ها در معرض پاشش قطرات ریز آب‌نمک و گاهی همراه با مخلوطی از مواد شیمیایی دیگر قرار می‌گیرند

acetic acid salt fog test, acetic acid salt spray test**آزمون مه نمکی استیک‌اسید**

نوعی آزمون خوردگی شتاب‌یافته که در آن فلزات آهنی و غیرآهنی با پوشش آلی و غیرآلی در معرض پاشش استیک‌اسید قرار می‌گیرند

copper-accelerated salt spray test, CASS test**آزمون مه نمکی شتاب‌یافته مس**

نوعی آزمون خوردگی شتاب‌یافته برای ارزیابی پوشش‌های حاصل از الکترونهشت و پوشش‌های اندی بر روی آلومینیم که در آن از مس کلرید استفاده می‌کنند

exposure tests**آزمون‌های در معرض**

آزمون‌هایی برای ارزیابی مقاومت و ماندگاری یک پوشش یا بیک پوسه (film) با قرار دادن آن در معرض نور خورشید یا نور فرابنفش یا رطوبت یا سرما یا گرما یا آب‌نمک یا جز آن

accelerated weathering**آزمون هوازدگی شتاب‌یافته**

آزمونی برای بررسی اثرات تخریبی عوامل جوّی بر روی فلز از طریق شبیه‌سازی در آزمایشگاه

artificial weathering**آزمون هوازدگی مصنوعی**

نوعی آزمون شبیه‌سازی در آزمایشگاه برای بررسی اثرات عوامل هوازدگی، مانند دما و رطوبت و تابش، بر نمونه‌ها در شرایط واقعی

inhibitive primer**آستر بازدارنده**

رنگ‌های آستری فلزی که به دلیل وجود رنگ‌دانه‌های بازدارنده معدنی و به‌ندرت آلی در آنها با انحلال‌پذیری خود یا با انحلال‌پذیری محصولات ناشی از واکنش با حامل (vehicle) یا محصولات ناشی از تباهی حامل، خوردگی را متوقف می‌کنند

priming coat**آستر پوشه**

اولین پوشه از سامانه‌ای که بر روی سطح قرار می‌گیرد

barrier primer**آستری سدکننده**

پوشش آستری که با بازدارندگی مقاومتی و افزایش مقاومت الکتریکی بین سطح فلز و برق‌کاف از خوردگی زیرآیند (substrate) فلزی جلوگیری می‌کند یا جریان خوردگی آن را کاهش می‌دهد

corrosion damage**آسیب خوردگی**

اثر خوردگی زبان‌بار بر کارکرد بخش‌های مختلف یک سامانه، اعم از فلز و محیط

cavitation erosion damage**آسیب فرسایشی - کاواکی**

از بین رفتن پیش‌رونده سطح ماده اصلی بر اثر کاواک‌زایی و فرسایش توأم

cavitation damage**آسیب کاواکی**

تخریب سطوح ناشی از جریان‌ات متلاطمی که به کاواک‌سازی منجر می‌شود

hydrogen damage**آسیب هیدروژنی**

هرگونه آسیب مکانیکی وارد بر فلز بر اثر حضور یا برهم‌کنش هیدروژن

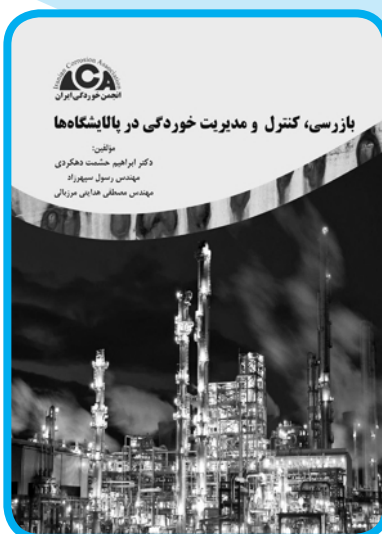
holiday detection**آشکارسازی فضاخالی**

آزمونی برای ارزیابی سامانه پوششی با استفاده از یک دستگاه که بین محیط خارجی پوشش و زیرآیند (substrate) رسانا اختلاف پتانسیل ایجاد می‌کند

aluminizing**آلومینا‌پوشی**

فرایندی برای ایجاد اکسید ضخیم آلومینیم بر روی قطعات که از طریق انجام سطحی آلومینیم بر روی قطعه، همراه با دمش شدید اکسیژن انجام می‌شود

معرفی کتاب



نام کتاب: بازرسی، کنترل و مدیریت خوردگی در پالایشگاهها
مؤلفین: دکتر ابراهیم حشمت دهکردی، مهندس رسول سپهرزاد و مهندس مصطفی هدایتی مرزبالی
ناشر: انجمن خوردگی ایران

از آنجا که در فرایند تبدیل نفت خام به فراورده‌های نفتی و محصولات نهایی، حضور عوامل مضر آلی و معدنی، دما و فشار بالا و غیره، اجتناب ناپذیر است، پالایشگاه‌ها همواره با انواع خاصی از خوردگی فلزات مواجه هستند. پیش از این در کشور کتاب‌های اندکی در زمینه بازرسی، کنترل و مدیریت خوردگی در پالایشگاه‌ها توسط متخصصین منتشر شده است. در این کتاب تلاش شده است تا ضمن تشریح فرایندهای پالایش نفت خام، یک مرجع تخصصی به روز، مفید و مختصر در مورد جنبه‌های مختلف خوردگی در پالایشگاه‌ها فراهم گردد.

این کتاب از سه بخش به شرح زیر تشکیل شده است:

بخش اول: آشنایی با مفاهیم اولیه و فرایندهای پالایشگاهی (شامل فصل اول و دوم)،

بخش دوم: بازرسی و کنترل خوردگی در پالایشگاه‌ها (شامل فصل سوم تا هفتم)،

بخش سوم: مدیریت خوردگی در پالایشگاه‌ها (شامل فصل هشتم).

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه، سال نشر: ۱۳۹۶، تعداد صفحه: ۳۹۵، قیمت: ۲۵۰/۰۰۰ ریال



نام کتاب: راهنمای عملی واپاشی شیمیایی دیگ‌های بخار

مؤلف: مهندس محمدرضا نفری

ناشر: انجمن خوردگی ایران

دیگ‌های بخار

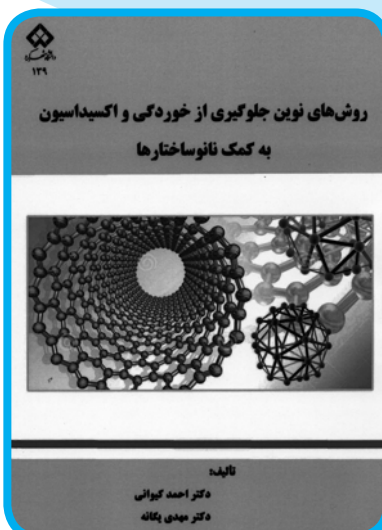
شامل اطلاعات جامع در زمینه سازوکار رسوب‌گذاری و خوردگی در شبکه بخار، مشکلات عملیاتی و ارائه دستورالعمل‌های عملیاتی در ارتباط با استفاده از مواد بازدارنده خوردگی و ضد رسوب جهت بهسازی شیمیایی آب و بخار دیگ‌های بخار و دستورالعمل‌های نگهداری دیگ‌های بخار در زمان توقف

مؤلف:
مهندس محمدرضا نفری



اکثر صنایع کشور به استفاده از بخار حاصل از دیگ‌های بخار وابسته‌اند، لذا چنانچه سامانه مذکور به‌خوبی طراحی و نگهداری نشود، تولید واحدهای صنعتی با مشکل جدی مواجه خواهند شد؛ زیرا هدف اصلی در صنعت دستیابی به تولید حداکثر برنامه‌ریزی شده است و هر عاملی که در این رابطه مشکل ساز شود؛ تولید پایدار و قابل اعتماد را با اشکال مواجه خواهد نمود. کتاب حاضر که به همت آقای مهندس نفری از پیشکسوتان "انجمن خوردگی ایران" و "شرکت ملی صنایع پتروشیمی" تألیف گردیده، نگرشی عمیق بر مسائل سامانه مذکور دارد و با تمسک به تجربیات عملی در واحدهای تولیدی، بررسی و واکاوی گردیده و در مواردی نسبت به ارائه دستورالعمل‌های عملیاتی اقدام شده است. کتاب مزبور شامل اطلاعاتی جامع در زمینه سازوکار رسوب‌گذاری و خوردگی در شبکه بخار، مشکلات عملیاتی و ارائه دستورالعمل‌های عملیاتی در ارتباط با استفاده از مواد بازدارنده خوردگی و ضد رسوب جهت بهسازی شیمیایی آب و بخار دیگ‌های بخار و دستورالعمل‌های نگهداری دیگ‌های بخار در زمان توقف می‌باشد.

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه، سال نشر: ۱۳۹۶، تعداد صفحه: ۴۹۶، قیمت: ۴۰۰/۰۰۰ ریال

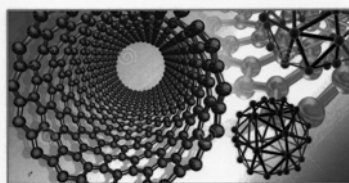


نام کتاب: روش‌های نوین جلوگیری از خوردگی و اکسیداسیون به کمک نانوساختارها

مؤلفین: دکتر احمد کیوانی و دکتر مهدی یگانه

ناشر: دانشگاه شهر کرد

روش‌های نوین جلوگیری از خوردگی و اکسیداسیون
به کمک نانوساختارها



تألیف:
دکتر احمد کیوانی
دکتر مهدی یگانه

در سال‌های اخیر، مواد ریزدانه و نانوساختار مورد توجه ویژه پژوهشگران قرار گرفته است؛ به‌طوری که ارائه محصول نهایی با ساختار بسیار ریز (نانو) علاوه بر ارزش افزوده تجاری، تحول مناسبی نیز در کاربرد مواد ایجاد کرده است. هدف عمده در این کتاب، بررسی تحقیقات انجام شده در زمینه تأثیر مواد نانوساختار بر خاصیت خوردگی و اکسیداسیون است.

در فصل اول، مفاهیم و انواع روش‌های خوردگی بیان شده است. فصل دوم مختص به تشریح اثر نانوکریستالیزاسیون بر خوردگی است و آیا نانوکریستالیزاسیون اثر مفید و یا مضر بر خواص خوردگی دارد، به بحث گذاشته شده است. فصل سوم به اثر نانومواد بر کنترل و جلوگیری از خوردگی اختصاص دارد. در این فصل اثر نانومواد به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر خوردگی موضوع بحث است. در نهایت در فصل چهارم اثر نانوکریستالیزاسیون بر اکسیداسیون بررسی شده است.

شمارگان: ۵۰۰ نسخه، سال نشر: ۱۳۹۶، تعداد صفحه: ۲۵۶، قیمت: ۱۳۰/۰۰۰ ریال

روی خط اینترنت

اقدام به بهینه سازی خواص آنها با استفاده از نانوفناوری شود. با انجام این پروژه، سه نوع بازدارنده خوردگی مخصوص سیستم سر چاهی (به مقدار ۵ بشکه)، مخصوص سیستم پیوسته محلول در آب (۴۹ بشکه) و مخصوص سیستم پیوسته محلول در روغن (۱۰ بشکه) تولید شد.

آزمون نیمه میدانی ماده بازدارنده خوردگی مخصوص سیستم سرچاهی در در چاه شماره ۲۹، ماده بازدارنده خوردگی سیستم پیوسته محلول در آب در چاه شماره ۳۶ و ماده سیستم پیوسته محلول در روغن در چاه شماره ۳۸ منطقه خانگیران اجرایی شد که نتایج موفقیت آمیزی در زمینه جلوگیری از خوردگی سیستم‌ها به دست آمد.

مرحله اول آزمون میدانی نمونه بازدارنده خوردگی مخصوص سیستم پیوسته محلول در آب، به صورت آزمون جمع‌آوری در ۹ چاه انجام شده است و اکنون پروژه در حال نهایی شدن آزمون میدانی نمونه مذکور تا پایان سال جاری است.

منبع: ایسنا (<https://www.isna.ir/news/96091004946>)



**کاهش خوردگی
تجهیزات نفتی با نانو
افزودنی محققان
پژوهشگاه نفت**

محققان پژوهشگاه صنعت نفت با استفاده از فناوری نانو موفق بومی‌سازی و تولید مواد افزودنی بازدارنده خوردگی شدند که آزمون‌های انجام شده در منطقه خانگیران و نتایج آزمون‌های میدانی نشان داد که این ماده اثرات زیادی در کاهش خوردگی سیستم‌های نفتی دارد.

به گزارش ایسنا، برای استفاده در شرکت‌های بهره‌برداری نفت و گاز و همچنین بهینه‌سازی خواص مواد افزودنی مذکور با استفاده از علم نانو فناوری و بکارگیری نانو مواد در دستور کار محققان پژوهشگاه صنعت نفت قرار گرفته است.

یکی از مشکلات عمده صنایع نفت و گاز خوردگی فلزات است به گونه‌ای که سالانه مبالغ هنگفتی را به خود اختصاص می‌دهد، از این رو وقفه در تولید، زیان قابل توجهی چه از نظر تولید هیدروکربن‌های نفتی و چه از نظر هزینه تعمیرات در پی خواهد داشت. لذا سلامت تجهیزات در طول عمر مفید آنها مسأله اساسی است.

از سوی دیگر گاز طبیعی استخراج شده از داخل چاه حاوی مقدار زیادی گازهای هیدروژن سولفید و کربن دی اکسید است و این امر موجب اسیدیت زیداد گاز می‌شود که به آن "گاز ترش" می‌گویند.

گاز ترش باعث بروز خوردگی در تجهیزات سر چاهی و لوله‌های انتقال گاز و در نتیجه خرابی سیستم‌ها شده و در نهایت موجب بروز مشکلات اقتصادی زیادی می‌شود.

بر این اساس از سال‌های قبل استفاده از بازدارنده‌های خوردگی به عنوان یکی از روش‌های کارآمد کنترل خوردگی در صنایع نفت و گاز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بازدارنده خوردگی ماده‌ای است که به مقدار کم به سیستم افزوده می‌شود تا واکنش شیمیایی را کند یا متوقف کند ضمن آنکه استفاده از آن کاهش قابل ملاحظه جریان الکتریکی از طریق افزایش مقاومت اهمی را به دنبال دارد. در حال حاضر شرکت‌های بهره‌برداری نفت و گاز برای کنترل خوردگی از بازدارنده‌های خوردگی خارجی استفاده می‌کنند.

به منظور تولید داخلی بازدارنده‌های خوردگی مورد نیاز شرکت‌های بهره‌برداری نفت و گاز، از سال ۹۱ پروژه مشترکی بین پژوهشگاه صنعت نفت و شرکت نفت مناطق مرکزی (شرکت بهره‌برداری نفت و گاز شرق) اجرایی شد.

در این طرح تحقیقاتی مقرر شد تا علاوه بر بومی‌سازی تولید مواد افزودنی بازدارنده خوردگی برای استفاده در شرکت‌های بهره‌برداری نفت و گاز،

**واحد سولفورزدایی
مجتمع فولاد سبا تعمیر و
به بهره‌برداری رسید**



مدیر عملیات مجتمع فولاد سبا از تعمیر و بهره‌برداری مجدد از واحد سولفورزدایی مگامدول شهید شهبازی مجتمع فولاد سبا از واحد‌های وابسته به فولاد مبارکه خبر داد.

به گزارش ایرنا به نقل از روابط عمومی فولاد مبارکه، محمود محمدی فشارکی با تأکید بر اینکه این اقدام یکی از کارهای تعمیراتی بسیار تخصصی بر روی این مگامدول‌ها در سطح دنیاست، افزود: این عملیات به همت کارکنان مجتمع فولاد سبا و با تعویض اتصالات ارتعاشی (اکسپنشن) ورودی و خروجی، تعویض والوها و بهینه‌سازی خطوط انتقال و همچنین با انجام تنظیمات و کنترل کاتالیست‌ها انجام و در نهایت این سیستم مطابق با استانداردها و دستورالعمل‌های کاری راه اندازی شد و مورد بهره‌برداری قرار گرفت.

رئیس تولید و تعمیرات واحد احیا مستقیم فولاد سبا نیز اظهار کرد: به منظور دستیابی به آهن اسفنجی باکیفیت نیاز به شارژ گندله با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مناسب، در کوره احیا مستقیم به روش میدرکس است.

فرهاد رجبی کاهش ۳۵ درجه ای حرارت سقف ریفرمر، کاهش میزان سولفور گندله گاز پروسس از ۵۰ به ۸.۵ پی پی ام، کاهش میزان خودسوزی و فعال شدن آهن اسفنجی، افزایش عمر کاتالیست‌های

کردند که به دلیل داشتن خواص ویژه از جمله بیشترین مقدار سختی (ضد سایش و مقاوم در برابر خراش)، بالاترین سطح پایداری شیمیایی (مقاوم در برابر خوردگی و مقاوم در برابر اسید و باز) و همچنین زیست‌سازگار بودن به علت غیرسمی بودن برای انسان و دیگر ارگانیسم‌های زنده را در دستور کار قرار دادند.

هدف از این طرح استفاده از نانوذرات برای بهبود خواص چسبندگی، ضد ضربه و مقاوم در برابر ضربه رنگ‌های پایه دریایی است.

منبع: خبرگزاری فارس (<http://fna.ir/a2luh9>)

محافظت از قطعات فولادی در برابر سایش و تخریب با نانوپوشش‌های چند لایه



پژوهشگران دانشگاه تهران و دانشگاه یونسی کره جنوبی با همکاری پژوهشگران دانشگاه شاهرود در یک تحقیق آزمایشگاهی، نانوپوشش‌های چندلایه‌ای را ساخته‌اند که منجر به کاهش میزان سایش و خوردگی قطعات استیلی و افزایش عمر آن‌ها می‌شود.

شرایط عملیاتی سخت و شدید اعمال شده بر اکثریت قطعات مورد استفاده در سیستم‌های تولید انرژی جدید، نیروی محرکه اصلی برای توسعه مواد و پوشش‌های با دوام تر برای این قطعات است. این شرایط عملیاتی به خصوص برای اجزا و قطعات فولادی مورد استفاده در این سیستم‌ها، مشکلات عدیده‌ای از جمله سایش و تخریب را در پی خواهد داشت. لذا لزوم کاربرد پوشش‌های محافظ برای این سیستم‌ها اجتناب ناپذیر است. دکتر نرگس نعمتی - محقق پسا دکترا دانشگاه یونسی کره جنوبی - در معرفی تحقیق انجام شده عنوان کرد: «این طرح به امکان استفاده از پوشش چند لایه و مزایای استفاده‌ی هم زمان از کاربید تنگستن و کربن آمورف به عنوان پوششی جهت جلوگیری از ایجاد خوردگی در راکتورهای گداخت هسته‌ای پرداخته است. این پوشش که «پوشش چندلایه نانو مقیاس عمل گرا» ترجمه شده است، با استفاده از تئوری‌های مواد و فیزیک طراحی و ساخت آن به روش لایه نشانی با کمک کندوپاش اتمی انجام شده است.»

به گفته‌ی این محقق، پوشش چند لایه (۲۰۰ لایه) معرفی شده، یکی از پایین‌ترین نرخ‌های سایش برای سایش میکرومتری (نرخ سایش در حد ده به توان منفی ۱۲) و یکی از بالاترین مقاومت‌های الکتروشیمیایی برای پوشش‌های فولادی را از خود نشان داده است. در عین حال بسیار نازک بوده و کل ضخامت پوشش ۷۰۰ نانومتر است. از دیگر ویژگی‌های منحصر بفرد این پوشش، سختی بسیار بالای آن است.

نعمتی در مقایسه‌ی ویژگی‌های این پوشش با سایر پوشش‌های موجود یا نمونه‌های آزمایشگاهی گزارش شده عنوان کرد: «فقط جهت روشن شدن این نکته می‌توان گفت که سخت‌ترین فلزات، سختی در حدود ۱۰ گیگاپاسکال دارند؛ اما سختی این نمونه بسیار بالا و در مقیاس ۲۳ گیگاپاسکال است. همچنین طبق نتایج حاصل شده، مقاومت به خوردگی الکترو شیمیایی نمونه‌های ساخته شده در مقایسه با آخرین پوشش‌های

ریفورمر، کم شدن میزان خوردگی‌ها و افزایش تولید را مهمترین مزایای اجرای این پروژه دانست.

فولاد مبارکه بزرگترین مجتمع صنعتی کشور و بزرگترین تولیدکننده فولاد تخت در خاورمیانه است.

ناحیه فولاد سبا زیر مجموعه مجتمع فولاد مبارکه در ۴۵ کیلومتری جنوب غربی اصفهان و در شهرستان لنجان واقع است.

منبع: ایرنا (<http://www.irna.ir/esfahan/fa/News/82742407>)

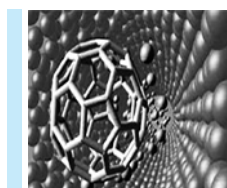


فناوری نانو و ساخت پوشش‌های نانو در نیروی دریایی ارتش

در مراسمی با حضور امیر سرتیپ "محمدحسین دادرس" جانشین فرمانده کل ارتش و امیر دریادار "حسین خانزادی" فرمانده نیروی دریایی ارتش از ۹ دستاورد جدید سازمان تحقیقات و جهاد خودکفایی نیروی دریایی راهبردی ارتش رونمایی شد.

یکی از این دستاوردها پوشش‌های نانویی می‌باشد. استفاده از فناوری نانو و ساخت پوشش‌های نانو جهت پوشش دهی مناسب انواع سازه‌ها، تجهیزات، مخازن و بدنه شناورهای سطحی، زیر سطحی و پروازی نیروی دریایی راهبردی ارتش است که با توجه به آزمایش‌های به عمل آمده و محاسبه میزان مقاومت آن در برابر خوردگی ناشی از عوامل نامطلوب محیطی در مجاورت رطوبت، آب شور دریا و مایعات خورنده، عمر مفید برآورد آزمایشی شده دو تا سه برابر افزایش یافته است که این مهم موجب کاهش قابل توجه هزینه‌های تعمیر و نگهداری و افزایش طول عمر مفید آن‌ها خواهد شد.

منبع: خبرگزاری میزان (www.mizanonline.ir/fa/news/372078)



استفاده از نانو ذرات الماس برای جلوگیری از خوردگی سطوح سازه‌های دست‌ساز غوطه‌ور در آب

محققان ایرانی از نانو ذرات الماس برای جلوگیری از خوردگی سطوح سازه‌های دست‌ساز غوطه‌ور در آب استفاده می‌کنند.

به گزارش خبرنگار گروه دانشگاه خبرگزاری فارس، خوردگی سطوح سازه‌های ساخت دست انسان غوطه‌ور در آب یکی از مشکلات اساسی در صنعت دریایی است که هزینه‌های اقتصادی زیادی را به وجود می‌آورد، از این رو استفاده از رنگ‌های مقاوم در برابر خوردگی و رنگ‌های دارای چسبندگی بالا و مقاوم در برابر ضربه از اهمیت بالایی برخوردار است. امروزه استفاده از نانوذرات مختلف از جمله نانوذرات نقره، نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم و نانو ذرات سیلیس به طور گسترده در رنگ‌های جدید دریایی برای بهبود این خواص مورد استفاده قرار می‌گیرد.

محققان ایرانی برای این منظور از فناوری نانو ذرات الماس نیز استفاده

«اچام جی پینتر» در منچستر در حال توسعه فناوری تولید رنگ حاوی گرافن است؛ رنگی که می‌توان از آن در صنایع مختلف برای محافظت از خوردگی استفاده کرد. این شرکت برای تولید رنگ مورد نظر، همکاری مشترکی با شرکت «اپلاید گرافن متریالز» آغاز کرده است. این دو شرکت روی کاربردهای گرافن کار می‌کنند.

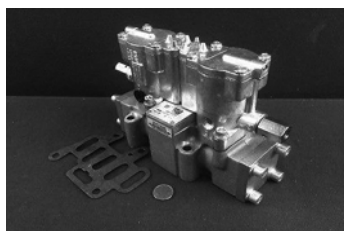
اچام جی معتقد است که این ماده می‌تواند انقلابی در صنایع مختلف از خودروسازی گرفته تا تجهیزات ساختمانی ایجاد کند.

جانان فالدر از تکنسین‌های این شرکت می‌گوید: «ما بسیار خوشحالیم که نتایج اولیه آزمون‌های انجام شده روی این پوشش موفقیت‌آمیز بوده است. این رنگ که در مرحله آزمایشی است، می‌تواند به زودی برای استفاده تجاری آماده شود. ما دریافتیم که شرکت اپلاید گرافن دارای فناوری دیسپرس کردنی است که می‌توان با استفاده از آن محصولات تجاری تولید کرد. ما به دنبال توسعه این فناوری هستیم تا از مرحله آزمایشی به سوی تجاری‌سازی پیش برویم. ما معتقدیم که این فناوری می‌تواند ارزش افزوده و مزایای زیادی برای مشتریان ما داشته باشد».

اچام جی پینتر یکی از شرکت‌های تولیدکننده رنگ در انگلستان است که همکاری راهبردی با اپلاید گرافن آغاز کرده است. هدف نهایی این همکاری مشترک، تولید رنگ، کامپوزیت و سیالات کاربردی است.

منبع: آنا (<http://www.ana.ir/news/295745>)

نانوپوشی‌ها، ساختارهایی جهت افزایش مقاومت مکانیکی قطعات الکترونیکی



پژوهشگران دانشگاه تربیت مدرس در تحقیقات خود موفق به ساخت آزمایشگاهی نانوپوشش‌هایی از جنس آلیاژ نیکل-آهن شده‌اند. این نانوپوشش که به روشی ساده و ارزان تولید شده است، منجر به افزایش مقاومت به سایش و خوردگی ابزار و تجهیزات الکترونیکی و مغناطیسی خواهد شد.

آلیاژ آبکاری شده نیکل-آهن (NiFe) در دستگاه‌های ضبط و ذخیره‌سازی در کامپیوتر، قطعات رله، ورقه استاتور برای موتور ساعت های کوارتز، شیرهای مغناطیسی و الکتریکی و چاپگرها کاربرد دارند. در واقع چنانچه پوشش به کاررفته در این قطعات دچار خوردگی و یا ساییدگی شود، می‌تواند منجر به خارج شدن قطعه از سرویس کاری شده و برای مدتی نامشخص مجموعه متوقف بماند. یکی از روش‌های ایجاد مقاومت به خوردگی و سایش در این قطعات فلزی، استفاده از پوشش‌هایی با خواص مکانیکی مطلوب‌تر است.

به گفته‌ی دکتر محمود علی اف خضرائی، استادیار دانشگاه تربیت مدرس، در این طرح نانوپوشش‌هایی چند لایه از جنس آلیاژ NiFe و با ضخامت کمتر از ۱۰۰ نانومتر تولید شده است.

وی در ادامه به کاربردهای اصلی این پوشش‌ها اشاره کرد و افزود: «همانطور که اشاره شد، پوشش‌های از جنس NiFe، مصارف مغناطیسی و الکتریکی فراوانی دارند که مهمترین کاربردهای آن‌ها شامل شیرهای

چند لایه‌ی گزارش شده برای فولادها، افزایش ده برابری داشته است. کاهش قابل توجه توزیع تنش مکانیکی در ساختار چند لایه در مقایسه با تک لایه‌ی مبتنی بر نتایج شبیه سازی و با تأیید نتایج تجربی خواص مکانیکی، از دیگر مواردی است که می‌توان به آن اشاره کرد.»

این محقق همچنین ابراز کرد: «پوشش‌های متنوع بسیاری در دنیای مهندسی سطح ساخته می‌شود که بعضی سخت، بعضی چقرمه، برخی ضد سایش، برخی مقاوم به تنش و برخی مقاوم به دمای بالا و تابش دهی یون‌ها هستند. اما این پوشش کلیه‌ی این خواص را به تنهایی داراست.» این نتایج به شدت عمر کاری قطعات پوشش داده شده را بهبود می‌بخشد و در محیط‌هایی با تنش مکانیکی خورنده و دمای بالا و حتی حضور تابش‌های مخرب، از قطعه‌ی زیرین خود به بهترین شکل محافظت می‌کنند.

به عقیده‌ی نعمتی، پوشش چندلایه‌ی معرفی شده به عنوان یک کاربرد کلی می‌تواند به خوبی بر روی استیل به عنوان سد سایش و خوردگی عمل کند و ماندگاری مکانیکی و شیمیایی فوق العاده‌ای در مقایسه با پوشش‌های متداول (چند ده برابر بهتر) از خود نشان دهد. اما کاربرد جزیی‌تر که هدف این طرح نیز بوده، دستیابی به پوششی فوق مقاوم برای دیواره اول راکتورهای گداخت هسته‌ای است که از حیث انتخاب مواد، یعنی کربن و تنگستن، درست موادی انتخاب شده‌اند که هم اکنون منتخب مراجع علمی و صنعتی جهان برای دیواره اول راکتور گداخت هست.

در این طرح از آزمون‌های سختی سنج نانوحداخت Ultra-nanohardness tester، آنالیز رامان، میکروسکوپ الکترونی روبشی عبوری با تصحیح کننده CS-HRTEM و پراش پرتو ایکس، آزمون FIB، پراش اشعه ایکس با زاویه کم LAXRD، آزمون سایش میکرومتری و خوردگی الکتروشیمیایی استفاده شده است.

این تحقیقات حاصل تلاش‌های دکتر نرگس نعمتی - محقق پسا دکتری در مرکز نانو سایش در دانشگاه یونسو کره جنوبی - دکتر منصور بزرگ - عضو هیأت علمی دانشگاه شاهرود - و همکارانشان است. نتایج این کار در مجله‌ی Applied Materials and Interfaces با ضریب تأثیر ۷/۵۰۴ (جلد ۹، سال ۲۰۱۷، صفحات ۳۰۱۴۹ تا ۳۰۱۶۰) منتشر شده است.

منبع: ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28803468>)



شروع آزمون‌های اولیه روی نانورنگ ضد خوردگی

یکی از شرکت‌های تولیدکننده رنگ در انگلستان در حال انجام آزمایش‌های اولیه روی محصولی است که در آن از گرافن استفاده شده است. این رنگ به گونه‌ای است که می‌تواند سطوح مختلف را از خوردگی محافظت کند.

به گزارش گروه علم و فناوری آنا از ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، شرکت

دو ماده پلی آنیلین و پلی پیرول و مشتقات آنها در میان الکترو پلیمرها توجه زیاد را از سوی محققین در این حوزه به خود جلب کرده است؛ چراکه اخیراً ثابت شده است که این مواد می‌توانند در دسته مواد دوستدار طبیعت قرار گرفته و سرعت خوردگی را کاهش دهند. یکی از روش‌هایی که می‌توان سطح قابل دسترس پلی پیرول را افزایش دهد سنتز این ماده به عنوان یک لایه به دور نانو ذرات مختلف است.

در این راستا محققان کشور پروژه تحقیقاتی با عنوان سنتز نانو ماده افزودنی در رنگ و رزین برای کنترل خوردگی را اجرایی کردند.

از آنجا که نانو ذرات تیتانیا (TiO_2) خود به عنوان ماده ضد خوردگی هم اکنون در رنگ‌ها و رزین‌های مختلف به کار می‌رود، می‌توان نانو ذرات TiO_2 را به عنوان هسته در نظر گرفت و پلی پیرول را به عنوان یک لایه به دور آن سنتز کرد.

از طرف دیگر می‌توان شکاف باند الکترونی در TiO_2 را با دپ کردن کاتیون قلع در شبکه TiO_2 افزایش و انتقال الکترون را از سطح فلز به مواد خورنده کاهش داد. پلی پیرول علاوه بر خصوصیت ذکر شده نقش سد را در مقابل حمله آب و اکسیژن بازی می‌کند. اندازه نانو ذرات TiO_2 و Sn-doped TiO_2 تهیه شده به ترتیب ۲۰ و ۱۵ نانومتر است.

نتایج آزمایشات انجام شده بر روی این رنگ‌های ضد خوردگی نشان داد که در حضور نانو ذرات تیتانیا پس از اسپری آب نمک در طول ۳۰ روز خوردگی به طور چشم گیری کاهش یافته است.

کاهش انتقال بار در اثر افزایش شکاف باند و موثر بودن درصد وزنی بر کاهش خوردگی از جمله نوآوری‌های این طرح بشمار می‌رود و با استفاده از این روش این محققان موفق به تولید رنگ‌های ضد خوردگی اپوکسی شدند.

رنگ‌های تولید شده سازگار با محیط زیست است و در صنایعی چون خودروسازی، خطوط انتقال نفت و اسکله‌های بنادر برای جلوگیری از خوردگی قابل استفاده است.

این طرح با پذیرش در برنامه "نانو میج" ستاد توسعه فناوری نانو در مسیر تولید صنعتی و تجاری سازی قرار گرفته است.

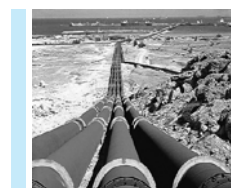
الکتریکی و مغناطیسی، پریترها و رله‌ها و ترانزیستور است. با توجه به مقاومت مکانیکی و سایشی کم در پوشش‌های NiFe، در این پژوهش سعی شده است با اعمال ساختار چندلایه استحکام آن بهبود یابد. بدیهی است که جایگزینی پوشش یک لایه با نوع چندلایه بر مقاومت مکانیکی آن در سیستم کاری خواهد افزود.

علی اف خضرائی افزایش عمر پوشش و کاهش هزینه‌ها را مهم‌ترین دستاورد این پژوهش معرفی کرد. وی همچنین توضیح داد: «در این طرح جهت تولید لایه‌های نانومتری و افزایش استحکام و مقاومت به سایش از روش ارزان و آسان آبکاری پالسی استفاده شده است. از طرفی در ساختار این پوشش‌ها از نانوذرات آلومینا به عنوان تقویت کننده استفاده شده است و ساختار آن با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری بررسی شده است.» آبکاری فرایند روکش دهی فلزی است که از طریق احیای کاتیون به وسیله جریان الکتریکی و نشان دادن آن به صورت یک لایه روی ماده‌ای دیگر مانند فلز صورت می‌گیرد. کاند قطعه‌ای است که قرار است لایه رویش بنشیند و آند فلزی است که روکش است. این دو به وسیله الکترولیت، با هم ارتباط الکتریکی دارند و با به کار بردن یکسو کننده، جریان مستقیم به آند می‌رسد و باعث انحلال اتم‌های آن می‌شود. در سوی دیگر، این اتم‌ها با احیا در فصل مشترک کاند و الکترولیت، بر روی آن رسوب می‌کنند. سرعت انحلال اتم‌ها از آند و احیای آن‌ها در کاند برابر است.

این تحقیقات از تلاش‌های وحید ترابی نژاد و محمدحسین الهیارزاده -فارغ التحصیلان دکترای مواد دانشگاه تربیت مدرس- دکتر محمود علی اف خضرائی و دکتر علیرضا صبور روح اقدم- اعضای هیأت علمی این دانشگاه- و حسین علی مددی و تاکشی کاساما از دانشگاه صنعتی دانمارک حاصل شده است. نتایج این کار در مجله‌ی Materials Science & Engineering A با ضریب تأثیر ۳/۰۹۴ (جلد ۷۰۰، سال ۲۰۱۷، صفحات ۴۴۸ تا ۴۵۶) منتشر شده است.

منبع: ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921509317307712>)



کاهش میزان خوردگی در تجهیزات بنادر با راهکار محققان کشور

پژوهشگران کشور با استفاده از نانو ذرات تیتانیا رنگ‌های ضد خوردگی برای صنایع خودرو سازی و خطوط انتقال نفت عرضه کردند و نتایج آزمایشات انجام شده بر روی آن نشان از کاهش چشمگیر میزان خوردگی در محصول داشته است.

به گزارش ایسنا، در حال حاضر خوردگی فلزات یک مشکل بزرگ جهانی است. خوردگی به عنوان یک واکنش الکتروشیمیایی سبب تبدیل سطح فلزات به یون فلزی می‌شود.

خوردگی یک فرآیند مخرب و غیرقابل بازایی است که منجر به صدمات غیر قابل جبرانی به زیرساخت‌های یک کشور می‌شود. هم اکنون تحقیقات زیادی بر روی الکترواکتیو پلیمرها به عنوان موادی که می‌توانند سرعت پیشرفت خوردگی را کاهش دهند در حال انجام است.

مجله زنگ جهت غنی کردن بار آموزشی و محتوایی بخش روی خط اینترنت آمادگی دارد تمامی مطالب، اخبار، تحلیل‌ها و دیدگاه‌های کارشناسان، دست اندرکاران و علاقه‌مندان به علم و مهندسی خوردگی و مرتبط به آن را در تمامی حوزه‌ها منتشر نماید.

لازم به ذکر است مطلب ارسالی با نام فرستنده درج خواهد شد ضمن اینکه درج منبع اصلی مطلب نیز الزامی می‌باشد.

علاقه‌مندان می‌توانند جهت کسب اطلاعات بیشتر با انجمن خوردگی ایران، تماس حاصل نمایند.

تلفن: ۸ - ۸۷ ۴۲ ۳۴ ۸۸

(www.ica.ir)

هجدهمین همایش ملی
مهندسی سطح و
چهارمین همایش تخصصی
فرآوری مواد با لیزر

با محوریت توسعه‌ی سازی، بازسازی و ساخت افزایشی
تلفات صنعتی با فناوری‌های مهندسی سطح

۲۲ و ۲۵ بهمن ۱۳۹۶
اتاق بازرگانی اصفهان

18th National Conference on
Surface Engineering &
4th Conference on
Laser Material Processing
13-14 Feb. 2018

زمینه‌های موضوعی همایش:

به تصویر و بازسازی قطعات در صنایع نفتی،
هوایی، نیروگاهی، نفت، گاز، پتروشیمی و سیمان
- روش‌های لیزری
- پوشش‌های سطحی
- پاشش حرارتی (HVOF) و APS
- اصلاح سازی سطح و پوشش‌ها
- فناوری نانو در مهندسی سطح
- لایه نازک (PVD، CVD و...)
- سخت کاری سطحی
- پوشش‌های نانو
- پوشش‌های لیزری
- پوشش‌های الکتروشیمیایی
- آرایشی و آسیب‌شناسی سطح و پوشش‌ها
- شیمی‌سازی در فرایندهای مهندسی سطح

به ساخت افزایشی و پرینت‌های سه بعدی
- رسوب‌دهی مستقیم لایه‌ای (DMD)
- ذوب و زینتر انتخابی لیزری (SLM و SLS)
- استریوپلیتو گرافی لیزری (SLA)
- ساخت افزایشی با پروتکتور (EBM)
- پرینت‌های سه بعدی FDM
- مواد اولیه با کاربرد ساخت افزایشی (رزین، پودر و سیم)
به گزارش‌ها و ایده‌های فنی از کارشناسان صنعت در قالب مقاله کوتاه

دیرخانه همایش:

اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده مهندسی مواد
انجمن علوم و تکنولوژی سطح ایران، تلفن: ۳۳۱-۳۳۹۱۲۷۸۷
www.surfaceconfer.ir issst@cc.iut.ac.ir

سمپوزیوم فولاد ۹۶

توسعه صنعت فولاد با حفظ محیط زیست و بازآفت پسماندها

۸ و ۹ اسفندماه ۱۳۹۶
کیش - مرکز همایش‌های بین‌المللی
27th & 28th February 2018- kish International Convention Center

آدرس: دبیرخانه سمپوزیوم فولاد ۹۶، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان،
پارک علم و فناوری، شیخ بهایی، انجمن آهن و فولاد ایران
کدپستی: ۴۶۱۵۵-۴۶۲۲۸
تلفن: ۳۳۱-۳۳۹۳۲۱۲۱-۲۵، فکس: ۳۳۱-۳۳۹۳۲۱۲۴
E-mail: info@issiran.com www.issiran.com

فرانکفورت اول
۱۴ و ۱۵ اسفند ماه ۱۳۹۶
تهران، پژوهشگاه صنعت نفت

Petroleum Conference
IRAN 2018
www.petroconf.ir

کنفرانس نفت

شناسایی حقوق و وظایف بخش خصوصی ایران در تخصیص سهم ساخت داخل در
قراردادهای بین‌المللی نفت، گاز و پتروشیمی و توسعه صادرات کالا و خدمات نفتی

تاسیس با دبیرخانه کنفرانس:
تهران، ۱۳۵۲-۱۳۵۳، ۵۵۷۵۲۰، ۹۹۰

14th INTERNATIONAL PETRO ENERGY EXHIBITION
22-25 January, 2018
Kish International Exhibitions Center
۲۲ الی ۲۵ بهمن ماه ۱۳۹۶
مرکز نمایشگاه‌های بین‌المللی کیش

KISH ENEX 2018

چهاردهمین نمایشگاه بین‌المللی نفت و انرژی

In Collaboration with:

Sponsors:

Media Sponsors:

Organized by:

دومین همایش بین‌المللی افق‌های نوین
در علوم پایه و مهندسی

The Second International Conference on the New Horizons
in the Basic and Technical Sciences and Engineering

محورهای همایش

الف- افق‌های نوین در حوزه علوم فنی و مهندسی:

۱. مهندسی برق
۲. مهندسی مواد
۳. مهندسی دریا
۴. مهندسی عمران
۵. مهندسی انرژی
۶. مهندسی معدن
۷. مهندسی نساجی
۸. مهندسی شیمی
۹. مهندسی صنایع
۱۰. مهندسی پزشکی
۱۱. مهندسی مکانیک
۱۲. مهندسی شایات
۱۳. مهندسی متاورز
۱۴. مهندسی متاورز
۱۵. مهندسی معماری
۱۶. مهندسی هوا فضا
۱۷. مهندسی کامپیوتر
۱۸. مهندسی منابع آب
۱۹. مهندسی هسته‌ای
۲۰. مهندسی ساختمان
۲۱. مهندسی کشاورزی
۲۲. مهندسی شهرسازی
۲۳. مهندسی نفت و گاز
۲۴. مهندسی مکانیک
۲۵. مهندسی فضای سبز
۲۶. مهندسی حمل و نقل
۲۷. مهندسی اپتیک و لیزر
۲۸. مهندسی صنایع غذایی
۲۹. مهندسی منابع طبیعی
۳۰. مهندسی محیط زیست
۳۱. مهندسی آب و فاضلاب
۳۲. مهندسی ساخت و تولید
۳۳. مهندسی فناوری اطلاعات
۳۴. مهندسی صنایع پتروشیمی
۳۵. مهندسی و مدیریت ساخت

www.thconf.ir

ب- افق‌های نوین در حوزه علوم پایه:

۱. علوم آمار
۲. علوم زمین
۳. علوم شیمی
۴. علوم فیزیک
۵. علوم زیستی
۶. علوم جغرافیا
۷. علوم مدیریت
۸. علوم کامپیوتر
۹. علوم ریاضیات
۱۰. علوم بنیادین
۱. مهندسی اتم و انرژی
۲. مهندسی علم و هنر
۳. مهندسی فرهنگی
۴. مهندسی دانش
۵. مهندسی پاکدار

فهرست مقاله‌های مجله Material performance

مجله Material Performance یکی از مجله‌های تخصصی معتبر در باب علم و مهندسی خوردگی و از انتشارات NACE، بوده و مقاله‌های چاپ شده در آن علاوه بر بعد علمی، به لحاظ کاربردی می‌توان مفید باشد. فصلنامه زنگ، به منظور آشنایی خوانندگان با عناوین مقاله‌های این نشریه، فهرست مقالات منتشر شده در آن را ارائه خواهد نمود تا هریک از خوانندگان بر اساس زمینه کاری خود از مقاله‌های این مجله بهره‌مند گردند. برای مطالعه متن کامل هر یک از مقاله‌ها می‌توانید به پایگاه اینترنتی <http://mp.epubxp.com> مراجعه کنید.

* مقالات چاپ شده از نویسندگان ایرانی

SPECIAL FEATURE

Protecting Concrete Infrastructure from Corrosion

Wesley Fawaz

9th Annual Company Showcase

CATHODIC PROTECTION

Coupons for Cathodic Protection Evaluation of Mixed-Metal Piping Systems

Douglas E. Gilroy

COATINGS & LININGS

Plasma Electrolytic Oxidation Coatings for Aluminum Alloys

Y. Zhang, W. Fan, H.Q. Du, and Y.W. Zhao

Hydrogen Sulfide Tube Failure in a Seawater Heat Exchanger

Hanan Farhat and Roy Johnsen

Coatings & Linings Essentials

CHEMICAL TREATMENT

Electrochemical Approach for Screening Concrete Corrosion Inhibitors

I-Wen Huang, Fred Goodwin, and Frank Apicella

MATERIALS SELECTION & DESIGN

Rust Layer Characterization of a Buried Drinking Water Pipe

Zhanjun Guo and Zhiliang Chen



SEPTEMBER 2017

SPECIAL FEATURE

Retrofitting Wind Turbine Monopiles with Cathodic Protection

Kathy Riggs Larsen

CATHODIC PROTECTION

Galvanic Interaction Between Carbon Steel and Copper Concentrate

Genny Leinenweber and Luis Cáceres V

COATINGS & LININGS

The Hidden Damage Done to Protective Coatings

Ron R. Raphoon

Coatings & Linings Essentials

CHEMICAL TREATMENT

Internal Stress Corrosion Cracking of Shale Gas Flowlines

Edward Heaver

MATERIALS SELECTION & DESIGN

Effect of Stress on Hydrogen Permeation for X70 Carbon Steel in Seawater

Chuanbo Zheng and Cheng Wang

CORROSION MANAGEMENT

* Corrosion Management and Corrosion Failure Preemption

Ali Morshed



AUGUST 2017

INDEX OF BUYERS GUIDE CATEGORIES

This section gives the page numbers for more than 280 product and service categories.

INDEX OF PRODUCTS AND SERVICES

This extensive index features manufacturers, suppliers, and consultants listed according to specific product and service categories. Display advertisers in this issue are highlighted in blue.

INDEX OF SUPPLIERS, MANUFACTURERS, & CONSULTANTS

Nearly 800 manufacturers, suppliers, and consultants providing products and services for corrosion prevention and control are listed alphabetically with their contact information. Display advertisers in this issue are highlighted.

SPECIAL FEATURES

Results Posted for NACE International's 2017 Annual Corrosion Career Survey

Corrosion Innovation of the Year Awards Recipients for 2017

Strategic Planning at NACE International

DEPARTMENTS

NACE International President's Message

Corrosion Engineering Directory

Advertisers Index



JULY 2017

بیشتر بدانیم

بیشتر بدانیم



- بازدارنده‌های خوردگی
بررسی الکتروشیمیایی اثر هم‌افزایی مولیبدات سدیم و
سیترات سدیم بر فولاد کربنی در محیط آب صنعتی
- پوشش
آشنایی اولیه با پوشش‌های خطوط لوله
بخش سوم: پوشش‌های بر پایه قیر
- حفاظت آندی
بخش چهارم - کاربردهای صنعتی حفاظت آندی

بررسی الکتروشیمیایی اثر هم‌افزایی سدیم مولیبدات و سدیم سیترات بر فولاد کربنی در محیط آب صنعتی

محسن صارمی^۱، زهرا نادری^{۲*}

^۱ استاد تمام، دانشگاه تهران

^۲ کارشناس ارشد، دانشگاه تهران

چکیده

در این تحقیق به کمک روش‌های قطبش تافل و طیف‌بینی امپدانس الکتروشیمیایی خوردگی فولاد کربنی در محیط آب صنعتی در حضور و غیاب سدیم سیترات و سدیم مولیبدات در دمای ۲۵ درجه سلسیوس مورد بررسی شد. در بررسی اثر هم‌افزایی سدیم سیترات و سدیم مولیبدات دیده شده است که در مقایسه با سدیم سیترات عملکرد بهتری از خود نشان داده است. همچنین مشاهده شده است که سدیم مولیبدات در غلظت ۳۰۰ ppm اثر بهتری بر کاهش خوردگی داشته است.

کلمات کلیدی: سدیم مولیبدات، سدیم سیترات، آب صنعتی، فولاد کربنی، ممانعت کننده؛

مقدمه

مهم‌ترین روش جلوگیری یا کم کردن خوردگی مواد و فلزات، انتخاب مواد و آلیاژهای مناسب و مقاوم در برابر خوردگی است. فلزات و آلیاژی مقاوم به خوردگی مستلزم روش تولید مناسب است که باعث بالا رفتن هزینه‌ها و مخارج و در نتیجه افزایش قیمت مواد می‌شود. این امر باعث می‌شود که از مواد و آلیاژهای قابل دسترس و نسبتاً ارزان مانند فولاد استفاده شود. فولاد در انواع تجهیزات کارخانه‌ها و ذخیره‌سازی‌ها و انتقال مواد شیمیایی و ... کاربرد دارد. مطالعه‌ی خوردگی فولاد در محیط آب صنعتی از اهمیت فراوانی برخوردار است [۴ - ۱]. فولاد کم کربن در محیط‌های آب صنعتی مستعد به خوردگی است. خوردگی یک فرآیند تخریبی برای فلزات و آلیاژها شناخته شده است. کربن و فولادهای کم آلیاژ در آب صنعتی به طور گسترده استفاده می‌شوند [۷ - ۵]. در هر صورت، آلیاژهای پایه آهن در محیط‌های خنثی و اسیدی حاوی آنیون‌های خورنده در معرض خوردگی قرار دارند [۸]. خوردگی منجر به هدر رفت اقتصادی و مشکلات جدی می‌شود [۹ - ۲].

فلزات مورد استفاده در صنعت بوسیله روش‌های مختلفی مانند پوشش‌دهی، در برابر خوردگی محافظت می‌شوند [۱۰]. افزودن بازدارنده‌ها از جمله مشهورترین، موثرترین و کاربردی‌ترین روش‌هایی است که برای حفاظت از فلزات و آلیاژها در برابر حملاتی که در بسیاری از محیط‌های صنعتی صورت می‌گیرد، استفاده می‌شوند [۲۰ - ۱۱]. تاریخچه استفاده از مواد کند کننده خوردگی به سال‌های ۱۹۳۰ میلادی بر می‌گردد. ابتدا به‌منظور حفاظت از تأسیسات آهنی از ممانعت‌کننده‌های پایه کرومات استفاده می‌شد ولی به‌دلیل عوارض زیست‌محیطی، استفاده از کرومات منسوخ شد و بازدارنده‌های دیگری مانند مولیبدات‌ها، سیلیکات‌ها، فسفات‌ها/پلی‌فسفات‌ها، و نمک‌های روی به‌عنوان جایگزین مناسب پیشنهاد گردیدند [۶ - ۴]. اندازه‌گیری الکتروشیمیایی بوسیله طیف‌بینی امپدانس الکتروشیمیایی (EIS) و تکنیک قطبش پتانسیواستاتیک بصورت متداول برای شناسایی نوع بازدارنده، مدل خوردگی و پروسه تشکیل فیلم بر فصل مشترک محلول/فلز، و محاسبه راندمان بازدارنده خوردگی استفاده می‌شوند [۲، ۷، ۹، ۲۱ و ۲۷]. در تحقیق حاضر اثر سیترات سدیم و مولیبدات سدیم بر بازدارندگی خوردگی فولاد کم کربن در محیط آب صنعتی توسط روش‌های پلاریزاسیون پتانسیواستاتیک و طیف‌بینی امپدانس الکتروشیمیایی بررسی شده است.

مواد و روش تحقیق

نمونه مورد آزمایش در آزمایش‌ها، فولاد کم کربن St37 برای بررسی رفتار خوردگی می‌باشد. ترکیب شیمیایی فولاد کم کربن در جدول شماره ۱ آورده شده‌است.

نمونه‌هایی با سطح مقطع مستطیلی شکل به مساحت یک سانتی‌متر مربع مورد استفاده قرار گرفته‌اند و جهت ایزوله‌نمودن نمونه، از چسب استفاده شد.

قبل از انجام هر آزمایش مطابق با استاندارد ASTM G1 نمونه‌ها بوسیله کاغذهای کربید سیلیسیوم با شماره‌های ۲۴۰، ۴۰۰، ۶۰۰ و ۱۰۰۰ صیقل کاری شده و سپس توسط استون چربی‌زدایی گردیده و با آب مقطر شستشو داده شده‌است و پس از خشک شدن جهت آزمایش در محلول مورد نظر قرار داده می‌شدند. محلول مورد استفاده جهت بررسی خوردگی برای فولاد کم کربن، آب صنعتی شبیه سازی شده‌است. ترکیب شیمیایی محلول مورد استفاده در جدول شماره ۲ آورده شده‌است.

از سدیم سیترات و مولیبدات سدیم به عنوان ممانعت‌کننده‌های خوردگی در غلظت ۳۰۰ ppm استفاده شده‌است و در ادامه برای بررسی

اثر هم‌افزایی از مخلوط آن‌ها استفاده شد. منحنی‌های قطبش با سرعت روبش (mv/sec) ۱ در محدوده پتانسیل ۳۰۰- تا ۳۰۰+ میلی‌ولت نسبت به الکترود کالومل اشباع (SCE) رسم گردیدند و آزمایش‌های امپدانس در محدوده بسامد (mHz) ۱۰ تا (kHz) ۱۰۰ رسم شده‌اند. برای انجام آزمایش‌های قطبش از یک دستگاه پتانسیواستات مدل EG&G 273 همراه با برنامه نرم‌افزاری M342 برای آزمایش‌های پلاریزاسیون تافل و برای اندازه‌گیری‌های اسپکتروسکوپی امپدانس از یک دستگاه FRA همراه با برنامه نرم‌افزاری M388 استفاده شد. در کلیه آزمایش‌ها از الکترود پلاتین به عنوان الکترود کمکی و از الکترود کالومل (SCE) به عنوان الکترود مرجع استفاده شد [۴ - ۳].

نتایج و بحث

تحلیل منحنی‌های قطبش تافل

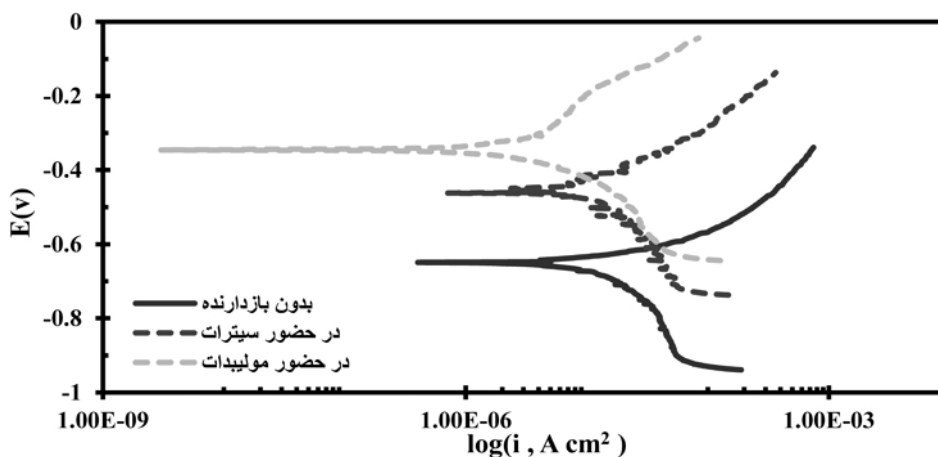
منحنی‌های قطبش تافل نمونه فولادی در محلول حاوی سدیم سیترات و سدیم مولیبدات و بدون آن‌ها، در شکل شماره ۱ آورده شده‌است. مشاهده می‌شود که افزودن سدیم سیترات و سدیم مولیبدات باعث پلاریزه شدن هردو شاخه آندی و کاتدی شده‌است.

جدول ۱ - ترکیب شیمیایی فولاد کم کربن St37

عنصر	Fe	C	Si	Mo	S	P	Ni	Cr	Mn	Cu
درصد وزنی	bal	۱۱۲/۰	۱۲۵/۰	۰۰۷/۰	۰۳۰/۰	۰۰۴/۰	۰۶۳/۰	۰۷۸/۰	۲۹۵/۰	۰۲۸/۰

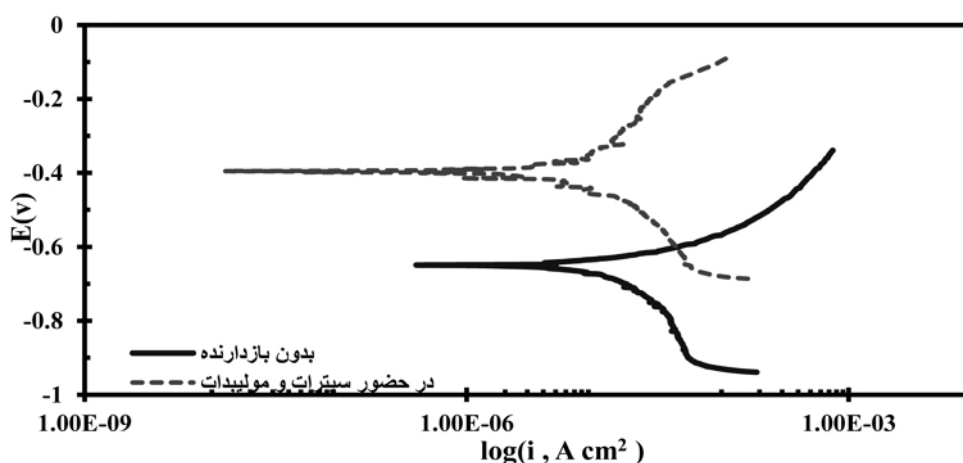
جدول ۲ - ترکیب شیمیایی آب صنعتی شبیه سازی شده

۵۰۰ ppm	سدیم کلرید
۵۲۰ ppm	سولفات سدیم
۱۷۰ ppm	سدیم بی کربنات
۲۵ ppm	سدیم کربنات
۸/۵	PH محلول

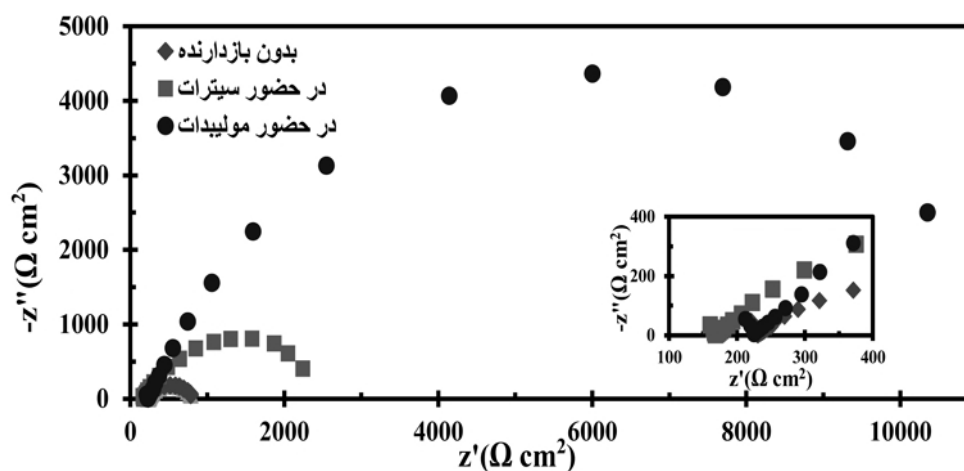


شکل ۱ - رفتار قطبش تافل نمونه فولاد کربنی در محیط آب صنعتی

منحنی‌های پلاریزاسیون تافل نمونه فولادی برای بررسی اثر هم افزایی سدیم سیترات و سدیم مولیبدات، در شکل (۲) آورده شده است. مشاهده می‌شود که باعث پلاریزه شدن هر دو شاخه آندی و کاتدی شده است.



شکل ۲ - رفتار قطبش تافل نمونه فولاد کربنی در محیط آب صنعتی



شکل شماره ۳ - رفتار قطبش تافل نمونه فولاد کربنی در محیط آب صنعتی

نتیجه‌گیری

- ۱- اضافه کردن سدیم مولیبدات نتیجه مطلوبی را ارائه می‌دهد و باعث افزایش عمل بازدارندگی می‌شود.
- ۲- سدیم سیترات و سدیم مولیبدات اثر هم افزایی از خود نشان نمی‌دهد اما نسبت به سدیم سیترات عملکرد بهتری از خود نشان داده است.

مراجع

- [1] E.B.Borghi, E.B.Ali, P.J.B.Morando, and M.A.Blesa. 'Cleaning of stainless steel surface and oxid dissolution by malonic and oxalic acid', Journal of Nuclear Materials, 1996, 229, 115-123.
- [2] J.L.Camalet, J.C.Lacroix, S.Aeiya, K.Chane - Ching, and P. C.Lacase. 'Electrosynthesis of adherent polyaniline films on mild steel in aqueous oxalic acid medium', Synthetic Metals, 1998, 93, 133-142.
- [3] A.De Brune, J.L.Delplancke and R.Winand. 'Comparison between polypyrrole films obtained on mild steel by electropolymerization from oxalic acid and sodium sulphate aqueous solution', Surface and Coatings Technology, 1998, 99, 118-124.
- [4] G.Herbsleb and P.Schwaab. 'The meaning of the oxalic acid etch test for testing the corrosion resistance of stainless-steel', Materials and corrosion, 1986, 20, 1091-1598.

- [5] A.H. Al Hamzi, H. Zarrok, A. Zarrouk, R. Salghi, B. Hammouti, S.S. Al-Deyab, Guenoun, The role of acridin-9 (10H)-one in the inhibition of carbon steel corrosion: thermodynamic, electrochemical and DFT studies, *Int. J. Electrochem. Sci.* 8 (2013) 2586–2605.
- [6] A. Dner, R. Solmaz, M. ozcan, G. Kardas_, Experimental and theoretical studies of thiazoles as corrosion inhibitors for mild steel in sulphuric acid solution, *Corros. Sci.* 53 (2011) 2902–2913.
- [7] Farag, A. Ahmed, M.A. Hegazy, Synergistic inhibition effect of potassium iodide and novel Schiff bases on X65 steel corrosion in 0.5 M H₂SO₄, *Corros. Sci.* 74 (2013) 168–177.
- [8] S.A. Umoren, Y. Li, F.H. Wang, Influence of iron microstructure on the performance of polyacrylic acid as corrosion inhibitor in sulfuric acid solution, *Corros. Sci.* 53 (2011) 1778–1785.
- [9] F. Zhang, J. Pan, P.M. Claesson, Electrochemical and AFM studies of mussel adhesive protein (Mefp-1) as corrosion inhibitor for carbon steel, *Electrochim. Acta* 56 (2011) 1636–1645.
- [10] Koray Sayin, Duran Karakas_, Quantum chemical studies on the some inorganic corrosion inhibitors, *Corros. Sci.* 77 (2013) 37–45.
- [11] A.K. Singh, M.A. Quraishi, The effect of some bis-thiadiazole derivatives on the corrosion of mild steel in hydrochloric acid, *Corros. Sci.* 52 (2010) 1373–1385.
- [12] M. Tourabi, K. Nohair, M. Traisnel, C. Jama, F. Bentiss, Electrochemical and XPS studies of the corrosion inhibition of carbon steel in hydrochloric acid pickling solutions by 3, 5-bis (2-thienylmethyl)-4-amino-1, 2, 4-triazole, *Corros. Sci.* 75 (2013) 123–133.
- [13] A.K. Singh, M.A. Quraishi, Investigation of the effect of disulfiram on corrosion of mild steel in hydrochloric acid solution, *Corros. Sci.* 53 (2011) 1288–1297.
- [14] Nageh K. Allama, b, Elsayed A. Ashourb, " Electrochemical and stress corrosion cracking behavior of 67Cu–33Zn alloy in aqueous electrolytes containing chloride and nitrite ions: Effect of di-sodium hydrogen phosphate (DSHP)" , *Materials Science and Engineering B* 156 (2009) 84–89.
- [15] N.K. Allam, *Appl. Surf. Sci.* 253 (2007) 4570.
- [16] A.M. Al-Sabagh, N.M. Nasser, Olfat E. El-Azabawy, Amira E. El- Tabey , " Corrosion inhibition behavior of new synthesized nonionic surfactants based on amino acid on carbon steel in acid media" , *Journal of Molecular Liquids* 219 (2016) 1078–1088.
- [17] M. Mihit, S. El Issami, M. Bouklah, L. Bazzi, B. Hammouti, E. Ait Addi, R. Salghi, S. Kertit, *Appl. Surf. Sci.* 252 (2006) 2389.
- [18] M. Mihit, R. Salghi, S. El Issami, L. Bazzi, B. Hammouti, E. Ait Addi, S. Kertit, *Pigm. Resin Technol* 35 (2006) 151.
- [19] A. Dafali, B. Hammouti, R. Mokhlisse, S. Kertit, *Corros. Sci.* 45 (2003) 1619.
- [20] S. Kertit, R. Salghi, L. Bazzi, B. Hammouti, A. Bouchtart, *Ann. Chim. Sci. Mater.* 25 (2000) 187.
- [21] M. Yousefieh, M. Shamanian, A. Saatchi, Optimization of the pulsed current gas tungsten arc welding (PCGTAW) parameters for corrosion resistance of super duplex stainless steel (UNS S32760) welds using the Taguchi method, *J. Alloy. Compd.* 509 (2011) 782–788.
- [22] N. Dkhireche, A. Dahami, A. Rochdi, J. Hmimou, R. Tourir, M. Ebn Touhami, M. El Bakri, A. El Hal-laoui, A. Anouar, H. Takenouti, Corrosion and scale inhibition of low carbon steel in cooling water system by 2-propargyl-5-hydroxyphenyltetrazole, *J. Ind. Eng. Chem.* 19 (2013) 1996–2003.

Polarization = قطبش
 Frequency = بسامد
 درجه سانتی گراد = درجه سلسیوس یا °C

واژه‌های مصوب
 فرهنگستان

آشنایی اولیه با پوشش‌های خطوط لوله

بخش سوم: پوشش‌های بر پایه قیر

حسن گل‌مکانی

کارشناس خوردگی، شرکت نفت فلات قاره ایران

(لعاب قطران^۱ زغال سنگ Coal tar Enamel، یا لعاب قیر نفتی Bitumen Enamel/ Asphalt Enamel)

لوله آهنی و فولادی برای انتقال آب، نفت و گاز در زیر آب را شروع نمودند و مدت‌ها مورد استفاده آمریکایی‌ها قرار گرفت. لازم به ذکر است بیتومن و کولتار علی‌رغم داشتن شباهت‌های بسیار بدلیل اختلاف منبع اولیه به‌هیچ عنوان به یکدیگر چسبندگی نداشته و در صورت اختلاط بصورت منقطع در خواهند آمد. [۱]

در ابتدا از قیرها به‌عنوان پوشش استفاده گردید زیرا با چسبندگی مناسب خود به سطح فلز می‌توانستند به‌عنوان یک پوشش محافظ عمل نمایند و بدلیل مقاومت بسیار خوب قیر در برابر عبور آب توانستند سد محکمی در برابر عبور آب ایجاد نموده و خاصیت ضدخوردگی موثری از خود نمایان سازند. به مرور زمان عیوب این پوشش هویدا شد و متخصصین را بر آن داشت تا با بهبود خواص آن، عیوب بوجود آمده را بر طرف سازند. (شکل ۱)

خصوصیات عمومی و بارز پوشش‌های قیری

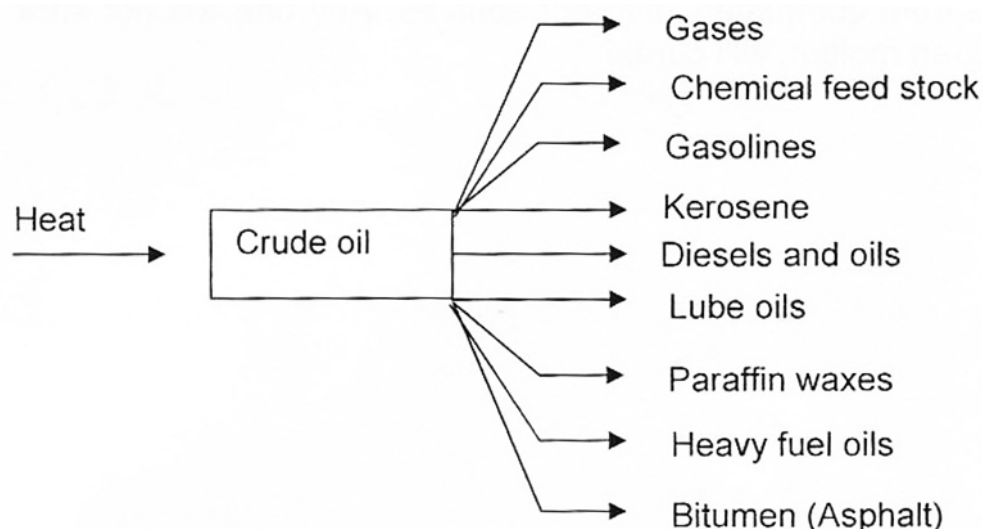
۱- این نوع پوشش قابلیت اعمال در محل کارخانه (Shop) و هم‌چنین در محل نصب (Field) را دارد.

در بخش اول (شماره ۶۴ مجله زنگ - بهار ۹۵) به تعریف خطوط لوله، اجزاء و انواع آن، موارد استفاده، سایزهای مختلف و جنس‌های مختلف خطوط لوله پرداختیم.

در بخش دوم (شماره ۶۵ مجله زنگ - تابستان ۹۵) خواص پوشش‌های خطوط لوله را بیان نمودیم و شرح دادیم یک پوشش خوب باید دارای چه ویژگی‌هایی باشد تا بتواند به شکل مطلوب اعمال گردیده و بهترین عملکرد را در طول دوره استفاده از خود نشان دهد.

در این بخش به یکی از قدیمی‌ترین پوشش‌های خطوط لوله (پوشش‌های پایه قیری) خواهیم پرداخت و با معرفی آن، مزایا و معایبش را بازگو نموده و سپس به آزمایش‌های عملکردی آن اشاره خواهیم نمود.

این نوع پوشش در سال ۱۶۸۰ برای اولین بار جهت محافظت از خوردگی مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۶۸۱ توسط John Becket و Henry Searle استفاده از این پوشش به‌صورت آکادمیک توصیه گردید. تقریباً در همین بازه زمانی آمریکایی‌ها کشف کردند که بیتومنی که به‌صورت طبیعی در ترینیداد بوجود می‌آید خاصیت ضدخوردگی مناسبی از خود نشان می‌دهد. آنها استفاده از بیتومن بر روی خطوط



شکل ۱ - بیتومن پایین‌ترین برش نفت خام

۳- اضافه نمودن نوارهای داخلی و خارجی (ایجاد کامپوزیت)
 ۴- استفاده از تکنولوژی فرایند کامپیوتری کنترل کننده روزن رانی^۱ که سبب دقت بسیار بالا برای اعمال بیتومن می باشد.
 پوشش های پایه قیر به چند دسته تقسیم می شوند که مهم ترین پوشش های خطوط لوله شامل بیتومن انامل (آسفالت انامل) و کولتار انامل می باشند. در کشورهای مختلف با توجه به دسترسی به مواد اولیه و صرفه اقتصادی و همچنین محدودیت های دمای و اعمال، یکی از آنها را برتر دانسته و استفاده نموده اند.
 شرکت استات اوایل از سال ۱۹۷۸ در دریای شمال بیشتر از بیتومن انامل (آسفالت انامل) استفاده نموده است که علت عمده آن را سوابق اجرایی مثبت، انتقال آسان، اعمال راحت و کیفیت مناسب و در نهایت هم خوانی عالی با سیستم حفاظت کاتدی عنوان نموده است.
 در برخی کشورها استفاده از کول تار انامل به خاطر مسایل ایمنی، حفاظتی و محیط زیستی با محدودیت هایی مواجه گردیده است.

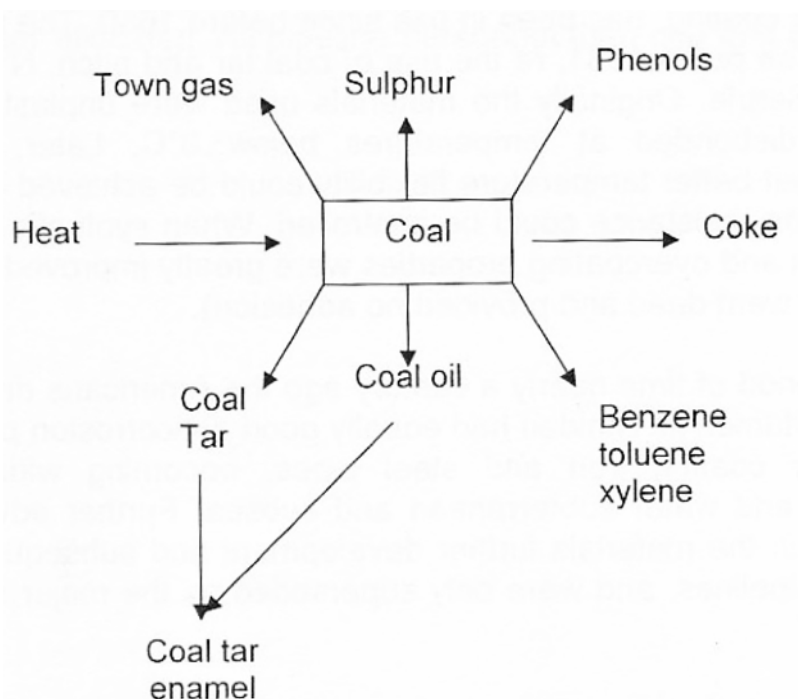
خواص پوشش های Bitumen Enamel

- نفوذپذیری کم نسبت به آب، اکسیژن و نمک ها
- چسبندگی خوب به سطح فلز لوله
- اعمال آسان
- قیمت مناسب
- مقاوم نسبت به عوامل خورنده بیولوژیکی
- تعمیرات آسان نقاط آسیب دیده
- غیرسمی بودن
- مقاومت نسبتا مناسب نسبت به اشعه آفتاب در زمان انبارداری

شناخت پوشش Bitumen Enamel

معمولا این پوشش ها از لایه های ذیل تشکیل شده اند:

۲- از نظر شیمیایی خنثی می باشد.
 ۳- کولتار بشدت در مقابل رطوبت مقاوم است که این خصوصیت در بیتومن کمتر است.
 ۴- مقاومت بسیار خوب الکتریکی دارد.
 ۵- در دماهای پائین شکننده بوده و در دماهای بالا احتمال شره کردن دارند.
 ۶- کولتار در زمان اعمال بواسطه دمای بالا، دود خطرناکی ایجاد می نماید.
 ۷- دمای عملکردی بین ۱۰- و ۷۰+ دارند که برای دمای زیر ۴ درجه سلسیوس باید مواد مخصوصی به آن اضافه گردد. [۷]
 با توجه به اینکه ماده اصلی مورد استفاده (قیر) در دمای صفر درجه دچار تردی، ترک های ریز و جدایش از سطح لوله می گردید، با اضافه کردن پلاستی سائز، انعطاف پذیری، نقطه نرم شدگی و مقاومت به نفوذ پوشش کنترل گردید. از سویی دیگر، پس از معرفی پرایمرهای سینتتیک، چسبندگی و اعمال پوشش مجدد، بسیار توسعه پیدا کرد. (شکل ۱)، [۱]
 پوشش های اولیه از مخلوط قیر قطرانی و حلال تهیه می شدند که مشکل اصلی آن ها ترد و شکننده بودن در دمای پائین و نرم شدن و کشسانی شدن در دماهای بالا بود که این معضل با استفاده از انامل اصلاح شده و افزودن پر کننده های جدید که خواص انعطاف پذیری مناسب، مقاومت در برابر ضربه و استحکام بیشتر انامل را سبب می شد بر طرف گردید. وجود دو لایه داخلی و خارجی الیاف شیشه مقاومت و استحکام خیلی زیادی به پوشش داده تا جائیکه می تواند در برابر ضربه مقاومت مناسب داشته و همچنین در شرایط فراساحلی هنگام خواباندن لوله در کف دریا دچار ترک خوردگی یا جمع شدگی نگردند.
 پوشش های قیری سنتی توسط چهار عامل ذیل اصلاح گردید:
 ۱- پرایمر بر اساس نیاز و متناسب با پوشش فرموله شد.
 ۲- بیتومن اصلاح گردیده و فیلرهای مناسب اضافه گردید.



شکل ۲- نحوه تولید کولتار از زغال سنگ

۱- پرایمر یا لایه آستری
 ۲- مواد پوششی داغ (بیتومن) با فیلر مناسب
 ۳- لایه تقویت کننده داخلی از جنس فایبر گلاس بافته نشده (Non-Woven Fiber Glass)
 ۴- لایه تقویت کننده خارجی از جنس فایبر گلاس آغشته شده به بیتومن (Impregnated Fiber Glass)
 ۵- لایه مقاوم به اشعه آفتاب در صورت نیاز
 ضخامت کل پوشش معمولاً بین ۵ تا ۶ میلی متر می باشد.
پرایمر: پرایمر دارای انواع مختلفی می باشد و به عنوان اولین لایه (آستری) بر روی سطح لوله اعمال می گردد.
 ۱- پرایمر سرد شامل کلروکائوچو، نرم کننده و حلال می باشد که می تواند به روش های مختلف از جمله برس، رول یا افشانه اعمال گردد.
 ۲- پرایمر سرد شامل رزین های هیدروکربنی، نرم کننده، مواد رنگزا (در صورت نیاز) و حلال برای اعمال به روش های مختلف.
 ۳- پرایمر اپوکسی یا رزین های پایه آب نیز ممکن است استفاده شود.
پرکن یا فیلر: پرکن ها مواد معدنی پودری شکل هستند که می بایست اندازه بسیار ریز داشته باشند و به شکل مناسب در انامل پخش (Dispersed) شوند. این مواد باید جذب آب بسیار کم داشته و خنثی بوده و فاقد خاصیت هدایت الکتریکی باشند.
بیتومن: بیتومن به دو صورت اکسید شده همراه با پرکن یا بهبود یافته همراه با پرکن قابل استفاده می باشد.

روش اعمال بیتومن انامل
 ۱- دمای سطح لوله، نوارها و بیتومن باید حداقل سه درجه با نقطه شبنم اختلاف داشته باشد تا در هنگام عملیات رطوبت بر روی سطح یا متریال ایجاد نگردد.
 ۲- سطح لوله باید عاری از هرگونه روغن، چربی یا گریس باشد. در صورت مشاهده با حلال مناسب چربی زدایی گردد.
 ۳- سطح را با آب شیرین شستشو می دهیم تا مطمئن شویم نمک روی سطح وجود ندارد.
 ۴- سطح لوله تا ۴۰ درجه سانتی گراد پیش گرم می شود تا احتمال حضور رطوبت حذف شود.
 ۵- سطح با روش پاشش ساینده تمیز و زبر می شود. درجه تمیزی Sa2.1/2 و میزان زبری ۵۰ تا ۱۰۰ میکرون باشد. در صورت استفاده از ساینده فلزی در محیط بسته، امکان استفاده مجدد از ساینده مجاز است.
 ۶- سطح بازرسی چشمی میشود تا از عیوب (Slivers, Lamination) عاری باشد.
 ۷- پرایمر بر روی سطح (۲۰ تا ۴۰ میکرون) مطابق با دستورالعمل سازنده اعمال می گردد و حداکثر ظرف ۲ ساعت باید پوشش اصلی بر روی آن اعمال گردد. پرایمر (آستری) باید با ضخامت یکنواخت و یکدست سطح را کاور نماید. هرگونه جا افتادگی، سوراخ و غیره باید بر طرف گردد. سطح عاری از شره و چروک باشد.

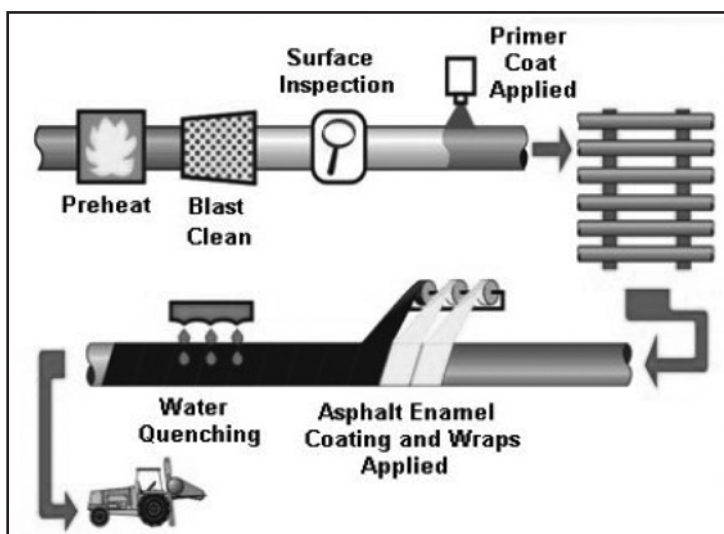
نوار تقویت کننده داخلی: این نوار باید از جنس فیبرهای شیشه و بافته نشده و به صورت یکپارچه باشد. این نوار با رزین مناسب آغشته شده و نقش تقویت کنندگی پوشش را داراست. این نوار نباید با سطح لوله در تماس باشد و در فاصله یک سوم از ضخامت پوشش نسبت به سطح فلز قرار می گیرد. نوار باید یکنواخت بوده و فاقد سوراخ یا جمع شدگی باشد. حداکثر فاصله نوار با سطح لوله ۳۰ میلی متر می باشد.
نوار تقویت کننده خارجی: این نوار دارای سوراخ های ریز بوده و با بیتومن آغشته شده است. سوراخ های ریز سبب می شوند هوا و بخارات پوشش خارج شده و تاول ایجاد نشود. در هنگام اعمال می بایست بیتومن از داخل سوراخ ها خارج شده تا از یکپارچگی بیتومن و نوار



شکل ۳- اعمال پوشش، نوارهای زرد داخلی و نوار خاکستری خارجی می باشد

۹- در انتها با آب سرد پوشش خنک می‌گردد تا شکل خود را حفظ نموده و دچار تغییر شکل یا ضخامت نگردد. (شکل ۵)
برای پوشش‌های قیری در استانداردهای مختلف، آزمون‌هایی معرفی شده که به صورت مختصر به برخی از آنها می‌پردازیم. در استاندارد BS4147(1980) با توجه به اینکه نسخه اولیه برای صنعت ساختمان طراحی شده بود و سپس برای پوشش‌های خطوط لوله نیز تعمیم داده شد آزمون‌ها کلی‌تر می‌باشد.
در استاندارد EN 10300 پوشش برای خطوط لوله زیرزمینی و زیر دریایی و تجهیزات وابسته به آن‌ها طراحی گردیده است. (شکل ۶)

۸- بیتومن انامل باید تا ۲۲۰ درجه سلسیوس داغ شود یا مطابق دستورالعمل سازنده، بهتر است اگر بصورت جامد تهیه شده ابتدا خرد گردد (قطعات کمتر از ۱۰ کیلوگرم). انامل داغ بر روی سطح لوله ریخته می‌شود و نوار داخلی با فاصله زمانی اندک بین لایه‌های بیتومن پیچیده می‌شود و در انتها نوار خارجی دور پوشش، پیچیده می‌شود. نوارها می‌باید تحت تنش مناسب پیچیده شوند تا استحکام مورد نظر حاصل گردد. اگر دو نوار داخلی لازم باشد باید بین آن‌ها فاصله باشد. اگر از مدل اکستروژن برای اعمال بیتومن استفاده گردد نوار داخلی حذف می‌شود و فقط نوار خارجی روی پوشش قرار می‌گیرد. برای نوار هم‌پوشانی ۱۲ میلی‌متر باید رعایت گردد. (شکل ۴)



شکل ۴- شماتیک مراحل مختلف اعمال پوشش



شکل ۵- سرد کردن پوشش با پاشش آب



شکل ۶- پوشش کامل شده بدون لایه محافظ نور خورشید

معرفی آزمون‌های اصلی پوشش‌های قیری

- چسبندگی (Adhesion)
- جدایش کاتدی (Cathodic Disbondment)
- انعطاف‌پذیری (Flexibility)
- مقاومت در برابر ضربه (Impact Test)
- خم‌پذیری (Bending)
- مقاومت الکتریکی (Specific Electrical Resistance)
- قابلیت ازدیاد طول (Elongation)
- نقطه نرم‌شدن (Softening Point ring& ball)
- درجه نفوذپذیری (Penetration)
- نقطه اشتعال و احتراق (Flash & Fire Point)

نقطه نرم‌شدن به روش حلقه و گلوله (ASTM D36)

- در این روش نمونه قیری، ذوب شده و در دو حلقه برنجی ریخته می‌شود
- روی هر دیسک یک گلوله فلزی می‌گذاریم و حلقه‌های برنجی در حمام مایع (آب، گلیسرین یا اتیلن گلیکول) با سرعت $5 \pm 0.5^\circ\text{C}/\text{min}$ حرارت می‌دهیم
- میانگین درجه حرارت‌های نرم شدن قیر که عبارت است از زمانی که قیر اجازه عبور گلوله فلزی و ایجاد ارتفاع ۲۵ میلی‌متر را می‌دهد را نقطه نرم شدن گویند

درجه نفوذپذیری (ASTM D5)

- درجه نفوذپذیری بیانگر قوام و استحکام است که به‌صورت مقدار نفوذ بر حسب واحد طول بیان می‌شود.
- در این آزمون ماده قیری به دمای مورد نظر آزمون رسیده و سپس مقدار نفوذ اندازه‌گیری می‌شود.
- برای آزمون در دمای ۲۵ درجه از سوزن ۱۰۰ گرمی و مدت زمان ۵ ثانیه استفاده می‌شود

نقطه اشتعال و احتراق (ASTM D92)

- از آنجایی که اکثر مواد قیری آتشگیر هستند می‌بایست دمای اشتعال و احتراق آن‌ها ارزیابی گردد
- در این آزمون از دستگاه Cleveland Open Cup استفاده می‌گردد
- فنجان آزمایش را تا سطح معین از قیر پر نموده سپس دمای نمونه را با سرعت ثابت و به آرامی تا دمای اشتعال افزایش می‌دهند
- در فواصل معین زمانی شعله آزمایش کوچک حدود ۴ میلی‌متر از روی فنجان عبور داده می‌شود.
- پایین‌ترین درجه حرارتی که نمونه یک جرقه کوتاه بزند نقطه اشتعال می‌باشد
- برای نقطه احتراق می‌بایست حداقل شعله ایجاد شده ۵ ثانیه دوام داشته باشد

میزان مواد معدنی یا پرکن (BS 4147 Appendix B)

- در این آزمایش مقدار مواد پرکننده معدنی به روش سوزاندن اندازه‌گیری می‌شود
- مقداری از نمونه را به شکل دقیق وزن کرده و به مدت ۲ ساعت در کوره با دمای ۷۰۰ تا ۷۵۰ درجه سلسیوس می‌سوزانیم
- پس از خنک شدن نمونه و توزین مجدد نمونه مقدار مواد معدنی به‌صورت خاکستر باقی مانده که بر حسب درصد وزنی مقدار آن‌ها محاسبه می‌شود

دانسیته (BS 4147 Appendix C)

- دانسیته یا جرم حجمی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اندازه‌گیری می‌شود
- در این روش نمونه پس از گرم شدن به شکل مکعب قالب ریزی و پس از خنک شدن در دمای ۲۵ درجه در هوا و آب وزن می‌شود
- نسبت وزن نمونه به کاهش وزن آن در آب را دانسیته نمونه می‌گوییم

آزمایش شره (BS 4147 Appendix E)

- ابتدا سطح نمونه فلزی به ابعاد $300 \times 300 \times 3$ میلی‌متر را بلاست می‌کنیم
- پرایمر را اعمال می‌کنیم
- انامل را پس از خشک شدن پرایمر، با ضخامت ۱/۵ تا ۲/۵ میلی‌متر اعمال می‌کنیم
- سه خط موازی به فاصله ۷۵ میلی‌متر روی پوشش رسم می‌کنیم
- صفحه به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای آزمون قرار می‌گیرد
- میانگین شره سه خط به‌عنوان میزان شره محاسبه می‌شود

آزمایش خمش (BS 4147 Appendix F)

- ابتدا ۴ صفحه فولادی به ابعاد $200 \times 100 \times 1/5$ میلی‌متر آماده‌سازی سطح شده و پرایمر و انامل مانند آزمون قبل اعمال می‌گردد
- صفحات به مدت حداقل ۶ ساعت در دمای صفر درجه قرار داده شده و سپس توسط استوانه با شعاع ۱۲ میلی‌متر مورد خمش قرار می‌گیرد
- میزان خمش بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری می‌شود

آزمایش ضربه (BS 4147 Appendix G)

- در این تست یک صفحه فولادی به ابعاد $300 \times 300 \times 12.5$ میلی‌متر آماده‌سازی و پرایمر و انامل اعمال می‌گردد
- صفحه به مدت حداقل ۶ ساعت در دمای آزمایش قرار داده می‌شود
- یک گلوله فلزی به وزن ۶۳۰ تا ۶۵۰ گرم از ارتفاع ۲/۴۵ متری روی پوشش رها می‌شود (می‌باید این نقطه از چهار گوشه ۱۰۰ میلی‌متر فاصله داشته باشد)
- بخش جدا شده محاسبه می‌گردد و میانگین چهار بخش جدا شده به عنوان نتیجه آزمایش گزارش می‌شود

مقاومت کششی (DIN 30672)

- در این روش میزان مقاومت کششی نمونه در دو راستای طولی و عرضی اندازه‌گیری می‌شود
- باریکه‌هایی از نمونه با ابعاد معین بین دو فک دستگاه اندازه‌گیری میزان کشش قرار داده شده و با سرعت مشخصی تا پاره‌شدن نمونه ادامه می‌یابد
- حداکثر نیروی قابل تحمل هر نمونه توسط دستگاه کشش اندازه‌گیری و ثبت می‌گردد
- میانگین اندازه‌های ثبت شده مقاومت کششی پوشش می‌باشد که بر حسب واحد نیرو به واحد عرض نمونه بیان می‌شود

مقاومت در برابر ضربه (DIN 30672)

- در این روش پوشش تحت اصابت ۳۰ ضربه گلوله با نیروی مشخص قرار گرفته و سپس بوسیله دستگاه هالیدی آزمون می‌شود
- مقدار نیرو بر حسب وزن گلوله و ارتفاع آن تنظیم می‌گردد
- مقادیر نیرو ۲، ۸ و ۱۵ ژول می‌باشد

مقاومت به نفوذ (DIN 30672)

- در این روش نمونه مطابق قبل تهیه شده و به مدت ۷۲ ساعت تحت فشار حاصل از یک میله استوانه‌ای قرار داده می‌شود
- فشار با توجه به قطر و وزن میله استوانه‌ای قابل تنظیم می‌باشد
- مقادیر فشار ۰/۵، ۱ و ۱۰ نیوتن بر میلی‌متر مربع می‌باشد
- میزان فرو رفتگی به عنوان نتیجه گزارش می‌شود (جدول ۱)

اخیرا در دنیا از این نوع پوشش کمتر استفاده می‌شود به دلایل زیر:

- ۱ - کاهش تعداد تامین کنندگان
- ۲ - قوانین زیست محیطی و توجه بیشتر به سلامتی انسان‌ها
- ۳ - استفاده از پوشش‌های جدید مانند پلی‌الفین‌های چند لایه، پوشش‌های ذوبی اپوکسی (FBE) و پوشش‌های مدرن مایع از جمله اپوکسی‌های مخصوص، پلی‌اوره و پلی‌یورتان

آزمایش چسبندگی (BS 4147 Appendix H / DIN 30672)

- دو صفحه فولادی مطابق قبل آماده‌سازی سطح و اعمال پوشش می‌شود (۳۰۰*۳۰۰*۱۲/۵ میلی‌متر)
- یکی از صفحات به مدت ۳۰ دقیقه در یک حمام آب و در پائین‌ترین دما مطابق دیتا شیت قرار می‌گیرد سپس باریکه ای از پوشش به عرض ۲۰ میلی‌متر اندازه‌گیری و جدا می‌شود و مقدار جداسازی بر حسب طول اندازه‌گیری می‌شود
- این عملیات برای سایر دماها نیز تکرار می‌گردد
- صفحه دوم به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه قرار گرفته و پس از سرد شدن آزمون انجام می‌گیرد

آزمایش جداسازی کاندی (ASTM G8)

- در این روش قسمتی از لوله آماده‌سازی و پوشش اعمال می‌گردد
- یک سوراخ عمودی در پوشش ایجاد می‌گردد
- سطح در معرض الکترولیت قلیایی با هدایت بالا تحت تنش الکتریکی قرار داده می‌شود
- تنش بوسیله آند فدا شونده از جنس منیزیم و یا یک سامانه اعمال جریان ایجاد می‌شود
- آزمایش در دمای ۲۱ تا ۲۵ درجه و به مدت ۳۰ روز ادامه می‌یابد
- پس از اتمام زمان، میزان جداسازی میانگین محاسبه و گزارش می‌شود

آزمایش جذب آب (ISO 5256)

- ابتدا انامل را گرم کرده و در قالب مخصوص می‌ریزیم
- سطح نمونه و وزن آن بدقت اندازه‌گیری می‌شود
- نمونه به مدت ۵ ساعت در آب با دمای 40 ± 1 درجه غوطه‌ور می‌شود
- پس از زمان آزمون، مجدداً توزین می‌شود
- افزایش وزن محاسبه شده نسبت به سطح نمونه میزان جذب آب می‌باشد

جدول ۱ - مقایسه آزمایش‌ها در استانداردهای مختلف

آزمایش	استاندارد	واحد	معیار پذیرش
چسبندگی 30°C - 60°C	N/20MM	EN 10300 DIN 30670	30 - 100
جدایش کاندی $28\text{ D}, 25^{\circ}\text{C}, -1/5\text{ V}$ $28\text{ D}, 60^{\circ}\text{C}, -1/5\text{ V}$	mm	EN 10300 ASTM G8	0.5-1 1-3
مقاومت به ضربه در ۲۳ درجه	J/mm	ASTM G14	30-40
خم‌پذیری در صفر درجه	mm	EN 10300	>70
روندگی در ۱۲۰ درجه و ۲۴H	mm	EN 10300 BS 4147	1.0
مقاومت الکتریکی $100\text{ d}, 25^{\circ}\text{C}, -50\text{ V}$	Ωm^2	DIN 30670	>10 ⁸
ازدیاد طول	%	ISO 527	>1320

- [1] BGAS SITE COATING BOOKLET (COAL TAR AND BITUMEN COATING) ,2010
- [2] The Inspection of Coating and Lining: A handbook of basic practice for inspectors, owners, and specifiers. Bernard R.Appleman,phS. 1997
- [3] Standard EN 10300 , Steel tubes and fittings for onshore and offshore pipelines Bitumenous hot applied materials for external coating
- [4] Standard BS 4147 (1980), Bitumen-based hot-applied coating materials for protecting iron or steel, including suitable primers where required
- [5] Further developments in Bitumen/polymer blends for protection, by L.Woolf, S.Andersen and E.A.Mulder, 1996
- [6] Corrosion protection of steel pipe lines using high performance modified Bitumen, by E.A Mulder & M. Sorensen, 2003
- [7] IPS-E-TP- 270 Engineering Standard For Protective Coatings For Buried And Submerged Steel Structures, DES 1997

واژه‌های مصوب فرهنگستان	Extrusion	=	روزن رانی
	Extruder	=	روزن ران
	Coal Tar	=	قطران
	Spray	=	افشانه
	درجه سانتی گراد	=	درجه سلسیوس یا °C

حفاظت آندی

بخش چهارم - کاربردهای صنعتی حفاظت آندی

احسان صائب نوری^{۱*}، موسی محمدیان^۲

^۱ شرکت رویین گران صنعت

^۲ صنایع شیمیایی اصفهان، بازرسی فنی

* نویسنده مسول: info@rooyingar.com

پس از انتشار مقالات با موضوع حفاظت آندی در شماره‌های پیشین با عنوان: "حفاظت آندی - اصول علمی"، "حفاظت آندی - اجزا و تجهیزات سامانه" و "حفاظت آندی - راه‌اندازی و نگهداری سامانه" آخرین بخش با عنوان "کاربردهای صنعتی حفاظت آندی" ارائه می‌گردد.

مقدمه:

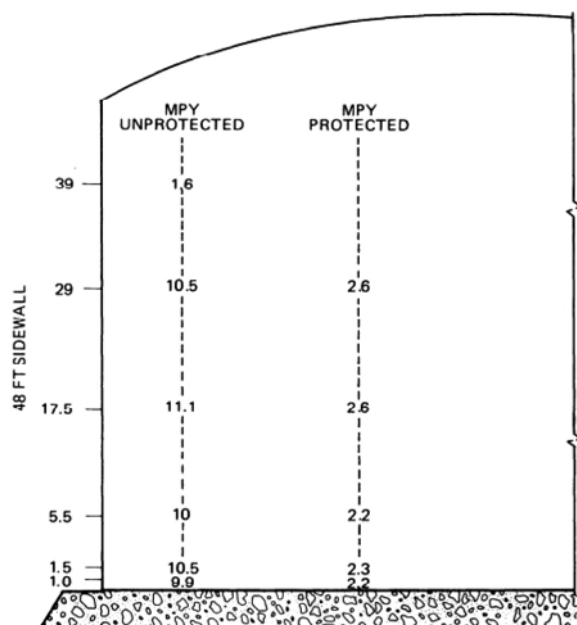
در حال حاضر اغلب صنایع شیمیایی و حتی صنایع دیگر استفاده از حفاظت آندی را برای حفاظت از سامانه‌های خود در نظر می‌گیرند و هر روزه تحقیقات زیادی در این مورد صورت می‌گیرد. در این مقاله مروری به طور خلاصه چند کاربرد مهم صنعتی حفاظت آندی ذکر شده است. حفاظت آندی برای مخازن بزرگ، راکتورهایی که در آن واکنش شیمیایی صورت می‌گیرد، مبدل‌های حرارتی و تانکرهای حمل و نقل و... بکار گرفته می‌شود. حفاظت آندی بطور موفقیت آمیزی جهت کاهش خوردگی در این سامانه‌ها استفاده می‌شود.

حفاظت آندی مخازن حاوی اسید سولفوریک

پر استفاده‌ترین مورد حفاظت آندی، کنترل خوردگی مخازن از جنس فولاد کربنی حاوی سولفوریک اسید است. صدها مخزن در آمریکا و اروپا وجود دارد که به این طریق حفاظت می‌شوند. برای اسیدهایی که حاوی یون کلر زیادی هستند از مخازن فولاد زنگ نزن استفاده می‌شود. چون اسید با غلظت و خلوص بالا نیازی به حفاظت ندارند و بعضی از شرکت‌ها ترجیح می‌دهند که تمام سامانه را از فولاد زنگ نزن انتخاب نمایند. اهمیت ساختار میکروسکوپی فولاد مورد استفاده در مخازن به دلیل تغییرات ساختاری است که در حین تغییر فرم و جوشکاری بوجود می‌آید، برای بدست آوردن اطلاعات کافی، فولاد را تحت عملیات حرارتی قرار داده و با بدست آوردن فازهای مختلف آزمایش‌های خوردگی روی آن‌ها انجام می‌شود. اطلاعات بدست آمده نشان می‌دهد که تغییر ساختار

هیچ گونه تاثیری بر روی پارامترهای موثر جهت حفاظت ندارد. برای غلظت‌های کم سولفوریک اسید معمولاً از بازدارنده استفاده می‌شود. توجهات زیادی که به کنترل خوردگی مخازن سولفوریک اسید می‌شود ناشی از نگرانی داشتن اسید در یک خلوص نسبی است. معمولاً وجود آهن زیادی در اسید باعث مشکلات در صنایع دیگر خصوصاً داروئی می‌شود. اسیدهای گران قیمت باید دارای کمترین یون آهن و حتی‌المقدور از ۵۰ ppm بالاتر نرود. بدون حفاظت مخزن برای هر زمان دلخواه، کمتر از این مقدار از یون آهن غیر ممکن خواهد بود [۱].

Fisher و Brady ذکر کرده‌اند که در تانکرهای حاوی اسید ۱۰٪، میزان یون آهن از ۳۱ ppm تا ۱۴۵ ppm در حال افزایش است حتی ممکن است یک رسوب سفید رنگ هیدروکسید آهن به صورت کلوخه تشکیل شود. این رسوبات مشکلاتی را برای تهیه دیگر محصولات شیمیایی که از اسید بدست می‌آیند به وجود می‌آورد. نتایج نشان داده که یون آهن در مخازن حفاظت نشده با سرعت (۵-۲۰ ppm/day) در حال افزایش است. این سرعت وابسته به فاکتورهای مختلفی از جمله غلظت اسید، اندازه مخزن، چگونگی قرار گرفتن مخزن (عمودی یا افقی) زمان نگهداری اسید و دمای مخزن خواهد بود [۱]. شکل ۱ میزان آهن موجود در مخزن حاوی اسید ۹۴٪ بدون حفاظت و با حفاظت را نشان می‌دهد. این شکل نشان می‌دهد که در دمای صفر درجه و پایین‌تر میزان آهن زیاد نیست و عمل حفاظت در دمای ۳۰-۴۰ درجه سلسیوس به طور چشمگیری باعث کاهش مقدار آهن در مقایسه با سامانه بدون حفاظت شده است [۱].



شکل ۳ - تاثیر حفاظت آندی در مخزن حاوی سولفوریک اسید ۹۳٪

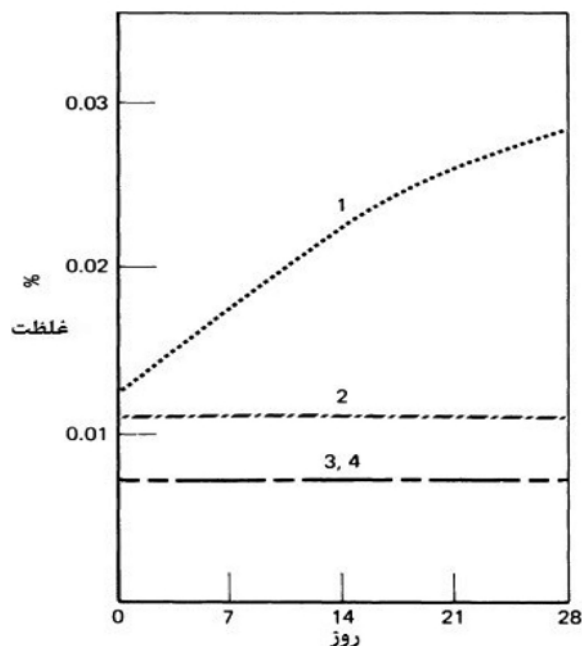
شکل ۴ نیز حفاظت آندی یک مخزن اسید سولفوریک با غلظت ۹۹-۹۴ درصد در دمای بالاتر از ۴۰ درجه سانتیگراد در یک کارخانه تولید سولفوریک اسید را نشان داده شده است.



شکل ۴ - مخزن حفاظت آندی شده برای ذخیره سولفوریک اسید خالص ۹۹ - ۹۴ درصد در دماهای بیش از ۴۰ درجه سلسیوس

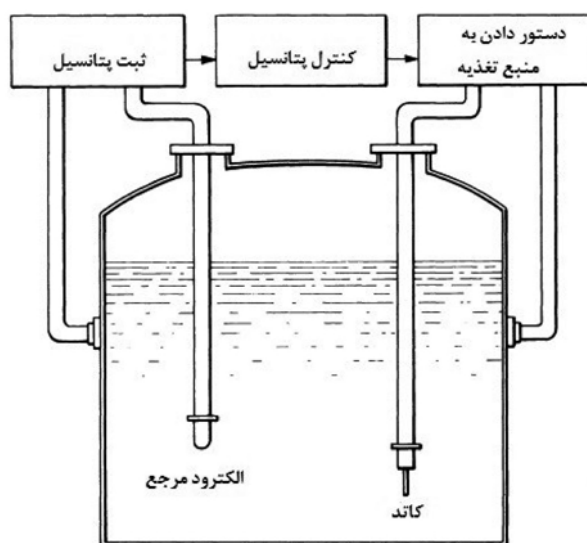
مبدل‌های سولفوریک اسید ساخته شده از فولاد زنگ‌نزن

در تولید سولفوریک اسید مقدار زیاد یاز گرما آزاد می‌شود و این گرما باید توسط سرد کردن در چرخه تولید اسید در تجهیزات تولیدی به خارج سامانه منتقل شود. عمده‌تای تولیدی با غلظت ۹۳ یا ۹۹ درصد می‌باشد و در برخی موارد ممکن است غلظت تا ۷۵ درصد پایین بیاید. اسید عمده‌تای از دمای ۹۰ به دمای ۴۰ درجه سانتی گراد سرد می‌شود. حداکثر دما مجموعه خنک کننده محدود می‌شود تا از خوردگی شدید جلوگیری شود. اولین و گسترده‌ترین نوع خنک کننده‌ها برای این منظور تا به امروز مبدل‌های حرارتی به صورت لوله و پوسته افقی یا عمودی



شکل ۱ - سرعت تجمع یون آهن در اسید سولفوریک: ۱- در دمای ۳۰-۴۰ درجه سانتی‌گراد بدون حفاظت آندی ۲- در دمای ۳۰-۴۰ تحت حفاظت آندی ۳- زیر ۰ درجه سانتی‌گراد تحت حفاظت آندی ۴- زیر ۰ درجه سانتی‌گراد بدون حفاظت آندی

شماتیک نصب سامانه حفاظت آندی در شکل ۲ آمده است. این امکان وجود دارد که حفاظت مخازن ذخیره‌سازی سولفوریک اسید فقط با یک کنترل کننده و یک منبع تغذیه صورت بگیرد. انواع سامانه‌های سوئیچینگ توسعه یافته برای این منظور، باعث اقتصادی‌تر شدن استفاده از این روش می‌شود. معمولاً تا چهار مخزن را می‌توان بدین طریق حفاظت نمود، بسته به عمق مخزن سرعت خوردگی متفاوت خواهد بود. با کوپن گذاری بطور متناوب تا عمق مخزن می‌توان سرعت‌های مختلف خوردگی را مشاهده کرد (شکل ۳). یک مخزن ۱۰۰۰۰ تنی حاوی اسید ۹۳٪ را نشان می‌دهد که کوپن‌ها به طور منظم پشت سر هم در مخزن قرار گرفته‌اند.

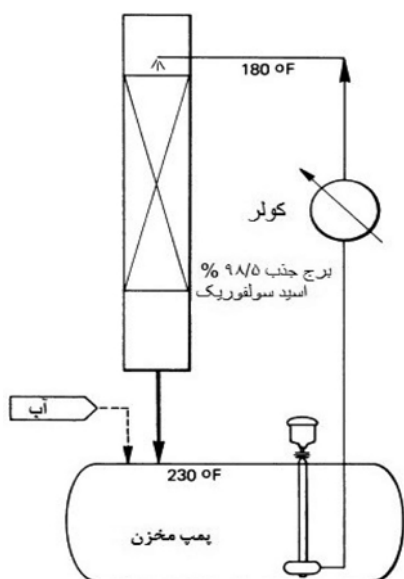


شکل ۲ - شماتیک سیستم حفاظت آندی برای یک مخزن

جدول ۱ - سرویس‌های مختلفی از مبدل‌های حرارتی حفاظت آندی شده

دما (درجه سانتی‌گراد)	فلز	غلظت %
۱۲۰-۱۰۰	۱Kh۱۸N۹T	۷۷
۱۱۵	۳۱۶	۹۸-۹۳
۶۵	۳۱۶L	۹۳
۱۱۰	۳۱۶L	۹۸
>۲۴	تیتانیوم	سولفات سدیم، سولفید هیدروژن

در شکل ۷ شماتیک یک خنک کننده فولادی که کاتدهایی از جنس پلاتین در آن تعبیه شده است نشان داده شده است. برای سال‌ها جنس خنک کننده‌ها از جنس چدن بود ولی مشکلات زیادی را بوجود می‌آورد. برای مبدل‌های حرارتی در سرویس‌های تولید سولفوریک اسید، از مواد دیگری مثل تیتانیوم و فولادهای زنگ نزن نیز استفاده می‌شود که در حال حاضر کولرهای اسید فولاد زنگ نزن ۳۱۶ بسیار متداول هستند.



شکل ۷ - شماتیک کولر و برج خنک کننده تحت حفاظت آندی

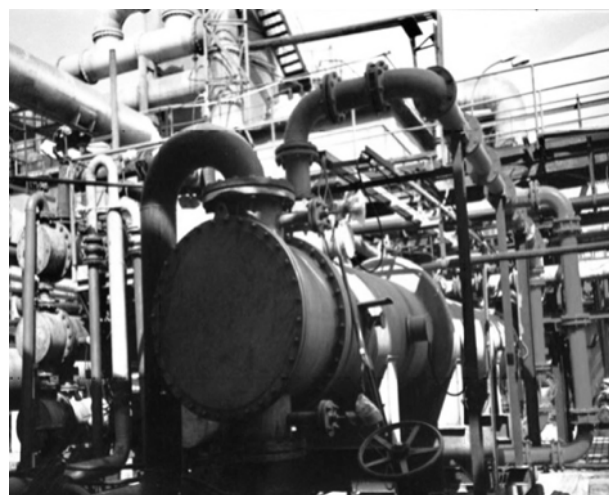
در بسیاری از کارخانجات مواد شیمیایی دیگر نیز حفاظت آندی از منظر اقتصادی مطرح است و از مبدل‌های صفحه ای همراه با حفاظت آندی (مانند شکل ۸) استفاده می‌کنند. جدول ۲ مقایسه‌ای بین چند تجهیز مشابه انجام داده است. بیش از ۵۰ کارخانه در دنیا از مبدل‌های مشابه مورد ذکر شده استفاده می‌نمایند که از طریق آن‌ها جمعاً ۴۰ میلیون تن اسید سالیانه در دنیا خنک می‌شود. در مبدل خنک کننده حفاظت آندی شده از نوع پوسته لوله‌ای در کارخانه‌های بزرگ سولفوریک اسید، معمولاً لوله‌ها از مواد مختلفی ساخته می‌شوند که در مقابل آب کولینگ مقاومت داشته باشند. اگر آب شور نباشد از فولاد زنگ نزن ۳۱۶L در ساخت تیوب استفاده می‌شود و در آب شور از آلیاژهای ۸۲۵، ۹۰۴L و ۲۰Cb۳ یا هاستلوی C برای ساخت تیوب استفاده می‌شود و در ساخت صفحه تیوب یا تیوب شیت نیز بسته به درصد اسید از ۳۰۴L یا ۳۱۶L، استفاده می‌شود.

همراه با حفاظت آندی می‌باشد که با جریان آب در لوله‌ها و جریان اسید در فضای بین لوله‌های حفاظت آندی شده موجب انتقال حرارت اسید به آب می‌شود [۶-۳]. شکل ۵ تصویر تعدادی از مبدل‌های حرارتی مورد استفاده در صنعت را نشان می‌دهد.

مبدل‌های حرارتی که آب به عنوان محیط خنک کننده در پوسته و اسید در لوله‌ها جاری باشد، کمتر متداول است. اطلاعات بیشتر را می‌توان در ارتباط با کولرهای ماریچی یافت [۸-۷]. حفاظت آندی همچنین برای کولرهای هوایی نیز استفاده می‌شود [۵، ۹ و ۱۰]. حتی لوله‌های انتقال اسید حفاظت آندی می‌شوند [۱۲-۱۱]. کاتدها اغلب از فولاد زنگ‌نزن یا آلیاژهای نیکل ساخته شده [۱۳] و الکترودهای مرجع از پلاتین یا سولفات جیوه ساخته می‌شوند. یک راه حل رقابتی برای کولرهای فولاد زنگ‌نزن آستنیتی حفاظت آندی متداول، استفاده از فولادهای زنگ نزن با عنصر سیلیسیوم بالا می‌باشد که بدون حفاظت آندی در محیط خورنده مقاومت خوبی می‌کند. نصب و راه اندازی کولرهای سولفوریک اسید ۷۵-۷۸٪ در کارخانه‌های فرآوری گازهای تکلیر از تولید فروسین (شکل ۶) به علت غلظت و دمای آستانه بالا غیر معمول می‌باشد [۳].



شکل ۵ - حفاظت آندی مبدل‌های حرارتی ساخته شده از فولاد زنگ‌نزن برای خنک کردن سولفوریک اسید ۹۸-۹۳٪



شکل ۶ - حفاظت آندی مبدل‌های حرارتی ساخته شده از فولاد زنگ‌نزن برای سرد کردن سولفوریک اسید ۷۵-۷۸ درصد

جدول ۲ - مقایسه خوردگی در دو غلظت متفاوت در مبدل‌های خنک کننده سولفوریک اسید

خصوصیات مبدل های خنک کننده سولفوریک اسید							
تعداد کاتد	سرعت خوردگی		دما				
	حفاظت شده		حفاظت نشده		°C	°F	غلظت %
	mpy	mm/yr	mpy	μm/yr			
۵	۱	۲۵/۴	۴۰۰-۲۰۰	۵/۱۰-۰۸/۱۶	۶۰	۱۴۰	۹۳
					۱۱۰	۲۳۰	۹۹

اکسید جیوه ساخته شوند. همچنین برای حفاظت تجهیزات فولادی جهت تولید اکسید آلومینیوم از این سامانه استفاده می‌شود.

صنعت کاغذ سازی

یکی از کاربردهای جدید و نسبتاً گسترده حفاظت آندی، بکار گیری آن در صنعت خمیر کاغذ و کاغذسازی است. خمیرکن‌های کاغذ در بیشتر نقاط دنیا از سال‌های ۱۹۶۰ - ۱۹۵۰ میلادی تاکنون بدین طریق حفاظت شده‌اند. جنس خمیرکن‌ها معمولاً از فولاد ساده کربنی است.

حفاظت کاتینرها و کشتی‌های حمل سولفوریک اسید

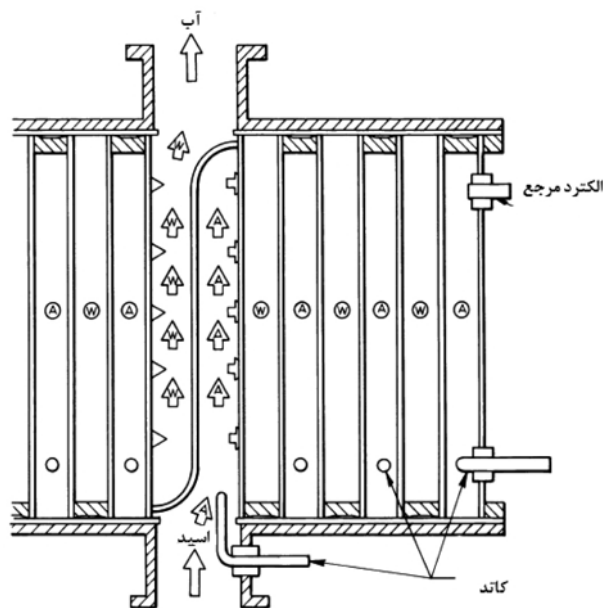
تریلرهای حاوی سولفوریک اسید را نیز می‌توان حفاظت آندی کرد. در هنگام توقف کامیون نباید جریان قطع شود و در صورت عدم استفاده از برق کامیون، باید از ایستگاه‌های برق جریان لازم را گرفت. در مرجع [۱۶] یک گزارش از حفاظت آندی قایق ۳۰۰ تنی حاوی اسید ۹۳٪ از جنس فولاد کربنی ارائه شده است. حتی میزان یون آهن بعد از حفاظت از ۲۰۰ ppm به ۸ ppm کاهش یافته است و رنگ شیرینی اسید به حالت زلاتری تغییر پیدا نموده است.

حفاظت از مخازن اسید آلوده

شرکت‌های زیادی از سولفوریک اسید مصرف شده صنایع استفاده می‌کنند. این اسیدهای برگشتی دارای محدوده وسیعی از غلظت‌های مواد آلی، آب و اجزای خیلی خورنده برای فولاد کربنی می‌باشند که خوردگی آن‌ها را افزایش می‌دهد و حفاظت آندی برای کنترل خوردگی تجهیزات در معرض این اسیدها موثر است.

حفاظت کاتینرها حامل کود شیمیایی

افزایش تولید محصولات کشاورزی در سال‌های اخیر مرهون استفاده از کودهای شیمیایی است. در بخش کشاورزی به طور وسیعی از کودهای شیمیایی بصورت محلول شامل آمونیوم نیترات و ترکیبات اورهای استفاده می‌کنند که با اضافه کردن آن به خاک میزان تولید محصولات کشاورزی را بالا می‌برند. این محلول‌ها برای فولادهای معمولی خورنده هستند لذا سعی می‌شود آن‌ها را در ظرف آلومینیومی یا فولادهای زنگ‌نزن ذخیره کنند [۱۷]. جدول‌های ۳ و ۴ اطلاعاتی درباره کوبن‌های حفاظت شده و نشده از تجربیات آزمایشگاهی را نشان می‌دهد. در بعضی از موارد سرعت خوردگی حتی به ۳۰۰ - ۲۰۰ mpy هم رسیده است. در بسیاری از سامانه‌های حفاظت شده سرعت خوردگی صفر نیز گزارش شده است. بسیار قابل توجه است که فولاد در شرایط ۸۳٪ نیترات آمونیوم در $\text{pH} = 3$ وقتی به طور



شکل ۸ - مبدل خنک کننده صفحه‌ای یا مارپیچی دارای سامانه کنترل خوردگی حفاظت آندی

حفاظت آندی در فولاد زنگ‌نزن در حمام آبکاری شیمیایی الکترولس نیکل

ظروف رسوب شیمیایی نیکل متشکل از گروه متعددی مخازن حفاظت آندی شده می‌باشد. به جای بالا بردن مقاومت خوردگی، از مخازن فولاد زنگ‌نزن همراه با حفاظت آندی استفاده می‌شود که در این مورد حفاظت آندی از رسوب نیکل روی دیواره‌های مخزن جلوگیری می‌کند. مخازن تیتانیوم به طور آندی حفاظت شده نیز برای آبکاری نیکل بدون برق (الکترولس) استفاده می‌شود. سیستم حفاظت آندی به تجهیزات استاندارد خطوط عملیاتی آبکاری شیمیایی نیکل تبدیل شده است [۱۴]. با توجه به عبور جریان، نیکل اغلب روی کاتد ساخته شده از فولاد زنگ‌نزن رسوب می‌کند. از فولادهای زنگ‌نزن به عنوان الکترو مرجع نیز استفاده می‌شود.

تجهیزات ساخته شده از فولاد زنگ‌نزن برای محیط‌های قلیایی

در مورد مخازن ذخیره هیدروکسید سدیم ساخته شده از فولاد زنگ‌نزن که به طور آندی حفاظت شده‌اند، تغییر پتانسیل در ناحیه روبین منجر به حذف خوردگی تنش (SCC) بین‌دانه‌ای می‌شود [۱۵] و استعداد ابتلا به خوردگی تنش نیز در هیدروکسید پتاسیم نیز به همین طریق حذف می‌شود. در این شرایط کاتدها می‌توانند از نیکل و الکترودهای مرجع از

است. استفاده‌های مهم دیگر از حفاظت آندی، کنترل خوردگی مخازن حمل و نقل کودهای شیمیایی است. دو مورد قابل توجه از حفاظت مخزن‌های کودهای شیمیایی از نوع نیتروژنی همراه با ملانیک اسید است [۲۱، ۲۲]. در هر مورد سطح داخلی مخازن به طریق شیمیایی رویین می‌شود و ولتاژ اعمالی بین کاتد و آند طوری کنترل می‌شود که جریان لازم جهت ادامه حفاظت را ایجاد کند. در این شرایط پتانسیل نباید به کمتر از مقدار معینی برسد چرا که باعث تجزیه محلول توسط مکانیزم‌های الکتروشیمیایی خواهد شد. برای محلول آمونیوم-نیترات آمونیوم وقتی از کاتد آلومینیومی استفاده می‌کنیم ولتاژی در حدود ۲/۲-۱/۲۵ ولت لازم است. اگر از کاتد خنثی و یا آهن استفاده کنیم میزان ولتاژ پایین می‌آید زیرا تجزیه محلول در ولتاژ پایین‌تری صورت می‌گیرد، که این خود از اختلاف پتانسیل بین آند و کاتد بوجود می‌آید. یک آزمایش برای تانکر ماشینی که حاوی ۶۰٪ آمونیوم نیترات، ۲۰٪ آمونیاک و ۲۰٪ آب است، انجام شده است [۲۱]. این تانکر $3/22 \text{ m}^2$ در ابتدای پر شدن توسط یک جریان آندی رویین می‌شود و به علت تشکیل و رشد لایه رویین جریان تغییر می‌کند و حفاظت تکمیل می‌گردد (شکل ۹).

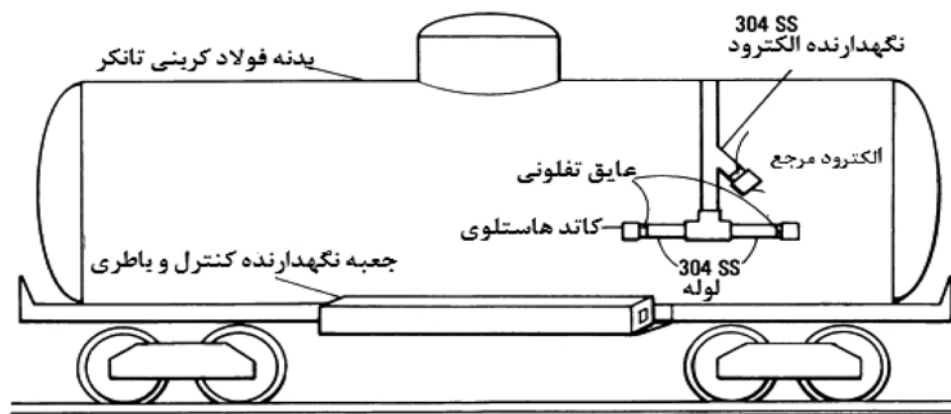
آندی پلاریزه می‌شود به شدت خورده می‌شود ولی ترکیبات دیگر در حالت آندی خیلی راحت حفاظت می‌شوند. کوزوب [۱۸] نتایج حاصل از حفاظت آندی مخزن فولادی در محلول شامل NH_4OH ، NH_3 ، $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ و اوره به مدت یک سال را گزارش کرده است. این نتایج با اطلاعات مربوط به مخزن حفاظت نشده‌ای مقایسه شده است. کوپن‌های درون مخزن حفاظت شده کاهش وزنی از خود نشان نداده ولی کوپن‌های مخزن بدون حفاظت در حدود $1/8 \text{ mm/yr}$ کاهش وزن نشان داده‌اند. این محقق بیان می‌کند که در مخزن حفاظت نشده محلول قهوه‌ای رنگ شده که علت آن محصولات خوردگی بوده است و مخزن حفاظت شده تمیز و عاری از محصولات خوردگی می‌باشد. در کف مخزن و در محل جوش سوراخ و حفره دیده شد که بعداً محل نشی بوده‌اند. این مشکلات در مخازن حفاظت شده کمتر شده است [۱۹]. در مقاله‌های اخیر زیمانسکی [۲۰] با استفاده از کوپل گالوانیکی به جای اعمال جریان نتیجه بهتری گرفته است. یک مخزن $75/5 \text{ m}^3$ شامل آمونیاک ۳۰-۲۸٪ با استفاده از قراضه‌های لوله‌های تیتانیوم (به‌عنوان کاتد) حفاظت آندی شده است. گزارش شده است که هیچ آلودگی یا تغییر رنگی در محلول دیده نشده

جدول ۳ - میزان سرعت خوردگی کوپن‌ها در محلول آمونیوم نیترات

کوپن‌هایی از جنس فولاد ۱۰۲۰ در محلول آمونیوم نیترات (۲۷°C)							
فاز مایع				پتانسیل (mv)			
حفاظت نشده		حفاظت شده		حفاظت نشده		حفاظت شده	
انواع محلول	درصد وزنی	pH	mpy	$\mu\text{m/yr}$	mpy	$\mu\text{m/yr}$	
آمونیاک	۳۰/۶	۷-۱۰					
نیتات آمونیوم	۶۹-۰	۷-۱۰	۰-۲۳۰	۰-۵۸۴۲	۰	۰	(-۱۸۰)-(-۲۰۰)
اوره	۴۳-۰	۷-۱۰					(-۱۸۰)-(-۲۰۰)
آب	۳۰-۶	۷-۱۰					

جدول ۴ - سرعت خوردگی در فاز بخار

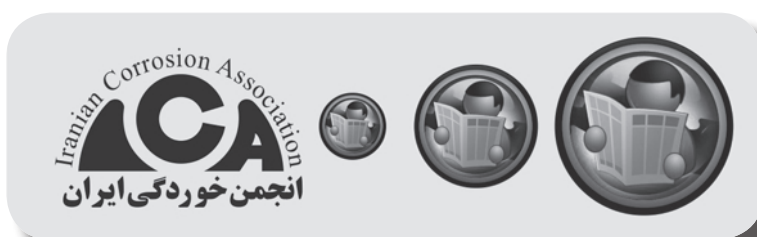
سرعت خوردگی در فاز بخار در محلول جدول بالا				
معلق در بخار		در تماس با محلول		
واحد	۲۴ ساعت	۷ روز	۲۴ ساعت	۷ روز
mpy	۰-۳۶	۱-۸	۸-۱۳۵	۱۹-۹۴
$\mu\text{m/yr}$	۰-۹۱۴	۲۵/۴-۲۰۳	۲۰۳-۳۴۳	۴۸۳-۶۱۰



شکل ۹ - شماتیک تانکر حاوی آمونیوم نیترات و اجزای سامانه حفاظت آندی

- [1] Fisher, A. O., and J. F. Brady. "Anodic passivation of steel in 100 percent sulfuric acid." *Corrosion* 19.2 (1963): 37t-44t.
- [2] Kolotyrikin, YM. "Anodic protection of steel tanks holding concentrated sulphuric acid." *Zashchita Metallov* 7.6 (1971): 722-725.
- [3] Novak, P., and M. Mokra. "Industrial installations of anodic protection in the Czech Republic." *Koroze a Ochrana Materialu* 50.1 (2006): 7-13.
- [4] Company files of Noram Engineering, Canada; Mercad Ltd., Canada; Aker Kvaerner Chemicals, Canada; MECS Inc., USA; Nantong Fareast Chemical Equipment Co Ltd., China; eKS GmbH, Germany; Savcor Group Ltd Oy, Finland.
- [5] W, Von Baeckmann, W, Schwenk, W, Prinz. Eds. *Handbook of Cathodic Corrosion Protection*, 3rd ed.; Gulf Publishing Company: Houston, TX, Elsevier Science; Chapter 21.4(1997), pp 474-488.
- [6] Bhaga, Dahya. "Waste Heat Recovery from Sulphuric Acid Plants." (1980): 19-100.
- [7] Riggs Jr, Olen L., Carl E. Locke, and Norman E. Hamner. "Equipment for Anodic Protection." *Anodic Protection*. Springer US, 1981. 49-79.
- [8] Reinoehl, J. E., and F. H. Beck. "Passivity and anodic protection." *Corrosion* 25.6 (1969): 233-242.
- [9] Spähn, H. "Korrosion und Korrosionsschutz in der Zellstoff-und Papierindustrie." *Korrosion und Korrosionsschutz*: (2009) 2931-2949.
- [10] Paulekat, F., H. Gräfen, and D. Kuron. "Anodic corrosion protection of sulphuric acid plants with regard to the recovery of heat." *Materials and Corrosion* 33.5 (1982): 254-262.
- [11] Kuron, D., et al. "Werkstoffauswahl für schwefelsäureführende Rohrleitungen bei Anwendung des anodischen Korrosionsschutzes." *Materials and Corrosion* 36.11 (1985): 489-501.
- [12] PAN, Zhengzhong, and Mingtao ZHANG. "Applications of Shell and Tube Sulfur Acid Coolers with Anodic Protection" *Chemical Engineering & Machinery* 6 (2002): 010.
- [13] Rodda, J. R., M. B. Ives, and J. R. Kish. "Corrosion of cathodes in anodic protection systems in hot concentrated sulfuric acid-Part 1: Conventional cathodes" *Materials Performance* 44.11 (2005): 10-10.
- [14] Mark, T. "Anodisches Wannenschutzsystem für Edelstahlbäder." *Jahrbuch Oberflächentechnik* 62 (2006): 55.
- [15] Le, H. H., and E. Ghali. "Slow strain rate and constant load tests of A 285 and A 516 steels in Bayer solutions." *Journal of applied electrochemistry* 22.4 (1992): 396-403.
- [16] Jones, F. W. S. "The economics of corrosion control: a case history." *Anti-Corrosion Methods and Materials* 23.12 (1976): 12-14.
- [17] Sudbury, J. D., W. P. Banks, and C. E. Locke. "Anodic protection of carbon steel in fertilizer solutions." *MATER PROTECT* 4.6 (1965): 81-82.
- [18] Novitskii, V. S., V. S. Kuzub, and Y. U. Nikhaenko. "Electrochemical Protection of Process Equipment against Local Corrosion." *Zashch. Met.* 18.3 (1982): 388-395.
- [19] Kuzub, L. G., et al. "Pilot plant tests of anodic protection of equipment in the production of ammonium carbonates." *Materials Science* 25.1 (1989): 89-91.
- [20] Szymanski, W. "Anodic Protection of C Steel in Aqueous Ammonia Solution." *Materials Performance* 16.11 (1977): 16-18.
- [21] "Preventing corrosion of ferrous metals by ammoniacal solutions of ammonium nitrate." U.S. Patent 2,366,796, issued January 9, 1945.
- [22] "Preventing corrosion of ferrous metals by solutions of electrolytes." U.S. Patent 2,377,792, issued June 5, 1945.

اخبار انجمن



- آموزش
- کارگاه‌های آموزشی کنگره هجدهم
- فهرست کتاب‌های موجود در انجمن خوردگی ایران
- اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران

آموزش

تقویم آموزشی نیمسال دوم ۱۳۹۶ مرکز آموزش انجمن خوردگی ایران

ردیف	عنوان دوره	تاریخ برگزاری	مدت دوره (ساعت)	شهریه (ریال)	پیشنیازها
۱	اصول مهندسی خوردگی	۲۷-۲۶ مهر	۱۶	۳/۶۰۰/۰۰۰	پیش نیاز دوره های آموزشی
۲	پوشش های فلزی صنعتی (آبکاری اصول و کاربردها)	۲۵-۲۴ آبان	۱۶	۳/۶۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۳	خوردگی تجهیزات نیروگاهی	۲۲-۲۰ دی	۲۴	۵/۴۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۴	مدیریت خوردگی	۱۰-۸ آذر	۲۴	۵/۴۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۵	خوردگی در واحدهای پالایشگاهی توسط مدرس NACE مطابق دوره NACE در Corrosion Control In The Refining Industry	۲۷-۲۵ آذر	۲۴	۱۲/۰۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۶	پایش خوردگی	۱۴-۱۳ دی	۱۶	۳/۶۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۷	بازدارنده های خوردگی	۱۹-۱۸ بهمن	۱۶	۳/۶۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۸	کنترل خوردگی و رسوب در دیگ های بخار	۲۷-۲۵ بهمن	۲۴	۵/۴۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۹	اسید شویی و شستشوی شیمیایی دستگاه های صنعتی	۱۰-۸ اسفند	۲۴	۵/۴۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۱۰	بررسی علت تخریب (Failure Analysis) در محیط های خوردنده	۳-۱ آذر	۲۴	۵/۴۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۱۱	دوره ویژه انتخاب مواد در صنایع نفت و گاز	۹-۷ بهمن	۲۴	۸/۰۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۱۲	دوره ویژه حفاظت کاتدی سطح ۱ و ۲	۵-۱ آبان	۴۰	۹/۰۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۱۳	حفاظت کاتدی سطح ۱ (حفاظت کاتدی عمومی)	۲۵-۲۳ آبان	۲۴	۵/۴۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۱۴	حفاظت کاتدی سطح ۲ (ارزیابی و رفع عیب سامانه های حفاظت کاتدی)	۱۰-۸ آذر	۲۴	۵/۴۰۰/۰۰۰	حفاظت کاتدی سطح ۱
۱۵	حفاظت کاتدی سطح ۳ (طراحی حفاظت کاتدی خطوط لوله زیر زمینی)	۲۷-۲۴ بهمن	۳۲	۷/۲۰۰/۰۰۰	حفاظت کاتدی سطح ۱
۱۶	دوره ویژه حفاظت کاتدی - طراحی سیستم های حفاظت کاتدی در پالایشگاه ها	۱۵-۱۳ دی	۲۴	۵/۴۰۰/۰۰۰	حفاظت کاتدی سطح ۱
۱۷	دوره ویژه بازرسی رنگ و پوشش سطح ۱ و ۲	۱۲-۸ آبان	۴۰	۹/۰۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۱۸	بازرسی رنگ سطح ۳ (اصول انتخاب سیستم های رنگ)	۱۷-۱۵ اسفند	۲۴	۵/۴۰۰/۰۰۰	بازرسی رنگ سطح ۱ و ۲
۱۹	خوردگی زیر عایق های حرارتی	۲۱-۲۰ مهر	۱۶	۳/۶۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۲۰	انتخاب ، اجرا و بازرسی سیستم های پوششی جهت سطوح داخلی تجهیزات	۲۴-۲۳ آذر	۱۶	۳/۶۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۲۱	بازرسی پوشش های حفاظتی	۱۵-۱۳ دی	۲۴	۵/۴۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۲۲	ارزیابی و کنترل کیفیت پوشش خطوط لوله مدفون	۲۲-۲۱ دی	۱۶	۳/۶۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی
۲۳	تعمیرات ظروف تحت فشار، سیستم لوله کشی و خطوط لوله بر اساس الزامات ASME PCC2-2015	۵-۱ مهر	۴۰	۹/۸۰۰/۰۰۰	سوابق کاری و آموزشی مرتبط
۲۴	پیگرانی هوشمند در خطوط لوله	۲۹ مهر الی ۱ آبان	۲۴	۹/۵۰۰/۰۰۰	سوابق کاری و آموزشی مرتبط
۲۵	خوردگی و کنترل آن در محیط های دریایی	۱۲-۱۰ آبان	۲۴	۷/۰۰۰/۰۰۰	سوابق کاری و آموزشی مرتبط
۲۶	بازرسی بر مبنای ریسک بر اساس استاندارد های 571 & API 581	۲۴-۲۳ آذر	۲۴	۷/۰۰۰/۰۰۰	سوابق کاری و آموزشی مرتبط
۲۷	روش های نوین در ارزیابی و مدیریت یکپارچه خوردگی در خطوط لوله زیر زمینی	۳۰-۲۹ آذر	۲۴	۷/۰۰۰/۰۰۰	سوابق کاری و آموزشی مرتبط
۲۸	اصول طراحی پایدینگ	متعاقبا اعلام می گردد.			سوابق کاری و آموزشی مرتبط
۲۹	مکانیزم تخریب				سوابق کاری و آموزشی مرتبط
۳۰	اصول مهندسی خوردگی	۱۲-۱۱ آبان	۱۶	۳/۶۰۰/۰۰۰	-
۳۱	حفاظت کاتدی	۱۰-۸ آذر	۲۴	۵/۴۰۰/۰۰۰	اصول مهندسی خوردگی

*سرفصل های انجمن بین المللی خوردگی NACE

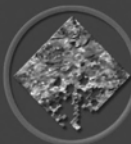
**دوره های ویژه دانشجویان با همکاری انجمن علمی ستاوردی دانشگاه صنعتی امیرکبیر برگزار خواهد گردید. ۵۰٪ تخفیف برای دانشجویان دانشگاه امیرکبیر و ۳۵٪ تخفیف برای دانشجویان سایر دانشگاه ها در نظر گرفته می شود.

- شهریه دوره به حساب بانک اقتصاد نوین، شعبه سپهدار، کدشعبه ۱۷۸ به نام انجمن خوردگی ایران به صورت های زیر قابل پرداخت است:
کارت: ۶۲۷۴۱۲۱۹۴۰۰۳۵۲۹۸
شبا: IR۰۵۰۵۵۰۰۱۷۸۸۵۰۰۵۴۶۷۹۶۹۰۰۲
- برای شرکت کنندگان در هر دوره گواهی نامه معتبر دوزبانه (فارسی و انگلیسی) مورد تایید انجمن خوردگی ایران صادر می شود.
- اعضاء حقیقی و حقوقی از ۱۰٪ تخفیف برخوردار خواهند بود.
- پذیرایی های میان وعده به همراه ناهار و پکیج (جزوه و کیف) برای هر یک از شرکت کنندگان در نظر گرفته شده است.
- جهت نام نویسی در هر یک از دوره ها و همچنین درخواست برگزاری در محل شرکت (تمامی شهرهای کشور) فرم موجود در قسمت تماس با ما را در تارنمای انجمن تکمیل و رزرو نموده تا در اولین فرصت با شما تماس حاصل گردد.
- جهت اطلاعات بیشتر با شماره تلفن های ۸ - ۸۷ ۳۴ ۴۲ (داخلی ۶۳) تماس گرفته و یا با نمابر ۸۳۴۷۷۴۹ و پست الکترونیکی Training@ICA.IR مکاتبه نمایید.
- در کانال رسمی تلگرام انجمن خوردگی ایران @ica1372 با ما همراه باشید.

WWW.ICA.IR

اشتیاق تان برای یادگیری را توسعه دهید، تا هرگز در راه رشد و تعالی متوقف نشوید

کارگاه‌های آموزشی هجدهمین کنگره ملی خوردگی



انتخاب مواد و کنترل خوردگی در تاسیسات بالا دستی تولید نفت و گاز



دکتر بونیس

- فعالیت بارز در زمینه کنترل خوردگی و انتخاب مواد در صنایع نفت و گاز
- در محیط‌های شیرین و ترش از سال ۱۹۷۹
- مهندس تحقیق و توسعه (R&D) تا سال ۱۹۸۹
- سابقه عملیات میدانی در زمینه نفت و گاز ترش
- مشاور خوردگی در حوزه اکتشاف و تولید شرکت توتال (TOTAL)
- دپارتمان فناوری در دفتر مرکزی Elf و شرکت‌های توتال (TOTAL)
- انتصاب به عنوان عضو گروه توتال در سال ۲۰۱۶
- پشتیبانی از عملیات، فعالیت‌های تحقیق و توسعه و همچنین انتقال دانش



محتوای دوره:

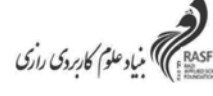
- مقدمه‌ای بر مدیریت خوردگی در تولید نفت و گاز
- اصول مدیریت خوردگی
- نقش و ویژگی کلیدی یک مهندس خوردگی در شرکت‌های نفت و گاز
- مقدمه‌ای بر مکانیزم‌های خوردگی شیرین و ترش در فولادهای کربنی:
 - انواع اصلی مخاطرات خوردگی
 - خوردگی کاهش وزن در محیط‌های حاوی H_2S+CO_2
 - ترک خوردگی H_2S
 - خوردگی بالای خط لوله (Top of Line) در محیط‌های ترش
- انتخاب مواد و راهکارهای کاهش خوردگی داخلی در تاسیسات گاز ترش مرطوب
- اصول انتخاب مواد
- پیشگیری از خوردگی کاهش وزن در خطوط لوله گاز ترش مرطوب
- کاهش خوردگی بالای خط لوله (Top of Line) در محیط‌های ترش در خطوط لوله گاز ترش
- مشکلات و راهکارهای کلیدی خوردگی در تاسیسات گاز ترش

نیت نام و کسب اطلاعات: ۸ - ۸۷ ۴۲ ۳۴ ۸۸، داخلی ۳ و ۶ - مرکز آموزش انجمن خوردگی ایران

۵ بهمن ۱۳۹۶
تهران - هتل المپیک

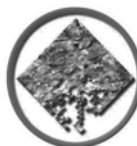


www.ica.ir
@ica1372



کارگاه‌های آموزشی هجدهمین کنگره ملی خوردگی

Iranian Corrosion Association
ICA
انجمن خوردگی ایران

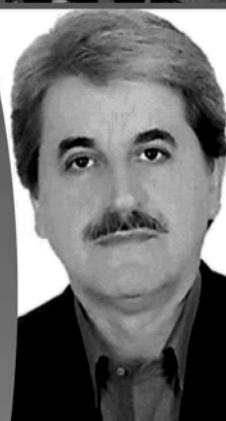


مدیریت خوردگی در صنایع نفت و گاز

دکتر عماد رعایایی

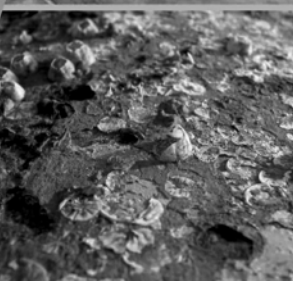
مسئولیت‌های اجرایی از سال ۱۳۶۴ تا کنون:

- مدیر بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی نفت
- رئیس واحد پژوهش خوردگی فلزات و مصالح صنعتی
- معاون پژوهشی پژوهشگاه صنعت نفت
- رئیس پژوهشگاه حفاظت صنعتی و محیط زیست
- رئیس مرکز استاندارد و تحقیقات انرژی
- مشاور سند راهبردی مدیریت خوردگی در صنعت نفت
- مستاد مدعو دانشگاه نفت
- تالیف و ترجمه کتاب مدیریت خوردگی



محتوای دوره:

- تشریح سند راهبردی مدیریت خوردگی ابلاغ شده از طرف وزارت نفت
- تشریح اجزاء مدیریت خوردگی:
- اهداف راهبردی و شاخص‌های کمی
- مدیریت خوردگی بر مبنای ریسک
- چگونگی پایش انواع خوردگی
- ارزیابی عواقب وقوع خوردگی
- روش‌های کنترل خوردگی و کاهش شدت ریسک
- مدیریت تغییر و اهمیت آن در مدیریت خوردگی
- جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده
- ذکر چند نمونه از موارد کنترل ریسک خوردگی در صنعت نفت



ثبت نام و کسب اطلاعات: ۸ - ۸۷ ۴۲ ۳۴ ۸۸، داخلی ۳ و ۶ - مرکز آموزش انجمن خوردگی ایران

۵ بهمن ۱۳۹۶
تهران - هتل المپیک



مرکز آموزش
انجمن خوردگی ایران

www.ica.ir
@ica1372

آموزشگاه
فولاد

FIRNAM
PETROLEUM
ASIA

PISHRAFTEH
PREMIER PARTNER
تجهیزات آزمونهای غیرمخرب پیشرفته

TAVANA



فدراسیون مهندسان و تکنیسینان

TECHINCO

RPA
Inspection, Consulting & Training
رایان پترو آزمون

RONASS



شرکت راسوبوری



مرکز پژوهش‌های خوردگی ملی



بنیاد علوم کاربردی رازی



مرکز پژوهش‌های خوردگی ملی

پوشش‌های
سطحی

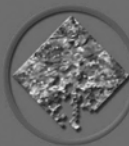
تازه‌های انرژی
ENERGY TODAY

مهندسین
NOVIN ESTEKHAR



فدراسیون مهندسان و تکنیسینان

کارگاه‌های آموزشی هجدهمین کنگره ملی خوردگی



انتخاب و کاربرد مواد بازدارنده در صنایع استخراج، تولید و انتقال نفت و گاز

دکتر سید محمد کاظم حسینی



- عضو جامعه مهندسين حرفه ای (چارترد) انگلستان
- مدیر دپارتمان مهندسی خوردگی و مواد شرکت Saipem Limited در کشور انگلستان
- پژوهشگر (Research Fellow) مهندس خوردگی و سطح در دانشگاه Surrey انگلستان
- عضو بورد (کمیته) NACE انگلستان
- فلوشیپ IOM3 و عضو حرفه ای ICorr، BINDT و SUT

محتوای دوره:

- مقدمه ای بر بهسازی شیمیایی محیط جهت کنترل خوردگی
- انواع مواد شیمیایی مورد استفاده در صنایع نفت و گاز جهت کنترل خوردگی و مکانیزم عملکرد مواد بازدارنده
- مواد بازدارنده خوردگی
- مواد بایوساید
- مواد اکسیژن زدا و H_2S زدا
- مواد رسوب زدا
- پروتکل‌های آزمایشگاهی جهت ارزیابی و انتخاب مواد بازدارنده
- مدیریت استفاده از مواد بازدارنده خوردگی و ارزیابی عملکرد آنها در حین سرویس
- استفاده از مواد بازدارنده در صنایع بالادستی استخراج و تولید نفت و گاز
- چاه‌های تولید
- خطوط لوله
- سکوهای تولید



بیت نام و کسب اطلاعات: ۸ - ۸۷ ۴۲ ۳۴ ۸۸، داخلی ۳ و ۶ - مرکز آموزش انجمن خوردگی ایران

۵ بهمن ۱۳۹۶
تهران - هتل المپیک



مرکز آموزش
انجمن خوردگی ایران

www.ica.ir
@ica1372



فجر آوران افس انرژی



شرکت روسوبه‌بری



مرکز پژوهش‌های کرامت



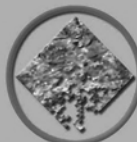
بنیاد علوم کاربردی رازی



سازده



کارگاه‌های آموزشی هجدهمین کنگره ملی خوردگی



ارزیابی سیستم‌های حفاظت کاتدی

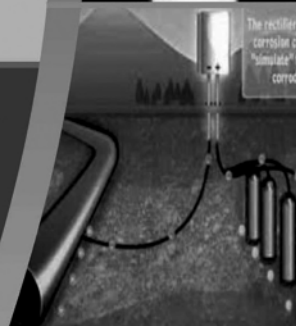
مهندس امیر صالح قربانی

- مدیر عامل شرکت پایش صنعت نوین، از سال ۱۳۷۹ تا کنون
- مدرس دوره‌ها و کارگاه‌های حفاظت کاتدی در انجمن خوردگی ایران
- گواهینامه حفاظت کاتدی (NACE)، به شماره: ۸۷۵۳
- گواهینامه آموزش حفاظت کاتدی (NACE)
- عضو انجمن مهندسين خوردگی (NACE)



محتوای دوره:

- اصول خوردگی و حفاظت کاتدیک
- انواع سیستم‌های حفاظت کاتدیک و کاربرد تجهیزات نوین در سیستم‌های حفاظت کاتدیک
- معیارهای حفاظت کاتدیک و ارزیابی سیستم‌های حفاظت کاتدیک
- اصول طراحی سیستم‌های حفاظت کاتدیک
- تداخل جریان و جریان‌های سرگردان
- مثال‌های عملی سیستم‌های حفاظت کاتدیک



ثبت نام و کسب اطلاعات: ۸ - ۸۷ ۴۲ ۳۴ ۸۸، داخلی ۳ و ۶ - مرکز آموزش انجمن خوردگی ایران

۵ بهمن ۱۳۹۶
تهران - هتل المپیک



مرکز آموزش
انجمن خوردگی ایران

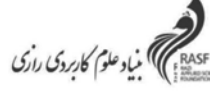
www.ica.ir
@ica1372



فجر انرژی



روسوبه‌ری



فهرست کتاب‌های موجود در انجمن خوردگی ایران

ردیف	نام کتاب	تألیف / ترجمه	قیمت (ریال)
۱	بازرسی، کنترل و مدیریت خوردگی در پالایشگاه‌ها	دکتر ابراهیم حشمت دهکردی، مهندس رسول سپهرزاد و مهندس مصطفی هدایتی مرزبالی	۲۵۰/۰۰۰
۲	روش‌های نوین و دستورالعمل‌های بازرسی فنی	دکتر سعیدرضا اله کرم، مهندس احسان هدایت‌نیا و مهندس مسعود سعادت طلب	۲۸۰/۰۰۰
۳	راهنمای عملی واپایش شیمیایی دیگ‌های بخار	مهندس محمدرضا نفری	۴۰۰/۰۰۰
۴	راهنمای عملی واپایش شیمیایی برج‌های خنک‌کن	مهندس محمدرضا نفری	۴۰۰/۰۰۰
۵	خوردگی فولاد در بتن	مهندس محمدرضا احمدی بشکانی، مهندس صادق دهقان	۲۵۰/۰۰۰
۶	گزینش مواد در صنعت به ویژه در صنایع نفت و تأسیسات وابسته	مهندس محمدرضا نفری	۳۰۰/۰۰۰
۷	راهنمای کاربرد آب در صنعت (دو جلدی)	مهندس محمدرضا نفری	۸۰۰/۰۰۰
۸	روش‌های پیشرفته جوشکاری	دکتر ابراهیم حشمت دهکردی، مهندس رسول سپهرزاد و سید محسن محمدی	۲۵۰/۰۰۰
۹	رزین‌ها - شیمی، ساختارها، مکانیزم‌های ساخت، ویژگی‌ها، کاربردها	مهندس حمید رقی	۹۰۰/۰۰۰
۱۰	خوردگی و کنترل خوردگی - مقدمه ای بر علم و مهندسی خوردگی	دکتر محمدعلی گلغدار، مهندس حمیدرضا ریاضی و مهندس داود قربانی	۳۵۰/۰۰۰
۱۱	مجموعه واژه‌های مهندسی خوردگی	فرهنگستان زبان و ادب فارسی - گروه واژه‌گزینی	۱۳۰/۰۰۰
۱۲	واژه‌های خوردگی	دکتر سیدمحمد سیدرضی	۴۰۰/۰۰۰
۱۳	فرهنگ خوردگی	دکتر سیدمحمد سیدرضی	۵۰۰/۰۰۰
۱۴	کنترل خوردگی در صنایع، ویرایش ۱۳۹۴ (ج ۱)	دکتر سیدمحمد سیدرضی	۴۲۰/۰۰۰
۱۵	کنترل خوردگی در صنایع ۳ جلدی (فقط جلد ۳) (چاپ ۱۳۷۵)	دکتر سیدمحمد سیدرضی	۱۰۰/۰۰۰
۱۶	خوردگی میکروبی	دکتر محمد علی گلغدار	۱۳۵/۰۰۰
۱۷	مهندسی خوردگی و حفاظت از فلزات	دکتر منصور فرزام	۲۱۰/۰۰۰
۱۸	خوردگی قطعات جوشکاری شده	دکتر ابراهیم حشمت دهکردی	۲۵۰/۰۰۰
۱۹	خوردگی، راه‌های عملی پیشگیری و حفاظت (جلد ۱)	مهندس محمدرضا نفری	۲۵۰/۰۰۰
۲۰	خوردگی، راه‌های عملی پیشگیری و حفاظت (جلد ۲)	مهندس محمدرضا نفری	۲۰۰/۰۰۰
۲۱	اصول خوردگی، سازوکارها، علل و روش‌های پیشگیرانه	مهندس محمدرضا نفری	
۲۲	راهنمای عملی شستشوی شیمیایی و رسوب زدایی سامانه‌های صنعتی	مهندس محمدرضا نفری	۴۰۰/۰۰۰
۲۳	بهسازی آب در صنعت	هادی چهره‌عالم	۴۰۰/۰۰۰
۲۴	راهنمای تجزیه و تحلیل از کارافتادگی سیستم آب برجهای خنک‌کننده	مهندس محمدرضا نفری	۶۰/۰۰۰
۲۵	راهنمای تجزیه و تحلیل از کارافتادگی دیگهای بخار	مهندس محمدرضا نفری	۴۰/۰۰۰
۲۶	اصول و کار پمپ و فرآیند	مهندس محمدرضا نفری	۹۵/۰۰۰
۲۷	بررسی روشهای ضد عفونی آبهای آشامیدنی بهداشتی و صنعتی	مهندس محمدرضا نفری	۳۹/۰۰۰
۲۸	اصول و کاربرد بازدارنده‌های خوردگی جلد یک	مهندس محمدرضا نفری	۶۰/۰۰۰
۲۹	اصول و کاربرد بازدارنده‌های خوردگی جلد دو	مهندس محمدرضا نفری	۶۷/۰۰۰
۳۰	اصول و کاربرد بازدارنده‌های خوردگی جلد سه	مهندس محمدرضا نفری	۶۸/۰۰۰
۳۱	راهنمای کار دستگاههای فرآیندی جلد یک و دو	مهندس محمدرضا نفری	هر جلد ۵۰/۰۰۰
۳۲	اصول خوردگی - سازوکارها، علل و روش‌های پیشگیرانه	مهندس محمدرضا نفری	۲۵۰/۰۰۰
۳۳	تکنولوژی و علم بسیار جلد یک	مهندس محمدرضا نفری	۶۶/۰۰۰
۳۴*	تکنولوژی و علم بسیار جلد دو	مهندس محمدرضا نفری	۶۹/۰۰۰
۳۵	حفاظت کاتدی کاربردی خطوط لوله و مخازن	دکتر شهرابی فراهانی، دکتر علی اف خضایی و مهندس طاهر شهرابی فراهانی	۱۰۰/۰۰۰
۳۶	نقش آب و کنترل خوردگی در صنایع	مهندس سیداحمد پیشنهادی	۵۵/۰۰۰
۳۷	رزین‌های پلی یورتان	مهندس سید محمود کثیریه، مهندس روح ا... رضا سلطانی و مهندس یاسر پناهی	۱۱۰/۰۰۰
۳۸	استانداردها، راهنمای آماده سازی سطوح و اعمال پوششهای حفاظتی	مهندس محمود کثیریه	۷۰/۰۰۰
۳۹	مواد افزودنی رنگ	مهندس سیدمحمود کثیریه، مهندس طاهره سماعی یکتا	۲۲/۰۰۰
۴۰	هوازدهی رنگ‌ها و پوشش‌ها	مهندس سید محمود کثیریه، دکتر فرشته رضایی	۱۰۰/۰۰۰
۴۱	مبانی تصفیه آب	دکتر محمود پیکری	۱۱۵/۰۰۰
۴۲	جلوگیری از خوردگی فلزات توسط حفاظت کاتدی به روش آند فداشونده	دکتر احمد ساعتچی	۵۰/۰۰۰
۴۳	روش‌های بازرسی و نظارت بر خوردگی	دکتر محمد علی گلغدار	۱۵۰/۰۰۰
۴۴	مهندسی فاضلاب پنج جلدی	مهندس محمدرضا نفری	۶۱۰/۰۰۰

ردیف	نام کتاب	تألیف / ترجمه	قیمت (ریال)
۴۵	انتخاب مواد برای حداقل کردن خوردگی در صنایع شیمیایی نفت، گاز و پتروشیمی	دکتر احمد ساعتچی، مهندس فاطمه اصغرزاده جاوید و مهندس محسن صمدی خوشخو	۵۰/۰۰۰
۴۶	اسمز معکوس جلد ۱	مهندس محمدرضا نفری	۹۵/۰۰۰
۴۷	اسمز معکوس جلد ۲	مهندس محمدرضا نفری	۹۰/۰۰۰
۴۸	اصول و مبانی مهندسی خوردگی	مهندس منوچهر مداحی	۱۴۰/۰۰۰
۴۹	راه کارهای عیبزدایی در راکتورهای ناپیوسته متوالی	مهندسان مهدی سیفالهی، سمانه رحمانی و اکرم کاوه	۱۴۰/۰۰۰
۵۰	اصول و مبانی پایش خوردگی در صنعت	مهندس محمد حسن رستگار زارع	۶۹/۰۰۰
۵۱	تصفیه آب‌های صنعتی به ویژه در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی	مهندس محمدرضا نفری	۱۸۰/۰۰۰
۵۲	کاربرد سامانه‌های غشایی در صنعت آب	مهندس محمدرضا نفری	۱۶۰/۰۰۰
۵۳	مقدمه‌ای بر آزمون فراصوتی آرایه فازی	مهندس مصطفی مردانی خراط	۱۴۰/۰۰۰
۵۴	انتخاب مواد برای کاربرد در دماهای بالا	مهندس آرام اسعدی	۱۵/۰۰۰
۵۵*	پرتو نگاری صنعتی (فنون تصویرسازی)	دکتر ابراهیم حشمت دهکردی	۱۵۰/۰۰۰
۵۶	آزمون‌های غیرمخرب (روش فراصوتی)	دکتر ابراهیم حشمت دهکردی	۱۵۰/۰۰۰
۵۷	اصول آزمون ذرات مغناطیسی	دکتر ابراهیم حشمت دهکردی	۱۵۵/۰۰۰
۵۸	مقدمه‌ای بر روش‌های الکتروشیمیایی خوردگی	دکتر آرشد فتح‌الحسینی	۳۵/۰۰۰
۵۹	مبانی مهندسی خوردگی	دکتر آرشد فتح‌الحسینی، دکتر احمد ساعتچی	۶۰/۰۰۰
۶۰	خوردگی فولادهای زنگ نزن	دکتر آرشد فتح‌الحسینی، دکتر احمد ساعتچی و مهندس پرویز محمدیان صمیم	۷۰/۰۰۰
۶۱	قطعات ریختگی آلیاژهای آلومینیم (خواص، فرایندها و کاربردها)	دکتر آرشد فتح‌الحسینی	۱۷۰/۰۰۰
۶۲	سازه‌های ضد اسید	مهندس پوریا آذریخت	۱۸۰/۰۰۰
۶۳	یون‌زدایی از آب و فرآیندهای شیمیایی	مهندس نرگس اسماعیلی، مهندس فرهاد عبدالله فریدنی	۱۶۲/۰۰۰
۶۴	پیگمنت‌ها	مهندس شمس الدین استوار	۸۰/۰۰۰
۶۵	فرآیند تبدیل گاز به مایع	مهندس بیتا مهری	۳۵/۰۰۰
۶۶	آب‌بندهای مکانیکی	مهندس مرتضی اقبالیان، مهندس علی آقاآبری	۳۵/۰۰۰
۶۷	آزمون‌های آزمایشگاهی خوردگی و حفاظت - همراه با سوال و تمرین	دکتر محمدعلی گل‌عذار	۸۰/۰۰۰
۶۸	مبانی اکسیداسیون و خوردگی فلزات در دماهای بالا	دکتر احمد ساعتچی	۸۰/۰۰۰
۶۹	آماده‌سازی سطح برای رنگ‌آمیزی صنعتی - با ابزارهای دستی، ابزارهای قدرتی، سانتریفیوژ، پاشش ساینده و ...	مهندس حسن گل‌مکانی	۱۰۰/۰۰۰
۷۰	CD مجموعه مقالات کنگره اول تا هشتم خوردگی	انجمن خوردگی ایران	۳۰۰/۰۰۰
۷۱	مجموعه مقالات هفتمین و هشتمین کنگره ملی خوردگی	انجمن خوردگی ایران	۱۰۰/۰۰۰
۷۲	مجموعه مقالات نهمین و دهمین کنگره ملی خوردگی	انجمن خوردگی ایران	۱۰۰/۰۰۰
۷۳	مجموعه مقالات یازدهمین کنگره ملی خوردگی	انجمن خوردگی ایران	۱۸۰/۰۰۰
۷۴	مجموعه مقالات دوازدهمین و سیزدهمین کنگره ملی خوردگی (کتاب و CD)	انجمن خوردگی ایران	هر یک ۱۰۰/۰۰۰
۷۵	مجموعه مقالات چهاردهمین و پانزدهمین کنگره ملی خوردگی (کتاب و CD)	انجمن خوردگی ایران	هر یک ۱۰۰/۰۰۰
۷۶	مجموعه مقالات شانزدهمین کنگره ملی خوردگی (کتاب و CD)	انجمن خوردگی ایران	۱۲۰/۰۰۰
۷۷	مجموعه مقالات هفدهمین کنگره ملی خوردگی (کتاب و CD)	انجمن خوردگی ایران	۱۴۰/۰۰۰
۷۸	کامپوزیت‌های خود ترمیم شونده	مهندس محمد عابدینی	۱۴۰/۰۰۰
۷۹	الکتروشیمی پیشرفته (مباحث بنیادی و کاربرد)	دکتر محسن لشگری	۷۲/۰۰۰
۸۰	پوشش‌های مقاوم به خوردگی جوی در مهندسی سطح	دکتر کریم زنگنه مدار	در دست چاپ
۸۱	طیف سنجی امپدانس الکتروشیمیایی (EIS) - مبانی و کاربردها (چاپ دوم)	دکتر میرقاسم حسینی، ایرج احدزاده	در دست چاپ
۸۲	-	-	-
۸۴	-	-	-
۸۵	-	-	-
۸۶	-	-	-
۸۷	-	-	-
۸۸	-	-	-

• چاپ کتاب‌های ستاره‌دار * در سه سال اخیر می‌باشد

• شماره حساب ۷۰۰۸۱۴۴۹۷۵۹۳، بانک شهر، شعبه میدان فردوسی، کد ۳۳۹ به نام انجمن خوردگی ایران (بعد از واریز تصویر فیش به انجمن ارسال شود)

جهت دریافت و یا ارسال کتب فوق با دفتر انجمن با شماره تلفن ۸ - ۸۷ ۴۲ ۳۴ ۸۸ داخلی ۲ و یا شماره نمابر ۸۸۳۴۷۷۴۹ تماس حاصل نمایید.

اعضای حقوقی انجمن خورده‌گی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۱۰۱	مدیریت تولید برق گیلان	تولید نیروی برق (سیکل ترکیبی)	گیلان - رشت - شهر صنعتی - نیروگاه سیکل ترکیبی	۱۳۱۳۳۸۲۶۰۴
۵۱۰۲	شرکت ملی گاز منطقه یک گاز رسانی و فروش	گازرسانی و فروش طراحی و مهندسی - خطوط لوله و انتقال گاز	اهواز - جاده اهواز سربندر - شرکت ملی گاز	۰۶۱۳۴۴۴۰۰۷۱
۵۱۰۳	شرکت تولید مواد اولیه والیاف مصنوعی	تولید کننده دی متیل ترفتالات به عنوان ماده اولیه پلی استر	اصفهان - ۴۵ کیلومتری اصفهان جاده مبارک‌کف ص پ: ۸۱۶۵۵-۱۵۶۹	۳۱۳۳۳۵۲۴۱
۵۱۰۴	شرکت رنگسازی بازاک	رنگ‌سازی	تهران - خ ولی عصر - پایین تراز توانیر - جنب فروشگاه بلوچ - پلاک ۲۴۷۰	۸۸۷۷۰۵۰۵
۵۱۰۵	مهندسی و تجهیزات صنعت آب و برق ایران	بازرسی کلیه تجهیزات سدها و آب‌رسانی، لوله و خدمات برق	تهران - خیابان میرزای شیرازی - بین مطهری و بهشتی - نبش کوچه مقدم - پلاک ۲۴۲ - طبقه سوم - ص پ: ۱۴۱۵۵۵-۴۴۱۴	۸۸۷۰۲۸۱۸
۵۱۰۶	آب و فاضلاب تهران	تصفیه و توزیع آب و جمع آوری آبهای سطحی و فاضلاب	تهران - بلوار کشاورز - خ حجاب - ص پ: ۱۴۱۵۵-۱۵۹۵	۸۸۹۶۶۰۷۰
* ۵۱۰۷	سرمایه گذاری صنایع شیمیایی	تولید مواد پتروشیمی - مواد اولیه ساخت شوینده ها - تولید الکیل بنزن خطی (LAB)	اصفهان - ۱۵ کیلومتر ۱۵ جاده اصفهان به تهران - غرب نیروگاه شهید منتظری - کدپستی: ۸۳۲۵۱۴۴۱۱۴	۰۲۱-۲۲۰۵۹۸۶۸
۵۲۴۲	سرمایه‌گذاری صنایع شیمیایی	تولید مواد پتروشیمی - مواد اولیه ساخت شوینده‌ها - تولید الکیل بنزن خطی (LAB)	تهران - خ آفریقا - کوچه شهید سعیدی - شماره ۹۱	۲۲۰۵۹۸۶۷
۵۱۰۸	صنایع پلاستیک خوزستان	تولید ساخت فیلم ورق پلاستیک و ظروف یکبار مصرف	تهران - خ سپهبد قرنی - خ موسی کلانتری - ساختمان ۲۰ - پلاک ۷۶ - طبقه ۴ - واحد ۲۲	۸۸۰۶۱۶۱
۵۱۰۹	پتروشیمی خراسان	پتروشیمی	بجنورد - ۱۷ کیلومتر ۱۷ جاده بجنورد شیروان - صندوق پستی ۱۴۱۳ - شرکت پتروشیمی خراسان	۰۵۸۳۲۳۳۴۵۶۰
۵۱۱۰	پتروشیمی آبادان	پتروشیمی	آبادان - کوی مطهری - ص پ: ۱۳۸	۰۶۱۵۳۲۶۰۰۲۱
۵۱۱۱	توانیر	تولید و انتقال نیروی برق ایران	تهران - میدان ونک - خ توانیر - ساختمان مرکزی توانیر	۲۷۹۳۴۰۰۹
۵۱۱۲	پتروشیمی تبریز	پتروشیمی	تبریز - ۷ کیلومتر ۷ جاده آذرشهر - مجتمع پتروشیمی تبریز - دفتر مدیرعامل	۰۴۱۳۴۲۸۰۰۰۰
۵۱۱۳	لوله‌سازی اهواز	تولید لوله‌های نفت گاز، شیمیایی، طراحی و مهندسی	تهران - خ بهشتی - ابتدای احمد قصیر - کوچه دوم - پلاک ۱۹	۸۸۷۳۴۹۶
۵۱۱۴	ایرینک	تولید برق - تجهیزات پزشکی - صنعتی - استخراج از معادن - طراحی و مهندسی	انتهای خ گاندی شمالی - پ ۷، ص پ: ۱۹۳۹۵-۳۳۴۴	۸۸۷۷۸۱۱۶
۵۱۱۵	آب و برق خوزستان	نیروگاه‌های تولید برق	اهواز - جاده گلستان - ساختمان ۵ طبقه - سازمان آب و برق خوزستان - ص پ: ۶۱۳۳۵-۱۳۷	۰۶۱۳۳۳۶۰۱۳۶
۵۱۱۶	صنایع فولاد (سایا)	ریخته‌گری قطعات سنگین و فوق سنگین	اصفهان - میدان آزادی - خ هزار جریب - خ آزادی - ساختمان ۱۳۲	۰۳۱۳۶۶۸۱۱۲۱
۵۱۱۷	شرکت اکپام	—	تهران - سه راه زندان - خ شیخ صفی - شماره ۱/۳۰۲ کد پ: ۱۶۱۳۶	۰۲۱۸۸۷۰۷۸۹۰
۵۱۱۸	مهندسین مشاور دز آب	خطوط لوله و انتقال	اهواز - کوی گلستان ص پ: ۶۱۴ - کد پستی: ۶۱۳۳۵	۰۲۱۳۳۳۷۲۶۰۴
۵۱۱۹	تاید واتر	صنایع دریایی	میدان ولی عصر - خ فتحی شقایق - شماره ۱۵ کد پستی: ۱۴۳۳۶	۰۲۱۸۸۸۵۵۳۳۲۱
۵۱۲۰	صنایع مهمات‌سازی پارچین	ذوب فلزات الیازی کارخانجات شیمیایی	تهران - ۳۰ کیلومتر ۳۰ جاده خاوران - صنایع مهمات‌سازی	۰۲۹۲۳۰۲۲۵۷
۵۱۲۱	کارخانجات پروفیل ساوه	تولید کننده لوله و پروفیل صنعتی و ساختمانی	تهران - بلوار کشاورز - ساختمان صفا - شماره ۱۵۸ - کد پ: ۱۳۱۶۶	۸۸۹۷۹۰۱۵
۵۱۲۲	دانشکده علوم و فنون نیروی دریایی سپاه	صنایع دریایی و آموزشی	چالوس - کدپستی: ۴۶۶۱۹۳۷۳۵۷ - دانشکده علوم و فنون نیروی دریایی سپاه	۰۱۹۱۲۲۲۶۸۴۳
۵۱۲۳	شرکت رنگان‌فر	شیمیایی و رنگ	تهران - منطقه ۶ - ولی عصر - نرسیده به توانیر - ک. شروان - پ. ۱۵ - ط. سوم - زنگ دوم - صندوق پستی: ۵۱۴-۱۴۳۳۵	۰۲۱۸۸۶۱۳۷۷۶
۵۱۲۴	شرکت عمران کیش	شرکت طراحی و مهندسی		
۵۱۲۵	شرکت کشت و صنعت شمال	کارخانجات صنایع غذایی	بزرگراه مدرس - خ وحید دستگردی پایین تر از بیمارستان علی اصغر - پلاک ۳/۲۱۰	۱۵۱۳۳۳۲۹۸۱
۵۱۲۶	شرکت پتونیا	نیروگاه تولید برق و فلزات و الیازسازی	تهران - خیابان وزراء - خیابان ۲۱ - پلاک ۹ - طبقه سوم	۲۱۸۸۷۵۳۸۹۸

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۱۳۷	شرکت تهران فایبر	نیروگاه تولید برق و فلزات و آلیاژسازی	تهران - خیابان فاطمی - مقابل خیابان حجاب شماره ۲۴۱ - طبقه اول واحد ۲ - کدپستی: ۱۴۱۴۶۵۷۹۴۴	۰۲۱۸۸۹۷۲۸۸۴
۵۱۳۹	شرکت نیروکلر	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ ولی عصر - نیش استاد مطهری - کوچه افتخار - پ ۳۸ - ط ۲ - شماره ۲	۰۲۱۸۸۸۰۲۹۴۱
۵۱۳۰	شرکت نفت پارس	کارخانجات شیمیایی و پالایش	کیلومتر ۲۲ جاده مخصوص کرج - پالایشگاه نفت پارس - کتابخانه - برسد بدست سرکار خانم سپیده ترک زاده	۰۲۱۲۲۲۲۹۵۰۰
۵۱۳۱	شرکت نفت فلات قاره	اکتشافات، تولید و بهره برداری	تهران خیابان ولیعصر - قبل از پارک ویکوچه تورجبرج خاکزاد - پلاک ۱۲	۲۱۲۲۶۴۴۶۹
۵۱۳۲	شرکت استیلارما	اکتشافات، تولید و بهره برداری	جاده قدیم کرج - خ خلیج - کوچه شهید خسرو تقوی پلاک ۹۰	۲۱۸۸۶۱۰۵۶۲
۵۱۳۳	شرکت چسب سازی و رنگ سازی صانع یکتا	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ جمهوری - چهارراه فلسطین - بازار کاخ - ط ۱ - پ ۲۱	۰۲۱۶۶۴۱۰۱۷۹
۵۱۳۴	شرکت گاز آذربایجان شرقی	خطوط لوله و مراکز تحقیقاتی	تهران - خ ولی عصر - فلکه دانشگاه - خ تخت طاوس شرقی - جنب اداره استاندارد و پخش هجرت - مرکز آموزش	۴۱۳۴۴۳۸۱۸۱
۵۱۳۵	شرکت توسعه پوشش صنعت نوین	خطوط لوله و طراحی و مهندسی صنایع و ساخت تجهیزات	تهران - خ ولی عصر - نیش زرتشت شرقی - کوچه سروش - شماره عواحد ۱۵	۲۱۸۸۸۰۳۳۷۱
۵۱۳۶	شرکت رز پلیمر	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ سهروردی شمالی - هویزه غربی - پ ۹۲	۲۱۸۸۷۵۹۹۲۴
۵۱۳۷	شرکت صبا نیرو نگار	طراحی و نصب تاسیسات حفاظت کاتدی	تهران - انتهای بلوار فرحزاد - خ طاهر خانی - میلاد دوم غربی - پ ۲۲ ط ۴	۲۱۲۲۰۸۹۳۰۸
۵۱۳۸	شرکت کارسازان تفتان	خطوط انتقال نیروگاه های تولید برق و فلزات آلیاژسازی	تهران - خیابان سهروردی شمالی - خیابان خرمشهر - خیابان نویخت - برج نویخت طبقه ۱۱ واحد ۲۱	۰۲۱۸۸۵۱۰۲۷۹
۵۱۳۹	شرکت پایش صنعت نوین	طراحی و مهندسی خوردگی و حفاظت کاتدیک	تهران - خ خالد اسلمبولی (وزرا) - خ ۱۴ - پ ۳ ط ۴ - کدپستی: ۱۵۱۱۷۶۸۱۱۵	۲۱۸۸۷۰۵۵۵۶
۵۱۴۰	موسسه تحقیقاتی امیرکبیر	مراکز تحقیقاتی آموزشی	خیابان ولیعصر - روبروی خ مطهری - خ فتحی شقایق - نیش خ جهان مهر - پلاک ۱۰۰ طبقه چهارم	۲۱۸۸۹۵۲۳۳۹
۵۱۴۱	شرکت رنگ الوان	تولید رنگ و رزین	تهران - میدان ۷ تیر - خ لطفی - پ ۱۵ - طبقه ۳	۰۲۱۸۸۸۴۷۴۴۴
۵۱۴۲	شرکت پارسی فام	تولید کننده رنگ های صنعتی حفاظتی	تهران - خیابان ملاصدرا - خیابان شیراز جنوبی - خیابان سامان - مجتمع پاسارگاد - طبقه اول ۳ آ	۸۸۲۱۱۸۴۹
۵۱۴۳	مرکز تحقیقات مس سرچشمه	استخراج، اکتشاف، مراکز تحقیقاتی	رفسنجان مجتمع مس سرچشمه - امور تحقیقات و مطالعات - تهران - خ ولیعصر - پایین تراز پارک ساعی شماره ۱۰۹۱	۳۴۳۴۲۰۵۷۳۱
۵۱۴۴	شرکت گاز مازندران	خطوط و انتقال گاز	ساری - بلوار طالقانی - ص پ : ۸۹۱	۰۱۵۱۳۲۰۴۰۸۰
۵۱۴۵	پتروشیمی بندر امام (بسیاران)	پتروشیمی	ماهشهر - بندر امام خمینی پتروشیمی بسیاریان	۶۵۲۲۵۵۲۳۲۰
۵۱۴۸	طوبی تاک	طراحی و مهندسی - مرکز تحقیقاتی آموزشی	تهران - کارگر شمالی - روبروی پارک لاله - کوچه ارج - پلاک ۸	۲۱۸۸۸۱۱۹۳۴
۵۱۴۹	برنا الکترونیک	تولید تجهیزات، طراحی و اجرای سیستم های حفاظت کاتدیک	تهران - خ ش رجایی - نرسیده به بیمارستان ۷ تیر - جنب زمین فوتبال / تهران - شهرک سئول - کوچه ۸ شرقی - پلاک ۷ - طبقه اول	۰۲۱۵۵۵۴۴۰۰۰
۵۱۵۳	پتروشیمی امیرکبیر	پتروشیمی	بندر امام - منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی - سایت ۴ - پتروشیمی امیرکبیر - اداره تحقیق و توسعه	۲۱۸۴۲۴۷۰۰۰
۵۱۵۶	شرکت پتروشیمی اراک	پتروشیمی، کارخانجات شیمیایی	تهران - خ ولی عصر - خیابان تابان غربی - پلاک ۶۸	۰ ۸۶ ۳۲۶۳۰
۵۱۵۸	پتروشیمی اصفهان	پتروشیمی - کارخانجات شیمیایی	اصفهان - کیلومتر ۵ جاده اصفهان - تهران - بلوار اختصاصی پتروشیمی	۳۱۳۳۹۲۲۷۰۱
۵۱۶۰	خدمات نفت و گاز آمن پارس	توزیع کننده انحصاری رنگ های صنعتی و دریایی آمرن - اجرای آمادگی سطح رنگ آمیزی صنایع سنگین پتروشیمی نفت و سیستم دریایی - روش اعمال خدمات مشاوره در زمینه خوردگی	تهران - خ اسدآبادی - شماره ۴۵۱ - کدپستی: ۱۴۳۴۷	۲۱۸۸۰۶۶۴۹۸

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۱۶۱	رسوبگیری	طراحی ساخت، نصب راه اندازی، تعمیر و نگهداری و لوازم یدکی سیستم‌های تصفیه آبهای صنعتی و شرب	تهران - خیابان میرزای شیرازی شمالی - بالاتر از مطهری - کوچه عرفان پلاک ۲۸ - کدپستی: ۱۵۸۶۷۱۳۷۱۳	۰۲۱۸۸۱۰۶۱۱۰
۵۱۶۳	مهندسين مشاور ناموران	مشاوره مهندسی برق	تهران قیطریه شمالی - خ ش خراسانی - پلاک ۷-	۲۱۲۲۳۱۶۲۰
۵۱۶۴	تراویس ایران	تولید مواد شیمیایی ویژه صنایع (بخصوص نفت، گاز، پتروشیمی)	تهران - خ ولی عصر - روبروی درب اصلی پارک ساعی - جنب بانک ملت - طبقه دوم - پلاک ۲۲۸۲	۲۱۸۸۷۲۳۰۲۰
۵۱۶۵	فولاد خوزستان	تولید انواع شمش‌های بیلت، بلوم و اسلب، تغذیه و تبدیل به ورق و فولاد ساختمانی	اهواز - کیلومتر ۱۰ بندرامام	۶۱۳۲۹۰۸۰۰۰
۵۱۶۸	سیماب رزین	تولید رزین اکریلیک	تهران - خیابان ملاصدرا - خ شیراز جنوبی - کوچه فلاخی - پ ۲۶ - واحد ۶ ص پ: ۱۴۱۵۵-۱۵۸	۲۱۸۸۲۱۱۲۱۶
۵۱۷۰	انرژی سمنان	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ آفریقا - کوچه گلغام شماره ۶۰ واحد ۳۹	۲۱۲۲۰۴۸۶۶۰
۵۱۷۳	نارگان	طراحی مهندسی در زمینه نفت گاز و پتروشیمی و سایر صنایع	تهران - خ طالقانی - روبروی هلال احمر - جنب بانک پاسارگاد - شماره ۱۱ ساختمان مرکزی شرکت نارگان	۰۲۱۸۸۹۱۴۹۲۶
۵۱۷۴	شرکت ملی پالایش و پخش فراورده‌های نفتی ایران	پالایش و پخش	تهران - خیابان طالقانی - روبروی بنیاد شهید - نبش کوچه کاشفی - ساختمان مرکزی دوم - طبقه اول - اداره بازرسی فنی و نظارت / تهران - خ طالقانی - خ ورشو - جنب پارک ورشو - ساختمان غدیر - پلاک ۴ - طبقه ۴	۲۱۶۱۶۹۳۳۱
۵۱۷۶	شرکت فولاد خراسان	تولید انواع شمش‌های بیلت، بلوم و اسلب، تغذیه و تبدیل به ورق و فولاد ساختمانی	تهران - میدان ولیعصر - روبروی سینما استقلال - شرکت ملی فولاد - طبقه ۴ - برج شمالی - اتاق ۴۱۰	۵۵۱۰۲۴۵۳۲۱۰
۵۱۷۹	شرکت پالایش نفت لاوان	پالایش	شیراز - ص پ: ۷۱۳۶۵-۵۶۸	۷۱۳۲۲۴۹۹۲۶
۵۱۸۰	شرکت ابداع گران پدیده	پالایش - پتروشیمی - خطوط لوله و انتقال - طراحی و مهندسی	تهران - پاسداران - میدان هروی - خیابان شهید موسوی - خیابان ضابطی - نبش خیابان غیانی - پلاک ۴۰ - طبقه دوم - کدپستی: ۱۶۶۷۸۴۶۱۱۱	۰۲۱۲۲۹۷۳۸۹۰
۵۱۸۵	شرکت ملی و مهندسی ساختمان نفت ایران	خطوط انتقال لوله - شرکت‌های طراحی و مهندسی	تهران - خیابان سپهبد قری - روبروی داده پردازی ایران - شرکت ملی و مهندسی ساختمان نفت ایران -	۲۱۸۸۱۷۸۸۴۴۰
۵۱۸۶	شرکت پدید آب سپاهان	خطوط لوله و انتقال	اصفهان - خیابان اردیبهشت شمالی - ترسیده به مخابرات - کدپستی: ۸۱۳۵۸۵۳۱۶۴	۰۳۱۳۲۳۵۲۴۶۷
۵۱۸۸	شرکت مهندسی خوردگی کیا	پوشش‌های محافظتی ضد خوردگی	تهران - سعادت آباد - بلوار دریا - خیابان موج - کوچه عسکری - پلاک ۳۳	۰۲۱۲۲۵۳۰۵۵
۵۱۸۹	شرکت تکین کو	نفت، گاز و پتروشیمی - بازرسی فنی و کنترل خوردگی تست‌های غیر مخرب	تهران - ص پ: ۱۵۷۴۵۸۷۶ - تهران - خ مطهری - خ کوه‌نور نبش کوچه پنجم - پ ۱۸ - واحد ۱۱	۰۲۱۸۸۷۴۱۰۲۷
۵۱۹۰	شرکت مدیریت تولید نیروگاه‌های گازی جنوب غرب آبادان	نیروگاه‌های گازی	آبادان - ۹ کیلومتری جاده ماهشهر - ص پ: ۶۷۳	۶۳۱۴۴۳۴۵۲۲
۵۱۹۶	خطوط لوله و مخابرات نفت ایران	صنایع نفت	تهران - خ سپهبد قری - بالاتر از تقاطع خ اراک شرکت خطوط لوله و مخابرات - مرکزی دوم - ط ۷ - پ ۱۸۸	۲۱۸۸۸۰۱۸۰۷
۵۱۹۷	پژوهشگاه صنعت نفت	صنایع نفت	تهران - ضلع غربی استادبوم آزادی	۲۱۴۸۲۵۹
۵۱۹۸	شرکت کوشا بسپار جنوب	طراحی و مهندسی	اهواز - ۲۴ متری - فلکه شهدا - خ شهید عابدی - جنب سینما شاهد - مجتمع ساحل - ط ۴ - واحد ۷	۶۱۳۲۹۲۲۶۱۰
۵۱۹۹	شرکت شاردین آفرین	پتروشیمی	تهران - پایین تر از همت - خیابان توانیر - شماره ۱۷ - طبقه چهارم - واحد ۱۵	۸۸۷۸۷۲۱
۵۲۰۴	نیروگاه سازند اراک	مدیریت تولید نیرو	کیلومتر ۲۵ جاده اراک سازند - مقابل پالایشگاه - نیروگاه حرارتی سازند صندوق پستی: ۲۸۶۱۵-۱۶۵	۸۶۳۸۲۶۲۰۰۰
۵۲۰۷	شرکت مدیریت تولید برق کرمان	نیروگاه‌های تولید برق فلزات و آلیاژسازی، اکتشافات، تولید و بهره‌برداری	کرمان - کیلومتر ۳ جاده باغی، رفسنجان	۰۳۴۳۲۵۲۱۲۳۱

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۲۰۸	شرکت مدیریت تولید برق یزد	نیروگاه‌های تولید برق فلزات و آلیاژسازی	یزد - جاده اختصاصی فولاد آلیاژی - نیروگاه سیکل ترکیبی / صندوق پستی: ۳۶۵-۸۹۱۷۵	۰۳۵۲۷۲۵۲۰۸۳
۵۲۱۱	شرکت مدیریت تولید برق طوس	مدیریت تولید نیرو	مشهد - کیلومتر ۱۵ جاده قوچان	۰۵۱۳۵۴۲۱۸۰۵
۵۲۱۲	شرکت پلی اکریل ایران	تولید الیاف مصنوعی	اصفهان - ۴۵ کیلومتری جاده اصفهان مبارکه - کدپستی: ۸۱۴۶۵ صندوق پستی: ۱۶۶۸ و ۴۴۱۵	۳۱۳۳۲۵۴۰۰
۵۲۲۱	شرکت گاز استان اردبیل	گازرسانی	اردبیل - میدان بسیج - شرکت گاز استان اردبیل	۴۵۳۳۲۴۳۸۰
۵۲۲۴	شرکت پتروشیمی برزویه	پتروشیمی	بوشهر - منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس - صندوق پستی: ۷۵۳۹۱-۱۱۵	۰۷۷۲۷۳۲۳۲۵۰
۵۲۲۵	شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران	خدمات فنی و مهندسی و مشاوره آموزشی	تهران - خیابان کارگر شمالی - روبروی دانشکده اقتصاد - پلاک ۱۸۴۷	۲۱۸۸۰۲۰۳۴۳
۵۲۲۶	شرکت پتروشیمی تندگویان	پتروشیمی	ماهشهر - منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی سایت ۴ -	۰۲۱۸۸۸۱۹۵۱۱
۵۲۲۷	شرکت پالایش نفت شیراز	پالایش	شیراز - ۲۲ کیلومتری جاده شیراز اصفهان - شرکت پالایش نفت شیراز	۰۷۱۳۸۱۷۱۰۰۰
۵۲۲۸	شرکت پالایش نفت تبریز	پالایش	تبریز - جاده سردرد - شرکت پالایش نفت تبریز	۴۱۳۴۲۰۵۵۷۰
۵۲۳۱	شرکت پالایش نفت تهران	پالایش	تهران - جاده قدیم قم - کدپستی: ۱۸۷۹۹۱۳۱۱۱ - صندوق پستی: ۱۸۷۳۵-۴۱۷۳	۲۱۶۱۶۲۳۱۰
۵۲۳۲	شرکت پالایش نفت اصفهان	پالایش	اصفهان - کیلومتر ۵ جاده اصفهان به تهران - شرکت پالایش نفت اصفهان صندوق پستی: ۸۱۴۶۵-۴۱۵	۳۱۳۳۸۰۲۷۲۷
۵۲۳۳	شرکت پالایش نفت آبادان	پالایش	آبادان - شرکت پالایش نفت آبادان	۶۱۵۳۳۰۲۲۴۸
۵۲۳۴	شرکت پالایش نفت کرمانشاه	پالایش	کرمانشاه - بلوار شهید بهشتی - روبروی پارک شاهد - شرکت پالایش نفت کرمانشاه	۸۳۳۱۲۷۲۰۰۰
۵۲۳۵	شرکت کند و کاو انرژی پارس	مراکز آموزشی - شرکت‌های طراحی مهندسی - خطوط لوله و انتقال - پتروشیمی - پالایش - اکتشافات، تولید و بهره‌برداری - نیروگاه‌های تولید برق فلزات و آلیاژسازی	تهران - خیابان شیخ بهایی جنوبی - بلوار آزادگان - خیابان ۲۱ شرقی - اول خیابان دبستان - پلاک ۳۴ - طبقه اول	۰۲۱۸۸۳۳۸۳۹۵
۵۲۳۷	شرکت مدیریت تولید برق جنوب فارس	-	شیراز - خیابان مشیرنو - سه راه برق صندوق پستی: ۷۱۸۵۵-۵۱۸	۷۱۳۲۳۰۹۹۲۰
۵۲۳۸	شرکت پالایش نفت بندرعباس	پالایش	بندرعباس - شرکت پالایش نفت بندرعباس - صندوق پستی: ۷۹۱۴۵-۳۱۸۴	۰۷۶۳۳۵۶۴۱۸۰
۵۲۴۰	شرکت پتروشیمی بوعلی	پتروشیمی	بندرامام خمینی - منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی - سایت ۴ - صندوق پستی: ۱۱۱ -	۲۱۸۸۲۰۰۲۲
۵۲۴۲	شرکت تولیدی و شیمیایی رنگ روناس	تولید کننده رنگ و رزین	تهران - خیابان قائم مقام ساختمان ۱۱۳ - پلاک ۹۵ - طبقه اول - شرکت تولیدی و شیمیایی روناس	۰۲۱۸۸۳۰۷۲۴۹
۵۲۴۴	شرکت شیمیایی رنگ سمن	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ - مطهری - مقابل خیابان سنایی - شماره ۲۶۷	۲۱۸۸۷۲۷۰۷۰
۵۲۴۵	شرکت پارس آب تدبیر	نظارت و اجرا در زمینه آب و فاضلاب	تهران - خیابان کارگر شمالی - خیابان نصرت - بین خیابان کارگر و جمالزاده - پلاک ۳۶	۰۲۱۶۶۹۳۷۳۹۹
۵۲۴۶	شرکت گاز استان اصفهان	خطوط لوله و انتقال، شرکت‌های طراحی و مهندسی	اصفهان - چهارباغ بالا، روبروی مجتمع تجاری پارک - ساختمان سوم گاز - طبقه سوم - خدمات مهندسی - مهندسی حفاظت کاتدی - جناب آقای مهندس سلیمانی صندوق پستی: ۸۱۶۵۵-۶۶۴	۰۳۱۴۶۲۷۱۰۳۱
۵۲۴۷	شرکت ماشین‌سازی اصفهان	نیروگاه - پتروشیمی آلیاژسازی و مخازن - فولاد و سیمان	تهران - میدان آرژانتین - خیابان الوند - کوچه سی و یکم - پلاک ۴۸	۰۲۱۸۸۷۷۸۹۱۲
۵۲۴۸	شرکت بهریران	صنایع ساختمانی	تهران - میدان حسن‌آباد - خیابان امام خمینی - نرسیده به خیابان استخر - پلاک ۲۳۴ طبقه دو	۲۱۶۶۷۱۹۳۳۰
۵۲۴۹	شرکت پالایش نفت اراک	پالایش نفت	اراک - کیلومتر ۲۰ جاده اراک بروجرد	۲۱۶۱۶۲۳۷۲۳
۵۲۵۱	شرکت مهندسان مشاوره سازه	نفت، گاز و پتروشیمی	تهران - خیابان بهشتی - خیابان سرافراز - شماره ۳۱ کد پستی: ۱۵۸۷۶۸۳۱۳۳ خانم زاهدپور	۲۱۸۸۷۳۹۹۲۴
۵۲۵۴	شرکت سوت ماشین	خطوط لوله و انتقال استیل صنایع غذایی، طراحی و مهندسی، صنایع ساخت تجهیزات صنعتی و کشاورزی، کارخانجات صنایع غذاسازی	تهران - بلوار میرداماد - بعداز پل مدرس - شهید ۱۷۴ - برج آرین - طبقه ۸ شرقی - واحد ۳۱	۰۲۱۲۲۵۶۲۵۷

اعضای حقوقی انجمن خوردهای ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۲۵۵	شرکت صنایع رنگ بوژان رزین	تولید کننده رنگ و رزین	تهران - خیابان فاطمی - پلاک ۲۰۱ - طبقه ۳ - واحد ۸	۲۱۸۸۹۶۳۵۸۸
۵۲۶۰	شرکت تولید و رنگ سازی اورانوس	تولید کننده رنگ و رزین	تهران - خیابان ولیعصر - خیابان زرتشت غربی - روبروی بیمارستان مهر - پلاک ۹۷ - طبقه سوم	۲۱۸۸۹۶۰۲۶۴
۵۲۶۱	شرکت راستا پوشش	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - نیروگاه های تولید برق	تهران - خیابان شریعتی - خواجه نصیرطوس - نبش - خیابان مقدم - پلاک ۲۹۴ - واحد ۴	۲۱۷۷۵۲۵۵۶۷
۵۲۶۲	نفت و گاز پارس		تهران - خیابان فاطمی - نبش پروین اعتصامیه شرکت نفت و گاز پارس - پلاک ۱۳۳	۰۲۱۸۸۹۶۶۰۳۱
۵۲۶۵	شرکت پالایش گاز فجر جم	پالایش نفت و گاز	بوشهر - جم - شرکت پالایش گاز فجر جم - کدپستی: ۷۵۵۶۱۵۶۸۶۴	۰۲۱۸۸۹۶۶۰۳۱
۵۲۶۶	شرکت پتروشیمی کرمانشاه	پتروشیمی	کرمانشاه - کیلومتر ۴ جاده هرسین - پل چهر - کیلومتر ۴ جاده کمربندی شهید شفیعی - شرکت ملی صنایع پتروشیمی کرمانشاه دفتر تهران - ونک خیابان ملاصدرا - خ شیخ بهایی شمالی - کوچه سلمان - پ ۱۴	۰۲۱۸۸۲۱۱۲۳۱
۵۲۶۹	شرکت دریا پالا انرژی	پالایش نفت و گاز، پتروشیمی، شرکتهای طراحی و مهندسی، مهندسی مشاور، نظارت و اجرا، تصفیه آب و غیره	تهران - خیابان میرداماد - خیابان شمس تبریزی جنوبی - کوی مریم - پلاک ۱۷	۲۱۲۲۹۱۱۲۹۰
۵۲۷۰	شرکت رنگ فیروزه شیراز	تولید کننده رنگ و رزین	شیراز - شهرک صنعتی بزرگ فاز دوم - خیابان ۴۱۳ - کدپستی: ۷۱۵۸۱-۸۵۴۸۸	۷۱۳۷۷۴۴۷۰۰
۵۲۷۵	شرکت پرشین فام صنعت	تولید کننده رنگ و رزین - نمایندگی شرکت های خارجی	تهران - خیابان خرمشهر - خیابان عربعلی - کوچه ۱۶ - پلاک ۱۸ - واحد یک و دو	۸۸۷۶۴۴۶۶
۵۲۷۷	شرکت سیلان هیدرو شیمی	تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - نمایندگی شرکتهای خارجی	تهران - اتوبان همت خیابان شیراز جنوبی - خیابان یاس - پلاک ۷ - واحد ۷	۰۲۱۸۸۶۱۴۷۹۸
۵۲۸۹	شرکت گاز استان آذربایجان شرقی	خطوط لوله و انتقال	تبریز - خیابان آزادی - حد فاصل چهارراه لاله و خیابان رسالت - کد پستی: ۵۱۷۳۸-۶۵۹۵۹	۰۴۱۳۴۴۴۸۰۸۱
۵۲۹۱	منطقه ۹ عملیات انتقال گاز	شرکت گاز	ساری - بلوار امیرمازندرانی - روبروی بیمارستان امام خمینی	۱۱۳۳۳۵۷۱۸۷
۵۲۹۳	رادین گستر سینا	ارایه دستگاه رسوب زدایی الکترونیکی - طراحی و مهندسی - نمایندگی شرکت های خارجی	تهران خیابان سپهرودی شمالی - نبش کوچه باسقی - پلاک ۳۶۸ - درب جنوبی - واحد یک	۲۱۸۸۵۲۷۷۷۹
۵۲۹۷	شرکت معدنی صنعتی گل گهر	-	سیرجان - کیلومتر ۶۰ جاده شیراز - شرکت سنگ آهن گل گهر	۳۴۵۴۲۲۹۰۰۱
۵۳۰۰	شرکت آذر انرژی تبریز	شرکت های طراحی و مهندسی، اکتشافات، تولید و بهره برداری، پالایش نفت و گاز، کارخانجات شیمیایی	تبریز - میدان جهاد - روبروی مخابرات - کوی تبریزنو - بن بست مقدم - پلاک ۳	۴۱۳۴۴۱۴۵۳۳
۵۳۰۴	شرکت پتروشیمی زاگرس	پتروشیمی	بوشهر - منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس - عسلویه - شرکت پتروشیمی زاگرس - صندوق پستی: ۳۶۴/۷۵۳۹۱	۰۷۷۲۷۲۳۳۳۰ داخلی ۱۰۰۱
۵۳۰۶	شرکت پتروشیمی مارون	پتروشیمی	تهران - شهرک غرب میدان صنعت - خیابان سیف - کوچه هفدهم - پلاک ۲ - کدپستی: ۱۴۶۶۸۸۳۸۵۵	۰۲۱۸۸۶۷۵۹۸۱
۵۳۰۷	مرکز علوم و تکنولوژی هایتک	علمی آموزشی	کرمان - انتهای اتوبان هفت باغ - مرکز علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی - پژوهشگاه مواد	-
۵۳۰۹	شرکت آریا اس جی اس	پالایش و پخش و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - صنایع دریایی - کارخانه های شیمیایی - استخراج نفت و گاز - تولید فولاد - کارخانه صنایع چوب و کاغذ - صنایع خودروسازی - خطوط لوله و انتقال - حمل و نقل ریلی - صنایع ساختمانی شامل فلزی و بتونی - صنایع و تجهیزات پزشکی - تولید کنندگان رنگ و رزین - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - نمایندگی های شرکت های خارجی - و مهندسی مشاور و نظارت اجرا	تهران - میدان توحید - خیابان نصرت غربی - پلاک ۱۹	۲۱۶۶۴۳۴۶۷

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۳۱۴	دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول	علمی آموزشی	دزفول - کوی آزادگان - بلوار دانشگاه - ص پ: ۳۱۳	۰۶۴۱۶۲۶۰۶۰۱
۵۳۱۶	شرکت پتروشیمی پارس	پتروشیمی	بوشهر - منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارسکدپستی: ۷۵۳۹۱۴۶۴۸۴	۷۷۲۷۲۶۳۸۸۰
۵۳۱۷	شرکت پتروشیمی خوزستان	پتروشیمی	بندر امام خمینی - منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی - پتروشیمی خوزستان	۰۶۱۵۲۱۷۰۰
۵۳۲۰	شرکت آزمون فولاد	مراکز آموزشی - نمایندگی شرکتهای خارجی - سایر فعالیتهای	اصفهان - خیابان محتشم کاشانی - پلاک ۱۱۰ - ساختمان آزمون فولاد -	۳۱۳۶۲۵۹۳۹۴
۵۳۲۱	شرکت پتروشیمی جم	پتروشیمی	بوشهر - شهرستان کنگان - منطقه ویژه اقتصادی پارس جنوبی (عسلویه) سایت پتروشیمی - صندوق پستی: ۷۵۴۹۱-۴۱۵ - مدیریت آموزش	۷۷۲۷۲۲۳۳۴۶
۵۳۲۲	شرکت دریا رنگ اصفهان	صنایع رنگ و رزین	اصفهان - خیابان گلخانه - میدان گلها - کوچه بهاران شرقی - پلاک ۴	۳۱۳۴۴۲۴۶۸۰
۵۳۲۳	شرکت خبرگان بین المللی تهران (تایکو)	صنایع ساختمانی شامل فلزی و بتونی - صنایع دریایی شامل سکو کشتی - کارخانه شیمیایی - پتروشیمی	تهران - میدان توحید - خیابان نیایش شرقی - پلاک ۱۰ - طبقه سوم - واحد ۱۱	۲۱۶۶۱۲۲۵۳۳
۵۳۲۴	شرکت صنعتی مارون پوشش ایرانیان	صنایع رنگ و رزین	تهران - ستارخان - بین خیابان اسدی و خسرو - پاساژ مروارید - طبقه سوم - واحد ۳۳	۲۱۴۴۲۵۰۳۶۶
۵۳۲۵	شرکت بازرسی فنی ایرانیان	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - کارخانه شیمیایی - خطوط لوله و انتقال - صنایع ساختمانی - صنایع رنگ و رزین - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی	تهران - میدان فاطمی - خیابان جویبار - پلاک ۲۵	۰۲۱۸۸۸۹۴۵۱۶
۵۳۲۷	شرکت نیک محضر اسپادانا	تولیدکننده و مجری پوشش های ضد خوردگی سطوح خارجی و داخلی لوله های فولادی خطوط انتقال نفت، گاز، پتروشیمی و آب	اصفهان - کیلومتر ۳۵ جاده اصفهان، آیین - شهرک صنعتی سکر - فاز دوم خیابان هفتم - آخرین کارخانه - سمت چپ - شرکت نیک محضر اسپادانا	۳۱۴۶۴۱۲۷۲۲
۵۳۲۸	دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت	مراکز آموزشی - مراکز تحقیقات	فارس مرودشت - کیلومتر ۳ جاده تخت جمشید - دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت	۷۲۸۳۳۱۱۷۵۰
۵۳۳۱	شرکت زاگرس تطبیق کالا	پالایش و پخش و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - صنایع دریایی - کارخانه های شیمیایی - تصفیه و توزیع آب و فاضلاب - کارخانه صنایع چوب و کاغذ - صنایع خودروسازی - صنایع دفاعی - صنایع ساختمانی شامل فلزی و بتونی - صنایع و تجهیزات کشاورزی - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - بازرسی فنی و بازرسی کالا	تهران - صادقیه - خیابان آیه الله کاشانی - روبروی بانک دی و سرمایه - پلاک ۲۶۶ -	۲۱۴۴۰۹۹۶۹۱
۵۳۳۲	شرکت خود رنگ	کارخانجات شیمیایی	اصفهان بوستان سعدی - ساختمان خوردنگ طبقه ۲ - تهران بالاتر از میدان ولی عصر - روبروی استاد مطهری - خ فتحی شقایق - ساختمان شماره ۱۲ - طبقه چهارم	۰۳۱۳۶۲۵۱۵۱۱
۵۳۳۳	شرکت ایمن پرتو	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - کارخانه شیمیایی - صنایع دریایی - استخراج نفت و گاز - تصفیه و توزیع آب و فاضلاب - تولید فولاد - کارخانه صنایع چوب و کاغذ - خطوط لوله و انتقال - صنایع و تجهیزات پزشکی - مراکز آموزشی	اصفهان - خیابان شمس آبادی - چهارراه قصر - ساختمان شمس - واحد ۱۰۸	۳۱۳۲۲۰۷۹۲۳
۵۳۳۴	شرکت طراحی و مهندسی صنایع انرژی	پالایش نفت و گاز - شرکت طراحی و مهندسی	تهران - پاسداران - نرسیده به میدان نوبنیاد - کوهستان دوم - پلاک ۳	۲۱۲۲۵۸۲۵۶۹

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۳۳۷	صبا شیمی آریا	صنایع رنگ و رزین	تهران - خیابان شریعتی - خیابان ظفر - خیابان مهر - خیابان مطهری شمالی - خیابان خورشید - بن بست سعید - پلاک ۱	۲۱۲۶۴۰۰۵۴۶
۵۳۳۸	شرکت رنگ جوتن	صنایع رنگ و رزین	تهران - پارک وی - خیابان فرشته - کوچه هستی - پلاک ۱۸ - طبقه دوم - واحد ۱۲	۲۱۲۶۲۰۷۳۹۹
۵۳۳۹	شرکت شیمی آذر جام	طراحی و ساخت تجهیزات مقاوم به خوردگی گلاس لایند و فلوروپلیمر لایند PTFE, PFA, FEP, ECTFE که شامل انواع راکتور - مخازن - مبدل های حرارتی - برج های شیمیایی - لوله و اتصالات	تهران - میدان توحید ابتدای ستارخان - بن بست لادن - پلاک ۳ - واحد دو	۰۲۱۶۶۹۱۲۴۳۵
۵۳۴۰	شرکت تولید باز رنگانی نیاشیمی	پالایش نفت و گاز - استخراج نفت و گاز - پتروشیمی - خطوط لوله و انتقال - صنایع رنگ و رزین - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - شرکت طراحی و مهندسی	تهران - سهروردی شمالی - بالاتر از آپادانا - خیابان توپچی - پلاک ۱۶	۲۱۸۸۷۳۲۲۸
۵۳۴۱	شرکت اییک	پتروشیمی - خطوط لوله و انتقال - صنایع رنگ و رزین	تهران - ملاصدرا - برج ونوس - طبقه ۸ - واحد ۱۵	۲۱۸۸۶۱۳۷۳۲
۵۳۴۲	شرکت رنگ مکث	پالایش نفت و گاز - استخراج نفت و گاز - پتروشیمی - خطوط لوله و انتقال - صنایع رنگ و رزین - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - شرکت طراحی و مهندسی - همه موارد	تهران - خیابان آزادی - غرب دانشگاه صنعتی شریف - کوی صادقی - پلاک ۲۶ - واحد ۱۵	۲۱۶۶۰۶۴۸۶۸
۵۳۴۳	شرکت فرانکر زرفام	پالایش نفت و گاز - تصفیه و توزیع آب و فاضلاب - صنایع خودروسازی - خطوط لوله و انتقال - شرکت طراحی و مهندسی	جاده کهنز - بعد از سه راهی اسدآباد - کوی کشاورزان - پلاک ۱۳	۲۱۶۵۶۸۳۸۵۸
۵۳۴۴	شرکت مهندسی و بازرسی فنی مخازن آلیاژدار	پتروشیمی - مراکز آموزشی - بازرسی فنی انواع مخازن تحت فشار - آزمایشگاه ذیضلاح آزمون انواع تیر آلات فولاد کلاس دو و تست دوره ای انواع کپسول های فشار بالا	تهران خیابان سهروردی شمالی - خیابان هوپزه غربی - پلاک ۱۱۸	۸۸۷۶۱۶۹۶
۵۳۴۵	شرکت کراپ ایران	کارخانه شیمیایی - تولید روانسازهای خودروبی (شیمیایی و روغنی)	تهران - سهروردی شمالی - خیابان توپچی - پلاک ۲۲	۲۱۸۸۵۰۰۷۲۰
۵۳۴۶	شرکت مهندسین مشاور انرژی گستر	خطوط لوله و انتقال - شرکت طراحی و مهندسی	تهران - خیابان نجات الاهی - کوچه خسرو - پلاک ۵۶	۲۱۸۸۹۲۷۲۴۴
۵۳۴۷	شرکت مهندسی فن آوری شیمی جهانی	کارخانه شیمیایی تولید و فروش مواد شیمیایی بازدارنده خوردگی و رسوب جهت صنایع مختلف	تهران - خیابان آفریقا - بالاتر از جهان کودک شماره ۷۲ (برج امیر پرویز) طبقه ۹	۰۲۱۲۲۸۴۱۹۰۲
۵۳۴۸	شرکت ساختمانی راه سازی مکران	راه سازی و عمران	زاهدان - خیابان امام خمینی غربی امام خمینی ۶۲ - پلاک ۶۰ - شرکت ساختمانی راه سازی مکران	۵۴۳۳۵۱۷۹۷۶
۵۳۴۹	شرکت قطعه پوشش کار		تهران - شهران - کوهسار - مجتمع مسکونی صنعت نفت OPG - فراز ۸ - بلوک ۷ - واحد پنجم شرقی	۹۱۲۳۵۰۴۰۶۴
۵۳۵۰	پنام گویان امرتات (پی جی پارس)	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - کارخانه شیمیایی - صنایع دریایی - استخراج نفت - خطوط لوله و انتقال - صنایع دفاعی - صنایع رنگ - تجهیزات پایش - مراکز آموزشی و تحقیقاتی - طراحی و مهندسی - اجرا و طراحی سیستم حفاظت کاتدی و مانتورینگ و تولید ترانس کربی فایر	تهران - ستارخان - برق آستوم - نبش جهانی نسب - پلاک ۱ - واحد ۴۱	۲۱۴۴۲۸۱۳۹۸
۵۳۵۲	کارخانه گالوانیزه گرم ارک نوین	گالوانیزه گرم - انواع تجهیزات و سازه های فولادی و چدنی - صنایع نفت، گاز، پتروشیمی - برق و تاسیسات	استان تهران - شهرک صنعتی شمس آباد - بلوار نگارستان - خیابان آبان - کوچه آبان ۳ - قطعه ۱۷۹	۰۲۱۶۶۲۳۱۸۴۷

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۳۵۳	شرکت پتروآریوبان لیو	تجهیزات پایش و کنترل خوردگی، شرکت طراحی و مهندسی، سایر فعالیتها	جاده مخصوص کرج - بلوار شیشه مینا - شهرک فرهنگیان - بلوک ۸۸ - واحد ۴	۰۲۱۴۴۵۴۱۴۹۷
۵۳۵۴	شرکت صنایع بهداشتی ساین	کارخانه شیمیایی	بزرگراه فتح - کیلومتر ۸ - شرکت پاکسان شرکت صنایع بهداشتی ساین	۲۴۳۵۲۶۲۵۰۰
۵۳۵۵	شرکت تولید لوله و پوشش سلفچگان	خطوط لوله و انتقال - اجرای پوشش خطوط لوله و انتقال	تهران - خیابان آفریقا - بعد از پل میرداماد - کوچه عمدی - پلاک ۴	۲۱۸۷۷۳۱۳۴
۵۳۵۶	شرکت جهان عایق پارس	تولید کننده انواع عایق	اصفهان - نجف آباد - شهرک صنعتی منتظریه - خیابان ۱۰۱ - پلاک ۱۲	۳۱۴۲۲۹۰۶۷۷
۵۳۵۷	شرکت پوشش لوله کیوان جاوید	خطوط لوله و انتقال - اجرای پوشش خطوط لوله و انتقال	اصفهان - کیلومتر ۲۵ جاده ناین - روبروی کارخانه لوله سازی اسپرال - شرکت پوشش لوله کیوان جاوید	۰۳۱۲۷۸۶۶۲۱۲
۵۳۵۸	شرکت پاک گستر پرنده	نماینده گی شرکت های خارجی	تهران - کوی نصر - خ کارگری (۲۹) - پلاک ۶۱ - طبقه همکف	۸۸۲۴۷۷۵۳
۵۳۵۹	شرکت سرمدطب	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - کارخانه شیمیایی - نیروگاه تولید برق - صنایع دریایی - استخراج نفت و گاز - تصفیه و توزیع آب و فاضلاب - خطوط لوله و انتقال - اکتشافات، تولید و بهره برداری - صنایع رنگ و رزین - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - مراکز آموزشی - مراکز تحقیقاتی - نمایندگی شرکت های خارجی	تهران - شمال به جنوب بزرگراه کردستان - خیابان بیستم (ایطلی) - نیش بلوار آزادگان - پلاک ۱۱ - کد ۱۴۳۷۶۴۵۶۸۱۵	۲۱۸۸۸۰۱۱۰۲
۵۳۶۰	مجموعه آزمایشگاه، کنترل خوردگی و شرکت بازرسی سینا آزمای بندر	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - تولید فولاد - خطوط لوله و انتقال - صنایع ساختمانی شامل فلزی و بتونی - مراکز آموزشی - مراکز تحقیقات - شرکت طراحی و مهندسی	بندرعباس - شهرک صنعتی شماره یک - انتهای خیابان اصلی - واحد n8	۰۷۶۳۳۵۶۲۰۴۸
۵۳۶۱	شرکت رایان پتروآزمون	ارایه خدمات بازرسی	تهران - میدان فاطمی - خ جویبار - پلاک ۲۵ - طبقه دوم	۲۱۸۸۸۹۵۱۰۳
۵۳۶۲	شرکت تولیدی صنعتی گیتی آسا	صنایع رنگ و رزین	اصفهان - کیلومتر ۵ بزرگراه آزادگان - مقابل پالایشگاه - خ ۲۳ / تهران - میدان جمهوری - خیابان نواب - برج گردون شرقی - قسمت شمالی - ط نهم - شماره ۹۰۲ - تهران - بلوار آفریقا - خ دیدار شمالی - پ ۵ - واحد ۱۳	۰۳۱-۰۲۱۶۳۸۳۰۶۱ ۳۳۸۰۲۱۹۷
۵۳۶۳	شرکت رنگ سازی بینالود	صنایع رنگ و رزین	تهران - بلوار آفریقا - خ دیدار شمالی - پ ۵ - واحد ۱۳	۰۲۱۸۸۷۸۶۱۸۴
۵۳۶۴	شرکت غرب پیشرفت	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - صنایع دریایی - خطوط لوله و انتقال - صنایع دفاعی - صنایع رنگ و رزین - نمایندگی شرکت های خارجی	تهران - خیابان گاندی جنوبی - خیابان ۱۷ - پلاک ۱۶ - واحد ۲۰	۸۸۸۲۴۱۸
۵۳۶۵	شرکت فن آوران اطلس انرژی	تجهیزات و پایش خوردگی - مراکز آموزشی - مراکز تحقیقات - نمایندگی شرکت های خارجی - شرکت طراحی و مهندسی	تهران - خیابان ولیعصر - خیابان فتحی شقایق - نرسیده به میدان سلماس پلاک ۱۱۳ - طبقه سوم - واحد ۶	۰۲۱۸۸۶۳۷۴۰۰
۵۳۶۶	شرکت بازرسی مهندسی و صنعتی ایران	بازرسی شخص ثالث	تهران - خیابان ولیعصر - بالاتر از تقاطع میرداماد - بلوار اسفندیار - پلاک ۵۴	۰۲۱۸۸۷۷۸۸۹۲
۵۳۶۷	شرکت گاز سرخون و قشم	پالایش نفت و گاز	بندرعباس - رو به روی پلیس راه میناب - بندرعباس - فرعی سمت راست - شرکت پالایش گاز سرخون و قشم - کد پستی: ۷۹۱۵۹۹۶۴۸۹۰	۰۷۶۳۲۱۹۲۵۶۰
۵۳۶۸	شرکت دلتا صنعت شریف	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - کارخانه شیمیایی - صنایع دریایی شامل سکوه کشتی و... - استخراج نفت و گاز - کارخانه صنایع چوب و کاغذ - تولید فولاد - تصفیه و توزیع آب و فاضلاب - صنایع خودرو سازی - حمل و نقل دریایی - خطوط لوله و انتقال - صنایع دفاعی - اکتشافات تولید و بهره برداری - صنایع رنگ و رزین - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - مراکز آموزشی - نمایندگی شرکت های خارجی	تهران - خیابان مطهری - حدفاصل سهروردی و شریعتی - پلاک ۵۲ - واحد ۹	۸۶۰۲۰۰۵۱-۴

Iranian Corrosion Association at a Glance

History: Founded in 1993, Iranian Corrosion Association (ICA) aimed at the propagation of metals corrosion and protection significance and has gathered corrosion scientists and engineers. It holds technical congresses, delivers one-day technical seminars and presents specific courses to improve public knowledge about this natural phenomenon. Today, the number of ICA's individual members reaches 3500 and that of corporate members exceeds 100. All researchers, students, professionals, workmen, technicians and everyone who deals with or is interested in the field of corrosion are welcomed to join this scientific community.

Goals: ICA on its way to acquire the bright depicted panorama tries to:

- * establish a reciprocal correlation with the Ministry of Science, Researches, and Technology as well as universities and industries
- * make an educational connection between the variety of industries coping with corrosion problems
- * set educational meetings, technical workshops, and scientific seminars
- * publish magazine, books, and proceedings
- * hold annual national corrosion congresses and accommodating international corrosion congresses.

Publications: Zang magazine (magazine of rust), first published in summer 2000, is the scientific, promotive and educational corrosion magazine published by ICA and has been going on quarterly since then. It prepares an opportune medium for researchers, artisans and university professors to contact each other and share the results of their experiences. From the beginning of 2012, ICA was also granted the permission to publish the sole corrosion-related scientific-research journal in the country. ICA publication has also published More Than 55 books in the field of corrosion and several congress proceedings during its short life span.

Educational Activities: As the education is a vital prerequisite to any other activity, ICA has planned to enhance the general and professional knowledge of corrosion among industries through organization of educational courses including: fundamentals of corrosion, mechanical aspects of corrosion, corrosion in cooling towers, microbiologically-induced corrosion, corrosion in weldments, failure analysis, technical inspection and corrosion control, corrosion inhibitors, cathodic and anodic protection, corrosion standards, internal and external corrosion of pipelines, paints and corrosion in oil & gas industries, material selection, Coating & etc.

National Corrosion Congress: National Corrosion Congresses have been held every other year ever since 1988 and are planned to be held annually since last year. ICA has honorably managed to deliver specific seminars and exhibit technical fairs besides such congresses and has made a discussion bed for university professors and experts. The 15th national corrosion congress will be held on October, 2014 in Tehran.

The 16th National Corrosion Congress was held along with the 3rd Oil Industry Corrosion Congress on 24th and 25th of November, 2015.

The 17th National Corrosion Congress was held on December, 2016 in Bandar Abbass.

Committees: ICA has recently organized two specific committees, one engaging in the field of suggestion and approval of suitable Persian words for corrosion-related terms, and the other cooperating with governmental parties to produce or translate corrosion-related standards.

In The Name of god

ZANG

License Holder: Iranian Corrosion Association (ICA)

Managing Director: J. Neshati (Ph.D)

Editor-in-Chief: A. R. Bahrani (M.Sc)

Editorial Bord (In Persialan phabetical order):

H. Adelkhani (Ph.D)

SH. Ahangarani (Ph.D)

M.R. Ghadimi (M.Sc)

E. Heshmat Dehkordi (Ph.D)

S. M. Kasiriha (M.Sc)

K. Kouzeh Kannani (M.Sc)

H. Omidvar (Ph.D)

M. Peykari (Ph.D)

F. Rezaei (Ph.D)

Graphics & Design: Hojjat Abbassian

Executive colleagues:

Najmeh Azimzadeh, Majid Shahmirzalou, Najmeh Sokhanvar

Publisher:

Iranian Corrosion Association, ICA

Commerce and Printing Affairs: Kian Hajilou (Sazeh Gostar Pars Company)

ZANG is a Persian word having different meaning, the first of which is an equivalent for "Rust", while others are equivalents for "Bell" and "to ring a bell, to warn". The word Zang seems to best clarify the objectives of the journal, which is mainly warning about the consequences of corrosion and rusting.

ZANG, the scientific, educational, promotive journal of Iranian corrosion Association (ICA) is quarterly published with the aim of the enhancement of the corrosion knowledge of those engaged in metal corrosion and protection, creating a dependable information database regarding internal & external corrosion event, provoking the corrosion students to set to research work as well as acting as a connection bridge between ICA & its members. Quotation and application of ZANG written material elsewhere is allowable only while expressing the reference.

The result of papers and analyses are not necessarily consistent with ZANG managers' viewpoints.

ZANG is free to edit & correct the received written material and will not return them. ZANG also highly welcomes and appreciates the readers' progressive opinions.

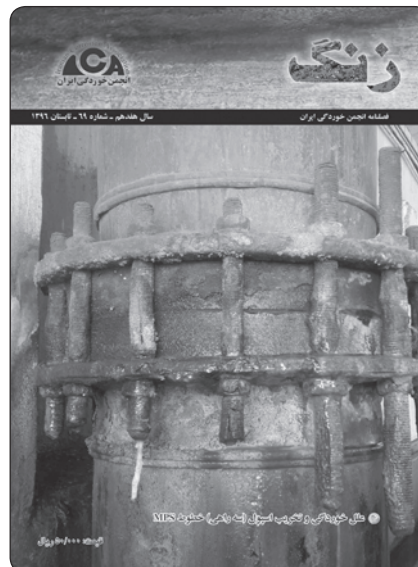
Iranian Corrosion Association
Unit 3, No.11, Behbahan Alley.,
Forsat St., Ferdowsi Sq., Tehran, Iran
Tel: +982188827334, 88344287-8
Fax: +982188347749, 88827334
P.O.BOX: 15815-3411
Website: www.ica.ir
Email: zangjournal@ica.ir
Price: 50000 RLS

ZANG

The Scientific, Educational, Promotive Quarterly

Journal of Iranian Corrosion Association (ICA)

17th Year, Issue 69,



Cover image: seawater transport pipeline
to Hormozgan Steel Company's
desalination plant

By M.Sc Ali Yazdi

Content

Editorial	2
Articles:	
The assessment of corrosion and failure analysis of MPS lines' Piping spool	4
The Word of Corrosion:	
Corrosion Words	12
Corrosion Books Presentation	14
Corrosion Internet Sites	15
List of MP's articles	20
Tutorial:	
Corrosion Inhibitors	22
Coating - Part 3	23
Anodic Protection - Part 4	33
Association News:	
Training	40
Workshops for the 18 th Congress	41
Book List	45
New Membership ICA	47