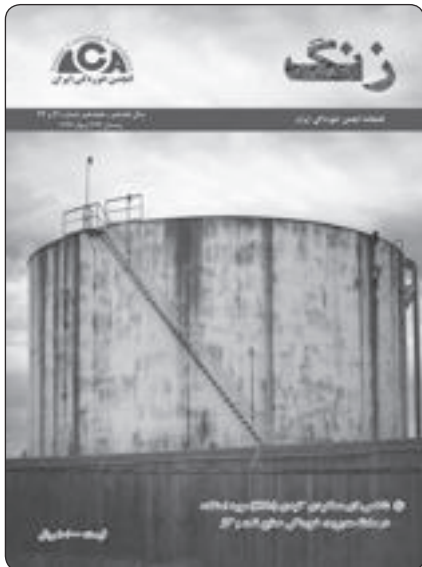


زنگ

سال هفدهم - هجدهم، شماره ۷۱ و ۷۲، زمستان ۱۳۹۶ و بهار ۱۳۹۷
فصلنامه علمی، آموزشی، ترویجی انجمن خوردگی ایران



فهرست مطالب

سخن آغازین	۲
به یاد مرحوم مهندس سیداحمد پیشنهادی	۳
گزارش برگزاری هجدهمین کنگره ملی خوردگی	۶
گزارش برگزاری کارگاه‌های آموزشی هجدهمین کنگره ملی خوردگی	۱۴
تربیت صنعت	۱۷

مقاله:

شاخص‌های عملکردی کلیدی (KPIs) مورد استفاده در سامانه مدیریت خوردگی صنایع نفت و گاز	۲۰
--	----

دنیای خوردگی:

واژه‌های خوردگی و حفاظت فلزات	۲۸
معرفی کتاب	۲۹
روی خط اینترنت	۳۰
فهرست مقاله‌های مجله Material Performance	۳۲

بیشتر بدانیم:

پایش خوردگی	۳۴
خوردگی در سامانه آب و فاضلاب	۴۰
بازرسی و نظارت بر خوردگی	۴۵
خوردگی در صنایع	۵۰

اخبار انجمن:

آموزش	۵۸
اخبار انجمن	۵۹
فهرست کتاب‌های موجود در انجمن	۶۱
اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران	۶۳

بسم الله الرحمن الرحيم

زنگ

صاحب امتیاز: انجمن خوردگی ایران
مدیر مسئول: دکتر ابراهیم حشمت‌دهکردی
سر دبیر: مهندس احمدرضا بحرانی

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

دکتر اسمعیل اکبری نژاد
مهندس محمدهادی جامعی
مهندس علیرضا حاتمی منفرد
دکتر فرشته رضایی
دکتر هادی عادل خانی
مهندس سیدمحمود کثیریها
مهندس کاظم کوزه‌کنانی
مهندس داریوش ماسوری
مهندس محمد نجمی

گرافیک و صفحه‌آراء: حجت عباسیان

همکاران اجرایی (به ترتیب حروف الفبا):

نجمه سخنور، مجید شاه‌میرزآلو، مهندس نجمه عظیم‌زاده

ناشر: انجمن خوردگی ایران

امور بازرگانی و چاپ: کیان حاجیلو

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

- فصلنامه زنگ در ویرایش، رد یا قبول، حک و اصلاح مطالب آزاد است.
- مقاله‌های دریافتی به هیچ عنوان عودت داده نمی‌شود.
- مسئولیت صحت مطالب، ارقام و نمودارها بر عهده نویسندگان و مترجمان مقاله‌ها خواهد بود.
- مقاله‌ها 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 ۸۸۲۷۳۳۴
دورنگار: ۸۸۳۴۷۷۴۹ و ۸۸۲۷۳۳۴
پایگاه اینترنتی: www.ica.ir
پست الکترونیک: zangjournal@ica.ir
قیمت: ۵۰۰۰۰ ریال

سخن آغازین

بهار امسال مقارن با ماه مبارک رمضان شد. گاهی اوقات فکر می‌کنم که خدا هم برای مدیریت سلامت بدن انسان که خود یک کارخانه معظم صنعتی است، تمهیداتی مانند روزه را اندیشه است. البته که ما هم در یک الگو برداری صحیح برای کنترل خوردگی و فرسودگی، در واحدهای صنعتی برنامه‌های بازرسی و تعمیرات سالانه را داریم که هر سال در یک بازه زمانی مشخص، وضعیت تجهیزات مختلف واحد صنعتی را از نظر سلامت فیزیکی مورد ارزیابی قرار می‌دهیم و در صورت نیاز، اقدام به تعمیر و یا تعویض می‌کنیم. در واقع نکته حائز اهمیت در اینجا، چرایی علت تخریب و فرسودگی است که متناسب با آن، باید در روش‌های پیشگیری و کنترل، هم تغییراتی صورت پذیرد.

بیشترین مشکلات مشاهده شده در واحدهای صنعتی، مربوط به تخریب ناشی از خوردگی در تجهیزات مختلف می‌باشد که معمولاً پس از تعمیرات اساسی لازم است، روی علت، نحوه تخریب، نوع روش حفاظتی و بازده آن مطالعه شود. تدوین برنامه بازرسی بر مبنای ریسک با تعیین نقاط پر خطر در یک واحد صنعتی و استفاده از روش‌های پیشرفته‌تر بازرسی در بازه‌های کوتاه‌تر زمانی هم از دیگر راهکارهای مناسب برای کنترل خوردگی است. بیشترین تخریب‌های حاد خوردگی در محیط داخلی تجهیزات که معمولاً دارای pH، فشار و دما می‌باشد، صورت می‌گیرد. برای حفاظت سطوح داخلی یا از افزایش‌های ضد خوردگی و یا از پوشش محافظ، بسته به وضعیت تجهیز و شرایط فرآیندی حاکم بر آن، استفاده می‌شود. بازرسی و تعمیرات تجهیز در نقاط عارضه دیده و یا تخریب شده نیز در همین زمان انجام می‌شود. گاهی اوقات بالا بودن شدت تخریب سبب تعویض بعضی از قطعات می‌شود. معمولاً نکته حائز اهمیت در این جا این است که چه تغییری باید در روش کنترل خوردگی صورت گیرد تا طول عمر سرویس تجهیز افزایش یابد. در صورتی که از پوشش برای ایجاد حفاظت استفاده شده باشد اولین سوال این است که اشکال ایجاد شده مربوط به کدام بخش کار اعم از انتخاب نوع پوشش، تولید کننده آن، روش آماده‌سازی و اجراء بوده است و معمولاً هم همیشه به دنبال مقصر اصلی هستند که پیدا هم نمی‌شود. ایجاد روش مدیریت پوشش‌های حفاظتی برای شناسایی علل تخریب پوشش اولیه، انتخاب پوشش جایگزین بر اساس شرایط محیطی و فرآیندی، انتخاب پیمانکاران مناسب برای آماده‌سازی و اجراء و تدوین برنامه بازرسی و تعمیرات مناسب می‌تواند یک راهکار معقول برای افزایش طول عمر سامانه‌های پوششی باشد.

انتخاب پوشش و یا سامانه پوششی مناسب و ارزیابی عملکرد حفاظتی آن مطابق استانداردهای بین‌المللی به زمان احتیاج دارد لذا یکی از الویت‌ها برای واحدهای صنعتی انجام این مراحل قبل از تعمیرات اساسی و در زمانی که تجهیز در سرویس می‌باشد، است. در بسیاری موارد برنامه زمانی مناسبی در واحدهای صنعتی در این باب وجود ندارد و در نهایت نمونه‌گیری از پوشش و ارسال آن به آزمایشگاه، پس از خریداری پوشش صورت می‌گیرد. بیشتر مواقع خرید پوشش‌ها بر اساس قیمت و با اعتماد به کاتالوگ تولید کننده صورت می‌گیرد که تجربه، خطاهای زیادی را در این مسیر نشان داده است. در نهایت و از سر اجبار، پوشش فقط با اخذ یک تعهدنامه از مجری اعمال می‌شود. در حالیکه ممکن است، بعداً نتایج آزمایش‌های انجام شده هم نشان از نامناسب بودن پوشش داشته باشد. می‌توان با برنامه‌ریزی صحیح جهت انجام مطلوب و به موقع مراحل مختلف از اتلاف سرمایه جلوگیری نمود. بحث آماده‌سازی و اجرای سامانه پوششی و تأثیر آن بر میزان کارایی حفاظتی پوشش نیز بر همگان روشن است. در یک برنامه جامع مدیریت پوشش می‌توان با استفاده از نرم‌افزار، کلیه مراحل انجام کار از جمله مراحل اجراء و نظارت دقیق را با ثبت تمام جزئیات داشت. ثبت مراحل مختلف بازرسی و جزئیات نوع تخریب، انتخاب و اجرای پوشش جایگزین خلاصه ثبت دقیق اطلاعات هر مرحله سبب تدوین یک تاریخچه کامل از وضعیت پوشش می‌شود که همواره قابل بررسی و بازبینی است.

کنترل خوردگی در واحدهای صنعتی با استفاده از افزایش‌هایی کنترل کننده مانند بازدارنده‌های خوردگی، اکسیژن‌زداها، میکروب‌کش‌ها و غیره هم از موضوعات بسیار مهم و کاربردی است. انتخاب نوع افزایش با توجه شرایط فرآیندی، مقدار مصرف و برنامه زمانی استفاده از آنها، نقش بسیار مهم در بازده حفاظتی و کنترل خوردگی دارد. گاهی آنالیز تخریب، بعد از تعمیرات اساسی نشان می‌دهد که با این افزایش‌ها به درستی انتخاب نشده بودند و یا به درستی مصرف نشده بودند. به امید آن روز که با استفاده مدیریت و برنامه‌ریزی بتوانیم اشتباهات ناخودآگاه و هزینه‌های خوردگی را در صنایع مختلف کاهش دهیم.



دکتر فرشته رضایی

عضو هیئت مدیره
انجمن خوردگی ایران

به یاد

مرحوم مهندس سیداحمد پیشنمازی

از زبان آقای دکتر ابراهیم حشمت دهکردی،
رئیس انجمن خوردگی ایران



در سال‌های ۱۳۶۲ با ایشان در پالایشگاه اصفهان واحد بازرسی فنی قسمت خوردگی آشنا شدم. در آن زمان اینجانب از مرکز تکنولوژی هسته‌ای اصفهان برای تهیه Replica از نقاط جوشکاری شده دیگ‌های بخار بمباران شده توسط رژیم بعثی به آن پالایشگاه رفت و آمد داشتم که ایشان را در واحد بازرسی پالایشگاه اصفهان (رئیس خوردگی) ملاقات کردم. ایشان پس از اشغال آبادان و پالایشگاه آبادان و همچنین محاصره خرمشهر و اسارت شهید تندگویان وزیر محترم وقت نفت کشور به همراه تعدادی از همکاران کلیدی پالایشگاه آبادان به پالایشگاه اصفهان انتقال یافته بودند تا از تجربیات ایشان حداکثر بهره‌برداری صورت پذیرد. روحیه جذاب و خون‌گرم ایشان از همان سال‌های اول آشنایی تا پایان عمر منجر به همکاری مستدام گردید به ویژه که چهار سال اینجانب در فولاد مبارکه مسئول بازرسی فنی Condition Monitoring تجهیزات ثابت و دوار مجتمع فولاد مبارکه بودم و ایشان نظارت عالی خوردگی و مقابله با آن را در آن مجتمع عهده‌دار بودند و از هرگونه تلاش و تدبیری برای جلوگیری از خوردگی در آن مجتمع بزرگ دریغ نمی‌کردند و دستورات و فعالیت‌های ایشان در پالایشگاه اصفهان، مجتمع فولاد مبارکه، ذوب آهن اصفهان، پلی‌اکریل و تولید الیاف مصنوعی (DMT) و کارخانجات لاستیک پارس و کویر تایر را می‌توان گوشه‌ای از خدمات ارزشمند این چهره ماندگار خوردگی دانست.

مهندس پیشنمازی به‌عنوان یکی از مشاهیر و مفاخر نام‌آوران خوردگی و پیشکسوت علم خوردگی و یک انسان وارسته در کشور بودند و از دیگر سوابق همکاری و فعالیت‌های نامبرده می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- مشوق جهت تاسیس انجمن خوردگی ایران
- حضور در سه دوره هیات مدیره انجمن از سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۲
- مدرس کلاس‌های آموزشی و کارگاه‌های آموزشی کنگره‌های ملی خوردگی
- داوری مقالات علمی پژوهشی، کنفرانس‌های ملی و بین‌المللی خوردگی
- عضو ستاد اجرایی و کمیته علمی کنگره‌های ملی خوردگی
- مشاور فنی شرکت‌های: ذوب آهن اصفهان، تولید الیاف مصنوعی (M.D.T) پلی‌اکریل ایران، شرکت لاستیک پارس، شرکت کویر تایر، پتروشیمی بندرامام، مجتمع فولاد مبارکه
- همکاری با شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان در انجام پروژه بهینه‌سازی سامانه هیدرولیک و برج‌های خنک‌کن پتروشیمی اصفهان

ایشان در سال‌های ۱۳۷۲ شعبه انجمن خوردگی ایران را در اصفهان راه‌اندازی نمودند و حداقل به مدت دو سال در سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی شعبه اصفهان جلسات را برگزار می‌کردند. در این جلسات از صنایع مختلف استان نظیر ذوب آهن اصفهان، فولاد مبارکه، پلی‌اکریل، DMT، نیروگاه شهید منتظری، دانشگاه صنعتی اصفهان شرکت می‌کردند و اساتید و چهره‌های زنده‌ای در این جلسات حضور داشتند که می‌توان به شخصیت‌هایی نظیر: آقایان دکتر ساعتچی، دکتر گل‌عذار، دکتر پیکری، مهندس حاج رسولی‌ها، مهندس ترابی‌ان، مهندس ابراهیمی و چندین کارشناس خوردگی دیگر اشاره کرد. مناعت طبع و روح پرتلاش ایشان هیچگاه ایشان را از تشکیل جلسه و اقدامات بعد از آن خسته نمی‌کرد و با علاقه‌ای ستودنی این کار را انجام می‌دادند. بسیار افراد تازه فارغ‌التحصیل رشته خوردگی را در دامان خود پروراندند و از انتقال اطلاعات و پرورش آن‌ها از هیچ کوششی دریغ نکردند بطوریکه خیلی از متخصصین امروز خوردگی شاگردان دیروز آقای مهندس پیشنمازی بودند. گذشته از این خدمات، در مساعدت همکاران برای رفع تنگناهای مالی آن‌ها بصورت مقطعی تلاش وافر از خود نشان می‌دادند به‌راستی آقای

• ابداع، ابتکار، اختراع و اکتشاف مهم:

تغییر شرایطسازی داخلی آب تغذیه به دیگ‌های بخار که روشی مدرن در صنایع داخل کشور می‌باشد.

حذف آهک در مرکز آبرسانی پالایشگاه، نگهداری متجاوز از ۲۲ عدد از دیگ‌های بخار پالایشگاه آبادان در طول جنگ تحمیلی. حذف فرآیند فسفات در آب دیگ‌های بخار پالایشگاه اصفهان و استفاده مستقیم از این آب جهت جبران آب برج‌های خنک‌کن. بررسی و محاسبه سطوح آهنی کولرهای هوایی و آبی برج تقطیر در اتمسفر که منجر به افزایش بهره‌وری و پالایش نفت خام گردید و دیگر ابتکارات نظیر ترمیم سامانه حفاظت کاتدی در پالایشگاه اصفهان را می‌توان نام برد.

• همچنین ایشان یکی از چهره‌های تأثیرگذار و حامی حقیقی در خرید دفتر انجمن خوردگی ایران بودند و همیشه یار، یاور و در کنار انجمن و همین‌طور صنایع بوده‌اند.

مرحوم جناب آقای مهندس سیداحمد پیشنهادی در ۱۱ مرداد ۱۳۱۶ در شهر ساری دیده به دنیا گشودند و در بهمن‌ماه ۱۳۹۶ بعد پشت سر گذاشتن یک دوره بیماری دار فانی را وداع گفته و در ۱۸ بهمن ۱۳۹۶ در قطعه نام‌آوران باغ رضوان اصفهان به خاک سپرده شدند.

• ویرایش علمی و بازخوانی حداقل شش کتاب علمی در زمینه‌های مختلف خوردگی، شستشوی شیمیایی، شرایطسازی آب‌های صنعتی و غیره

• ارائه متجاوز از ۱۵ مقاله علمی و تحقیقی در کنگره‌های ملی خوردگی، وزارت نیرو (سمینار منعقد کننده‌های آب در اهواز) کنگره بین‌المللی نگهداری و تعمیرات (نت) و همایش پالایشگاه‌ها و ...

• دریافت لوح پیشکسوتی در امر کنترل خوردگی از وزیر نفت و دریافت لوح‌های تقدیر از روسای دانشگاه‌ها و دبیر کنگره‌ها

• تالیفات و آثار ارزشمند علمی:

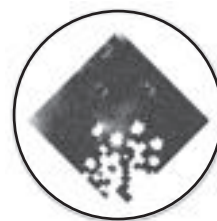
تالیف کتاب "نقش آب و کنترل خوردگی در صنایع" کتاب مذکور بسیار کاربردی در صنایع در زمینه کنترل خوردگی می‌باشد

تالیف "خوردگی فلزات و حفظ تأسیسات صنعتی به طریق کاتدی" مطالعات و تحقیقاتی که منشاء تغییر و تحولات علمی باشد



گل بنخواه چید بی شک باغبان
 این همه میچست چون می بگذرد
 در نچیند خود فرو ریزد ز باد
 تخت و بخت و امرونی و کیرودار
 به کزو ماند سرای زر مکار
 نام نیکو کر بماند ز آدمی





کنگره ملی خوردگی

دبیرخانه انجمن خوردگی ایران

نجمه سخنور

گزارش برگزاری هجدهمین کنگره ملی خوردگی

پوستر پذیرفته شد.

انجمن خوردگی ایران نتیجه سعی و همت بسیاری از عزیزانی که در دانشگاه و صنعت فعالیت داشته‌اند، می‌باشد که در دی‌ماه ۱۳۹۲ به ثبت اداره ثبت شرکت‌ها و وزارت علوم رسیده است. یکی از این عزیزان که علم خوردگی و گسترش آن در ایران نتیجه زحمات و خدمات آن عزیز می‌باشد کسی نبود جز آقای دکتر ارشدی استاد دانشگاه صنعتی شریف، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات و تحصیل کرده آمریکا، به همین منظور انجمن خوردگی ایران از ایشان تقدیر و تجلیل به عمل آورد. هر چند که مدتی است در بستر بیماری هستند اما از خانواده ایشان و خانم ارشدی دختر آقای دکتر دعوت به عمل آمد تا ضمن دریافت لوح تقدیر آقای دکتر جای خالی ایشان را در هجدهمین کنگره ملی خوردگی سبز نماید. در همین حاشیه آقای دکتر گلزار از زحمات علم و دانش آقای دکتر گفتند و پس از آن آقای مهندس احمدرضا بحرانی با توجه به اینکه سن زیادی ندارند اما به قول ایشان ۲۵ سال از عمر ۵۰ ساله ایشان در انجمن خوردگی ایران گذشته است به همین منظور نیز لوح تقدیر با نماد یار دیرین انجمن تقدیم حضورشان شد.

بعد از آن یکی از مهمانان مقیم خارج از کشور، آقای دکتر کرمانی سخنرانی تخصصی خود را با موضوع: "نقش و اهمیت مهندسی خوردگی در تامین رفاه عمومی، خوردگی مثبت" ارائه دادند و سپس طبق برنامه زمان‌بندی آقای دکتر میشل بونیس نماینده شرکت توتال حضور پیدا کرد و سخنرانی علمی خود را به زبان انگلیسی با موضوع: "مدیریت خوردگی تاسیسات محیط ترش: یادگیری پیوسته از درس‌های اخیر" ارائه دادند. و بعد از ارائه سخنرانی‌های مدعوین،

انجمن خوردگی ایران در این کنگره نیز هم‌چون کنگره‌های پیشین، از ماه‌های گذشته شروع به اطلاع‌رسانی و مقدمات اجرایی آن نمود و با برپایی جلسات متعدد ستاد اجرایی حضور هیات مدیره و پرسنل انجمن هم‌فکری و همکاری‌های مختلف صورت گرفته تا اینکه تاریخ و محل برگزاری کنگره مشخص و فعالیت‌های جدی آن از خرداد ماه ۱۳۹۶ آغاز گشت.

نامه و پوستر کنگره خوردگی به تمامی مراکز صنعتی مخصوصاً مراکز فعال در مجموعه بزرگ نفت، گاز و پتروشیمی، صنایع مرتبط با خوردگی، دانشگاه‌ها، صنایع نیروگاهی، شرکت‌های خصوصی و ... ارسال گردید که تا اعلام نتیجه و پاسخگویی به آن تقریباً بیش از ۶ ماه زمان صرف شد.

۳ تا ۵ بهمن نتیجه بیش از ۷ ماه تلاش روزانه به ثمر نشست و طبق برنامه‌ریزی مهندسی که تقریباً از یک ماه قبل جهت برنامه‌های کنگره تدوین شده بود در هتل المپیک تهران به اجرا گذاشته شد. از ساعات اولیه روز سه‌شنبه ۳ بهمن هتل المپیک شاهد حضور کارشناسان و ثبت‌نام شدگان در کنگره خوردگی بود که پس از پذیرش شرکت‌کنندگان در سالن بین‌المللی هتل المپیک گرد هم جمع گشته و راس ساعت ۸:۳۰ برنامه افتتاحیه با قرائت قرآن و سرود جمهوری اسلامی و خیر مقدم رئیس انجمن آغاز به کار کرد. پس از آن دبیر هجدهمین کنگره ملی خوردگی، آقای دکتر آهنگرانی ضمن خوش‌آمدگویی گزارش مختصری از کنگره ارائه دادند.

از بین ۱۱۳ مقاله دریافت شده به پایگاه اینترنتی کنگره خوردگی پس از ملاحظات اولیه ۱۰۷ مقاله واجد شرایط و مرتبط با خوردگی و ۱۱ مقاله رد پس از آن ۲۵ مقاله ارایه شفاهی، ۶۸ مقاله بصورت

زمان بازدید از نمایشگاه خوردگی رسید که همیشه موازی با روزهای برگزاری کنگره و دو روز اول کنگره با حضور تعدادی از شرکت‌های فعال در این زمینه برپا می‌شود.

مراسم افتتاحیه نمایشگاه با حضور مدعوین، میهمانان، شرکت کنندگان و نویسندگان مقالات در ساعت ۱۰:۰۰ روز سوم بهمن انجام شد. بعد از آن با توجه به مقالات پذیرفته شده موضوعات و محورهای ارایه شده همزمان در دو سالن مقالات توسط نویسندگان ارایه شد. مقالات در دو گروه ارایه شفاهی و ارایه پوستری بودند که در انتها پس از داوری مجدد مقالات پوستر، از بین ۶۸ مقاله، سه مقاله با عناوین زیر بصورت مقاله پوستر برتر انتخاب شدند و به نویسندگان هرکدام هدیه‌ای نفیس اهدا شد.

۱- حفاظت کاتدی در ایستگاه‌های کمپرسور گاز، با نویسندگی مهندس شهرام شجاعیه

۲- اعمال پوشش نانو ساختار نیتريد تیتانیوم بر روی سطح آلومینیوم به روش کند و پاش مغناطیسی، با نویسندگی هادی مرادی

۳- بررسی اثر ترکیب شیمیایی و جریان بر روی خواص پوشش‌های Ni-W تهیه شده به روش آبکاری پالسی، با نویسندگی سمیه احمدیه

در انتها پس از ارایه سخنرانی علمی آقای دکتر رعایایی با موضوع "اهمیت مدیریت خوردگی در پیشگیری از حوادث آتش سوزی و انفجار در تاسیسات نفتی" نوبت به سخنرانی یکی از حامیان مالی (الماس) کنگره رسید. که آقای مهندس فرنام عطامهر به عنوان مدیرعامل شرکت فرنام پترولیوم حضور و ایراد سخنرانی نمودند و سپس نوبت به تقدیر و تشکر از دیگر حامیان کنگره خوردگی رسید که عبارتند از: شرکت فرنام پترولیوم، شرکت رنگسازی روناس، شرکت خطوط لوله توانا، شرکت بازرگانی مهدی پور و شرکت تجهیزات آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته در این کنگره نیز همچون گذشته نمایشگاه جانبی با استقبال و رضایت غرغه داران همراه بود.

■ شرکت‌های حاضر در نمایشگاه جانبی (به ترتیب نام شرکت):

- شرکت اییک به مدیریت آقای مهندس قدرتی
- شرکت بازرسی فنی و کنترل خوردگی تکین کو به مدیریت آقای مهندس جبرئیلی
- مرکز بنیاد علوم کاربردی رازی به مدیریت آقای مهندس نصیری
- شرکت برنا گداز به نمایندگی آقای مهندس اخلاقی
- شرکت پایش صنعت نوین به مدیریت آقای مهندس قربانی
- مرکز پژوهش و متالورژی رازی به مدیریت مهندس یحیی جافریان
- شرکت تجهیزات آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته به مدیریت آقای مهندس رحمتی

- گروه تحقیقاتی صنعتی مترا به مدیریت آقای مهندس بزرگی
- شرکت تولید پوشش لوله ماهشهر به مدیریت آقای دکتر پاشا پورپزشک
- شرکت سنجش و آنالیز نوین ابتکار به مدیریت مهندس واعظ
- شرکت سندروس صنعت به مدیریت آقای مهندس میرمحبوب
- شرکت رایان پترو آزمون به مدیریت آقای مهندس سینایی پور فرد - شرکت رسوبگیری به مدیریت آقای دکتر ساکی
- شرکت رنگسازی روناس به مدیریت آقای مهندس فضل الله حسینی
- شرکت کاوشکاران به مدیریت آقای مهندس مقبولی
- شرکت فرنام پترولیوم آسیا به مدیریت آقای مهندس عطامهر
- شرکت مهندسين مشاور آزمون فولاد به مدیریت آقای مهندس پورزرگر
- شرکت مهندسی خطوط لوله توانا به مدیریت آقای مهندس احمدی
- انجمن خوردگی ایران

■ مسابقه خوردگی چندسالی هست که در کنگره خوردگی بخشی به مسابقه خوردگی در قالب سوال، عکس و... طرح می شود و از بین شرکت کنندگان به چند نفر جوایزی اهداء می شود. این کنگره نیز مسابقه خوردگی طرح و از بین ۳۸۷ نفر که به سوال مسابقه کنگره پاسخ داده بودند ۶ نفر انتخاب و به هرکدام یک سکه ربع بهار که با همکاری شرکت برنا تهیه شده بود اهدا شد.

اسامی برندگان مسابقه:

- خانم فاطمه ابویی مهرریزی
- آقای رامتین سیما
- آقای مبین مقیمی
- آقای علی سعادت‌مند
- آقای پوریا عرب‌زاده

- کارگاه‌های آموزشی با حضور مدرسین مطرح در روز سوم کنگره و با حضور بیش از ۱۶۰ شرکت کننده با موضوعات زیر برگزار گردید:
- انتخاب مواد و کنترل خوردگی در تاسیسات بالادستی تولید نفت و گاز
- مدیریت خوردگی در صنایع نفت و گاز
- انتخاب و کاربرد مواد بازدارنده در صنایع استخراج، تولید و انتقال نفت و گاز
- ارزیابی سامانه‌های حفاظت کاتدی

در حین برگزاری کنگره کارگاه‌هایی ویژه حامیان در نظر گرفته شده بود که با برنامه ریزی‌های صورت گرفته به شکل مطلوب برگزار گردیدند.

گزارش مشروح کارگاه‌های آموزشی را در صفحه ۱۴ مطالعه بفرمائید.

تصاویر

هجدهمین کنگره ملی خوردگی



◀ مراسم افتتاحیه هجدهمین کنگره ملی خوردگی در تهران - هتل المپیک



◀ گزارش دبیر علمی - آقای دکتر آهنگرانی



◀ خوش آمدگویی رئیس کنگره و انجمن خوردگی ایران - آقای دکتر عادل خانی



◀ مجری افتتاحیه - آقای مهندس فضل‌نژاد



◀ تقدیر از پیشکسوتان خوردگی، آقای دکتر ارشدی - (خانواده ایشان)



◀ تقدیر از پیشکسوتان خوردگی، آقای مهندس بحرانی



◀ سخنرانی آقای دکتر Michel Bonis از شرکت TOTAL



◀ سخنرانی آقای دکتر بیژن کرمانی



◀ کارگاه‌های آموزشی هجدهمین کنگره ملی خوردگی



◀ رئیس وقت انجمن و منتخب دوره دوازدهم هیأت مدیره



◀ بحث آزاد در سالن همگتانه



◀ پرسش و پاسخ بعد از ارائه مقالات در سالن همگتانه



◀ پذیرایی



◀ بازدید از مقالات پوستر



ارائه مقاله



ارائه مقاله، سالن اصلی



ارائه مقاله



ارائه مقاله



ارائه مقاله، سالن اصلی



هجدهمین کنگره ملی خوردگی



عکس یادگاری برخی از ستاد اجرایی با بنر حامیان



◀ نمایشگاه، غرفه انجمن خوردگی ایران



◀ نمایشگاه - شرکت فرنام پترولیوم



◀ نمایشگاه، شرکت تجهیزات آزمون‌های غیرمخرب پیشرفته



◀ نمایشگاه، شرکت مهندسین مشاور آزمون فولاد



◀ نمایشگاه، شرکت رنگ سازی روناس



◀ نمایشگاه، شرکت توانا



◀ نمایشگاه، شرکت بازرسی فنی و کنترل خوردگی تکین کو



◀ نمایشگاه، رایان پتروآزمون



◀ نمایشگاه شرکت برنا



◀ نمایشگاه، شرکت بنیاد علوم کاربردی رازی



◀ نمایشگاه، شرکت سندروس



◀ نمایشگاه، شرکت پایش صنعت نوین



◀ نمایشگاه، شرکت رسوبگیری



◀ نمایشگاه، بازرگانی مهدی پور



◀ نمایشگاه، مرکز پژوهش متالورژی رازی



◀ نمایشگاه، شرکت تولید پوشش لوله ماهشهر



◀ نمایشگاه، شرکت ایبک



◀ نمایشگاه، شرکت سنجش و آنالیز نوین ابتکار



◀ نمایشگاه، شرکت ماکان نیرو



◀ نمایشگاه، شرکت پوشیار



◀ نمایشگاه، شرکت مترا



◀ نمایشگاه، شرکت کاوشگران



◀ نمایشگاه، نشریه خطوط لوله نفت و گاز



◀ نمایشگاه، شرکت مپا



مرکز آموزش انجمن خوردگی ایران
مهندس نجمه عظیمزاده

گزارش برگزاری کارگاه‌های آموزشی هجدهمین کنگره ملی خوردگی

و کارگاه‌های آموزشی با رویکرد راهبرد تبلیغاتی نوین و بازاریابی دیجیتال در بازاریابی هدفمند و با صرف زمانی چشم‌گیر نمود و در شبکه‌های اجتماعی با بیش از ۳۰ هزار بازدید مورد توجه مخاطبین هدفمند قرار گرفت.

در روزهای پیش از برگزاری کنگره ملی خوردگی و به منظور بررسی محل برگزاری کارگاه‌های آموزشی و کارگاه‌های رایگان جانبی ویژه حامیان و رفع کاستی‌های احتمالی، بازدید از محل به عمل آمد. در این زمینه مرکز آموزش جهت ارتباط با حامیان و هماهنگی و رفع نیازهای آنان از همکاری پیمانکار کنگره بهره‌مند گردید که بدین وسیله از زحمات ایشان تشکر و قدردانی می‌گردد.

برگزاری کارگاه‌های جانبی بر اساس تجربیات دو کنگره قبلی و بازخورد رضایت بخش مخاطبین، در هجدهمین کنگره ملی خوردگی برنامه‌ریزی و اجرا شد. در جدول شماره ۱ فهرست کارگاه‌های حامیان و تعداد شرکت‌کنندگان در هر یک به تفکیک قابل ملاحظه است.

در حالی که به طور همزمان دوره‌های مدون انجمن خوردگی ایران مطابق تقویم آموزشی بدون وقفه در حال اجرا بودند، هیچگونه وقفه‌ای در برگزاری کنگره به وجود نیامد و نزدیک به روزهای کنگره جزوه‌ها و کتب آموزشی از مدرسین دریافت و به تعداد متقاضیان در پکیج‌های تهیه شده بوسیله حامی کارگاه‌ها بسته بندی و آماده و در اختیار ثبت نام شدگان قرار گرفت. برگزاری کارگاه‌های آموزشی با رشد قابل توجه شرکت‌کنندگان و مشارکت چشمگیر متخصصان و کارشناسان خوردگی صنایع در کارگاه‌ها، نشان از انتخاب هوشمندانه عناوین و مدرسین بوده، که ناشی از مدیریت و برنامه‌ریزی هدفمند

با توجه به دستورالعمل‌ها و سیاست‌گذاری‌ها، مرکز آموزش انجمن خوردگی ایران همانند کنگره‌های پیشین به منظور انتخاب هدفمند و بهینه کارگاه‌های آموزشی در هجدهمین کنگره ملی خوردگی اقدام به ارزیابی و مشاوره با متقاضیان، ذی‌نفعان، کارشناسان و متخصصان مباحث خوردگی نمود.

مرکز آموزش با توجه به ارائه نظرات ارزشمند هیئت مدیره و هیئت اجرائی و به کارگیری تجربیات ارزشمند کنگره‌های ملی خوردگی، نسبت به انتخاب عناوین کارگاه‌ها و مدرسان داخلی و خارجی مبادرت ورزید. پس از تعیین عناوین کارگاه‌ها و مشخص نمودن مدرسان، به منظور نهایی سازی محتوا و نحوه برگزاری و همکاری، با مدرسان منتخب وارد مذاکره شد.

در نتیجه همفکری‌ها و همچنین زحمات بی‌دریغ آقای دکتر بیژن کرمانی، دو مدرس مطرح، آقایان دکتر میشل بونیس از شرکت توتال فرانسه و دکتر سید محمد کاظم حسینی از شرکت سایپم انگلستان و دو مدرس برجسته داخلی آقایان دکتر عماد رعایایی و مهندس جواد خسروی جهت برگزاری کارگاه‌های آموزشی انتخاب شدند.

با دریافت رزومه مدرسان و با مشارکت قابل تحسین واحد انتشارات، پوستر تبلیغاتی دوره‌ها تهیه و چاپ شد. سپس، تبلیغات کارگاه‌ها با استفاده از تمامی ابزارهای ارتباطی شامل تلفن، نمابر، کانال‌های ارتباطی - اجتماعی، تارنمای رسمی، پیامک و ارسال نامه در مقیاس وسیع و فراگیر به شرکت‌ها و افراد اطلاع‌رسانی گردید. به منظور اطلاع‌رسانی جامع‌تر مرکز آموزش انجمن خوردگی ایران برای نخستین بار، اقدام به تهیه نامه‌نگ معرفی کنگره هجدهم

و سایر پیشکسوتان انجمن خوردگی به ثمر نشست. تهیه این نمانگ با دقتی مثال زدنی و با صرف زمانی بالغ بر ۸۰ نفر ساعت صورت گرفت. مرکز آموزش انجمن خوردگی ایران بر خود وظیفه می‌داند از مساعدت و همکاری هیئت مدیره و هیئت اجرایی کنگره هجدهم خصوصا از ارائه نظرات کارگشا و راهبردی سرکار خانم دکتر فرشته رضایی تشکر و قدردانی نماید. همچنین از زحمات و پیگیری همکاران پر تلاش و توانمند انجمن خوردگی در برگزاری کارگاه‌های آموزشی سپاسگزاری می‌گردد. در خاتمه مرکز آموزش انجمن خوردگی ایران امیدوار است با دریافت اظهار نظرها، انتقادات و پیشنهادات ارزنده شما، در سال‌های آتی شاهد برگزاری کنگره و کارگاه‌ها بصورت هر چه مطلوب‌تر باشد.

مرکز آموزش و مشارکت همکاران پر تلاش آموزش و سایر همکاران اجرایی است. در جدول شماره ۲ فهرست کارگاه‌ها و تعداد شرکت کنندگان در هر یک به تفکیک قرار گرفته است. مراحل نهایی این پروژه شامل صدور گواهینامه و ارسال آن به شرکت کنندگان پس از تسویه حساب‌های مالی در دست اجرا می‌باشد. همگام با فعالیت‌های اجرایی هجدهمین کنگره ملی خوردگی و با توجه به عدم وجود نمانگی فاخر جهت معرفی انجمن خوردگی ایران، مرکز آموزش انجمن خوردگی ایران اقدام به تهیه و تدوین نمانگ معرفی انجمن و هیئت موسس در کنگره هجدهم نمود. این نمانگ با همکاری صمیمانه آقای دکتر عماد رعایایی از بنیان گزاران انجمن خوردگی ایران

جدول شماره ۱- کارگاه‌های آموزشی رایگان حامیان هجدهمین کنگره ملی خوردگی			
ردیف	عنوان	حامی	تعداد شرکت کنندگان
۱	روش‌های نوین پایش خوردگی	شرکت فورنام	۴۱
۲	استانداردهای آماده سازی	شرکت روناس	۲۲
۳	تعمیرات عایق سرجوش خطوط لوله	شرکت توانا	۱۸
۴	روش‌های نوین بازرسی فنی و آزمون‌های غیر مخرب پیشرفته به منظور ردیابی خوردگی و غیوب در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی	شرکت تکین کو	۲۲
۵	طراحی و بازرسی رنگ در سازه‌های فولادی	شرکت تک رنگ	۱۵
۶	ابزار جدید CWT پایش ادی کارانت جهت بازرسی خوردگی و اندازه گیری دقیق میزان ضخامت باقیمانده از روی انواع عایق	شرکت تجهیزات آزمون‌های غیر مخرب پیشرفته	۱۴
۷	بررسی ضخامت باقیمانده زیرعایق به روش Pulsed Eddy Current	شرکت آزمون فولاد	۳۳
۸	حفاظت کاتدیک سازه‌های بتونی	شرکت پایش صنعت نوین	۱۹
۹	تصویرسازی رزولوشن بالا یا متد TFM در تسل جدید تجهیزات آرایه‌فازی آلتراسونیک PAUT	شرکت تجهیزات آزمون‌های غیر مخرب پیشرفته	۱۸
۱۰	نقش بازرسی‌های فنی مبتنی بر ریسک و مدیریت خوردگی در مدیریت دارایی‌های فیزیکی	شرکت Pamco	۱۲
مجموع			۲۱۴

جدول شماره ۲- کارگاه‌های آموزشی هجدهمین کنگره ملی خوردگی			
ردیف	عنوان کارگاه	عنوان مدرس	تعداد شرکت کنندگان
۱	انتخاب مواد و کنترل خوردگی در تاسیسات بالادستی تولید نفت و گاز	دکتر میشل بونیس	۳۴
۲	مدیریت خوردگی در صنایع نفت و گاز	دکتر عماد رعایایی	۲۸
۳	انتخاب و کاربرد مواد بازدارنده در صنایع استخراج، تولید و انتقال نفت و گاز	دکتر سید محمد کاظم حسینی	۲۹
۴	ارزیابی سیستم‌های حفاظت کاتدی	مهندس جواد خسروی	۳۸
مجموع			۱۲۹



◀ کارگاه‌های آموزشی هجدهمین کنگره ملی خوردگی



◀ کارگاه‌های آموزشی هجدهمین کنگره ملی خوردگی

تریبون صنعت

مصاحبه با آقای مهندس هادی رضایی،

مؤسس آزمایشگاه متالورژی شرکت پتروشیمی جم

مجهزترین آزمایشگاه متالورژی منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس در مجتمع عظیم پتروشیمی جم



جهت تحقیق و پژوهش، همکاری با مراکز آموزشی و دانشگاهی و انجام پروژه‌های تحقیقاتی نیز استفاده بهینه نمود.

متالورژی و متالورژی با هم چه تفاوتی دارد؟

علم کار با فلزات یا متالورژی (Metallurgy) شاخه‌ای از علم مواد است که به شناخت و استخراج فلزات و فناوری‌های کار با فلزات می‌پردازد که بعضاً به کرات مشاهده شده که به اشتباه از متالورژی به جای تلفظ و نوشتار صحیح آن یعنی متالورژی استفاده می‌گردد که این یک اشتباه رایج و ناصحیح می‌باشد و اکثر فارغ‌التحصیلان رشته مهندسی مواد - متالورژی بر استفاده صحیح نوشتاری و تلفظ نام این رشته تاکید دارند. این علم جداسازی مواد معدنی از سنگ معدن آن‌ها، ذوب، تصفیه و تولید شمش، بهبود خواص و تهیه آلیاژها و فن کار بر روی فلزات و شکل‌دهی آن‌ها را در بر می‌گیرد. این رشته از منکفات رشته مکانیک جامدات است که از سال ۱۳۷۵ در دانشگاه‌های ایران تدریس می‌گردد. به‌طور کلی علم مواد شامل بررسی خواص جامدات می‌شود و در برگرفته فلزات، سرامیک‌ها، بَسپار (Polymer) و چندانساز (Composite) است. علم متالورژی به‌طور عمده به فلزات و ساختار آن‌ها می‌پردازد و در تحصیلات تکمیلی خواص و کاربرد دیگر جامدات نیز بررسی می‌شود. صنعت متالورژی در جهان از دیرباز به‌عنوان صنعت مادر شناخته شده و با پیشرفت‌های روز افزون تکنولوژی، نقش آن مهم‌تر و جنبه‌های کاربردی آن متنوع‌تر می‌گردد. با توجه به گسترش روزافزون تحقیقات و توسعه فناوری، زمینه‌های کار و تحقیقات بسیار متنوعی در تمامی گرایش‌های متالورژی پدید آمده است که کار و تحقیق در این رشته را بسیار جذاب و زمینه رشد و توسعه پایدار را مهیا نموده است. کلمه متالورژی از ترکیب دو کلمه یونانی "metallon" به معنی فلز و "ergon" به معنی کار ساخته شده است.

مراحل تأسیس آزمایشگاه از ساخت، خرید، نصب و راه‌اندازی را توضیح دهید؟

پس از تأیید پیش نهاد ثبت شده در سامانه نظام پیشنهادها، وارد فاز عملی تأسیس آزمایشگاه شدیم. در ابتدا فهرست کاملی از تجهیزات که بتوانیم توسط آنها اغلب آزمون‌های مورد نیاز را به انجام برسانیم تهیه گردید. در این بخش

هادی رضایی متولد ۱۳۵۸ تهران و کارمند رسمی شرکت ملی صنایع پتروشیمی و سرپرست بخش جوش و NDT بازرسی فنی شرکت پتروشیمی جم بوده و تحصیلات ایشان در مقطع کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مواد گرایش شناسایی و انتخاب مواد مهندسی می‌باشد. وی استخدام رسمی شرکت نفت و دارای ۱۴ سال سابقه کار در صنعت پتروشیمی می‌باشد و قبل از استخدام شرکت نفت در شرکت گام الکتریک تولید کننده تجهیزات جوش و برش مشغول فعالیت بوده است.

ایده تأسیس آزمایشگاه متالورژی چطور به ذهن شما رسید؟

با توجه به شرایط و نیازهای شرکت و واحدهای محترم تدارکات، تعمیرات و تخصصاً بازرسی فنی جهت راستی‌آزمایی و آزمون و تأیید تجهیزات و مترال‌های فلزی که بعضاً بواسطه خرید و یا توسط شرکت‌های سازنده می‌بایست مورد ارزیابی قرار گیرند تا پس از تأیید فنی اجازه ورود و بهره‌برداری را اخذ نمایند و همچنین شکست‌های (Failure) متفاوتی که در حین سرویس تجهیزات اتفاق می‌افتاد و در آینده نیز قابل حذف نمی‌باشند، بر حسب نیاز از منابع و آزمایشگاه‌های فعال در سطح کشور به کرات استفاده می‌گردید که این عمل هزینه زیادی را برای شرکت به‌همراه داشت، با توجه به حضور همکاران بازرسی فنی و دارای مدرک مهندسی مواد که دارای تخصص آکادمیک و تجربی کافی در زمینه آزمون‌های خواص فیزیکی و مکانیکی فلزات هستند، فکر تأسیس چنین آزمایشگاهی ایجاد و در سال ۱۳۹۴ توسط اینجانب بصورت یک پیشنهاد در سامانه نظام پیشنهادات پتروشیمی جم ثبت گردید که پیشنهاد مذکور پس از بررسی توسط کمیته ارزیابی مورد تأیید قرار گرفت و می‌توان گفت جرقه اولیه تأسیس آزمایشگاه کنونی اینگونه زده شد.

آزمایشگاه متالورژی چه منافعی برای شرکت دارد و کار آن چیست؟

با تأسیس و راه‌اندازی کامل این آزمایشگاه می‌توان اهداف مختلفی را پیگیری و به آن‌ها دست یافت. مهم‌ترین نتیجه وجود این آزمایشگاه علاوه بر اینکه بررسی‌های تخصصی مورد نیاز از این پس توسط همکاران در داخل شرکت و در مدت زمان بسیار کوتاه‌تری انجام می‌پذیرد و همچنین صرفه‌جویی ریالی مناسبی را برای شرکت به‌همراه داشت، علاوه بر این با توجه به حضور پرسنل جوان و توانمند و دارای تحصیلات تخصصی؛ از این آزمایشگاه می‌توان در

تحلیل می‌نماید، اما با تکمیل روند خدمات‌دهی آزمایشگاه موجود می‌توانیم علاوه بر ارائه خدمات در کمترین زمان، مشارکت، همفکری و تعامل مناسبی را با سایر کارشناسان شرکت‌های منطقه برقرار نماییم و از تجربیات یکدیگر به نحو شایسته‌ای استفاده نماییم.

■ آزمایشگاه متالورژی شرکت پتروشیمی جم در حال حاضر تا چه حد می‌تواند خدمات ارائه کند.

در حال حاضر امکان انجام تمامی آزمون‌های مورد نیاز همانند کشش سرد و گرم، آزمون ضربه، سختی‌سنجی میکرو و ماکرو، تمامی مراحل انجام خدمات متالوگرافی از آماده‌سازی نمونه تا تهیه تصاویر میکروسکوپی، آنالیز شیمیایی و ... را داریم و در آینده انشالله با نهایی شدن خرید دستگاه تست خزش به مرز خودکفایی صد در صد خواهیم رسید. و تاکنون یک پروژه کامل جهت انجام failure analysis بر روی Gear/ RA-1022 با همکاری شرکت آزمون فولاد به انجام رسید و همچنین در یکی از پروژه‌های واحد محترم پژوهش و فناوری پتروشیمی جم همکاری داشته ایم.

■ در آینده با اخذ چه استانداردهایی می‌توان خدمات بیشتر به شرکت‌های مستقر در منطقه ارائه کرد؟

جهت ارائه خدمات رسمی به سایر شرکت‌ها موظف به اخذ یکسری استانداردها و نیازمندی‌هایی همچون استاندارد ۱۷۰۲۵ می‌باشیم که این مهم در دستور کار قرار گرفته و با مشارکت واحد محترم HSE این امر را در اسرع وقت به سرانجام خواهیم رساند.

■ آزمون‌ها و استانداردهایی که در این آزمایشگاه صورت می‌گیرد چیست؟

تمامی آزمایش‌ها بر اساس استانداردهای رایج که با جزئیات کامل در دفترچه تهیه شده ذکر شده است قابل انجام می‌باشد. علاوه بر آن‌ها اگر متقاضی استاندارد خاصی را مد نظر داشته باشد بررسی شده و در صورت امکان آزمایش‌ها بر اساس استاندارد تقاضا کننده صورت خواهد پذیرفت.

■ آزمایشگاه از چند بخش تشکیل شده و از چه دستگاه‌هایی در این آزمایشگاه برای تجزیه و تحلیل و آزمون‌ها استفاده می‌شود؟

آزمایشگاه مذکور صرفاً شامل آزمون‌های خواص فیزیکی و مکانیکی فلزات بوده که در بخش قبل دستگاه‌های موجود را بصورت تیتروار عنوان نمودم و همکاران گرامی می‌توانند جزئیات دقیق‌تر را در دفترچه مطالعه نمایند و در صورت نیاز امکان بازدید و توضیح حضوری برای همه همکاران محترم فراهم می‌باشد.

■ سخن پایانی:

در انتها جا دارد از زحمات ریاست محترم بازرسی فنی جناب آقای مهندس صوفی احمدی که حامی اصلی تاسیس آزمایشگاه مذکور بودند قدردانی بعمل آورم، همچنین از مدیریت محترم پتروشیمی جم و همکاران گرامی که با حمایت‌های ارزشمند خود در به بار نشستن این ایده سهم بسزایی داشتند نیز تشکر و قدر دانی نمایم.



از چندین آزمایشگاه تخصصی فعال مانند آزمایشگاه خواص فلزی دانشگاه مالک اشتر، دانشگاه تهران و دانشگاه آزاد کرج بازدید بعمل آمد. بعد از نهایی شدن فهرست اولیه تجهیزات مورد نیاز، با توجه به سیاست‌های رایج کشور در زمینه حمایت از تولید داخلی، لیست کاملی از شرکت‌های سازنده داخلی تهیه و اعلام‌های فنی مورد نیاز اخذ و از تعدادی از آنها بازدید بعمل آمد و پس از نهایی شدن لیست تجهیزات و شرکت‌های سازنده وارد فاز ارائه درخواست و خرید شدیم که جا دارد در این بخش از واحد محترم تدارکات که در تمام مراحل از ثبت سفارش تا تحویل کالا، همکاری مضاعفی را مبذول داشتند کمال تشکر را داشته باشیم. تمامی تجهیزات در مرحله انتخاب از طریق مشورت و تبادل نظر همکاران بازرسی فنی انتخاب گردید و آزمایش و تحویل تمامی درخواست‌های نهایی شده، توسط اینجانب انجام شد. به موازات انجام مراحل خرید تجهیزات، عملیات ساخت و تجهیز ساختمان آزمایشگاه نیز در دستور کار قرار گرفت که با حمایت مدیریت محترم و تلاش‌های بی‌وقفه همکاران بخش ساختمان و برق در کمترین زمان ممکن، عملیات ساخت به اتمام رسید و وارد فاز نصب و راهاندازی شدیم. در این بخش تمامی تجهیزات توسط همکاران بازرسی فنی بر اساس طراحی و جانمایی نهایی شده نصب و راهاندازی گردیدند و آزمون و همچنین آموزش و تحویل نهایی نیز با حضور نمایندگان سازندگان انجام پذیرفت. بصورت فیزیکی آزمایشگاه مذکور در اردیبهشت ماه ۹۶ بصورت کامل آماده بهره‌برداری گردید که با حضور مدیریت محترم عامل، ریاست محترم مجتمع و سایر مدیران شرکت بصورت رسمی افتتاح و مورد بهره‌برداری قرار گرفت.

■ مشابه آزمایشگاه به این گستردگی در منطقه اقتصادی انرژی پارس جنوبی وجود دارد؟

تا آنجا که بنده در جریانم در منطقه اقتصادی انرژی پارس جنوبی آزمایشگاه جامعی با این گستردگی و طیف کامل تجهیزات، نمونه مشابه نداشته و آزمایشگاه پتروشیمی جم اولین آزمایشگاه در نوع خود می‌باشد که امیدواریم بتوانیم در آینده نزدیک به آزمایشگاه مرجع منطقه تبدیل شویم. شایان ذکر است دستگاه Micro Hardness موجود در آزمایشگاه پتروشیمی جم که با نظر مساعد و حمایت‌های مدیریت محترم خریداری گردید تنها دستگاه ساخت خارج آزمایشگاه موجود می‌باشد و دستگاهی بسیار منحصر بفرد، تمام اتوماتیک و پیشرفته می‌باشد. این دستگاه ساخت شرکت Emco Test اتریش می‌باشد و تنها ۲ نمونه از دستگاه مذکور در کشور موجود می‌باشد و این سومین دستگاهی است که به ایران وارد شده است که می‌تواند خدمات ارزشمندی را ارائه نماید.

■ اهداف آتی این آزمایشگاه و کارهایی که در آینده انجام خواهد داد چیست؟

- خودکفایی در آزمون و بررسی تمامی نمونه‌های فلزی و مستقل شدن در این بخش
- اخذ استانداردهای لازم جهت ارائه خدمات به سایر شرکت‌های منطقه
- تبدیل شدن به آزمایشگاه مرجع در سطح منطقه عسلویه
- همکاری با سازمان‌های علمی و دانشگاهی سطح منطقه و مشارکت در انجام پروژه‌های تحقیقاتی
- انجام پروژه‌های علمی - پژوهشی و ارائه مقالات علمی

■ چرا این آزمایشگاه با این گستردگی در این منطقه مورد نیاز است؟

اکثر شرکت‌ها در بحث‌های گوناگونی چون خرید، ساخت و انواع شکست‌هایی که اتفاق می‌افتد نیاز به انجام یکسری آزمون‌های خاص دارند که معمولاً از چند آزمایشگاه مرجع موجود در تهران، اصفهان و اهواز استفاده می‌نمایند که علاوه بر زمانبر بودن ارسال نمونه تا اخذ پاسخ، هزینه مضاعفی را هم به شرکت‌ها

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 مقاله‌ها اساتید، صاحب‌نظران و دانشجویان استقبال کرده و به ارتقاء سطح دانش و فناوری مهندسی خوردگی در کشور می‌اندیشد. مقاله‌ها ارسالی باید دارای قالب مشخصی باشند. این مقالات باید طبق دستورنامه موجود در بخش راهنمای نگارش مقاله موجود در پایگاه اینترنتی مجله نوشته شوند. مدیر مسئول: دکتر هادی عادخانی، سردبیر: دکتر محمدعلی گل‌گذار
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 ارتقای سطح دانش خوردگی، گسترش تحقیقات و برقراری ارتباط هرچه بیشتر به‌منظور آشنایی مسئولان و صاحبان صنایع، اساتید دانشگاه‌ها، کارشناسان و پژوهشگران، نشریه انجمن را به‌صورت فصلنامه و به‌نام "زنگ" منتشر نموده است. به‌طور کلی انتشار نشریه زنگ اهداف مختلفی را بر مبنای رویکرد علمی (شامل ارتقای 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 ابراهیم حشمت‌دهکردی، سردبیر: مهندس احمدرضا بحرانی
پایگاه اینترنتی: www.ica.ir، پست الکترونیک: ZangJournal@ica.ir
شماره تماس: ۸ - ۸۷ ۴۲ ۳۴ ۸۸ (داخلی ۲)

شاخص‌های عملکردی کلیدی (KPIs) مورد استفاده در سامانه مدیریت خوردگی صنایع نفت و گاز

دکتر مهدی اسکندرزاده اصل^{۱*}، دکتر علی کلاکی^۲، مهندس فرهاد جمیل‌زاده^۳

^۱ استادیار گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

^۲ رئیس بخش حفاظت فنی و خوردگی، شرکت مناطق نفت مرکزی ایران

^۳ رئیس دپارتمان بازرسی فنی، شرکت مناطق نفت مرکزی ایران

*پست الکترونیک نویسنده مسئول: m.eskandarzade@ut.ac.ir

۱ - مقدمه

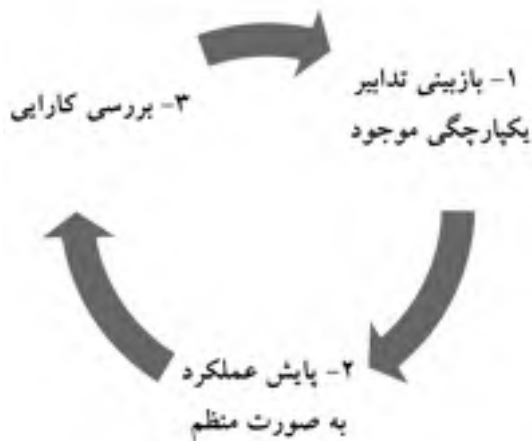
یکی از مزایای استقرار سامانه مدیریت خوردگی فراهم شدن گزارشات دقیق و واضح از کارایی سامانه‌های کنترل خوردگی می‌باشد. اطلاعات مدیریتی که بدین‌سان فراهم می‌شوند بایستی به شکل نمودارهای مشخص با معیارهای کاملاً آماده برای تفسیر و تصمیم‌گیری باشند [۱]. در این صورت با تصمیم‌های صحیح مدیران، کارایی سامانه‌های کنترل خوردگی بالا رفته و در نهایت هزینه‌های خوردگی کاهش خواهند یافت. معیارهایی که برای ارائه به مدیریت انتخاب می‌شوند بایستی قادر باشند تا مدیران را از روند کاهش و یا افزایش کارایی سامانه آگاه نموده و بتوانند مدیران را از منشا اتفاقات به خوبی آگاه نمایند [۲]. همچنین معیارها بایستی در بازه زمانی مشخص قابل اندازه‌گیری باشند [۳]. معیارهای عملکردی کلیدی معمولاً به شکل نمودارهای خطی و یا میله‌ای که روند اتفاقات را نشان می‌دهند بیان می‌شوند. از آنجایی که سامانه‌های مدیریت خوردگی از مرحله طراحی تا اتمام دوره بهره‌برداری سازه را شامل می‌شوند، بایستی شاخص‌های ارزیابی برای تک تک مراحل بصورت جداگانه تعریف شوند. بهبود برخی از شاخص‌های عملکردی کلیدی بخصوص در مرحله طراحی با وجود اینکه باعث افزایش هزینه‌های سرمایه‌ای (CAPEX) می‌شوند، ولی در نهایت با کاهش قابل ملاحظه در هزینه‌های عملیاتی (OPEX)، هزینه کل صرف شده برای خسارات را کاهش می‌دهند. همچنین بهبود شاخص‌ها در مرحله بهره‌برداری اگرچه هزینه‌های عملیاتی را بالا می‌برد، ولی با از بین بردن ضررهای بعدی بیشتر، هزینه‌های کل را کاهش می‌دهد [۴]. در شرکت نفت مناطق مرکزی، گزارشات مربوط به کارایی سامانه مدیریت خوردگی، همچنین شاخص‌های عملکردی کلیدی (KPIs) مربوطه، با توجه به مورد استفاده آن‌ها در سه سطح متفاوت آماده می‌شوند. سطح ۱ شامل شاخص‌هایی می‌باشند که برای تصمیم‌گیری‌های در سطح کلان مورد استفاده قرار می‌گیرند. سطح ۲

چکیده

در سال‌های اخیر تلاش‌ها برای استقرار فرآیند مدیریت خوردگی در صنایع نفت و گاز کشور سرعت بیشتری گرفته است. با استقرار سامانه مدیریت خوردگی، کارایی سامانه‌های بازرسی فنی و تعمیرات بهبود پیدا کرده و هزینه‌ها به مقدار قابل توجهی کاهش پیدا کرده است. از آنجاییکه مدیریت خوردگی چرخه‌ای از سه نوع فعالیت بازمینی، پایش منظم و سنجش کارایی می‌باشد، لازم است کارایی فعالیت‌های صورت پذیرفته در این سامانه در بازه‌های زمانی منظم مورد ارزیابی قرار گیرد که این خود مستلزم انتخاب شاخص‌های عملکردی کلیدی مناسب می‌باشد. انتخاب این شاخص‌ها در عمل یکی از دشوارترین مراحل استقرار سامانه مدیریت خوردگی می‌باشد. در این مطالعه برای اولین بار نحوه انتخاب شاخص‌های عملکردی کلیدی ارائه گردیده و شاخص‌های عملکردی کلیدی در سه سطح برای استفاده مدیران تراز اول، مدیران میانی و واحدهای عملیاتی بر مبنای روش پیشنهادی در قالب جداول و به صورت فهرست جامع ارائه شده‌اند. لازم به ذکر است، شاخص‌های عملکردی کلیدی پیشنهادی در این مطالعه در شرکت نفت مناطق مرکزی اجرایی گردیده است.

کلمات کلیدی: مدیریت خوردگی، بازرسی، پایش، شاخص‌های عملکردی کلیدی.

است، تمامی فعالیت‌ها فهرست شده، و معیاری که فعالیت مربوطه را می‌توان با آن معیار مورد ارزیابی قرار داد را شناسایی نمود. نحوه اجرای رویه مذکور در شکل (۲) به‌عنوان مثال برای سه نوع نشان داده شده است.



شکل ۱- فرآیند مدیریت خوردگی، مدل NACE-2011

۳- شاخص‌های عملکردی کلیدی (KPIs) سطح ۱؛ برای استفاده مدیران تراز اول

شاخص‌های کلانی که در ارائه آمار و ارقام برای مدیران رده بالا استفاده می‌شوند، نباید از جنس شاخص‌های فنی که نیاز به اطلاعات خوردگی زیاد دارند باشند. شاخص‌ها حداقل امکان باید از جنس عوامل قابل لمس برای مدیریت باشند. در واقع در این نوع گزارشات هدف از ارائه آمار و ارقام مدیریت خوردگی ارتباط دادن منابع خطر به هزینه‌های محتمل آن‌ها در آینده می‌باشد. بایستی تمامی خطرات و مکانیزم‌های

شامل شاخص‌هایی می‌شوند که مورد استفاده مدیران میانی برای اخذ استراتژی‌های مدیریتی می‌باشند. و در نهایت سطح ۳ شاخص‌هایی هستند که مدیران واحدهای عملیاتی بر اساس آن‌ها می‌توانند اقدام به اصلاح رویه‌های موجود نمایند. در بخش‌های بعدی این سه سطح بصورت خلاصه توضیح داده می‌شوند.

۲- فرآیند شناسایی شاخص‌های عملکردی کلیدی

یک گفته مشهور از بیل هللیت^۱ می‌گوید که "هر آنچه که قابل اندازه‌گیری نباشد، قابل مدیریت نیست". بنابراین برای بررسی میزان اثربخشی فعالیت‌های مدیریت خوردگی بایستی بتوان معیارهای قابل اندازه‌گیری برای آن‌ها تعریف نمود. در بحث مدیریت خوردگی شرکت‌های مختلف بر اساس ساختار سازمانی، سطح استانداردها، فرهنگ بومی منطقه و غیره شاخص‌های عملکردی کلیدی مختلفی را برای ارزیابی میزان اثر بخشی سامانه مدیریت خوردگی خود بکار می‌گیرند. در این مطالعه شاخص‌های مختلف بر اساس این اصل انتخاب گردیده‌اند که برای هر فعالیت اصلی و مهم (فعالیت ممکن است از جنس بازرسی، پایش و یا مدیریتی باشد)، حداقل یک شاخص جهت ارزیابی فعالیت مربوطه تعریف شود. مدل مدیریت خوردگی NACE-2011 در شکل (۱) آورده شده است. انجام فعالیت‌های اصلی مدیریت خوردگی از بخش بازیابی تدابیر یکپارچگی (مطابق شکل (۱)) شروع می‌شوند و در مرحله پایش، داده‌های مربوط به کارکرد فعالیت مذکور جمع‌آوری شده، و در نهایت در بخش سوم یعنی بررسی کارایی، خروجی فعالیت‌ها ممیزی می‌شوند. ممیزی سامانه بر اساس شاخص‌های عملکردی کلیدی صورت می‌پذیرد. بنابراین برای انتخاب شاخص‌های عملکردی کلیدی لازم

شاخص‌های عملکردی کلیدی پیشنهادی: • تعداد عیوب خارجی در واحد زمان در واحد سطح خارجی مربوطه. • تعداد پرابهای پایش خوردگی خارجی به ازای هر متر مربع از سطح سیستم لوله کشی.	فعالیت: بهبود تدابیر خوردگی سطوح خارجی
شاخص‌های عملکردی کلیدی پیشنهادی: • تعداد مشکلات گزارش شده مربوط به سیستم حفاظت کاتدی. • تعداد Survey های مربوط به حفاظت کاتدی.	فعالیت: پایش عملکرد سیستم حفاظت کاتدی
شاخص‌های عملکردی کلیدی پیشنهادی: • کیفیت نامه نگاری بازرسی فنی در داخل مجموعه بازرسی فنی • کیفیت نامه نگاری بازرسی فنی با خارج مجموعه بازرسی فنی	فعالیت: افزایش توان علمی و فنی کارکنان

شکل ۲- مثال نحوه شناسایی شاخص‌های عملکردی کلیدی بر اساس فعالیت‌های اصلی

ممکن خرابی قبل از وقوع آن‌ها شناسایی شوند و هزینه‌های خرابی که ممکن است به همراه داشته باشند نیز تخمین زده شود. در شرکت نفت مناطق مرکزی شاخص‌های عملکردی کلیدی سطح ۱ بصورت جدول (۱) می‌باشد.

جدول ۱ - شاخص عملکردی کلیدی مورد استفاده در شرکت نفت مناطق مرکزی سطح ۱ (مدیران تراز اول)

شاخص عملکردی کلیدی (KPIs)	
۱	هزینه‌های خوردگی (Cost of Corrosion)
۲	تعداد تعمیرات پایان یافته
۳	تعداد نشستی‌های گزارش شده

۴ - شاخص‌های عملکردی کلیدی (KPIs) سطح ۲؛ برای استفاده مدیران میانی

بازرسی‌های دوره‌ای و پایش‌های مداوم دو روش متداول در تشخیص به موقع خوردگی در مراحل اولیه آن می‌باشند. یک سامانه مدیریت خوردگی خوب بایستی مجهز به روش‌های بازرسی و پایش مدرن باشد. بنابراین شاخص‌های عملکردی یک سامانه مدیریت خوردگی بر مبنای کیفیت این دو فاکتور انتخاب می‌شوند. البته، عواملی مانند روش‌های مستندسازی، کیفیت نامه‌نگاری‌ها، قدرت تصمیم‌گیری پرسنل و ... هم‌زمان بایستی مورد توجه قرار بگیرد. علاوه بر این‌ها شاخص‌های عملکردی کلیدی برای فازهای مختلف یک پروژه بصورت جداگانه تعریف می‌شوند. چراکه فعالیت‌های کنترل خوردگی در مراحل مختلف یک پروژه حضور دارند. این مراحل شامل مرحله طراحی، ساخت، پایش راه‌اندازی، بهره‌برداری و مرحله اتمام بهره‌برداری می‌شود. بنابراین لازم است لیست جامع از شاخص‌هایی که می‌توانند میزان خطرات خوردگی / سایش در فرآیند را نشان دهند تهیه شود. تعداد این شاخص‌های عملکردی کلیدی هرچه بیشتر باشد بهتر است. چراکه با مقایسه شاخص‌های مختلف می‌توان نسبت به صحت نتایج اطمینان بیشتری پیدا کرد. جداول (۲ و ۳) شاخص‌های عملکردی کلیدی مورد استفاده در شرکت نفت مناطق مرکزی را در مرحله طراحی و بهره‌برداری نشان می‌دهند:

۵ - شاخص‌های عملکردی کلیدی (KPIs) سطح ۳؛ برای استفاده واحدهای عملیاتی

فعالیت‌های بازرسی و پایش خوردگی که عموماً در مناطق نفت مرکزی صورت می‌پذیرند شامل موارد زیر می‌شوند:

۱ - اندازه‌گیری کاهش وزن کوپن‌های خوردگی به‌عنوان معیاری از خوردگی‌های عمومی/موضعی.

۲ - پروب‌های الکترونیکی به‌عنوان معیاری از خوردگی‌های عمومی/موضعی و خوردگی میکروبیولوژیک.

۳ - نمونه‌گیری از سیال برای تجزیه و تحلیل شیمیایی و مواد شیمیایی باقیمانده

۴ - واکاوی XRD از رسوب زنگ بوجود آمده در مخازن تحت فشار و نیز رسوبات حاصل از عملیات پیگ‌رانی خطوط لوله.

۵ - ضخامت سنجی‌های دوره‌ای.

هدف فعالیت‌های پایش خوردگی ردیابی تغییرات قابل توجه در خوردگی در سریع‌ترین زمان ممکن است. در صورتیکه افزایش در نرخ خوردگی مشاهده شود، با تحلیل نتایج حاصل از پایش‌ها و بازرسی‌ها می‌توان تغییرات محیطی و یا شرایط سرویس را که منجر به افزایش در نرخ خوردگی شده است را شناسایی نموده و پاسخ سریع به این تغییرات را جهت بهبود نشان داد. بدین‌سان می‌توان صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در تعمیرات آتی خوردگی را شاهد شد. در شرکت نفت مناطق مرکزی سامانه‌های پایش خوردگی آنالیز در موقعیت‌های زیر نصب می‌گردند:

۱- مخازن، ۲- پایین دست واحدهای ذخیره مانند تانک‌ها، ۳- پایین دست تمامی نقاط تزریق، ۴- خروجی کارخانه، ۵- دورترین نقطه هر سامانه، ۶- نقاطی که بحرانی تشخیص داده شوند، برای مثال نقاط deadleg بسته به میزان خطرپذیری ارزیابی شده، نمونه‌گیری از سیال در فاصله‌های زمانی ۳۰، ۴۵، ۶۰ روزه انجام می‌پذیرد. کوپن‌های کاهش وزن در فاصله‌های زمانی ۴۵ روزه برای موقعیت‌های با میزان خوردگی بالا تا شدید^۱ (برابر ۵mpy تا ۱۰mpy) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. در حالیکه برای موقعیت‌هایی که مطابق NACE RP0775-2005 میزان خوردگی متوسط و یا کم دارند (۱mpy تا ۵mpy)، کوپن‌ها در فاصله‌های زمانی ۹۰ تا ۱۸۰ روز مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. برای موقعیت‌هایی که میزان خوردگی کمتر از ۱mpy باشد ارزیابی کوپن در فاصله‌های زمانی ۶ ماهه صورت می‌پذیرد. بعد از آوردن کوپن‌ها، سطح آن‌ها با روش‌های شیمیایی و یا با عملیات بلاستینگ با دانه‌های شیشه، تمیز می‌شوند. وزن آن‌ها برای تخمین سرعت خوردگی اندازه‌گیری شده، و میزان خوردگی حفره‌ای (Pitting) با میکروسکوپ اندازه‌گیری می‌شود تا سرعت خوردگی حفره‌ای بدست آید. نتایج در بانک اطلاعات ذخیره شده و روند افزایش یا کاهش خوردگی بر اساس آن‌ها بدست می‌آید. ضمناً از کوپن‌ها برای بررسی بیشتر در آینده عکس‌برداری به عمل می‌آید و در بانک اطلاعات ذخیره می‌شود. کوپن‌های مصرف شده در محل مناسب نگه داشته می‌شوند. هر یک از این فعالیت‌های کنترل خوردگی که مربوط به مهندسی خوردگی می‌شوند، دارای شاخص‌های کنترلی می‌باشند که مقادیر بیشتر یا کمتر از حدود مشخص شده در این شاخص‌ها نیاز به بررسی و اصلاح دارند. برخی از این شاخص‌ها که در شرکت نفت مناطق مرکزی به‌عنوان شاخص‌های عملکردی کلیدی سطح ۳ در واحدهای عملیاتی مورد استفاده قرار می‌گیرند در جدول (۳) آورده شده‌اند.

جدول ۲ - شاخص‌های عملکرد کلیدی سطح ۲ (برای استفاده مدیران میانی)

شاخص عملکرد کلیدی (KPIs)	فعالیت‌های مدیریت خوردگی
- آیا مقدار سرعت خوردگی هدف سطوح خارجی (سرعت خوردگی قابل قبول) تعیین شده است؟ و آیا استراتژی‌ها (انتخاب مواد، استفاده از عایق خوردگی و...) برای تیل به این اهداف مشخص شده است؟ - آیا مقدار سرعت خوردگی هدف برای سطوح داخلی (سرعت خوردگی قابل قبول) تعیین شده است؟ و آیا استراتژی‌ها (انتخاب مواد، استفاده از مواد بازدارنده خوردگی و...) برای تیل به این اهداف مشخص شده است؟ - تعداد مشکلات گزارش شده در خصوص مناسب نبودن انتخاب مواد برای واحد متر خط لوله - میزان صحیح بودن حد مجاز خوردگی - میزان ارزیابی دقیق عمر سازه - میزان مناسب بودن موقعیت احداث کارخانه به لحاظ خوردگی - کیفیت محاسبات ریسکهای خوردگی - میزان در نظر گرفتن تأثیرات شرایط حاد (upset) در قسمت بالادست در صورت بروز این شرایط در این قسمت - میزان در نظر گرفتن تأثیرات شرایط حاد (upset) در قسمت پایین دست در صورت بروز این شرایط در قسمت بالادست - کیفیت ارزیابی‌های مکانیزم‌های محتمل خوردگی - میزان دقت در محاسبه حداکثر سرعت خوردگی سطوح داخلی - میزان دقت در محاسبه حداکثر سرعت خوردگی سطوح خارجی	۱. بهبود مطالعات خوردگی در فاز طراحی
- تعداد عیوب سطوح خارجی گزارش شده در واحد زمان در واحد سطح خارجی مربوطه - تعداد پرابهای پایش خوردگی خارجی به ازای هر متر مربع از سطح سامانه لوله کشی - تعداد بازرسی‌های خارجی در واحد زمان	۲. بهبود تدابیر خوردگی سطوح خارجی
- تعداد عیوب داخلی گزارش شده در واحد زمان در واحد سطح خارجی مربوطه - تعداد پرابهای پایش خوردگی داخلی به ازای هر متر مربع از سطح سامانه لوله کشی	۳. بهبود تدابیر خوردگی سطوح داخلی
- تعداد مشکلات گزارش شده مربوط به سامانه حفاظت کاتدی - تعداد Survey‌های مربوط به حفاظت کاتدی	۴. پایش عملکرد سامانه حفاظت کاتدی
- کیفیت نامه نگاری بازرسی فنی در داخلی مجموعه بازرسی فنی - کیفیت نامه نگاری بازرسی فنی با خارج مجموعه بازرسی فنی - تعداد نیروی کار بازرسی فنی، کیفیت، توانایی، تحصیلات، دوره‌های طی کرده و تجربه آنها	۵. افزایش توان علمی و فنی کارکنان
- آیا از آخرین تکنیکهای پایش خوردگی داخلی استفاده شده است؟ - آیا از آخرین تکنیکهای پایش خوردگی خارجی استفاده شده است؟ - میزان دقت و کاربردی بودن داده‌های اندازه گیری شده	۶. بروز رسانی سامانه‌های پایش خوردگی
- کیفیت بایگانی و کیفیت دسترسی به داده‌های اندازه گیری شده - کیفیت وارد کردن داده‌ها به بانک اطلاعات - کیفیت استخراج داده‌ها از بانک اطلاعات	۷. بروز رسانی سامانه‌های ثبت اطلاعات و بایگانی
- تعداد و کیفیت رویه‌های (Procedures) تهیه شده در بازه زمانی مربوطه - تعداد استانداردهای پیشنهاد شده در واحد زمانی - تعداد مقالات و کتابهای چاپ شده در واحد زمانی	۸. ارتقای کیفی و کمی استانداردها و رویه‌های اجرایی
- تعداد خرابی‌های منجر به نشتی - تعداد خرابی‌هایی که قبل از وقوع نشتی شناسایی شده اند - درصد فستخامت سنجی‌های انجام شده نسبت به کل سطح سامانه لوله کشی - نسبت نشتی به تعمیرات - تعداد تعمیرات انجام شده به ازای هر متر خط لوله	۹. اجرای بازرسی بر مبنای ریسک
- آیا فعالیتهای تعمیراتی با کیفیت مناسب و در زمان مناسب صورت می‌پذیرد؟ - متراژ جایگزینی انجام شده به ازای هر متر مربع از خط لوله - نسبت خوردگی داخلی و خارجی قبل و بعد از انجام تعمیرات	۱۰. بهبود زمانبندی و کیفیت تعمیرات
- میزان کارایی اثبات شده فرایندهای شیمیایی مورد استفاده - اختلاف عدد برای سرعت خوردگی داخلی هدف و عددی که برای سرعت خوردگی داخلی از پرابهای پایش خوردگی داخلی خوانده می‌شود، (بصورت درصد) - اختلاف عدد برای سرعت خوردگی خارجی هدف و عددی که برای سرعت خوردگی داخلی از پرابهای پایش خوردگی داخلی خوانده می‌شود، (بصورت درصد) - آیا میزان اثر بخشی استراتژی مورد استفاده بصورت درصد در بازه زمانی مشخص برای سطوح خارجی بیان گردیده است؟	۱۱. افزایش بازده فعالیتهای مدیریت خوردگی

جدول ۳ - شاخص‌های عملکردی کلیدی سطح ۳: (مورد استفاده در واحدهای عملیاتی)

شاخص کلیدی عملکرد (KPIs)	اهمیت
۱ Ph	Ph کوچکتر از ۷ نشان دهنده اسیدی بودن سیال می باشد. هرچه Ph کمتر باشد، میزان خوردگی بالاتر خواهد بود.
۲ رسانایی	معمولاً رسانایی بالاتر سیال نشان دهنده خوردگی بالاتر است.
۳ کلراید	کلراید نقش الکترولیت را در واکنش بازی می کند. با افزایش میزان کلراید معمولاً خوردگی افزایش می یابد.
۴ سولفید	سولفید نقش الکترولیت را در واکنش بازی می کند. معمولاً با افزایش میزان سولفید خوردگی افزایش می یابد. ولی اثر سولفید کمتر از کلراید می باشد.
۵ H ₂ S	H ₂ S با فراهم کردن هیدروژن تیز باعث افزایش خوردگی می شود.
۶ سختی سیال	هرچه سختی سیال افزایش یابد، تمایل سیال به تشکیل رسوب بیشتر شده و خوردگی زیر رسوبی افزایش می یابد.
۷ اکسیژن نامحلول	هرچه میزان اکسیژن نامحلول افزایش یابد، خوردگی بیشتر می شود. معمولاً با استفاده از اکسیژن زداهای حجم اکسیژن نامحلول زیر 10ppm نگه داشته می شود.
۸ آهن نامحلول	آهن نامحلول معیاری از میزان خوردگی می باشد. هرچه محتوای آهن نامحلول بیشتر باشد، میزان خوردگی افزایش می یابد.
۹ مجموع آهن موجود	مجموع آهن نامحلول و تیز آهن بصورت ترکیب عناصر در سیال را نشان می دهد. تفاوت محتوای آهن مجموع و آهن نامحلول، میزان آهن خورده شده را نشان می دهد.
۱۰ منگنز	منگنز عنصر آلیاژی اصلی در فولادهای کربنی می باشد. محتوای بالای منگنز در سیال نشان دهنده میزان خوردگی بالاتر می باشد.
باقیمانده مواد بازدارنده خوردگی	هرچه میزان باقیمانده مواد بازدارنده خوردگی بیشتر باشد، میزان خوردگی کمتر خواهد بود.

KPI 1: تعداد مشکلات گزارش شده در خصوص مناسب نبودن انتخاب مواد برای واحد متر خط لوله.

KPI 2: تعداد عیوب سطوح خارجی گزارش شده در واحد زمان در واحد سطح خارجی مربوطه.

KPI 3: تعداد پرآب‌های پایش خوردگی داخلی به ازای هر متر مربع از سطح سامانه لوله کشی.

KPI 4: تعداد مشکلات گزارش شده مربوط به سامانه حفاظت کاتدی.

KPI 5: تعداد نیروی کار بازرسی فنی، کیفیت، توانایی، تحصیلات، دوره‌های طی کرده و تجربه آن‌ها.

KPI 6: میزان دقت و کاربردی بودن داده‌های اندازه‌گیری شده.

KPI 7: تعداد و کیفیت رویه‌های (Procedures) تهیه شده در بازه زمانی مربوطه.

KPI 8: تعداد خرابی‌های منجر به نشتی

KPI 9: آیا فعالیت‌های تعمیراتی با کیفیت مناسب و در زمان مناسب صورت می‌پذیرد؟

KPI 10: میزان کارایی اثبات شده فرآیندهای شیمیایی مورد استفاده.

شرکت نفت مناطق مرکزی	شرکت بهره برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی	شرکت بهره برداری نفت و گاز شرق	شرکت بهره برداری نفت و گاز غرب	KPIs
				KPI 1
				KPI 2
				KPI 3
				KPI 4
				KPI 5
				KPI 6
				KPI 7
				KPI 8
				KPI 9
				KPI 10
				Overall
KPI 1: تعداد مشکلات گزارش شده در خصوص مناسب نبودن انتخاب مواد برای واحد متر خط لوله.				

شکل ۳ - نقشه گرمایی برای گزارش وضعیت KPIهای مختلف

۶- نحوه گزارش نتایج شاخص‌های عملکردی کلیدی

آمد، ولی اگر مقدار واقعی خیلی کمتر از مقدار هدف باشد، خانه مربوطه به رنگ قرمز در خواهد آمد. رنگ سفید بدین معنی است که شاخص مربوطه در واحد مربوطه در حال حاضر مورد بررسی قرار نگرفته است. نمونه ای از نتایج شاخص‌های عملکردی کلیدی برای شرکت‌های تابعه شرکت نفت مناطق مرکزی ایران در شکل (۳) آورده شده است.

یکی از روش‌های گزارش نتایج ارزیابی با شاخص‌های عملکردی کلیدی استفاده از نقشه گرمایی^۱ می‌باشد. در این روش در صورتیکه وضعیت فعلی شاخص عملکردی کلیدی در واحد مربوطه مقدار جزئی کمتر از مقدار هدف (رنگ سبز) باشد، خانه مربوطه به رنگ زرد در خواهد

نتیجه‌گیری

در این مطالعه برای اولین بار، فرآیند انتخاب شاخص‌های عملکردی کلیدی و نحوه گزارش‌دهی آن‌ها در سامانه‌های مدیریت خوردگی ارائه گردید. شاخص‌های عملکردی کلیدی مختلف در سه سطح برای استفاده مدیران تراز اول، مدیران میانی و واحدهای عملیاتی در صنایع بالا دستی نفت گاز تعیین و ارائه گردیدند. با توجه به افزایش توجه به استقرار سامانه مدیریت خوردگی در صنایع نفت و گاز کشور در سال‌های اخیر، نتایج این مطالعه می‌تواند مورد استفاده شرکت‌های تابعه وزارت نفت باشد. اگرچه تلاش شده است تا فهرست جامعی از شاخص‌های عملکردی کلیدی در این مطالعه ارائه شود، ولی این لیست همچنان نیاز به اصلاح و تکمیل شدن دارد.

منابع

- [1] Queen D., Ridd B., Packman C., "Key performance indicators for demonstrating effective corrosion management in the oil and gas industry", in Proceeding of NACE International, Vol. 1, pp. 01016, 2001.
- [2] Olabisi O., "Corrosion/Erosion Management Strategy in the North Slope: Use of Corrosion Rate as Key Performance Indicator (KPI)", in Proceeding of NACE International, Vol. 11, pp 1180, 2012.
- [3] Graver B., Saint-Victor F., Lønvik K., Høydal A.-B., Leinum B. H., Skavås E., "Corrosion threats—key performance indicators (KPIs) based on a combined integrity management and barrier concept", in Proceeding of NACE International, Vol. 13, pp. 2716, 2013.
- [4] Papavinasam S., Fnace F., "Aim Corrosion Management: Perfect Key Performance Indicators", NACE, Vol. 5, pp. 8823 , 2015.

1 - Heat Map



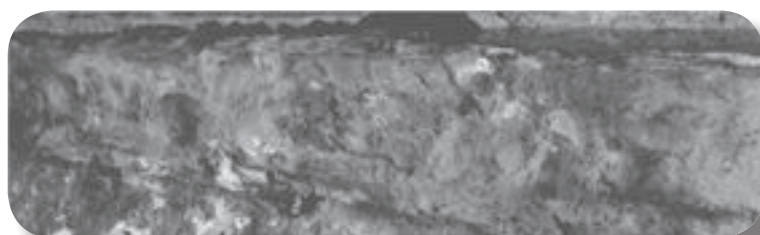
اولین نمایشگاه بین‌المللی صنعت گاز ایران

۱۰ لغایت ۱۳ شهریور ۱۳۹۷

در تهران، مرکز نمایشگاه‌های بین‌المللی شهر آفتاب

برگزار می‌گردد.

دنیای خوردگی



واژه‌های خوردگی و حفاظت فلزات

معرفی کتاب

روی خط اینترنت

فهرست مقاله‌های مجله MP

● واژه‌های خوردگی و حفاظت فلزات

واژه‌های مهندسی خوردگی که در این بخش آورده شده است، از سال ۱۳۸۹ تا سال ۱۳۹۵؛ توسط گروه واژه‌گزینی فرهنگستان زبان و ادب فارسی با همکاری انجمن خوردگی ایران، در کارگروه برو ن‌پذیر مهندسی خوردگی بررسی و در شورای واژه‌گزینی تصویب شده‌اند که به ترتیب حروف الفبا در مجله زنگ منتشر می‌گردد.

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

آ، ا

آند کمکی auxiliary anode

نوعی آند مکمل که از آن در فرایند آب‌کاری برای افزایش چگالی جریان در یک منطقه خاص از کاتد و دستیابی به آب‌کاری با کیفیت‌تر استفاده می‌شود

آند گالوانی galvanic anode

فلزی که به دلیل موقعیت نسبی‌اش در سری گالوانی، در هنگام اتصال به فلزات نجیب‌تر، در برق کاف از بین می‌رود و موجب حفاظت کاتدی آنها می‌شود

آهن سفید galvanized iron

ورقه آهن روی‌اندوده

آهنگ خوردگی corrosion rate

میزان خوردگی در واحد زمان

آبرآلیاژ superalloy

آلیاژی که از نظر اکسایش و حفظ استحکام در مقابل حرارت بیش از یک‌سوم نقطه ذوب خود مقاوم باشد

آبرآلیاژ نیکلی nickel-based superalloy

آبرآلیاژی که بیش از ۵۰ درصد وزن آن عنصر نیکل باشد

ابر کاواکی cavitation cloud

ابری که از تجمع شمار فراوانی از حباب‌های کاواکی تشکیل می‌شود

اتاق افشانش ← اتاق رنگ spray booth

فضایی بسته یا نیم‌بسته برای پوش‌رنگ‌زنی افشانه‌ای قطعات

اتصال پیوستگی continuity bond

اتصال معمولاً فلزی که میان سازه‌های رسانا پیوستگی الکتریکی برقرار می‌کند

اثر آندی anode effect

اثر ناشی از قطبش آندی در الکترولیز که موجب افزایش ناگهانی ولتاژ و افت جریان در نتیجه ایجاد لایه گازی و جدا شدن آند از برق کاف می‌شود

اثر الکتروکوچی electrophoretic effect

اثر بازدارنده بر حرکت مشخصه یک یون در یک محلول برق کاف بر اثر شیو پتانسیل که ناشی از حرکت یون‌های محیط در جهت مخالف است

اثر خوردگی corrosion effect

تغییری که در نتیجه خوردگی در بخش‌های مختلف یک سامانه به وجود می‌آید

اثر لبه‌ای end effect

افزایش از دست رفتن آند در لبه‌ها در مقایسه با بدنه، به دلیل چگالی جریان بیشتر در این نقاط

اختلاف پتانسیل potential difference

کاری که در برابر نیروهای الکتریکی باید انجام داد تا بار الکتریکی واحد از نقطه‌ای به نقطه دیگر جابه‌جا شود

معرفی کتاب



نام کتاب: راهنمای عملی واپایش شیمیایی برج‌های خنک کن

مؤلف: مهندس محمدرضا نفری

ناشر: انجمن خوردگی ایران

کتاب پیش رو به‌واقع جامع‌ترین کتاب تهیه‌شده به زبان فارسی در مورد بهسازی شیمیایی برج‌های خنک‌کن است و مؤلف با عنایت به اینکه تجارب عملی وسیعی را در این ارتباط در مجتمع‌های مختلف صنعتی کسب نموده، با اعتقاد به این مطلب که نشر علم مهم‌ترین خصلت هر انسان پاک‌سرشت فرهیخته است؛ بر آن شدم تا با تألیف این کتاب جامع؛ دانسته‌ها و اطلاعات روزآمد منتشره در دنیا را با مخاطبان آن به اشتراک بگذارم تا انشالله مؤثر افتد.

در تهیه و تدوین این کتاب سعی شده از واژه‌های مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی نهایت استفاده بعمل آید و در این راستا جهت گریز از نامانوس بودن برخی از واژه‌های منتخب؛ ضمن زیرنویسی؛ اکثر آنها در واژه‌نامه پایان کتاب قید گردیده است.

شمارگان: ۱۵۰۰ نسخه، سال نشر: ۱۳۹۶، تعداد صفحه: ۵۶۸، قیمت: ۴۰۰/۰۰۰ ریال



نام کتاب: راهنمای عملی واپایش شیمیایی برج‌های خنک کن

مؤلف: مهندس محمدرضا نفری

ناشر: انجمن خوردگی ایران

در این کتاب مسائل حاکم در دیگ‌های بخار با وسواس خاصی مورد بررسی قرار گرفته و به جرأت می‌توان گفت از بهترین کتاب‌های منتشره در زمینه دیگ‌های بخار است و در خلال آن تمامی مسائل مربوط به بهسازی شیمیایی سامانه مذکور با نگرش واکاوانه مورد بحث قرار گرفته و کلیه نکات فنی مرتبط را مطرح و مورد تجزیه و تحلیل قرار داده، به‌گونه‌ای که می‌توان آن را در زمره جامع‌ترین کتاب‌های منتشره در این ارتباط به‌حساب آورد لذا مطالعه این کتاب به‌تمامی دانشجویان و کارشناسان صنعت مورد توصیه اکید است. به‌منظور روزآمدسازی مطالب این کتاب سعی شده در حد امکان از واژه‌های مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی استفاده شود و برای گریز از درک احتمالی آنها، نسبت به زیرنویس و ارائه آنها در واژه‌نامه انگلیسی به فارسی اقدام گردیده است.

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



نام کتاب: پوشش‌های مقاوم به خوردگی جوی در مهندسی سطح

مؤلف: ایشیبرو سوزوکی

مترجم: دکتر کریم زنگنه مدار

ناشر: انجمن خوردگی ایران

کتاب حاضر شامل شش فصل است. در فصل اول، اصول حفاظت از خوردگی توسط پوشش‌ها بر مبنای علم الکتروشیمی توضیح داده شده است. در فصل‌های دوم تا ششم به بررسی انواع پوشش‌ها پرداخته شده است، بدین صورت که پوشش‌های فلزی فداشونده، در فصل دوم، پوشش‌های فلزی نجیب در فصل‌های سوم و چهارم، پوشش‌های تبدیلی در فصل پنجم و رنگ‌ها/پوشش‌های آلی در فصل ششم تشریح شده‌اند. در فصل اول، معیارهای حفاظت از خوردگی مربوط به هر دسته از پوشش‌های فوق، به اختصار بیان شده است. فصل‌های دوم تا ششم شامل بخش‌هایی راجع به جنبه‌های عملی حفاظت از خوردگی توسط پوشش‌ها، روش‌های پوشش‌دهی، توان حفاظتی پوشش‌ها و همچنین میزان خوردگی محیط می‌باشند. در سایر بخش‌ها نیز به کاربردهای مختلف پوشش‌های مقاوم به خوردگی اشاره شده است. این کتاب شامل شکل‌ها، جداول و اطلاعات زیادی است که با مجوز سازمان‌ها، انجمن‌ها و مجامع مختلف مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند.

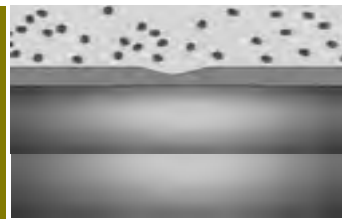
شمارگان: ۵۰۰ نسخه، سال نشر: ۱۳۹۶، تعداد صفحه: ۳۶۶، قیمت: ۲۷۰/۰۰۰ ریال

روی خط اینترنت

کند. با اینکه معمولاً آلومینیوم اکسید بسیار شکننده است، با استفاده از این لایه نازک، تغییری در شکل آن ایجاد نشد. این پوشش‌های خاص که حالت خودترمیمی دارند می‌توانند در شرایط پرفشاری مانند پیل‌های سوختی یا راکتورهای نیروگاه‌های هسته‌ای استفاده شوند. این پژوهش، در مجله "Nano Letters" به چاپ رسید.

منبع: <https://www.isna.ir/news/97012106424>

استفاده از اکسید آلومینیوم برای جلوگیری از زنگ زدگی



پژوهشگران دانشگاه ام‌آی‌تی در یک آزمایش توانستند با پوششی از آلومینیوم اکسید که عملکرد آن مانند مایع است، از خوردگی آلومینیوم جلوگیری کنند.

به گزارش ایسنا و به نقل از گیزمگ، ممکن است فلزات محکم به نظر برسند اما در زمان مشخص، حتی هوا هم می‌تواند این ویژگی آنها را خنثی کند. تعامل اکسیژن با فلز می‌تواند به واکنشی مانند اکسیداسیون منجر شود. گروهی از پژوهشگران دانشگاه "ام‌آی‌تی" (MIT) دریافتند که با استفاده از یک پوشش نازک از آلومینیوم اکسید که عملکرد آن مانند مایع است و توانایی پر کردن شکاف‌ها را دارد، می‌توان آلومینیوم را از خوردگی بیشتر حفظ کرد. اگر اکسید فلزات به زنگ زدگی یا تیره شدن آنها منجر شود، موجب خوردگی و نهایتاً ترک خوردن فلزات می‌شود اما اکسید همه فلزات، مخرب نیستند. سه اکسید خاص یعنی آلومینیوم اکسید، کروم اکسید و سیلیکون اکسید می‌توانند فلز را از زنگ زدگی بیشتر حفظ کنند و گروه دانشگاه ام‌آی‌تی تصمیم گرفتند دلیل این موضوع را بفهمند. زنگ‌زدگی تحت شرایط خاصی مانند قرار گرفتن داخل یک واکنشگاه، سریعتر رخ می‌دهد. پژوهشگران در آزمایش خود دریافتند که پوشش‌دهی خوب این اکسیدهای خاص می‌تواند از فلزات زیرین آنها هنگام تماس با اکسیژن و قرار گرفتن در فشار مکانیکی، محافظت کند. آنها برای بررسی دقیق این موضوع، از یک "میکروسکوپ الکترونی عبوری محیطی" (E-TEM) استفاده کردند. در این بررسی، آلومینیوم اکسید عملکرد خوبی داشت و مشاهده دقیق فرآیند محافظت از فلز، با استفاده از این میکروسکوپ برای پژوهشگران ممکن شد. با وجود اینکه آلومینیوم اکسید جامد است، عملکرد آن هنگام به کار بردن لایه‌های بسیار نازک اکسید - حدود دو یا سه نانومتر - به مایع شباهت دارد. با کشش آلومینیوم، لایه اکسید امتداد می‌یابد و فلز مورد نظر را پوشش می‌دهد و به این ترتیب، از تماس اکسیژن با آن جلوگیری می‌کند. گروه پژوهشی ام‌آی‌تی توانست طول اصلی آلومینیوم را با وجود کشش آن بیش از دو بار در دمای اتاق، بدون ترک خوردن حفظ

نمک زدایی از نفت با فناوری بومی ممکن شد



محققان در یک شرکت دانش بنیان موفق شدند با طراحی بسته‌های تزریق پساب واحدهای نمک زدایی در صنعت نفت برای ازدیاد برداشت از چاه‌های نفت مرده گام بردارند. علیرضا ناصری حسینی، مدیر عامل یک شرکت دانش بنیان صنعتی در پارک علم و فناوری خراسان و مجری طرح «بسته تزریق پساب واحدهای نمک زدایی» در گفتگو با خبرنگار مهر گفت: لازم است که نفت خام برای انتقال به پالایشگاه و کشتی نمک زدایی شود زیرا نمک به عنوان عامل آسیب زننده به محیط زیست و تاسیسات در صنعت پتروشیمی عمل می‌کند. وی با بیان اینکه میزان آب نمک خروجی از چاه‌های نفت به تدریج و با گذشت زمان افزایش می‌یابد، خاطر نشان کرد: به دلیل کاهش حجم گاز و نفت استخراج شده، سطح آب شور بالا می‌آید و نمک زدایی باعث می‌شود از عملکرد کاتالیست‌ها محافظت کند و از خوردگی در تاسیسات نفتی جلوگیری به عمل آورد. ناصری حسینی با اشاره به هدف انجام این پروژه گفت: هدف از انجام فرآیند نمک‌زدایی، حذف یا تقلیل دادن میزان نمک همراه نفت تا میزان ۸ پوند در هزار بشکه (AP.T.B) است که منجر به بهبود کیفیت نفت خام، استفاده از حداکثر لوله‌ها و ظرفیت پالایشگاه‌ها و جلوگیری از هدر رفت انرژی مصرفی در پالایشگاه می‌شود. این محقق با تاکید بر اینکه بدین واسطه امکان تزریق پساب‌های نفتی به چاه‌های مرده و کم فشار فراهم می‌شود، گفت: فرآیند نمک‌زدایی یکی از اجزای مهم در صنعت نفت است و ما در این تحقیقات با بومی‌سازی فناوری‌های مورد نیاز، موفق به بازیافت پساب‌های ناشی از این فرآیند شدیم. وی با بیان اینکه پکیج‌های عرضه شده از سوی این تیم تحقیقاتی قابلیت راه‌اندازی خودکار و کنترل پیش

جوش می‌تواند خسارات مالی را به همراه داشته باشد. جلال کنگازیان افزود: نتایج این پژوهش می‌تواند در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و دیگر صناعی که نیاز به جوشکاری این نوع آلیاژها دارد، مفید باشد. این پایان نامه، عنوان پایان نامه برتر سال را در هجدهمین کنفرانس ملی جوش و بازرسی و هفتمین کنفرانس ملی آزمایش‌های غیرمخرب که بهمن ماه در دانشگاه اراک برگزار شد به خود اختصاص داده است.

منبع: <http://www.iribnews.ir/fa/news/2069323>

ایمن سازی ۲۸۰ محدوده از خطوط انتقال نفت به اصفهان



۲۸۰ محدوده از خط لوله ۳۰ و ۳۲ اینچ انتقال نفت خام مارون به اصفهان ایمن سازی شد. به گزارش خبرگزاری صدا و سیما، مرکز اصفهان؛ معاون فنی شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران - منطقه اصفهان گفت: بر اساس نتایج پیگرانی هوشمند در نقاط دارای خوردگی با نصب و جوشکاری نیم لوله، مقاوم سازی با استفاده از پوشش کامپوزیت و تعویض پوشش انجام شده است. محمد مذهب جعفری افزود: ایمن سازی این محدوده‌ها با نصب و جوشکاری ۴۵۰ جفت نیم لوله به طول یک هزار و ۳۵۰ متر، اجرای ۱۵۰ متر مربع کامپوزیت و حدود چهار هزار متر مربع تعویض پوشش در طول مسیر خط انتقال نفت مارون - اصفهان در محدوده جغرافیایی سه استان خوزستان، چهارمحال و بختیاری و اصفهان انجام شد. معاون فنی شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران - منطقه اصفهان با بیان اینکه برای ایمن سازی این محدوده‌ها حدود ۳۶ هزار و ۶۰۰ متر مکعب خاکبرداری هم انجام شد گفت: پس از جوشکاری نیم لوله‌ها، تست‌های لازم روی جوش‌ها اجرا شد.

منبع: <http://www.iribnews.ir/fa/news/2072228>

تمامی فرآیند تزریق را دارد، گفت: با استفاده از این بسته‌ها می‌توان در شرایط محیطی سخت، پساب تولیدی در واحدهای نمک‌زدایی تا ۱۰ هزار بشکه در روز و تا فشار ۱۶۰۰ PSIG از طریق تلمبه‌ای طراحی شده به چاه‌های مورد نظر تزریق شود. برگزیده جشنواره خوارزمی افزود: در این بسته طراحی شده، آب نمک خروجی برای تصفیه و جداسازی ذرات نفت موجود، وارد سامانه تصفیه پساب شده و سپس با فشار مناسب به چاه‌های مرده موجود در اطراف واحد تزریق می‌شود. وی ادامه داد: در این سامانه تمامی اطلاعات فرآیندی و پارامترهای عملکردی تجهیزات به طور کامل ذخیره شده و در صورت نیاز به بانک اطلاعات ارسال خواهد شد. به گزارش مهر، این طرح رتبه دوم طرح‌های توسعه ای در گروه تخصصی مکانیک سی و یکمین جشنواره بین المللی خوارزمی را کسب کرده است.

منبع: mehrnews.com/news/4266907



دستیابی به روش نوین جوشکاری فولادهای زنگ نزن به دیگر آلیاژها

انتخاب پایان نامه برتر سال از دانشگاه صنعتی اصفهان پژوهشگر دانشگاه صنعتی اصفهان به روش نوین جوشکاری فولادهای زنگ نزن به دیگر آلیاژها در دانشگاه صنعتی اصفهان دست یافت. به گزارش خبرگزاری صداوسیما، مرکز اصفهان؛ دانش آموخته دانشگاه صنعتی اصفهان و ارائه دهنده این روش گفت: این طرح صنعتی در قالب پایان نامه کارشناسی ارشد با عنوان جوشکاری غیرمشابه فولاد زنگ نزن سوپر دوفازی ۲۵۰۷ به سوپر آلیاژ ۸۲۵ و ارزیابی خواص اتصال با راهنمایی مرتضی شمعیان عضو هیات علمی دانشکده مهندسی مواد دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شده است. جلال کنگازیان، فولادهای زنگ‌نزن دوفازی را در زمره آلیاژهای مقاوم به خوردگی دانست و گفت: نوع سوپر دوفازی این فولادها با هدف جایگزینی فولادهای زنگ‌نزن متداول و به منظور ساخت لوله‌های موجود در صنایع درگیر با محیط‌های خورنده، همچون صنایع نفت، گاز و پتروشیمی توسعه یافته است. وی افزود: در این گونه صنایع با تغییر در شرایط محیطی همچون دما و نوع محیط خورنده به آلیاژی نیاز است که مطابق با شرایط کاری بازدهی لازم را از لحاظ اقتصادی و ایمنی ایجاد کنند. پژوهشگر برتر دانشگاه صنعتی اصفهان در این صنایع، جوشکاری فولادهای زنگ‌نزن به دیگر آلیاژها را از جمله آلیاژهای پایه نیکل اجتناب‌ناپذیر بیان کرد و گفت: مهمترین مساله در جوشکاری این آلیاژها انتخاب روش صحیح جوشکاری است که در شرایط به شدت خورنده محیط، انهدام در ناحیه

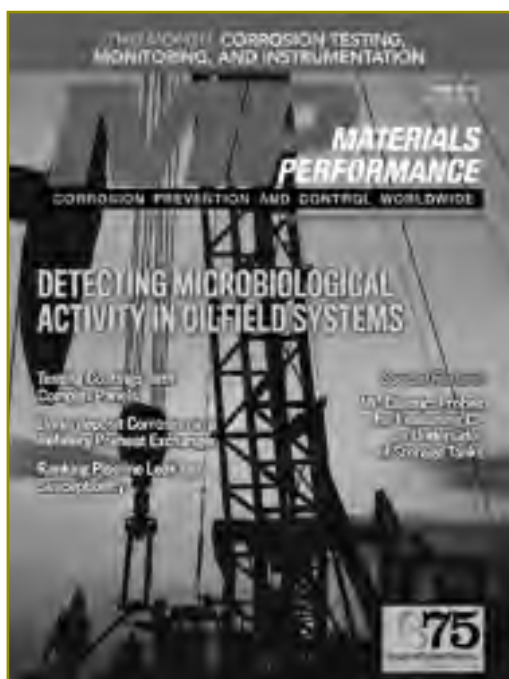
فراخوان

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

تلفن: ۸۸ ۳۴ ۴۲ ۸۷ - ۸ (www.ica.ir)

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 می‌تواند مفید باشد. فصلنامه زنگ، به منظور آشنایی خوانندگان با عناوین مقاله‌های این نشریه، فهرست مقاله‌ها منتشر شده در آن را ارائه خواهد نمود تا هر یک از خوانندگان بر اساس زمینه کاری خود از مقاله‌های این مجله بهره‌مند گردند. در این شماره از مجله تصاویر جلد مجله Material Performance آورده شده است و علاقمندان می‌توانند جهت مشاهده و مطالعه متن کامل مقاله‌ها به پایگاه اینترنتی <http://mp.epubxp.com> مراجعه نمایند.



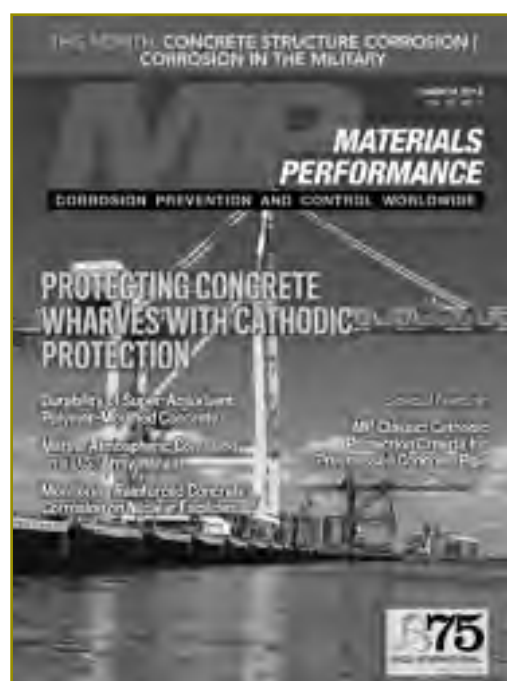
JUNE 2018
VOL. 57, NO. 6



MAY 2018
VOL. 57, NO. 5



APR 2018
VOL. 57, NO. 4



MAR 2018
VOL. 57, NO. 3

بیشتر بدانیم

بیشتر بدانیم



- پایش خوردگی
روش‌های بازرسی و پایش خوردگی لوله و تاسیسات
آب دریا از جنس فولادهای زنگ‌نزن و کاپرنیکل
- خوردگی در سامانه آب و فاضلاب
بررسی خوردگی لوله آب معدن چهل کوره زاهدان
- بازرسی و نظارت بر خوردگی
روند بازرسی مخازن هوای فشرده در کارخانه ذوب
مجتمع مس سرچشمه و تعیین مرزهای مجاز خوردگی
- خوردگی در صنایع
پایش خوردگی در تیوب‌های توربین بخار نیروگاه و
تیوب‌های مبدل حرارتی در مدارهای آب خنک کننده

روش‌های بازرسی و پایش خوردگی لوله و تاسیسات آب دریا از جنس فولادهای زنگ‌نزن و کاپرنیکل

محمدعلی فرحانی نژاد^۱، سید سعید عظیمی ابرقویی^۲، میثم حیدریان^۳

^۱ کارشناس ارشد مهندسی ایمنی و بازرسی فنی، دانشگاه صنعت نفت، آبادان

^۲ کارشناس ارشد مهندسی مواد، خوردگی و حفاظت مواد، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

^۳ کارشناس ارشد مهندسی مواد، شناسایی و انتخاب مواد، صنایع شناورسازی

چکیده

خوردگی لوله و تاسیسات آب دریا از جمله مشکلات اساسی در صنعت است که می‌تواند منجر به خسارات فاجعه‌باری شود. از این رو جلوگیری و شناسایی میزان خوردگی به‌منظور پیش‌بینی عمر تجهیزات موجود اهمیت زیادی دارد. روش‌های بازرسی فنی از جمله اقدامات اصلی در جهت پیش‌بینی، میزان و نوع خوردگی می‌باشد و می‌تواند تا حد زیادی از بوجود آمدن خسارت‌های ناشی از آن جلوگیری کند. روش‌های مختلفی به‌منظور بازرسی اینگونه تجهیزات وجود دارد اما اکثر این روش‌ها به‌منظور بررسی خوردگی یکنواخت تجهیزات توسعه یافته‌اند، در حالی که خوردگی در آنها عموماً از نوع موضعی و به‌ویژه حفره‌ای می‌باشد. لوله و تاسیسات آب دریا معمولاً از جنس آلیاژهای مس به‌خصوص کاپرنیکل‌ها و یا از جنس فولادهای زنگ‌نزن می‌باشند که دارای مقاومت بالایی در مقابل خوردگی هستند. هدف از انجام این پروژه بررسی خوردگی فولادهای زنگ‌نزن و کاپرنیکل و پیشنهاد بهترین روش به‌منظور بازرسی خوردگی تجهیزاتی از این جنس می‌باشد. در این پژوهش پس از بررسی انواع خوردگی در این تجهیزات، روش‌های متداول بازرسی خوردگی همراه با مزایا و معایب هریک از این روش‌ها با تاکید بر لوله و تاسیسات با قطرهای کم بررسی شده است. بر همین اساس بهترین روش برای بازرسی خوردگی فولادهای زنگ‌نزن و کاپرنیکل در صنعت ادی کارنت و التراسونیک است. البته روش ادی کارنت استفاده گسترده‌تری دارد.

واژگان کلیدی

بازرسی خوردگی، خوردگی حفره‌ای، فولاد زنگ‌نزن، کاپرنیکل، ادی کارنت، لوله‌های با قطر کم

۱ - مقدمه

شک خوردگی یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین خطرات در خطوط لوله و تاسیسات وابسته به شمار می‌رود. این عیوب باید قبل از اینکه به حد بحرانی برسند و باعث ایجاد خسارات جبران ناپذیری شوند مورد شناسایی قرار گیرند. به همین جهت با گسترش روزافزون صنایع نیاز به آزمون قطعات فلزی به‌منظور بررسی میزان خوردگی تجهیزات امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. آزمون‌های غیرمخرب (NDT) و ارزیابی‌های غیرمخرب (NDE) از جمله روش‌هایی هستند که برای شناسایی، تعیین و ارزیابی نقص‌ها و عیوب در تجهیزات و سازه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. با گذشت زمان استفاده از روش‌های NDT گسترش چشم‌گیری پیدا

هنگام انتخاب یک ماده برای استفاده در محیط دریایی، مهم این است که انتخاب صحیحی داشته باشید. این بدان معناست که استفاده از آلیاژهای مناسب هزینه‌های ناشی از شکست قطعات را به حداقل می‌رساند. از رایج‌ترین مواد در استفاده در محیط دریایی، Cu، Ti، Copper alloys و فولادهای زنگ‌نزن می‌باشند [۱]. این فلزات بعضاً در مواجهه با آب دریا دچار خوردگی حفره‌ای و میکروبی می‌شوند. این عیوب ممکن است بدون تاثیرگذاری بر عملکرد مفید تجهیزات به‌صورت ذاتی، ناشی از تنش و یا خوردگی در قطعه موجود باشد. بدون

- وجود تعداد زیاد جوش بخصوص در دیگهای بخار
- فاصله کم بین لوله‌ها
- عدم تکان دادن اجزا بخصوص در مخازن تحت فشار
- دسترسی کم به بعضی جوش‌ها
- انحنا در بعضی جوش‌ها در لوله‌های با قطر کم [۲].

۱-۴- روش‌های بازرسی

با توجه به حساسیت صنایع روش‌هایی که برای بازرسی این تجهیزات استفاده می‌شود باید شرایط خاصی را داشته باشند از جمله این شرایط می‌توان به مطابقت آن با محیط زیست، قابلیت واسنجی، حساسیت زیاد به عیوب و انعطاف‌پذیری بالا اشاره کرد. در نتیجه تجهیزات اندکی قابلیت انجام این آزمون‌ها را دارا می‌باشند.

۲-۴- روش مایع نافذ

ساده‌ترین روش بازرسی برای فولادهای زنگ‌نزن و آلیاژهای غیرآهنی استفاده از روش مایع نافذ PT است در این تست که به منظور بررسی عیوب سطحی بکار می‌رود از یک ماده نافذ برای نفوذ به درون عیوب و یک مایع آشکارساز به‌منظور آشکارسازی عیوب استفاده می‌گردد. این آزمون دارای محدودیت‌هایی از جمله موارد زیر می‌باشد.

- احتیاج به تمیز بودن سطح
- احتیاج به دسترسی به سطح
- احتیاج به رشد عیب تا سطح فلز
- علاوه بر این‌ها اغلب نمی‌توان اندازه دقیق عیوب را با این روش مشخص کرد [۹].

۳-۴- روش جریان گردابی (Eddy current)

از دیگر روش‌های مهم استفاده از ادی کارنت است که هم به‌صورت دستی و هم به‌صورت خودکار انجام می‌شود. استفاده از روش خودکار هنگامی که از پروب‌های واسنجی شده هوشمند بر روی سطح نمونه استفاده شود در مواقعی که شکل هندسی قطعه در فواصل طولانی زیاد است بسیار نتیجه‌بخش است از جمله کاربرد این روش برای لوله‌های مبدل حرارتی و لوله‌ها است. استفاده از روش ادی کارنت در مکان‌هایی که دچار پیچیدگی زیادی در طراحی و دارای زبری سطحی هستند با سختی همراه است و در بعضی موارد عیب را به خوبی مشخص نمی‌کند. در مواردی که سطح دارای شکل ساده و یا دارای قطر زیادی است استفاده از ادی کارنت نتیجه خوبی را ندارد. با این حال استفاده از متخصصان با تجربه و پروب‌های مناسب می‌تواند نتایج خوبی را ارائه دهد [۱۰]. نکته‌ای که در مورد آزمون جریان گردابی در فولادهای زنگ‌نزن دوپلکس وجود دارد خاصیت مغناطیسی در این آلیاژ ناشی از وجود فریت می‌باشد. اصولاً قابلیت نفوذ مغناطیسی درآزمایش جریان گردابی تأثیر معکوسی درآزمایش مواد فولادی و فرومغناطیسی می‌گذارد. به همین دلیل، آزمایش قطعات فولادی و مواد فرومغناطیسی به‌شرطی میسر است که عملیات اشباع مغناطیسی روی آنها انجام گرفته باشد (بجز آشکارسازی ترک‌های کاملاً سطحی) در کارخانه‌های لوله‌سازی،

کرد. هر کدام از این روش‌ها دارای مزایا و محدودیت‌های خاص خود هستند. در انتخاب روش NDT نکته‌ای که اهمیت دارد انتخاب روشی است که بهترین و قابل اعتمادترین داده‌ها را نتیجه دهد [۲].

۲- فولادهای زنگ‌نزن

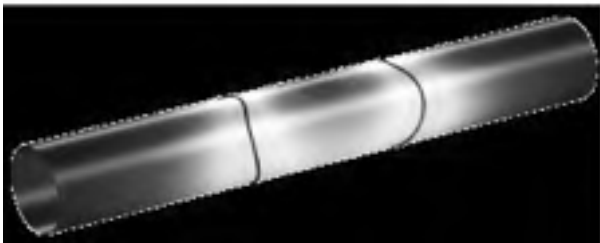
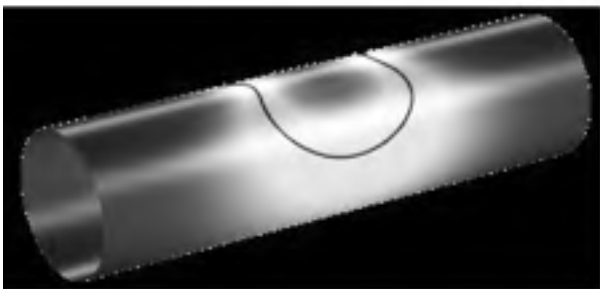
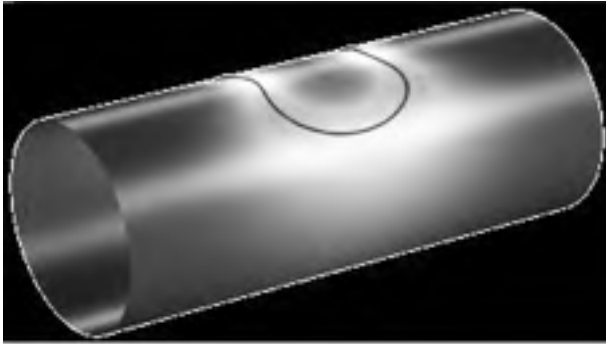
از جمله فولادهای زنگ‌نزن که کاربرد زیادی در صنایع دریایی دارند فولاد زنگ‌نزن آستینیتی و فولادهای زنگ‌نزن دوپلکس و سوپر دوپلکس می‌باشد. استفاده از فولادهای زنگ‌نزن به دلیل مقاومت به خوردگی مناسبی که دارند در صنایع مختلف رایج شده است. در کنار نقش کلرید در خوردگی بکارگیری این قطعات تحت تنش اعمالی یا باقی‌مانده نیز خوردگی را افزایش می‌دهد که به خوردگی کلریدی تنشی معروف است. هنگامی که یون‌های کلرید تحت شرایط راکد و استاتیک در اینگونه تجهیزات وجود داشته باشند. آلیاژهای فولاد زنگ‌نزن به خوردگی موضعی مستعد می‌گردند [۳]. امروزه استفاده از فولادهای آستینیتی زنگ‌نزن مانند فولاد زنگ‌نزن ۳۰۴L و ۳۱۶ به دلیل خوردگی حفره‌ای و مقاومت ضعیف در مقابل آب دریا کم شده و استفاده از گروه‌های جدید فولاد زنگ‌نزن که مقاومت بیش‌تری در مقابل این نوع خوردگی‌ها دارند مانند فولادهای دوپلکس و سوپر دوپلکس رو به افزایش است [۴]. این فولادها دارای استحکام بالا، مقاومت به خوردگی زیاد، مقاوم در برابر خوردگی تنشی و کلراید و در نهایت جوش‌پذیری خوبی هستند. فولادهای دوپلکس دارای حدود ۵۰ درصد ساختار آستینیتی و ۵۰ درصد ساختار فریتی می‌باشند [۵].

۳- آلیاژهای مسی

آلیاژهای مسی به خصوص کاپرنیکل‌ها برای کاربرد در محیط‌های در تماس با آب دریا در اکثر استانداردها پیشنهاد می‌شوند. آلیاژ مس ترکیبی از مس با یک یا چند فلز دیگر برای تشکیل یک آلیاژ به‌منظور بهبود عملکرد مس خالص می‌باشد [۶]. مس و آلیاژهای مس برحسب محیط، معمولاً دچار همه انواع خوردگی می‌شوند. از آنجایی که اغلب آلیاژهای مس نسبت به بقیه آلیاژها کاتدی‌تر هستند کم‌تر دچار خوردگی گالوانیکی می‌شوند [۷]. آلیاژهای مس به ندرت دچار خوردگی حفره‌ای می‌شوند ولی بسته به محیط و انتخاب نوع آلیاژ احتمال این نوع خوردگی وجود دارد. به‌طور مثال آلیاژ برنج آلومینیومی بهترین انتخاب برای مقاومت فلز در برابر خوردگی حفره‌ای است. در صورتی که آلیاژ مس با درصد مس بالا در بعضی مواقع دچار خوردگی حفره‌ای می‌شود [۸].

۴- بازرسی لوله و تاسیسات با قطر کم

در گذشته، رادیوگرافی مهم‌ترین ابزار تشخیص عیوب کوچک بود. با این حال، رادیوگرافی دارای محدودیت‌های مهمی است: ایمنی و اختلال در برنامه‌های کاری، ضایعات شیمیایی، ذخیره‌سازی فیلم و مشکل شناسایی نقص‌های فلزی را دارا می‌باشد. به‌طور کلی لوله‌های با قطر کم نسبت به لوله‌های با قطر زیاد محدودیت‌هایی دارد، از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:



شکل ۱ - پروفیل بازرسی لوله براساس قطر [۱۸].

جدول ۱ - محدوده موثر بازرسی بوسیله ادی کارنت [۱۷].

NPS	Lift-off									
	mm	in	1.3	25	38	51	64	76	89	102
			0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
1			Small Probe				n/a			
			Medium Probe				n/a			
2							Medium Probe			

جدول ۲ - آزمون‌های مورد نیاز به منظور آلتراسونیک و ادی کارنت برای شناسایی عیوب طولی [۱۹].

Diameter, mm (in.)	Examination Required	Paragraph Reference
$d < 3.2 \left(\frac{1}{8}\right)$ or $D < 6.4 \left(\frac{1}{4}\right)$	None	...
$3.2 \left(\frac{1}{8}\right) \leq d \leq 17.5 \left(\frac{11}{16}\right)$ and $6.4 \left(\frac{1}{4}\right) \leq D \leq 25.4 \left(1\right)$	Eddy current (ET) (Note (1)) or ultrasonic (UT)	K344.8 or K344.6
$d > 17.5 \left(\frac{11}{16}\right)$ or $D > 25.4 \left(1\right)$	Ultrasonic (UT)	K344.6

عملیات اشباع‌سازی بوسیله یک سیم پیچ با میدان مغناطیسی بسیار قوی انجام می‌گیرد و هر لوله قبل از ورود به کوئل آزمایش جریان گردابی، از درون سیم پیچ اشباع کننده عبور داده می‌شود [۱۱]. سال‌ها هست که از ادی کارنت برای بازرسی مس کار شده و تیوب‌های مس استفاده شده است. ادی کارنت معمولاً برای بازرسی تیوب‌ها و لوله‌ها با قطرهای داخلی متفاوت و ضخامت دیواره ۳ میلی‌متر مورد استفاده قرار می‌گیرد. تیوب‌ها و تجهیزات با قطر بزرگ‌تر در قسمت‌های جداگانه بازرسی می‌شوند. که در آن سرعت بازرسی براساس نوع تجهیزات انتخاب می‌شود [۱۱].

۴-۴ - نکات مهم جریان گردابی

استفاده از روش ادی کارنت مگر در مواقعی که ضخامت کم باشد به دلیل نفوذ کم توصیه نمی‌شود. در مواردی که استفاده از جریان گردابی به دلیل محدودیت استفاده از ضخامت ممکن نباشد می‌توان از روش التراسونیک خودکار و دستی استفاده کرد. در این روش باید به مهارت کارکنان و پروب‌های موجود نیز توجه کرد [۹].

بازرسی لوله‌های با قطر کم به دلیل سطوح پیچیده و انحنای زیاد آنان اغلب با مشکلات زیادی همراه است. در بازرسی لوله‌ها به روش جریان گردابی هرچه قطر لوله کمتر باشد فضای تحت بررسی ناشی از جریان گردابی نسبت به لوله افزایش پیدا می‌کند (شکل ۱) [۱۸]. همان‌طور که در شکل مشخص است با کم شدن قطر لوله میدان تاثیرگذاری ادی کارنت نیز افزایش می‌یابد. با توجه به آزمایشات انجام شده بر روی لوله‌های با قطر کم در سه NSP متفاوت داده‌هایی براساس جدول ۱ بدست آمده است.

براساس جدول ۱ استفاده از روش ادی کارنت در لوله‌هایی با NSP۱ در محدوده موثر بازرسی با پروب کوچک حدود ۲۵ تا ۳۸ میلی‌متر ولی با پروب متوسط ۳۸ تا ۶۴ میلی‌متر افزایش می‌یابد در لوله‌هایی با NSP۲ محدوده مطلوب بازرسی لوله‌ها با پروب متوسط ۵۱ تا ۷۶ میلی‌متر و در لوله‌های با NSP۳ محدوده بازرسی بالاتر از ۶۴ میلی‌متر است. براساس استاندارد ASME B31.3 به منظور شناسایی عیوب طولی لوله و تیوب‌های مورد نظر به طور کامل براساس جداول ذکر شده در استاندارد مانند جدول ۲ مورد بازرسی قرار می‌گیرند [۱۷].

براساس این استاندارد به منظور آزمون التراسونیک باید از استاندارد ASME BPV Code, Section V, Article 8 با رعایت قوانین زیر استفاده شود.

- لوله‌ها و تیوب‌ها از جنس فولاد زنگ‌نزن باید به‌طور کامل براساس جدول ۳ مورد بررسی قرار گیرند.
- واسنجی جریان گردابی باید براساس یک قطعه رفرنس که دارای شکاف استاندارد است انجام شود. عمق این شکاف نباید بزرگتر از ۰/۱ میلی‌متر و یا ۵ درصد ضخامت، هرکدام بزرگ‌تر بود، باشد. همچنین

'Personnel Qualification and Certification in

- Non-destructive Testing' Columbus, OH: ASNT
- NACE 3T199

۴-۶- رادیوگرافی

به طور کلی برای بازرسی فلزات غیرآهنی چه بصورت ریخته‌گری، سخت‌کاری شده و کار شده کمتر از روش رادیوگرافی استفاده می‌شود. و این می‌تواند به دلیل هزینه زیاد و سرعت نامناسب در بازرسی باشد. رادیوگرافی اساساً محدود به بازرسی فلزات ریخته‌گری شده سبک مانند آلومینیوم، تیتانیوم و منیزیم یا بازرسی فلزات دیگر با ضخامت بسیار پایین مانند مس و نیکل می‌شود. رادیوگرافی همراه با دیگر تکنیک‌های بررسی‌های غیرمخرب برای بازرسی طراحی مناسب ورودی‌ها و سامانه‌های بخار و سیال، سامانه‌های خنک‌کن به منظور تایید نبودن نقص در آن‌ها استفاده می‌شود [۱۳].

در فلزات سبک از انجایی که نیاز به دسترسی ریزساختار و میکروساختار است استفاده از رادیوگرافی به دلیل حساسیت بالاتر نسبت به دیگر تکنیک‌ها ترجیح داده می‌شود. اگرچه ممکن است در ساختارهای ریز تفسیر فیلم رادیوگرافی مشکل باشد. رادیوگرافی مس و دیگر فلزات که دارای نقص‌های ریز هستند به دلیل تمایل به ساختار درشت‌تر و پراکنش از مرزخانه‌ها دشوارتر است [۱۳].

استانداردهای آزمون رادیوگرافی RT

- ASME section 8, Div. 1 و Article 8 Pressure vessel بویلرها
- ASNT Recommended Practice No. SNT-TC-1A, 'Personnel Qualification and Certification in
- Non-destructive Testing' Columbus, OH: ASNT
- NACE 3T199

۴-۷- روش RFT

روش RFT روشی آنلاین و غیرمخرب به منظور بازرسی خوردگی عمومی، خوردگی سایشی و خوردگی موضعی است. این روش معمولاً در جاهایی که روش جریان گردابی موثر نیست استفاده می‌شود مانند بازرسی فلزات دارای خواص مغناطیسی [۱۴].

روش RFT به‌طور گسترده‌ای در بازرسی لوله‌های نفتی، لوله و تیوب‌های با قطر کم، مبدل‌های حرارتی و دیگ‌های بخار مورد استفاده قرار می‌گیرد. این سامانه شامل یک تحریک‌کننده، آمپلی‌فایر و یک دریافت‌کننده است. در این روش مبدل یک میدان مغناطیسی را به قطعه تحمیل می‌کند و تغییرات دامنه و آشکارسازی آن را مشخص می‌کند. ضخامت دیواره براساس تغییرات فاز و دامنه بین مبدل و آشکارکننده مشخص می‌شود. به این صورت که وجود هر عیب بر دیواره میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط مبدل را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در نهایت داده‌های بدست آمده با موارد و داده‌های استاندارد مقایسه می‌شود. اگرچه این روش عمدتاً به‌عنوان یک روش بازرسی استفاده می‌شود ولی می‌توان به عنوان یک روش نظارت به سرعت خوردگی براساس تابع زمان نیز از آن استفاده کرد [۱۴].

در این روش نیازی به تمیز کردن سطحی که بازرسی روی آن انجام

۵-۴- آزمون التراسونیک

برخلاف آزمون جریان گردابی فراصوتی فقط به‌صورت آفلاین و به‌صورت دستی برای عیوب داخلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. معمولاً فراصوتی خودکار به ندرت برای سرعت‌های بالاتر از ۰/۸ متر بر ثانیه استفاده می‌شود و به همین دلیل اغلب برای بازرسی فلزات تیتانیوم و آلیاژهای نیکل استفاده می‌شود. فراصوتی برای محدوده باریکی از فلزات غیرآهنی به دلیل مشکلاتی مانند پراکندگی سیگنال استفاده می‌شود. بسیاری از آلیاژهای ریخته‌گری شده تیتانیومی، مسی و نیکلی از لحاظ انجام آزمون التراسونیک غیرقابل بازرسی هستند. این‌گونه آلیاژها فقط هنگامی قابل بازرسی هستند که اندازه دانه‌های بعد از کارسرد بعدی کاهش پیدا کرده باشد [۱۲].

روش فراصوتی UT برای بازرسی در فولادهای زنگ‌نزن بخصوص جوش‌ها استفاده می‌شود. استفاده از آزمون فراصوتی UT به صورت دستی و خودکار است. استفاده از این روش نیاز به مهارت زیاد و تجربه کافی دارد. علاوه بر این بسیار وقت‌گیر است و تمام جزئیات را پوشش نمی‌دهد. از جمله مزایای این روش احتمال مشخص کردن دقیق اندازه ترک و محل آن است که نسبت به بقیه روش‌ها امیدوار کننده‌تر می‌باشد [۱۲].

۱-۵-۴- روش آرایه فازی (Phased Array)

استفاده از روش فراصوتی خودکار AUT، در سال‌های اخیر برای بازرسی لوله‌های با قطر کم متداول شده است. نتایج حاصل از این آزمون بسیار مفید و قابل اعتماد می‌باشد. با این حال، به‌طور کلی راه حل‌های AUT فاقد یک مکانیزم تحویل قابل اعتماد و قابل توجه است. در حال حاضر در حالیکه AUT در لوله‌های قطر کم استفاده می‌شود. پتانسیل این را دارد که با برطرف کردن مشکلات آن در بسیاری از کاربردهای دیگر مانند دیگ بخار، لوله‌های فرآیندی و لوله‌های تولید در پالایشگاه‌ها، کشتی‌سازی، نیروگاه‌ها، داروسازی‌ها و هسته‌ای استفاده شود.

به منظور آزمون خودکار التراسونیک می‌توان به استاندارد ASME 179 و ASME 181 اشاره کرد که امکان آزمون لوله‌های قطر کم را دارد [۱۶]. ASME B31.1 CC 179 استانداردهای مورد نیاز برای انجام آزمون فراصوتی را مطرح کرده است [۱۷]. بازرسی لوله‌های نیروگاهی معمولاً توسط ASME B31.1 انجام می‌شود همچنین برای بازرسی لوله‌های فرآیندی از کد استاندارد ASME B 31.1 و B31.3 استفاده می‌شود [۱۷].

به‌طور کلی در صنایع از روش‌های مختلف آزمون فراصوتی استفاده می‌شود. مانند روش استفاده از موج طولی در غوطه‌وری با استفاده از اسکنرهای تشخیصی برای تشخیص عیوب لمینار در ورق‌های آلومینیوم ناوهای هواپیمابر، استفاده از موج‌های عرضی برای بررسی تیوب‌های با قطر بزرگ و استفاده از التراسونیک دستی با استفاده برای بازرسی ورق‌های دایره‌ای شکل، فورج شده، موتورهای ریخته‌گری شده و بازرسی جوش‌های آلومینیوم.

استانداردهای آزمون فراصوتی UT

- ASME section 8, Div. 1 و Article 8 Pressure vessel بویلرها
- ASNT Recommended Practice No. SNT-TC-1A,

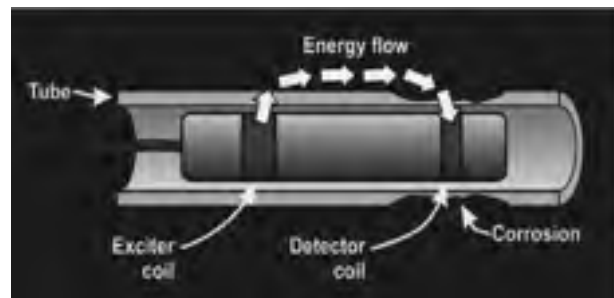
فراصوتی Guided Wave یکی از پیشرفت‌های اخیر در زمینه بررسی‌های غیرمخرب در صنایع می‌باشد. این روش از سال ۱۹۹۸ معرفی شد و به سرعت در صنایع مختلف بخصوص در نفت و گاز به منظور نظارت بر خطوط لوله و بررسی خوردگی، نقص و شناسایی میزان آسیب خط لوله مورد استفاده قرار گرفت [۲۰]. این روش به منظور بازرسی در رنج متوسط و زیاد انجام با فرستادن امواج صوتی در خطوط لوله و هدایت آن‌ها توسط مرزهای هندسی جسم انجام می‌شود. امواج صوتی توسط تحریک ترانسدیوسر با ولتاژ بالاتولید می‌شوند که در نتیجه آن امواج مکانیکی در طول خط لوله منتشر شده و با برخورد با هر نوع عیبی بازتاب پیدا می‌کند. سرعت امواج روش Guided Wave وابستگی بالایی به طول موج و فرکانس دارد که با عنوان پراکندگی هنگام نشان دادن رابطه سرعت، فرکانس و حالت موج شناخته می‌شود. Guided Wave دارای دوتنوع تکنیک عبوری و پالس اکو می‌باشد. روش پالس اکو هنگامی که فقط به یک سمت دسترسی وجود دارد استفاده می‌شود در حالی که تکنیک عبوری هنگام دسترسی به دو سمت استفاده می‌شود [۲۱]. این روش در خطوط لوله‌ای که کم‌تر از سه متر طول دارند به دلیل وجود ناحیه Dead zone استفاده نمی‌شود. همچنین این آزمون توانایی عبور از پیچیدگی و اتصالات موجود را ندارد و در این مکان‌ها باید از دو طرف آزمون گرفته شود [۲۲].

از جمله مزایای آزمون Guide wave

- استفاده در حین سرویس خطوط لوله [۲۳]
- کم خطر بودن در مقایسه با روش رادیوگرافی [۲۳]
- "توانایی شناسایی نقص‌ها در خطوط پوشش داده شده و عیوبی که دسترسی به آن‌ها آسان نیست [۲۴]
- قابلیت بازرسی داخلی و خارجی خطوط لوله [۲۵]
- حساسیت بیش‌تر نسبت به دیگر روش‌های آزمون فراصوتی (UT) [۲۵].
- این روش نسبت به خوردگی حفره‌ای حساسیت خوبی دارد ولی در مواقعی که قطر حفره کوچک باشد ممکن است دچار خطا شود. همچنین این روش توانایی تفکیک عیوب داخلی و خارجی را ندارد.

نتیجه‌گیری

می‌شود نیست. روش RFT می‌تواند عمق عیوب و حفرات را با دقت ۱۰ درصد تعیین کند. از آنجایی که تجهیزات قابل حمل هستند می‌توان سطوح کوچک و قسمت‌هایی که دسترسی به آن‌ها با محدودیت همراه است با سهولت بیش‌تری بازرسی کرد. این روش معمولاً نمی‌تواند عیوب داخلی و خارجی را متمایز کند و تحت تاثیر تغییرات حرارتی و دمایی قرار می‌گیرد [۱۵].



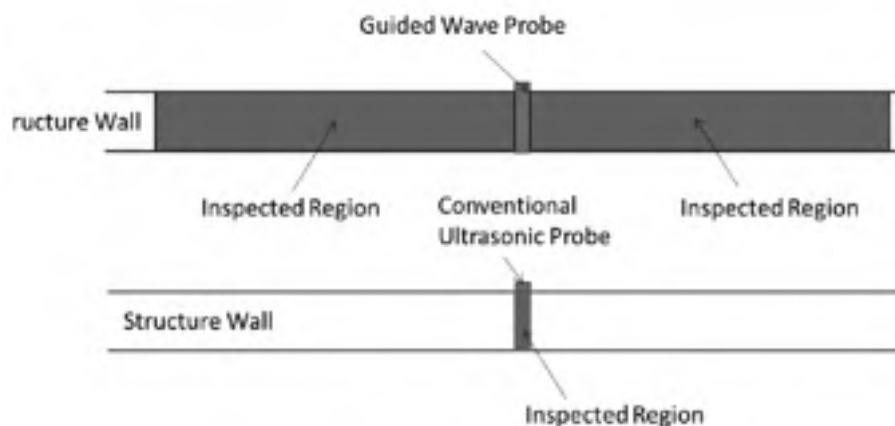
شکل ۲ - شکل شماتیک تکنیک RFT در لوله‌های با قطر کم [۱۵].

شکل ۲ اصول اساسی روش RFT را نشان می‌دهد. در ساده‌ترین پیکربندی، یک کوئل تحریک و یک کوئل آشکارساز وجود دارد. کوئل تحریک‌کننده با موج سینوسی AC بین فرکانس‌های ۱Hz تا ۱KHz فعال است. امواج الکترومغناطیسی از طریق دیواره لوله نزدیک پروب تحریک عبور کرده و دوباره در قسمت دیگری از لوله توسط پروب آشکارساز دریافت می‌شود. به طور تقریبی تا حدود ۳ برابر قطر لوله، میدان داخل لوله به نزدیک صفر کاهش یافته است، در حالی که میدان خارجی نسبتاً قوی است.

استانداردهای مورد استفاده در روش RFT

- NACE 3T199: روش‌های کنترل خوردگی، عوامل مرتبط و کاربردهای مهم
- ASME section 8, Div. 1 بویلرها و Pressure vessel، Article8

۸ - ۴ - Guided Wave



شکل ۳. شکل شماتیک از انجام تست guide wave [۲۱].

به دلیل غیر مغناطیسی بودن آلیاژهای مس و حساسیت مغناطیسی کم فولادهای زنگ‌نزن دوپلکس استفاده از شار مغناطیسی در این آلیاژها مقدور نمی‌باشد پس برای اینگونه تجهیزات استفاده از ادی کانت التراسونیک و در صورت امکان آکوستیک بیش‌تر توصیه می‌شود. در مورد روش جدید Guided Wave با اینکه استفاده از آن با توجه به سهولت و محدوده بزرگ بازرسی توسط این روش به‌طور گسترده افزایش پیدا کرده است نکته‌ای که حائز اهمیت است استفاده از این روش در خطوط لوله و تجهیزاتی است که (حداقل ۳ متر) بدون اتصال و پیچ‌خوردگی باشد. در نتیجه استفاده از این روش علی‌رغم گسترش آن، در مورد تأسیسات دارای پیچیدگی غیرقابل استفاده می‌باشد.

مراجع

- [1] S. F. Wika, "Pitting and crevice corrosion of stainless steel under offshore conditions." Institutt for materialteknologi, 2012.
- [2] A. LEVEL III and A. LEVEL III, "THE IMPORTANCE OF NON-DESTRUCTIVE TESTING AND INSPECTION OF PIPELINES."
- [3] R. C. Newman, "2001 WR Whitney Award Lecture: Understanding the corrosion of stainless steel," Corrosion, vol. 57, no. 12, pp. 1030–1041, 2001.
- [4] A. U. Malik, S. Ahmad, I. Andijani, and S. Al-Fouzan, "Corrosion behavior of steels in Gulf seawater environment," Desalination, vol. 123, no. 2–3, pp. 205–213, 1999.
- [5] C. DeWaard and D. E. Williams, "Prediction of carbonic acid corrosion in natural gas pipelines," Ind. Finish. Surf. Coatings, vol. 28, no. 340, pp. 24–26, 1976.
- [6] V. Callcut, "Copper alloys in marine environments," Metallurgia, vol. 55, no. 1, pp. 38–40, 1988.
- [7] H. Peltola and M. Lindgren, "Failure analysis of a copper tube in a finned heat exchanger," Eng. Fail. Anal., vol. 51, pp. 83–97, 2015.
- [8] F. King, Corrosion of copper in alkaline chloride environments. SKB, 2002.
- [9] A. Curran, H. S. L. Director, J. H. HSL, H. P. HSL, and H. S. L. Parrott, "PRIVACY MARKING," 2010.
- [10] H. Bainbridge, "Best practice for the procurement and conduct of non-destructive testing. Part 2: Magnetic particle and Dye Penetrant Inspection," Gas Process safety, Technol. Div. HSE, 2002.
- [11] "ASME V Art 26 ET.pdf."
- [12] S. P. Kelly, G. Hayward, and T. E. G. Alvarez-Arenas, "Characterization and assessment of an integrated matching layer for air-coupled ultrasonic applications," IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control, vol. 51, no. 10, pp. 1314–1323, 2004.
- [13] J. Zirnelt, I. Einav, and S. Infanzón, "Radiographic Evaluation of Corrosion and Deposits: An IAEA Co-ordinated Research Project," in 3rd PAN American Conference for NonDestructive Testing-PANNDT, 2003, vol. 2.
- [14] D. Russell and V. Shen, "Increased Use of Remote Field Technology for In-Line Inspection of Pipelines Proves the Value of the Technology for this application," in 17th World Conference on Non-destructive Testing, 2008.
- [15] F. E. Al-Qadeeb, "„Tubing inspection using multiple NDT techniques”,” in Proceedings of 3 rd Middle East Non-destructive Testing Conference and Exhibition, 2005, pp. 1–7.
- [16] M. Moles and E. Ginzel, "Phased Array for Small Diameter, Thin-Walled Piping Inspections," in 5th Middle East Conference on NDT, Bahrain, 2009.
- [17] C. Becht, PROCESS PIPING: THE COMPLETE GUIDE TO ASME B31.3, Third Edit. ASME, 2009.
- [18] N. Innospection, "Integrity Management of Flexible Pipe: Chasing Failure Mechanisms," "SLOFECTM Fast Corrosion Screening Technique," 2014. [Online]. Available: http://www.innospection.com/pdfs/SLOFEC_Technique.pdf.
- [19] A. Kalnins, "Pressure Vessel and Piping Codes and Standards," ASME Pressure Vessels and Piping Conference, 2002.
- [20] V. K. Varma, "State of the Art Natural Gas Pipe Inspection," US Dep. Energy Report, Natl. Energy Technol. Cent., pp. 1–5, 2002.
- [21] R. M. Sabhnani, V. Humphrey, B. Zaghari, and M. Moshrefi-Torbati, "Fault detection in small diameter pipes using ultrasonic guided wave technology," in Sensors and Smart Structures Technologies for Civil, Mechanical, and Aerospace Systems 2015, 2015, vol. 9435, p. 94353F.
- [22] P. Cawley, M. J. S. Lowe, D. N. Alleyne, B. Pavlakovic, and P. Wilcox, "Practical long range guided wave inspection-applications to pipes and rail," Mater. Eval, vol. 61, no. 1, pp. 66–74, 2003.
- [23] S. Izadpanah, G. Rashed, and S. Sodagar, "Using ultrasonic guided waves in evaluation of pipes," in The 2nd International Conference on Technical Inspection and NDT], (Oct. 2008), 2008.
- [24] M. J. S. Lowe and P. Cawley, "Long range guided wave inspection usage-current commercial capabilities and research directions," Dep. Mech. Eng. Imp. Coll. London, pp. 1–40, 2006.
- [25] J. L. Rose, "A baseline and vision of ultrasonic guided wave inspection potential," J. Press. Vessel Technol., vol. 124, no. 3, pp. 273–282, 2002.

خوردگی در سامانه آب و فاضلاب

بررسی خوردگی لوله آب معدن چهل کوره زاهدان

عبدالله فرج تبار نشلی

کارشناس ارشد متالورژی، شرکت آب و محیط خاورمیانه

afneshely@yahoo.com

طرح جامع آب شرکت ملی صنایع مس ایران

چکیده

مقدمه

وجود خوردگی و سوراخ شدن لوله‌های انتقال آب که همراه خود، علاوه بر تعمیرات، هدر رفتن آب را هم به دنبال داشته و اسباب نگرانی بهره‌بردار را فراهم کرده است. جنس لوله آب کربن استیل و قطر آن ۶ اینچ و ضخامت آن ۷/۱۱ میلی‌متر بر اساس استاندارد ASTM هست مقدار مجاز خوردگی برای فولادهای کربنی ۰/۱ mm/Year و حداکثر تا ۰/۲ میلی‌متر در سال) بوده و این در حالی است که خوردگی لوله ۶ اینچ در حال حاضر پس از سه سال بهره‌برداری غیر مداوم در بعضی نواحی که لوله سوراخ شده بیشتر از این میزان است. بر اساس استاندارد حداکثر میزان مجاز خوردگی برای آب با املاح ۶mpy است.

خوردگی در تأسیسات آبی

آب‌های خورنده می‌توانند مشکلات جدی در شبکه‌های توزیع آب و خطوط انتقال ایجاد کنند و در تأسیسات آبی خوردگی در اثر خواص فیزیکی و شیمیایی آب اتفاق می‌افتد در پدیده خوردگی واکنش‌های شیمیایی، الکتروشیمیایی نقش اول را داشته و شروع خوردگی ابتدا از سطح شروع و سپس به عمق نفوذ می‌کند. خوردگی فلزات در تماس با آب نتیجه واکنش‌های شیمیایی است که اگر یکی از عوامل مؤثر واکنش از مدار خارج شد خوردگی متوقف می‌گردد. ابتدا آهن تشکیل هیدرات فرو و در حضور اکسیژن و آب هیدرات به هیدرات فریک تبدیل می‌شود. آزمون XRD نمایانگر مگنتیت یا هیدرات فریک است اگر اکسیژن به حد کافی موجود نباشد پوشش ابتدایی بدنه لوله‌ها را در برابر عوامل خورنده محافظت می‌نماید ولی در صورتی که این پوشش‌ها به علتی از بین بروند خوردگی با شدت زیادی ادامه خواهد یافت. کلاً عوامل مؤثر بر خوردگی تأسیسات آبی شامل:

۱ - عوامل شیمیایی شامل قلیائیت PH، مجموع املاح محلول، غلظت کلر و سولفات

آب معدن چهل کوره زاهدان از چاه حسین علی واقع در ۲۶ کیلومتری توسط یک خط لوله ۶ اینچ فلزی کربن استیل تأمین می‌گردد و تعمیرات و سوراخ شدن آن در انتهای مسیر زمینه بعضی نگرانی‌ها را فراهم نموده چون از زمان راه‌اندازی آن تاکنون کمتر از سه سال سپری شده است پس در این گزارش با بررسی همه‌جانبه عوامل خوردگی خط لوله یادشده مانند آزمایش‌های XRD (آنالیز محصولات خوردگی)، آنالیز آب و تعیین اندیس‌های پایداری آن، انجام آزمایش SRB و ضخامت سنجی خط لوله، عوامل مؤثر بر خوردگی را بررسی و بحث نموده که نتایج حاصل از بررسی‌های صورت گرفته و آزمایش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که علل خوردگی تلفیقی از حفره‌دار شدن Pitting، اثر پیل‌های غلظتی اکسیژن و با توجه به محرز شدن وجود ریزاندامگان در آب و طبیعت خورنده بودن آب لوله (ماهیت رسوب‌گذاری ندارد) و تشکیل پیل‌های غلظتی اکسیژن در اثر حضور اکسیژن حل‌شده در مسیر یکی از عوامل مهم در بروز خوردگی لوله است.

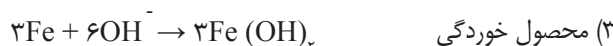
واژه‌های کلیدی:

خط لوله ۶ اینچ کربن استیل، خوردگی حفره‌ای، خوردگی میکربی، ریزاندامگان، آزمون XRD، اثر پیل غلظتی، آزمون SRB، اندیس‌های پایداری آب

وضعیت لوله چهل کوره زاهدان این گونه است) و این نوع خوردگی‌ها غالباً در محلول‌های حاوی آنیون‌های خورنده مثل Cl و SO_4 به وجود می‌آید این نوع حمله با تشکیل ناحیه‌های آندی ناشی می‌شود و می‌تواند در اثر تشکیل پیل‌های غلظتی اکسیژن و یا یون‌های نظیر کلر و سولفات باشد (شرایط آب و آنالیز آن بیانگر این موضوع هست) خوردگی حفره‌ای یکی از مخرب‌ترین و موذی‌ترین نوع خوردگی است در این نوع از خوردگی کاهش وزن و ضخامت خوردگی ناچیز است و با دستگاه‌های موجود قابل پایش و اندازه‌گیری نیست و با اندازه‌گیری ضخامت سنجی نمی‌توان آن را به‌خوبی نشان داده و پایش نمود و یافتن حفره‌ها به علت کوچکی آن‌ها با پایش پرآب دستگاه ضخامت سنج تصادفی شاید در آن نقطه بتوان مانیتورینگ نمود.

اثر ریزاندامگان روی خوردگی

این جنبه از خوردگی مخرب‌ترین نوع خوردگی است و این مسئله علت‌های مختلفی دارد که مهم‌ترین آن‌ها عبارت از وجود ریزاندامگان در تمام محیط‌ها و عدم شناخت دقیق اثر ریزاندامگان و حساسیت غالب آلیاژها و فلزات صنعتی به ریزاندامگان است میکروارگانیسم‌ها قادرند به‌طور فعال محیط اطراف فلز را تغییر داده تا فرایند خوردگی را تسهیل کنند و شرکت میکروارگانیسم‌ها در خوردگی به‌ندرت به‌وسیله یک مکانیسم و یا تنها توسط یک نوع از ریزاندامگان انجام می‌شود و معادلات خوردگی در چنین شرایطی به‌قرار زیر است.



برخی از روش‌های عملی ریزاندامگان جهت تسریع خوردگی فلز

- تغییر غلظت اکسیژن و ایجاد خوردگی اختلاف دمشی
- تسهیل در حفره‌دار شدن و سوراخ شدن فلز توسط اثرات میکروبی
- انحلال فیلم‌های محافظ سطح فلز

جهت توجیه خوردگی در شرایط SRB تئوری‌های متعددی ارائه شده است و با توجه به واکنش‌های شرح داده شده در محیط‌های فاقد اکسیژن و نزدیک به PH خنثی احتمال انجام چنین خوردگی غیرمحمول است. کلنی سازی در سطح فلز توسط طیف وسیعی از ریزاندامگان هوازی معمولاً خوردگی را توسط تشکیل‌های سلول‌های اختلاف دمشی و غلظتی تشویق می‌کند این ریزاندامگان اکسیدهای فرو را به فریک اکسید می‌کنند و متعاقب آن فریک هیدرو اکسید را رسوب می‌دهند در تمام

۲ - عوامل بیولوژیکی شامل باکتری‌های آهن‌خوار و SRB
۳ - عوامل فیزیکی مثل دما، رطوبت خاک و سامانه ساختاری فلز که در این مطالعه موردبررسی و بحث قرار نگرفته است.
در تأسیسات آب که غلظت اکسیژن محلول بالا باشد خوردگی حفره‌دار شدن اجتناب‌ناپذیر است (اگر در آب اکسیژن کافی موجود باشد باعث تشدید خوردگی می‌شود) اکسیژن معمولاً در محل‌هایی که دارای سطح آند کوچک و کاتد بزرگ هستند باعث ایجاد مسائل خوردگی جدی می‌شود (سوراخ شدن) و در نتیجه این نوع خوردگی روی سطح قطعه حفره و سوراخ ایجاد می‌شود.



فریک هیدرو اکسید به طور محسوسی در آب غیر محلول بوده روی سطح فلز رسوب می‌کند. (تجزیه و تحلیل XRD بیانگر آن است که تبدیل به اکسید سه‌ظرفیتی آهن شده است) اکسیژن حتی در مقادیر کم باعث خوردگی شدید می‌شود و غالباً اکسیژن حل‌شده سبب حفره‌دار شدن و Pitting شده، می‌تواند لایه محافظ را از بین ببرد.

اگر آب حاوی اکسیژن نباشد و درعین حال PH آن در شرایط خنثی باشد در این صورت بر روی آهن و فولاد خوردگی چندانی ایجاد نخواهد شد (خوردگی آهن در آب هوا زدایی شده و دمای معمولی کمتر از 0.05 mm/year خواهد بود. درحالی‌که شدت خوردگی در آب که از هوا اشباع شده باشد صد برابر مقدار فوق‌الذکر است 0.5 mm/year که در بعضی نقاط ضخامت سنجی مؤید این واقعیت است.

خوردگی اکسیژنی فقط در سطوحی که در معرض آب اکسیژن دار باشد رخ می‌نماید و تخریب منطقه‌ای آن به‌صورت خوردگی حفره‌ای رخ خواهد داد و همچنین در زمان سکون جریان سیال که لایه‌های محصول خوردگی در معرض اکسیژن قرار دارند رخ می‌دهد. خوردگی اکسیژن به‌وسیله روش‌های زیر حذف یا به حداقل می‌رسد.

۱ - استفاده از بازدارنده‌ها

۲ - پوشش دادن سطح فلز (رنگ اپوکسی)

۳ - استفاده از جنس غیرفلزی (پلی اتیلن)

۴ - هوازدایی

علت ایجاد خوردگی حفره‌ای در لوله‌ها به‌واسطه تماس سطح لوله با آب حاوی اکسیژن است افزایش ناگهانی غلظت اکسیژن پس از یک دوره زمانی که در آن غلظت اکسیژن نسبتاً پایین بوده به علت این نوسانات خوردگی موضعی شدیدی اتفاق می‌افتد (مداوم نبودن بهره‌برداری از خط لوله و دوره‌ای استفاده کردن از آن) خوردگی حفره‌ای Pitting حالت خاصی از حمله موضعی است که در آن فقط نقاط کوچکی از فلز مورد حمله قرار گرفته و سایر نقاط فلز صدمه چندانی نمی‌بیند.

در دماهای پایین نرخ خوردگی با افزایش غلظت نمک‌های محلول افزایش می‌یابد. یون‌های موجود در آب‌های معمولی تأثیرات متعددی بر روی نرخ خوردگی دارند مثل یون کلر و یون سولفات استعداد نفوذ کردن در لایه‌های نازک غیرفعال و ایجاد مناطق آندیک بسیار فعال را دارا هستند و برعکس یون‌های سختی Ca و میزان قلیائیت روی خوردگی تأثیر بازدارنده داشته و رسوبات حاصله از نمک‌های مختلف سختی غالباً از خوردگی جلوگیری می‌کنند.

مواد معلق:

گل‌ولای و ماسه و غبار و سایر ذرات در نقاطی از سامانه که ته‌نشین این مواد صورت می‌گیرد به سادگی رسوبات متخلخل تشکیل داده و به سرعت پیل غلظتی ایجاد می‌گردد که می‌تواند خسارات خوردگی بیش از آنچه مربوط به املاح محلولی که بعداً رسوب خواهند کرد به بار آورند.

بررسی تمایل آب به رسوب‌گذاری و یا خوردگی:

یکی از روش‌های ساده بکارگیری تجزیه آب در تعیین تمایل در رسوب‌گذاری یا خوردگی آن است که از روابط لانژلیه، ریزونار و یا پورکوریوس استفاده نمود که به‌صورت زیر تعریف می‌شوند.

PH - PHS	اندیس لانژلیه
$2PHS - PH$	اندیس پایداری ریزونار
$2PHS - PH_{eq}$	اندیس پورکوریوس

لانژلیه یک روش برای پیش‌گویی PH اشباع (PHS) هر نوع آب ارائه داده است که اگر PH واقعی آب کمتر از PHS محاسبه شده باشد آب دارای اندیس لانژلیه منفی و باعث حل شدن کربنات کلسیم خواهد شد و در این حالت آب خورنده است و مقادیر مثبت کمتر از یک هم دلیل بر ناپایداری و خوردگی آب است و اگر PH واقعی از PHS بیشتر و آب دارای اندیس لانژلیه مثبت (بزرگ‌تر از یک) و از کربنات کلسیم اشباع خواهد شد که آب در این حالت رسوب‌گذار است و انحراف زیاد PH واقعی از مقدار PHS بیان‌کننده ناپایداری بیشتر آب می‌باشد و بیشتر برای سامانه‌های با سرعت کم جریان آب کاربرد دارد. ریزونار اندیس لانژلیه را اصلاح نمود و با این اندیس زمانی آب خورنده است که اندیس پایداری آن از مقدار تقریبی ۶ بیشتر شود و زمانی رسوب‌گذار است که اندیس پایداری آن از مقدار ۶ کمتر باشد و برای سامانه‌های در حال جریان با سرعت 0.6 متر بر ثانیه باشد کاربرد دارد و اندیس مینی بر تجربه است و در بسیار مورد اندیس لانژلیه رسوب‌گذاری آب را نشان می‌دهد در صورتی که اندیس پورکوریوس نشانگر خورنده بودن آن است

موارد تسهیل خوردگی اغلب به علت حضور SRB هست. شناخته‌ترین باکتری که در میکرو بیولوژیک مؤثر خواهد بود باکتری احیاء کننده سولفات (SRB) است باکتری‌های احیاءکننده سولفات باعث به وجود آمدن شدیدترین خوردگی موضعی در سامانه‌های آب می‌شوند و این باکتری‌ها بیشتر در آب‌های طبیعی مشاهده می‌شوند و می‌توانند دمایی تا $80^\circ C$ درجه سلسیوس و PH از ۵ تا ۹ را تحمل کنند خوردگی در محل‌هایی اتفاق می‌افتد که در آن محل‌ها مواد بر روی سطوح ته‌نشین شده و یا به آن می‌چسبند و به‌منظور وقوع یک حمله بیولوژیکی تمام عوامل زیر باید مهیا باشد: حضور و وجود مواد بیولوژیک در سامانه، مرفولوژی خوردگی باید با حمله بیولوژیک سازگاری داشته باشد محصولات خوردگی رسوبات باید ویژگی مقابله با خوردگی بیولوژیک را داشته باشند (محصولات مشخص خوردگی در رسوبات) و شرایط محیطی سازگار، هنگامی که شماره باکتری‌های احیاءکننده سولفات بیش از 10^4 باشد حمله خوردگی محتمل است و شماره‌های بالاتر از 10^5 فقط در سامانه‌هایی که به‌شدت موردحمله قرار گرفته‌اند متداول است. محصولات خوردگی و رسوبات همه باکتری‌های احیاءکننده سولفات به‌عنوان محصولات خوردگی، سولفیدهای فلزی را تولید می‌کنند که به‌راحتی به گاز H_2S تبدیل و سرانجام سولفید فلزی از بین می‌رود. بنابراین بلافاصله پس از نمونه‌گیری سولفیدهای فلزی باید مشخص گردند. حذف بیولوژیکی با استفاده از بهسازی شیمیایی با بهره‌برداری صحیح یا طراحی مناسب سامانه ممکن است. بزرگ‌ترین دشمن یک کنترل بیولوژیکی خوب شدت‌جریان پایین و یا ساکن بودن آب است مناطق ساکن همیشه اولین مکان‌هایی‌اند که خوردگی بیولوژیک در آن‌ها اتفاق می‌افتد.

آب و ناخالصی‌های آن: ناخالصی‌های آب می‌تواند موجب مسائل و مشکلات خوردگی گردند

PH آب: تأثیر واقعی بر روی فلز بخصوص به‌وسیله رفتار اکسیژن آن فلز تعیین می‌شود و اگر اکسید فلز در محیط اسیدی قابل‌حل باشد فلز به‌سرعت در چنین محیطی خورده می‌شود یا اگر اکسید فلز در محیط قلیایی حل شود فلز مذکور خوردگی شدیدی در چنین دامنه‌ای از PH از خود نشان می‌دهد. در مورد فلز آهن از نظر خوردگی موارد ناهمگونی به چشم می‌خورد مثلاً در PH برابر ۴ رفتار آن مشابه به فلزات قابل‌حل در اسید است و در PH بین $4/3$ تا ۱۰ نرخ خوردگی کمتر تحت تأثیر PH قرار دارد و با افزایش PH باعث تقلیل نرخ خوردگی و در PH برابر ۱۲ حداقل نرخ خوردگی حاصل می‌گردد.

نمک‌های محلول:

برای فلزاتی که در آب‌های طبیعی دارای مواد جامد محلول کمی باشند

تعیین خصلت خوردگی یا رسوب گذاری آب یکی از فاکتورهای مهم در بررسی خوردگی تأسیسات آبی هست و با تعیین نمایه های پایداری آب می توان پی به خصلت خوردگی یا رسوب گذاری آن برد:

$$A = 0.13, B = 1/95, C = 3/2, D = 1/85 \rightarrow PHS = 7/35$$

اندیس لانژلیه در انتهای مسیر ۰/۹۵- است و در اول مسیر ۰/۶۵ مثبت است و نمایه ریزونار بیشتر از ۶ می باشد (خیلی بیشتر از انتهای مسیر است) انتهای مسیر ۸/۴ = ۱۴/۷-۶/۳

$$\text{ابتدای مسیر } ۶/۹ = ۱۴/۷-۷/۸$$

و نمایه پورکوریوس هم بیشتر از ۶ به دست آمده است. با محاسبه لانژلیه و اندیس پایداری آب (ریزونار) و پورکوریوس مؤید خورنده بودن آب است. با محاسبه اندیس لارسن که مبین وجود یون های سولفات و کلر در آب است و این مقدار خیلی بیشتر از ۱/۲ است.

$$\text{LARSON - SCOLD IN DEN} = \frac{E^+CL + E^+SO_4}{E^+HCOE + E^+CO_3} \gg 1/2$$

که مؤید تأثیر این یون ها بر خوردگی آب خط لوله هست (یون کلر همراه با سولفات پتانسیل خوردگی را به مقدار زیادی افزایش می دهند). PH آب در انتهای مسیر کمتر از ۷ شده است (۶/۳) که اگر در سامانه SRB باشد سولفات ها احیاء شده و با تغییر PH و تولید H_2S خوردگی را تشدید می کند (گازهای اسیدی به آب خاصیت اسیدی داده و خوردگی را تسریع می کند).

وجود TSS در انتهای خط که می تواند با ترکیب محصول خوردگی حاصل از اکسید آهن حل شده و یون کلر هیدروکسید آهن $Fe(OH)_3$ تشکیل که به صورت معلق می تواند در سامانه باقی مانده و هرگاه اکسیژن کافی وارد محیط گردد اکسید مذکور به $Fe(OH)_2$ تبدیل شده رسوب می کند که این رسوب همان زنگ آهن است که در انتهای خط جمع آوری و آنالیز XRD نشان داده است.

خوردگی ناشی از فیلم نازک آب: خوردگی تر که در فیلم آبی به ضخامت حدود ۱۵۰ میکرون (از یک الی ۱۵۰ میکرون) به دلیل دسترسی آسان به اکسیژن است و سرعت خوردگی بالاست و با افزایش ضخامت لایه مرزی این سرعت کاهش می یابد. آزمایش های SRB نمونه آب مؤید وجود ریزاندامگان از نوع SRB و

و بسیاری اوقات مناسب بودن اندیس پورکوریوس مشاهده شده است.

$$PH_{eq} = 1/456 \log(TA) + 4/54, TA = \text{TOTAL ALKALINITY}$$

در موقع بکار گیری اندیس پورکوریوس اگر عدد به دست آمده بزرگ تر از ۶ بود مؤید خورنده بودن آب و اگر کوچک تر از ۶ باشد مؤید رسوب گذار بودن آن است دو روش برای تعیین PHS وجود دارد یک از راه نمودار و روش دوم توسط فرمول زیر است.

$$PHS = 9/3 + A + B - (C + D)$$

A عامل کل مواد جامد محلول mg/lit

B عامل درجه حرارت بر حسب °F

C سختی کربناتی

D عامل قلیائیت کل mg/lit (که از جدول مربوطه به دست می آیند)

کلرید: کلرید همیشه بیشترین قسمت آنیون ها را در آب تشکیل می دهد و وجود آن در آب پتانسیل خوردگی را به مقدار زیاد افزایش می دهد.

سولفات ها: عامل مشکل ساز در سامانه های آبی می باشند و باعث ناپایداری آب می شوند و همچنین با وجود SRB در سامانه سولفات ها احیاء شده و با تغییر PH سامانه و تولید H_2S خوردگی به وجود می آورد (کاهش PH در سامانه سولفات ها احیاء شده و با تغییر PH سامانه و تولید H_2S خوردگی به وجود می آورد (کاهش PH در انتهای خط لوله مؤید این موضوع است) در برخی محیط ها در غیاب مواد در دمای ۱۰ تا ۴۰ درجه سلسیوس خوردگی موضعی شدیدی به دلیل باکتری SRB در PH ۵ الی ۸ رخ می دهد و این باکتری ها احیا سولفات را به سولفید سرعت می بخشند با S ترکیب شده و سولفید آهن FeS و هیدرو اکسید آهن $Fe(OH)_3$ تشکیل و FeS نقش مهمی بازی می کند و اگر به شکل فیلم پیوسته ای باشد لایه محافظی است و اگر آسیب ببیند خوردگی گالوانیکی موضعی اتفاق می افتد و H_2S نیز می تواند تولید شود.

مشخصات آب داخل لوله و تعیین اندیس های پایداری:

جهت تعیین مشخصات آب داخل لوله اقدام به نمونه برداری و انجام آنالیز از ابتدا میانه راه و انتهای لوله گردید و عناصر محتوی آب در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول ۱ - عناصر محتوی آب در ابتدا میانه راه و انتهای لوله

CAH	P.ALK	M.ALK	T.H	TDS	PH	CAND	SO4	CL	TSS	ملاحظات
۳۴۹-۴۷۱	TR	۷۰ ۶۵-۷۰	۱۰۷۵ ۸۶۰-۱۰۸۷	۲۶۵	۷/۸ ۸/۷	۶۳۰	۱۷۷۰-۲۰۱۰	۷۷۰	۱۰	PH=6/3* در انتهای مسیر TSS=475* در انتهای مسیر

میکروارگانسیم‌ها SRB و خاصیت خوردگی آب چاه است و علت‌های اصلی این پدیده همانا

- بهره‌برداری نامنظم و مقطعی (مهم‌ترین علت)
- خارج بودن مخزن هوازدا از مدار
- جهت حذف خوردگی میکروبی، در انتهای مسیر کلر به آب اضافه شود یا از یک زیست‌کش مناسب در این محل استفاده شود.

خوردگی میکروبی در خط لوله است که این نوع خوردگی مخرب‌ترین نوع خوردگی است و بندرت توسط یک مکانیسم قابل توجیه است و اکسید فرو را به اکسیدفربیک تبدیل می‌کند و حذف آن‌ها به‌وسیله بهسازی شیمیایی آب یا بهره‌برداری صحیح ممکن است (شدت جریان پایین و مناطق ساکن همیشه بهترین مکان برای رشد SRB هستند) و جهت حذف آن از باکتری‌کش‌ها استفاده می‌شود. سازوکار خوردگی خط لوله تلفیقی از پیل اختلاف دمشی،

نتیجه‌گیری و پیشنهاد:

جهت بررسی علل خوردگی آب اقدامات زیر انجام پذیرفت:

- ۱ - ضخامت سنجی و بررسی علل خوردگی در محل‌های صدمه‌دیده لوله
 - ۲ - نمونه‌گیری و انجام آنالیز آب برای تعیین اندیس‌های لانتزلیه - ریزونار - پورکوربوس
 - ۳ - نمونه‌برداری از رسوبات و محصول خوردگی لوله جهت بررسی و آزمون XRD
 - ۴ - انجام آزمایش SRB روی آب داخل لوله جهت بررسی عملکرد باکتری‌های SRB و همچنین میزان و فراوانی آن
- ضخامت سنجی: به‌منظور بررسی میزان خوردگی و تخمین عمر باقی‌مانده لوله در مدت ۳ سال در نقاطی از لوله (داخل منهول‌ها) ضخامت‌سنجی صورت گرفت. که از روش التراسونیک استفاده شد و بر اساس طرح اولیه ضخامت لوله ۷/۱۱ میلی‌متر هست و کاهش ضخامت در بعضی محل‌ها از ۰/۲ تا ۰/۵ میلی‌متر بوده است (شدت خوردگی در آب‌های اشباع‌شده از مواد بالغ‌بر ۰/۵ mm/year شده و با تشکیل پیل غلظتی اکسیژن همراه کلر و سولفات باعث سوراخ شدن فلز می‌شود)
- تعیین نوع محصولات خوردگی:** برای این منظور اقدام به جمع‌آوری مقداری از این محصولات در انتهای خط لوله گردید و همان‌طور که ملاحظه می‌شود قسمت کامل آن را زنگ آهن یا اکسید آهن سه طرفین (مگنتیت) است که شکل احیاء شده اکسید آهن دو ظرفیت است.

منابع

- [۱] نشریه انجمن خوردگی ایران، زنگ شماره‌های ۲ و ۷ و ۸
- [۲] مهندسی خوردگی (فونتانا)، ترجمه احمد ساعتچی انتشارات جهاد دانشگاهی اصفهان
- [۳] آب‌های صنعتی، مشکلات و راه حل محمدرضا قاسمیان
- [۴] نقش آب و کنترل خوردگی در صنایع، احمدپیش‌نمازی
- [۵] راهنمای تجزیه و تحلیل از کارافتادگی سامانه آب برج‌های خنک‌کننده، ترجمه مهندس محمدرضا نفری
- [6] An Introduction to metallic corrosion and its prevention-Raj-Narayam

روند بازرسی مخازن هوای فشرده در کارخانه ذوب مجتمع مس سرچشمه و تعیین مرزهای مجاز خوردگی

صادق محمدیان^{۱*}، عبدالحمید جعفری^۲

^۱ کارشناس ارشد متالورژی، اداره بازرسی فنی مجتمع مس سرچشمه
^۲ استاد دانشگاه شهید باهنر کرمان

* E-mail: Mohammadian.sadegh@gmail.com

چکیده

مخازن هوای فشرده مطابق استاندارد انجمن مهندسين مکانیک آمریکا (ASME) باید به صورت ادواری مورد بازرسی قرار گیرند تا خطر هر گونه تخریب ناشی از خوردگی قبل از وقوع برطرف شوند. در این پژوهش، نتایج مشاهدات میدانی و نیز عملیات ضخامت سنجی مناطق نزدیک خط جوش، ورق عدسی پایینی، ورق عدسی بالایی و بدنه برای سه مخزن هوای فشرده تحلیل شدند. کاهش ضخامت در محدوده ۰/۲۷-۰/۱۲ میلی متر مقاطع مختلف مخزن ۳ بعد از گذشت ۸ سال کاری، نشانگر عملکرد مطلوب ناشی از رژیم تعمیر و نگهداری مناسب است. مخازن ۱ و ۲، کاهش ضخامت در محدوده ۴/۶۸-۴/۳۵ میلی متر را نشان می دهند که خوردگی و سایش ناشی از عوامل خورنده‌ای نظیر گاز SO_۲، رطوبت و ذرات گرد و غبار معلق در هوا، بعد از گذشت ۲۰ سال کاری است. مخازن ۱ و ۲ با توجه به شدت خوردگی با مخازن جدید جایگزین شدند.

واژه‌های کلیدی: خوردگی، مخزن هوای فشرده، ضخامت سنجی، استاندارد انجمن مهندسين مکانیک آمریکا، ایمنی

۱ - مقدمه

هوای فشرده پس از تولید برای جلوگیری از شوک‌های لحظه‌ای در زمان مصرف و متعادل نمودن فشار در خطوط انتقال، در مخازن هوای فشرده ذخیره می‌شود تا فرصت سرد شدن هوا و جمع‌آوری روغن و آب کف در آن‌ها ایجاد شود. بازرسی مخازن هوای فشرده به دلیل استفاده نیروگاه‌ها و کارخانجات از اهمیت خاصی برخوردار است [۱]. علی‌رغم گستردگی نوع مخازن هوای فشرده، بازرسی از آن‌ها تقریباً مشابه هم صورت می‌گیرد. هوای فشرده در صنعت تولید مس علی‌رغم بازدهی کم و هزینه نسبتاً بالا در هنگام تولید، انتقال و مصرف به دلایل مختلف مانند ایمنی بسیار مناسب، یکی از متداول ترین انرژی‌های مصرفی در کارخانه‌های صنعتی به خصوص کارخانه ذوب مس به شمار می‌آید [۲] و [۳]. استفاده از هوای فشرده در دستگاه پانچ توپ‌های کنورتور، سامانه

هوای ورودی به کنورتور، مشعل‌های احتراق، بلوورها هنوز جایگاه مناسبی در واحدهای عملیاتی دارد. مخازن هوای فشرده علی‌رغم عوامل خورنده از قبیل رطوبت و گاز SO_۲ و ذرات ساینده ای که مخزن هوای فشرده در معرض آن قرار دارد به طور معمول باید حداقل فشاری در حدود ۷-۹ بار را تحمل نمایند. لذا مخازن هوای فشرده از تجهیزات خطرناک کارخانه‌ها محسوب می‌شوند. این مخازن حاوی مقادیر زیادی انرژی ذخیره می‌باشند که در صورت آزاد شدن ناگهانی می‌توانند فاجعه بزرگی بوجود آورند [۴ و ۵]. بنابراین مهم‌ترین هدف از بازرسی مخازن تحت فشار، این است که از ایمن بودن و سلامت کامل آن‌ها اطمینان لازم کسب شود [۶]. عوامل مهمی نظیر کیفیت طراحی، جنس متریال انتخابی، خزش، خستگی، کیفیت جوشکاری، مقاومت خوردگی و بر روی

این موضوع تاثیر می‌گذارند. تدوین دستورالعمل‌های تعمیر و نگهداری، بازرسی‌های ادواری و مدون توسط سازمان‌های بازرسی فنی و کنترل کیفیت برای اطمینان از صحت عملکرد مخازن هوای فشرده می‌تواند از وقوع حوادث ناگوار پیشگیری کند [۷].

حداکثر فشار مجاز کاری (MAWP) در قسمت‌های بدنه و عدسی‌های کروی مخزن هوای فشرده بر اساس معادلات ذیل محاسبه می‌گردد [۶ و ۷]:

این موضوع تاثیر می‌گذارند. تدوین دستورالعمل‌های تعمیر و نگهداری، بازرسی‌های ادواری و مدون توسط سازمان‌های بازرسی فنی و کنترل کیفیت برای اطمینان از صحت عملکرد مخازن هوای فشرده می‌تواند از وقوع حوادث ناگوار پیشگیری کند [۷].

حداکثر فشار مجاز کاری (MAWP) در قسمت‌های بدنه و عدسی‌های کروی مخزن هوای فشرده بر اساس معادلات ذیل محاسبه می‌گردد [۶ و ۷]:

$$(۱) \quad \text{MAWP} = (TS \cdot t \cdot E) / (SF \cdot R) \quad \text{بدنه}$$

$$(۲) \quad \text{MAWP} = (TS \cdot t \cdot E) / (SF \cdot R) \quad \text{عدسی}$$

که در آن‌ها:

TS = مقاومت کششی ورق بدنه بر حسب Psi

t = کمترین ضخامت ورق بر حسب اینچ

E = راندمان جوشکاری

SF = ضریب اطمینان طراحی

R = شعاع داخلی بدنه بر حسب اینچ

در این تحقیق، کنترل ضخامت و تطابق مقادیر با محاسبات سه مخزن هوای فشرده مستقر در کارخانه ذوب سرچشمه بر اساس استانداردهای انجمن مهندسين مکانیک آمریکا و به کمک نتایج حاصل از آزمون‌های غیرمخرب مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- مواد و روش تحقیق

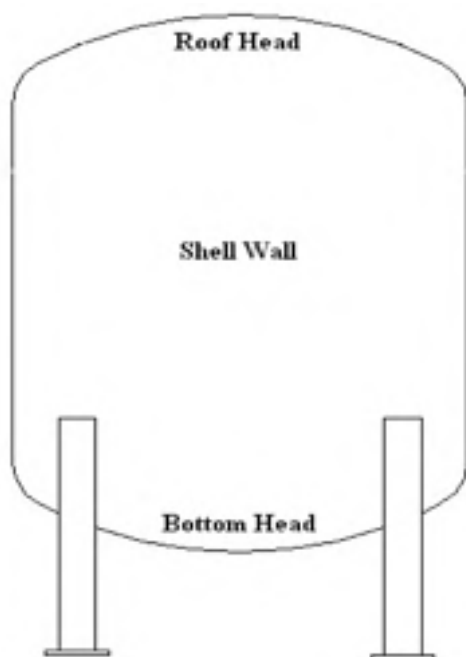
مخازن هوای فشرده در صنایع مختلف نیازمند بازرسی‌های فنی ادواری برای اطمینان از صحت عملکرد آن و تعلقات مربوطه می‌باشد. به همین منظور بازرسی، کنترل و محاسبات مخازن شماره ۱، ۲ و ۳ هوای فشرده کارخانه ذوب مس سرچشمه بر اساس استانداردهای انجمن مهندسين مکانیک آمریکا (ASME)، با استفاده از نتایج حاصل از آزمون‌های غیرمخرب (NDT) صورت گرفته است. عملیات ضخامت‌سنجی از نقاط مختلف این سه مخزن از جمله مناطق نزدیک خط جوش (خطوط جوش عدسی - بدنه و خطوط جوش موجود در بدنه) ورق عدسی پایینی، ورق عدسی بالایی و بدنه توسط دستگاه Dakota Ultrasonics - MMX - 6 صورت گرفت. در بازرسی چشمی از خطوط جوش بدنه - عدسی پایینی و بالایی و خطوط جوش بدنه، پارامترهایی از قبیل شکل ظاهری سطح جوش، نفوذ جوش در پاس ریشه، پیوستگی جوش و ... مورد بازرسی کیفی قرار گرفتند. محاسبات عملیاتی این مخازن برای محاسبه حداکثر فشار مجاز کاری (MAWP) برای هر مخزن، با استفاده از نتایج حاصل از ضخامت‌سنجی و بر اساس استاندارد ASME Sec 8 Div 1 صورت گرفته است. جنس ورق هر سه مخزن از نوع فولاد کربنی

۳- نتایج و بحث

هدف اصلی در بازرسی هر کدام از مخازن هوای فشرده شماره ۱، ۲ و ۳ کارخانه ذوب سرچشمه، اطمینان از عملکرد صحیح و ایمنی کامل آن در حین سرویس، دقیقاً مطابق با آئین‌نامه‌های ASME Sec 8 Div 1 می‌باشد. باید توجه نمود که بازرسی به اندازه کافی و مقدار کافی صورت پذیرد. بازرسی فنی و کنترل کیفیت این مخازن هوای فشرده به صورت ادواری و مدون (سالانه) توسط اداره بازرسی فنی مجتمع مس سرچشمه صورت می‌گیرد. به همین منظور، عملیات ضخامت‌سنجی مقاطع مختلف و بازرسی چشمی خطوط جوش برای این مخازن هوای فشرده بکار گرفته شدند.

۱- ۳- عملیات ضخامت‌سنجی

عملیات ضخامت‌سنجی بر روی مناطق نزدیک خط جوش، ورق عدسی پایینی، ورق عدسی بالایی و بدنه بر طبق شماتیک شکل ۱ انجام شده و ضخامت نقاط اندازه‌گیری شده برای هر سه مخزن در سه سال متوالی در جدول ۱ ذکر شده است.



شکل ۱- تصویری شماتیک از مخزن هوای فشرده

1- Maximum Allowable Working Pressure
2- Non-destructive Testing

می‌کند. با توجه به این امر مخازن هوای فشرده ۱ و ۲ با مخازن جدیدی جایگزین شدند. همچنین در بازرسی صورت گرفته در سال سوم، کاهش ضخامت میانگین ۲/۰ میلی‌متر کلیه مقاطع مخزن ۳، نشانگر عملکرد مطلوب ناشی از رژیم تعمیر و نگهداری مناسب است.

۲-۳- بازرسی چشمی

عملیات پوشش‌دهی گالوانیزه با ضخامت ۷۵ میکرون یکی از روش‌های پوشش‌دهی مقرون به صرفه و اقتصادی، جهت حفاظت آند قربانی شونده و جلوگیری از خوردگی می‌باشد که این پوشش بر روی

حداکثر فشار مجاز عملیاتی (MAWP) برای این مخازن هوای فشرده، با استفاده از نتایج ضخامت‌سنجی بدنه، مشخصات فنی هر مخزن و معادلات استاندارد ASME Sec8 Div1 محاسبه گردید که به صورت خلاصه در جدول ۲ آورده شده است.

محاسبات ستون آخر جدول ۲ در بازرسی سال سوم بیانگر این حقیقت است که با توجه به فشار کاری ۷ bar برای مخازن هوای فشرده کارخانه ذوب سرچشمه، و قتیکه ضخامت بدنه مخازن ۱ و ۲ از ۸ میلی‌متر به حدود ۴/۳۲ میلی‌متر برسد، حداکثر فشار کاری مجاز آن‌ها از ۱۴ bar (فشار طراحی) برای ضخامت ۸ میلی‌متر به ۶/۷ bar تنزل

جدول ۱ - نتایج عملیات ضخامت‌سنجی بر روی مناطق مختلف مخازن هوای فشرده کارخانه ذوب سرچشمه

مقاطع اندازه گیری شده	ضخامت میانگین مخزن شماره ۱			ضخامت میانگین مخزن شماره ۲			ضخامت میانگین مخزن شماره ۳		
	سال اول	سال دوم	سال سوم	سال اول	سال دوم	سال سوم	سال اول	سال دوم	سال سوم
Roof Head	۵/۱۲	۴/۷۸	۳/۷۰	۵/۱۶	۴/۸۱	۳/۷۰	۵/۹۲	۵/۸۸	۵/۷۸
Shell Wall	۵/۱۸	۴/۸۰	۳/۶۶	۵/۱۷	۴/۸۱	۳/۷۰	۵/۹۰	۵/۸۶	۵/۷۳
Bottom Head	۵/۲۰	۴/۸۲	۳/۶۹	۵/۳۲	۴/۸۱	۳/۶۵	۵/۹۰	۵/۸۸	۵/۸۰

جدول ۲ - خلاصه نتایج محاسبه حداکثر فشار مجاز عملیاتی برای مخازن هوای فشرده کارخانه ذوب سرچشمه

نام مخزن	سال بازرسی	ضخامت ورق (mm)	شعاع مخزن (mm)	حداکثر فشار مجاز کاری (bar)
مخزن شماره ۱	اول	۵/۱۶	۵۹۵	۹
	دوم	۴/۸۰	۵۹۵	۸/۵
	سوم	۳/۶۸	۵۹۵	۶/۷
مخزن شماره ۲	اول	۵/۲۱	۵۹۵	۹
	دوم	۴/۸۱	۵۹۵	۸/۵
	سوم	۳/۶۸	۵۹۵	۶/۷
مخزن شماره ۳	اول	۵/۹۰	۵۷۵	۱۱/۵
	دوم	۵/۸۷	۵۷۵	۱۱/۵
	سوم	۵/۷۷	۵۷۵	۱۱

و مخزن ۳ به ترتیب نیروگاه حرارتی سرچشمه و کارخانه اسید می‌باشد. موقعیت جغرافیایی متفاوت این دو واحد همراه با تفاوت سامانه‌های تولید هوای فشرده کمپرسورهای این دو کارخانه منجر به تفاوت‌هایی در میزان خوردگی و نیز عوامل خورنده مخازن می‌گردد. به همین سبب در خصوص آب خروجی از زیرآب مخازن هوای فشرده، عوامل عملیاتی انجام شده و اطلاعات جمع آوری شده همچون تغییرات PH، تغییرات غلظت یون سولفات، تغییرات مواد جامد محلول، درصد رطوبت نسبی هوا و حجم آب جمع‌آوری شده در ماه‌های متوالی مهر، آبان و آذر مورد بررسی دقیق قرار گرفت.

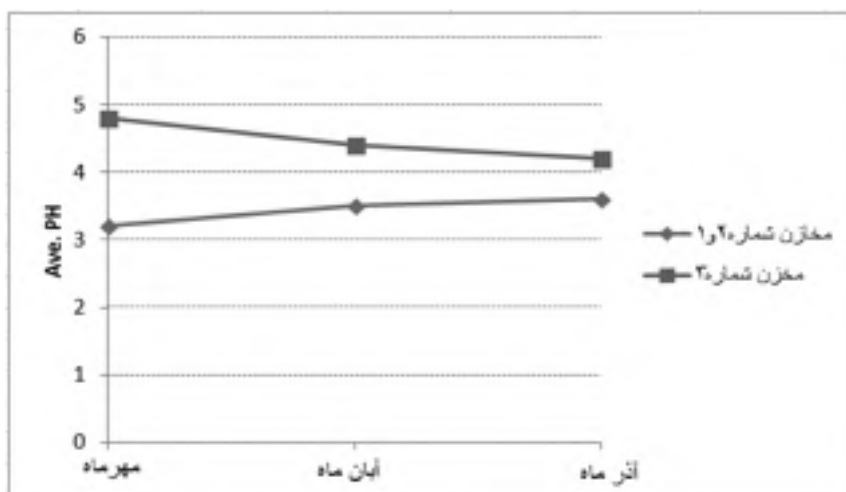
آب خروجی از زیرآب مخازن هوای فشرده ۱ و ۲، اسیدیته (PH) کمتر از چهار را نشان می‌دهد که نتیجه ورود مقادیر قابل توجهی ترکیبات گازی گوگردار از طریق مسیر مکش هوا به سامانه تولید هوای فشرده و منتقل شده به مخازن ۲ و ۱ است (شکل ۲).

مخزن شماره ۳ اعمال شده است. فرآیند بازرسی چشمی (بر اساس استانداردهای ASTM مربوطه) نیازمند دانستن مفاهیم مرتبط با مشخصات فنی و اسناد و مدارک طراحی و از همه مهم‌تر مهارت‌های تجربی بازرس در خصوص بازرسی سطوح گالوانیزه است.

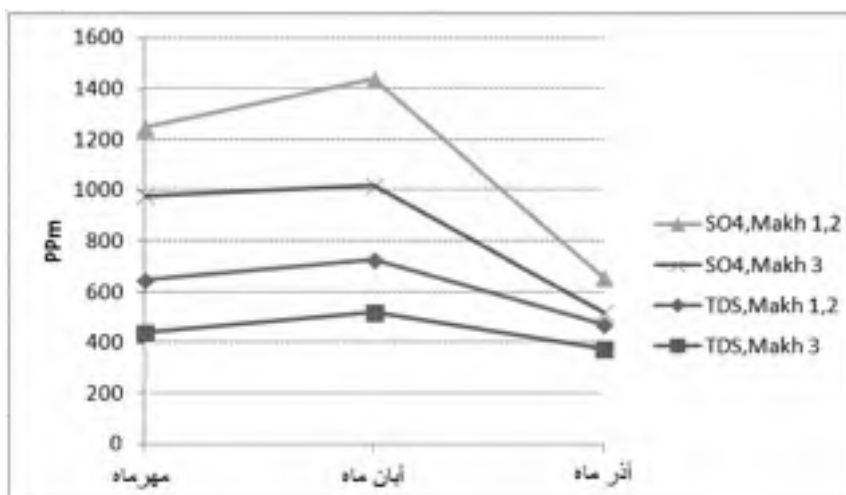
بر اساس آئین‌نامه‌های ASTM A153، ASTM B1.11 و AWS A780 تمامی نقاط تحت پوشش شامل مناطق جوشکاری شده، اتصالات و مناطق خم‌کاری شده به‌طور کامل از لحاظ کیفیت و شرایط سطوح مورد قبول بودند و سطح بدون پوشش گالوانیزه (Bare Spots) شده و یا دچار خوردگی و زنگ‌زدگی مشاهده نشد. مشاهدات عینی از خطوط جوش بیانگر کیفیت ظاهری مطلوب این مناطق می‌باشد.

۳-۳- بررسی علل خوردگی سطح داخلی مخازن هوای فشرده

موقعیت مکانی کمپرسورهای تولید هوای فشرده مخازن ۲ و ۱



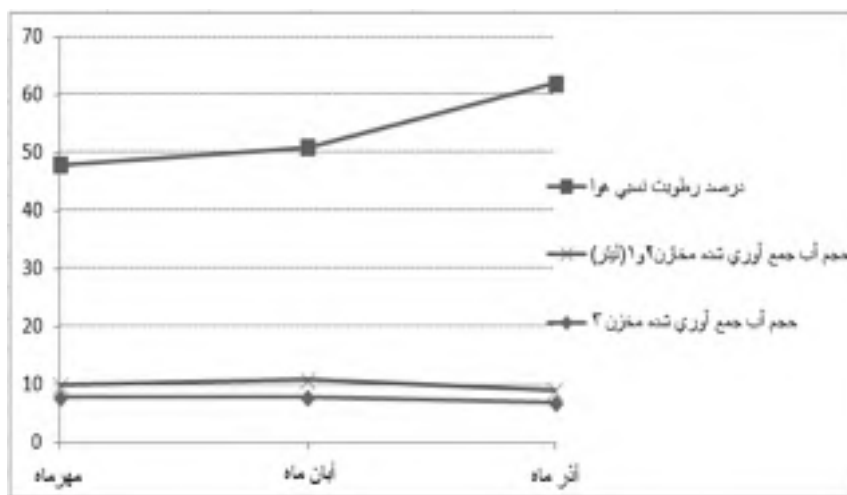
شکل ۲ - نمودار تغییرات PH میانگین بر حسب ماه‌های متوالی مهر، آبان و آذر



شکل ۳ - مقایسه نمودارهای تغییرات غلظت SO_4^{2-} و TDS بر حسب ماه‌های متوالی مهر، آبان و آذر

نسبی هوای اطراف کمپرسورخانه کارخانه اسید رابطه‌ای مستقیم دارد. به‌همین سبب بایستی راندمان عملکرد رطوبت گیرهای کمپرسورهای نیروگاه حرارتی سرچشمه مورد بررسی دقیق‌تر قرار گیرند.

شکل ۴ به صورت مقایسه‌ای نشان می‌دهد که میزان آب جمع‌آوری شده از زیرآب مخازن هوای فشرده ۱ و ۲، با درصد رطوبت نسبی هوای اطراف نیروگاه حرارتی سرچشمه و همچنین میزان آب جمع‌آوری شده از زیرآب مخزن هوای فشرده ۳، با درصد رطوبت



شکل ۴ - رابطه نمودارهای تغییرات حجم آب جمع‌آوری شده با درصد رطوبت نسبی در ماه‌های متوالی مهر، آبان و آذر

نتیجه‌گیری

۱ - محاسبات بر اساس استاندارد ASME Sec8 Div1 در بازرسی سال سوم نشان داد که با توجه به فشار کاری ۷ bar برای مخازن هوای فشرده کارخانه ذوب سرچشمه، و قتیکه ضخامت میانگین بدنه مخازن ۱ و ۲ از ۸ میلی‌متر به حدود ۴/۳۲ میلی‌متر برسد، حداکثر فشار کاری مجاز آن‌ها از ۱۴ bar (فشار طراحی) برای ضخامت ۸ میلی‌متر به ۶/۷ bar تنزل می‌کند. مخازن هوای فشرده ۱ و ۲ در کم‌ترین زمان ممکن با مخازن جدیدی جایگزین شدند.

۲ - عوامل خورنده ای از قبیل یون SO_4^{2-} ، رطوبت، سرعت و فشار بالای هوا و ذرات گرد و غبار معلق در هوای اطراف نیروگاه حرارتی سرچشمه، سطوح داخلی مخازن ۱ و ۲ را تحت خوردگی قرار می‌دهند. کاهش ضخامت میانگین بدنه ۰/۲۳ میلی‌متر مخزن ۳ بعد از گذشت ۸ سال کاری بیان‌گر این می‌باشد که این مخزن علاوه بر عملکرد مطلوب، تا کنون مورد پایش‌های مناسب نیز قرار گرفته است.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از معاونت محترم امور مهندسی و مدیریت انرژی مس منطقه کرمان و ریاست محترم اداره بازرسی فنی مجتمع مس سرچشمه در خصوص همکاری‌های صورت گرفته برای تهیه و تدوین این پژوهش، کمال تشکر و امتنان را داریم.

منابع

- [1] Antaki, G. 2005. Fitness for service and integrity of piping, vessels and tank. McGraw-Hill, U.S.A.
- [2] ASME boiler and pressure vessel committee. 2006. ASME boiler and pressure vessels code. The American society of mechanical engineers.
- [3] محمدعلی گل‌عذار، ۱۳۸۷، روش‌های بازرسی و نظارت بر خوردگی، انتشارات ارکان دانش، اصفهان
- [4] رحیم زمانیان، ۱۳۸۸، خوردگی و روش‌های کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران، تهران
- [5] محمد سیدرضی، ۱۳۷۵، کنترل خوردگی در صنایع، انجمن خوردگی ایران، تهران
- [6] سید بابک قریشی، ۱۳۹۴، بازرسی فنی سازه‌ها و مخازن تحت فشار، انتشارات ارکان دانش، اصفهان
- [7] Ellenberger, P & Chuse, R. 2004. Pressure vessels. McGraw-Hill, U.S.A. P:141-165.

پایش خوردگی در تیوب‌های توربین بخار نیروگاه و تیوب‌های مبدل حرارتی در مدارهای آب خنک کننده

محمد عزت آبادی پور^{۱*}، سعید امین عباسی^۲

^۱ کارشناس بازرسی فنی مجتمع جهان فولاد سیرجان

^۲ کارشناس بازرسی فنی مجتمع جهان فولاد سیرجان

*E-mail: mohammadezzatabadi@gmail.com

چکیده

توربین‌های بخار و مبدل‌های حرارتی در صنعت کاربرد زیادی دارند و تیوب‌های استفاده شده در آنها در معرض خوردگی شدیدی می‌باشند. در این مقاله ضمن بررسی مشکلات متداول در سامانه‌های لوله‌کشی در صنایع فرآیندی، خوردگی تیوب‌های مبدل‌های حرارتی که در مدارهای آب خنک کننده استفاده می‌شوند و همچنین تیوب‌های مورد استفاده در توربین‌های بخار نیروگاه‌های تولید برق بررسی و فرآیند بازرسی و تعمیرات و نگهداری این تیوب‌ها شرح داده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: مانیتورینگ خوردگی، مبدل حرارتی پوسته و لوله، تیوب شیت، توربین بخار؛

۱- مقدمه

خوردگی یک واکنش الکتروشیمیایی است که در اثر اختلاف پتانسیل بین دو قسمت فلزی رخ می‌دهد. خوردگی در صنعت از جنبه‌های اقتصادی و ایمنی مورد توجه قرار می‌گیرد. در جدول ۱ آمار و ارقام مربوط به خسارات ناشی از خوردگی آورده شده است.

مبدل‌های حرارتی پوسته و لوله^۱ بطور گسترده در مدارهای آب خنک کننده صنایع مختلف استفاده می‌شوند. معمولاً خوردگی در این مبدل‌ها دغدغه اصلی بهره‌برداران است. با وجود بازدارنده‌های خوردگی، همچنان خوردگی در این مبدل‌ها ادامه دارد و شکل‌های مختلف خوردگی رخ می‌دهد. معمولاً خوردگی گالوانیک در این مبدل‌ها در قسمت‌های مختلف مانند محل تماس تیوب به تیوب شیت^۲ در قسمت داخلی که دو فلز غیر هم جنس در تماس با یکدیگر می‌باشند، رخ می‌دهد. در فضای باز بین تیوب و سوراخ تیوب شیت، زیر محل تماس گسکت‌ها و زیر نشیمنگاه سر پیچ و مهره‌ها خوردگی شیاری^۳ نیز رخ می‌دهد. درون سطح داخلی تیوب‌ها به علت سرعت زیاد سیال و نقاطی از مبدل که سیال در آن تغییرجهت می‌دهد مانند زانوها،

خوردگی سایشی ایجاد می‌شود. از طرف دیگر خوردگی یکی از مهمترین مشکلات در نیروگاه‌ها نیز بوده که باعث کاهش دبی آب، سوراخ شدن خط‌ها، نشتی آب و ... می‌گردد.

۲- بازرسی و پایش خوردگی

کنترل خوردگی در مرحله طراحی یک پلنت و همچنین فاز بهره‌برداری آن باید انجام شود. از آنجا که خوردگی یک فعالیت نفوذکننده می‌باشد، لازم است که مقادیر مجاز کاهش ضخامت در مرحله طراحی پلنت پیش‌بینی شود [۲]. از آنجا که خوردگی یک فرآیند آبی نمی‌باشد، پس باید در فاز طراحی، زمان حملات خوردگی را کاهش داد. تغییرات در غلظت محلول‌ها، سرعت‌ها و دماها به تشدید خوردگی کمک می‌کند. بنابراین در فاز طراحی باید این تغییرات را به حداقل رساند. در شکل ۱ سه نوع تخلیه یک مخزن نشان داده شده است. در شکل a طراحی ضعیف باعث شده که سیال کاملاً تخلیه نشود. در شکل b باز فیلم نازکی از سیال کف مخزن باقی می‌ماند و تخلیه نمی‌شود. اما در شکل c کاملاً مخزن تخلیه می‌شود. در این شکل‌ها تاثیر فاز طراحی

نباید جایگزین یکدیگر استفاده شوند.

۳- خوردگی در پایپینگ فرآیندی

سرعت سیالات در پایپینگ غالباً بالاست که منجر به افزایش نرخ خوردگی می شود. سامانه‌های پایپینگ ممکن است در معرض بارهای خارجی، ارتعاش و تنش‌های حرارتی باشند. همچنین تغییرات در هندسه پایپینگ، خواص جریان سیال را متاثر می‌کند (خم، زانو، تغییر سطح مقطع و ...). لازم به ذکر است که در تعیین بازه زمانی و درجه بازرسی، نرخ خرابی و جدی بودن نشی‌های غیرمنتظره، باید ملاحظه شوند. ضخامت‌های اندازه‌گیری شده در حین ساخت تجهیز می‌تواند مبنایی^۱ برای اندازه‌گیری‌های بعدی برای مقایسه باشد. در ادامه مشکلات متداول یا خرابی متریکال در سامانه‌های پایپینگ در صنایع فرآیندی شرح داده شده‌اند [۴]:

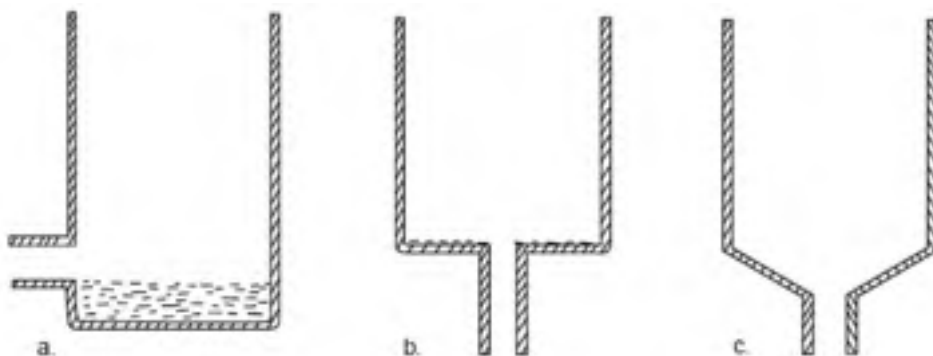
در خوردگی فاز بهره برداری مشخص می‌شود [۳]. سطح تعمیرات و نگهداری مورد نیاز بستگی زیادی به محیط بهره برداری و حیاتی بودن تجهیزات دارد. روش‌های پایش خوردگی شامل فن‌های متعددی می‌باشد؛ از روش ساده مانند کوپن‌های خوردگی شروع شده و تا سامانه‌های پایش کامپیوتری ادامه پیدا می‌کند.

۱- ۲- تفاوت بین بازرسی خوردگی و پایش خوردگی

بازرسی معمولاً به اندازه‌گیری‌های کوتاه مدت طبق برنامه‌های بازرسی و تعمیرات و نگهداری اطلاق می‌شود؛ اما پایش خوردگی شامل اندازه‌گیری خرابی‌های ناشی از خوردگی در یک دوره زمانی بلندتر و معمولاً تلاش برای فهم عمیق چگونگی و چرایی تغییرات نرخ خوردگی در این بازه زمانی می‌باشد. لازم به ذکر است که این دو روش باید با یکدیگر ادغام شده و هرکدام مکمل دیگری می‌باشند و

جدول ۱- میزان خسارات خوردگی در کشورهای مختلف [۱]

نام کشور	سال	هزینه های خوردگی	ناخالص ملی	منبع
آمریکا	۱۹۷۵	حدود ۷۰ میلیارد دلار	۴.۳٪	کمیته ملی استانداردها
آمریکا	۱۹۸۹	۲۰۰±۳۰ میلیارد دلار	-	انستیتو ملی علوم و تکنولوژی
آمریکا	۱۹۹۸	۲۷۹ میلیارد دلار	۳.۳٪	شبکه تحلیل گران تکنولوژی ایران
آمریکا	۱۹۹۸	تا ۸ بیلیون دلار	-	کمیسیون ملی سیاست و برنامه ریزی
آلمان غربی	۱۹۶۷	۶ میلیارد دلار	۳٪	شبکه تحلیل گران تکنولوژی ایران
آلمان	۱۹۷۸	۴۵ میلیارد مارک	-	کمیته ملی استانداردها
انگلستان	۱۹۷۰	۱.۳۶۵ میلیارد پوند	۳.۵٪	شبکه تحلیل گران ایران
انگلستان	۱۹۷۸	-	۳.۵٪	شبکه تحلیل گران ایران
هند	۱۹۶۰	۳۲۰ میلیارد دلار	-	شبکه تحلیل گران ایران
ژاپن	۱۹۷۴	۹.۲ میلیارد دلار	۱.۸٪	شبکه تحلیل گران ایران
کویت	۱۹۹۵	۱ میلیارد دلار	۵.۳٪	کمیته ملی استانداردها
ایران	۱۳۶۶	۱۴ میلیارد ریال	-	کنگره خوردگی مهندسی رحمتیان سال ۷۸
ایران	۱۳۶۶	۵۰ میلیارد ریال	-	صنعت نفت



شکل ۱- محل تخلیه مخزن

• فولادهای کربنی

در دمای بالای 430°C - 400°C ، پرلیت که مخلوطی از فریت و سمنتیت می باشد به یک کاربید کروی شکل و نهایتاً تحت شرایط مناسب به گرافیت تبدیل می شود. کروی شدن و گرافیتی شدن، تنش تسلیم و مقاومت نهایی کششی را کم می کند؛ در حالیکه نرمی و چکش خواری^۱ را افزایش می دهد. این تاثیر در ناحیه HAZ متأثر از حرارت اتصالات جوشی قابل توجه است که گرافیت تمایل به تشکیل دادن زنجیره های معروف به گرافیتی شدن ابرویی می کند. این شرایط می تواند منجر به شکنندگی شدید شود. بعضی جوش های شکسته شده ناشی از این نوع خرابی سابقه داشته است. متالوگرافی در محل و برداشتن نمونه ها می تواند برای چک کردن این شرایط استفاده شود. کربن استیل هایی که دمای بالای 430°C را تحمل می کنند باید احتمال گرافیتی شدن آنها بعد از اولین ۳۰۰۰۰ ساعت کارکرد و پس از آن هر ۵۰۰۰۰ ساعت ارزیابی شود.

• فولادهای کربن - مولیبدن

سه نوع خرابی برای کربن استیل های Mo ۰/۵ عبارتند از: حمله هیدروژنی در دمای بالا، گرافیتی شدن و ترد شدن ناشی از عملیات حرارتی بازپخت^۲

• فولادهای با کروم - مولیبدن کم

هنگامی که کربن استیل تمایل به نرم شدن دارد و شکل پذیرتر می شود و در معرض دمای حدود 400°C قرار می گیرد، فولادهای با کروم - مولیبدن کم، تمایل به ترد شدن ناشی از عملیات حرارتی بازپخت دارند. ترد شدن مقاومت ماده را افزایش می دهد اما بطور محسوسی با جلوگیری از تغییر شکل پلاستیک، تافنس را کاهش می دهد. فولادهای با Cr ۲/۲۵ و Mo ۰/۵ در محدوده دمایی 370°C - 480°C بیشتر مستعد ترد شدن ناشی از عملیات حرارتی بازپخت هستند. تمامی عوامل تاثیرگذار روی ترد شدن ناشی از عملیات حرارتی بازپخت در فولادهای Cr-Mo کاملاً تعریف شده نیستند.

• فولادهای با کروم - مولیبدن متوسط

فولادهای Cr-Mo با کروم در حدود ۹-۵٪ بطور محسوسی ترد ناشی از عملیات حرارتی بازپخت نمی شوند و تافنس قابل قبول در دمای اتاق را حفظ می کنند.

• فولادهای با ۱۱-۱۳٪ کروم

فولادهای با ۱۲٪ کروم معمولاً در مخازن تحت فشار هم به عنوان clad مقاوم در مقابل خوردگی و هم به عنوان متریالی برای سینی ها و

دیگر اجزاء مخزن تحت فشار استفاده می شوند. تمام فولادهای با ۱۲٪ کروم در محدوده دمایی 540°C - 430°C شکننده می شوند. در جاهایی که نرمی و چکش خواری در دمای اتاق مهم می باشد، فولاد کم کربن نوع ۴۱۰S باید انتخاب شود زیرا حداقل تمایل را برای شکنندگی در دمای بالا دارد.

• فولادهای زنگ نزن آستنیتی

هنگامی که فولاد زنگ نزن آستنیتی در محدوده دمایی 510°C - 400°C نرمی و چکش خواری را از دست نمی دهد، انواع تثبیت نشده این فولاد در معرض رسوب کاربید هستند که ممکن است روی مقاومت خوردگی آنها تاثیرگذار باشد. در روکش^۳ جوشی معمولاً از الکترود E ۳۴۷ نوع تثبیت شده برای آخرین پاس جهت افزایش مقاومت خوردگی استفاده می شود. انتخاب متریال های زنگ نزن و یا جوش ها باید با توجه به پدیده های تشکیل فاز سیگما، ترک زیر مهره ای^۴، ترکهای ریزه^۵، انبساط حرارتی differential و... باشد.

• اندازه دانه ها

فولادهای با دانه های ریز، مقاومت و تافنس بهتری دارند. دانه های ریز توزیع یکنواخت تری از تغییر شکل پلاستیک ایجاد می کنند؛ در حالی که از جمع شدن تنش در یک محل مخصوصاً در قسمت عیوب جلوگیری می کنند. استفاده از متریال درشت دانه مانند ASTM A515 و استفاده از عملیات حرارتی که منجر به درشت دانه شدن می شود، باید جلوگیری شود.

• سخت کاری

زمانی که فولادهای با Cr-Mo کم، جوشکاری می شوند یا از دمای بالا سریعاً کوئچ می شوند، ریزساختارهای سخت و شکننده ای شامل مارتنزیت و باینیت^۶ ایجاد می کنند. این ساختارها ظرفیت محدودی برای تغییر شکل پلاستیک دارند. بنابراین تافنس شکست^۷ در حالت جوشی پایینی دارند.

• هیدروژن محلول

هیدروژن داخل فولاد در حین بهره برداری در دمای اتمسفریک پخش می شود و این پدیده عمدتاً تابعی از زمان، دما و ضخامت می باشد. در تجهیزات با دیواره های سنگین و ضخیم باید دقت شود که سرد شدن از دمای بهره برداری تا حدی آهسته باشد که حداکثر گازها بتوانند خارج شوند و هنگام توقف پلنت، باید دقت شود که بارگذاری ضربه ای غیرضروری انجام نشود. گاز هیدروژن می تواند به آسانی هنگام جوشکاری در مذاب حل شود. عموماً منابع هیدروژن ناشی از رطوبت

انواع خورنده ها و تشکیل محیط های ریز بسیار خورنده شود. به علاوه محصولات خوردگی تمایل به جمع شدن در کف توربین های بخار دارند که مجدداً خوردگی شیاری به همراه خشک شدن سطح ایجاد و محیط های ریز خیلی خورنده تشکیل می شود. ثابت شده این اثر در تیوب شیت که در آن، لوله ها وارد رآکتور می شوند، خیلی شدید است. خوردگی بین دانه ای^۲ نیز در شیاری بین تیوب ها و تیوب شیت ها رخ می دهد که در آنجا رسوبات تمایل به جمع شدن دارند. در حضور تنش های پسماند و تنش های عملیاتی، این مشکل می تواند تحت عنوان ترک خوردگی ناشی از تنش بین دانه ای^۳ طبقه بندی شود. این نوع ترک در خم U تیوب ها و همچنین جایی که تیوب ها در بالای تیوب شیت ها منبسط می شوند و تنش های پسماند حین ساخت وجود دارند، متداول هست. خوردگی بین دانه ای موضعی در توربین های بخار فرسوده تر در نزدیکی صفحات ساپورت کننده نیز رخ می دهد.

۲-۳- بازرسی و تعمیرات و نگهداری تیوب های توربین بخار

محدوده و دوره زمانی بازرسی تیوب های توربین بخار به سوابق بهره برداری پلنت بستگی دارد. در مواردی که خرابی لوله ها توسط واحد نت زیاد گزارش می شود، تمامی تیوب ها باید در هر توقف پلنت بازرسی شوند. اگر خرابی شدید در این تیوب ها مشاهده شد، دو روش تعمیراتی اساسی وجود دارد:

۱- تیوب معیوب می تواند blind شود (تنها ۲۰-۱۰٪ تیوب ها می توانند blind شوند).

۲- تیوب مورد نظر با یک غلاف فلزی پوشش داده شود. دستورالعمل های این کار تعمیراتی توسط کمیسیون هسته ای^۴ NRC ارائه شده است. دستورالعمل های تمیزکاری شیمیایی برای قسمت های بحرانی

اطراف و یا الکترودهای مرطوب می باشند. اگر هیدروژن در مذاب گیر بیفتد، می تواند بطور جدی نرمی را کاهش دهد و ترک ایجاد می شود. هیدروژن در فولاد به عنوان یک اتم درون شبکه ای در شبکه جامد وجود دارد. بنابراین تشخیص آن بوسیله روش های غیرمخرب^۱ معمولی ممکن نیست.

• ترک ناشی از گرمایش مجدد

ترک می تواند در اثر عملیات حرارتی تنش زدایی بعد از جوشکاری رخ دهد. ترک معمولاً به ناحیه HAZ محدود میشود. ترک ناشی از گرمایش مجدد از نگرانی های مخصوص در فولادهای کم Cr-Mo است که مستعد ترک هنگام جوشکاری هستند.

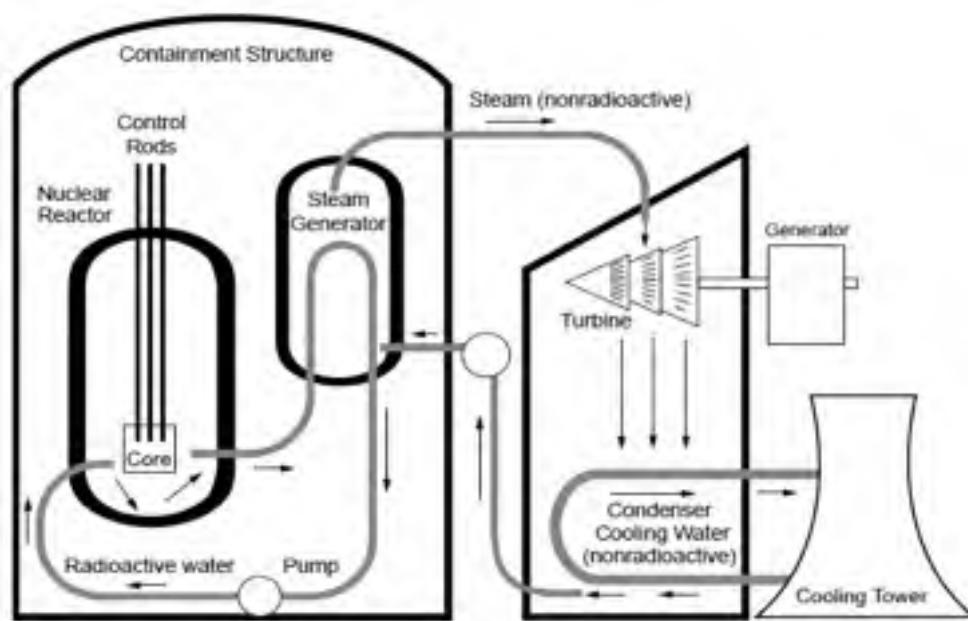
• پارگی لایه ای

معمولاً پارگی لایه ای در ناحیه HAZ اتصالات گوشه ای و T شکل پیدا می شود. عامل ترک، ناخالصی هایی هستند که موازی جهت نورد می باشند. نیروهای محدود کننده در اتصال جوشی باعث می شوند که ناخالصی ها باز شده و به سمت یکدیگر حرکت کنند تا یک ترک ایجاد شود.

۱-۳- خوردگی در تیوب های توربین بخار نیروگاه

در شکل ۲ شماتیک یک نیروگاه برق هسته ای آورده شده است. مشکلات خوردگی در تیوب های بخار این نیروگاه ها اساساً مربوط به آلیاژ ۶۰۰ (آلیاژی از آهن، کروم و نیکل) است.

تشکیل بخار روی سطوح لوله های خارجی دلالت بر این دارد که جوشیدن و خشک شدن می تواند در شکاف های متعدد بین تیوب ها و ساپورت ها رخ دهد. واضح است که این امر می تواند منجر به تمرکز



شکل ۲- شماتیک یک نیروگاه هسته ای

و همچنین روبات بازرسی و تمیزکاری شیارها با فشار آب نیز موجود می باشند. توربین های جایگزین از متريال های با مقاومت خوردگی بیشتر ساخته شده اند مانند تيوب های با آلياژ ۶۹۰ و صفحات ساپورت کننده از فولاد زنگ نزن. روش های ساخت جدیدی برای به حداقل رساندن تنش های پسماند در این تيوب ها نیز تاکنون ارائه شده است.

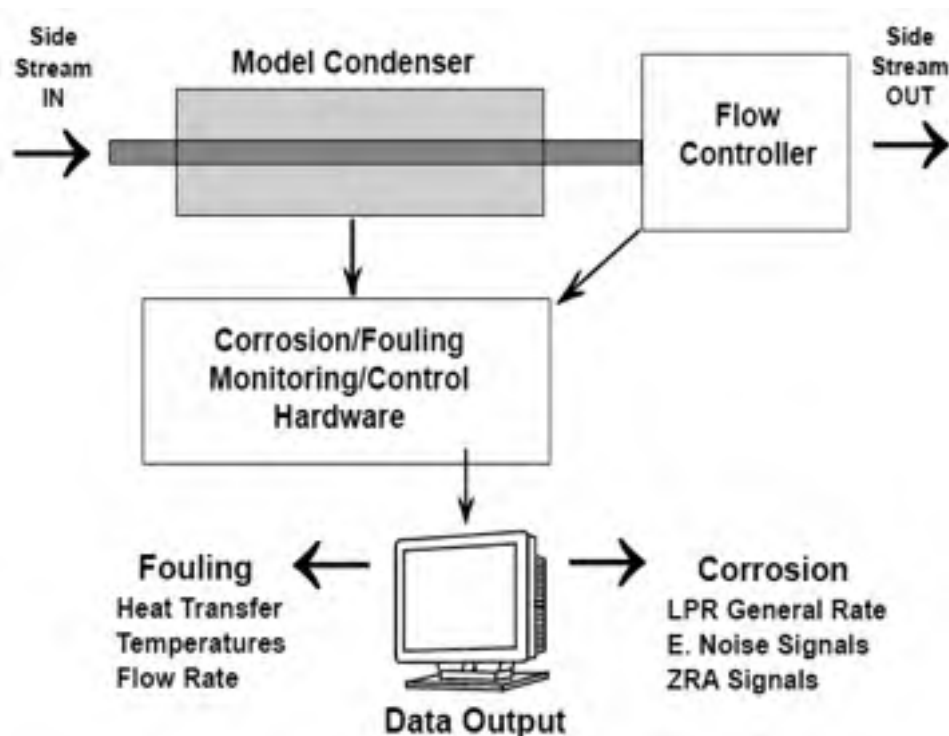
۳ - ۳ - پایش خوردگی در تيوب های مبدل حرارتی در مدارهای آب خنک کننده

در این تيوب ها، خوردگی موضعی می تواند شامل حفره دار شدن (که می تواند منجر به سوراخ شدن فلز شود)، خوردگی شیاری و ترک خوردگی تنشی باشد. این نوع خوردگی های موضعی با رسوب گذاری و پوسته پوسته شدن^۱ سطح تيوب ها، یون های کلرید آب و یا فعالیت میکروبی ارتباط دارد. اگر این موارد به دقت کنترل نشوند، خوردگی یکنواخت ممکن است در حین عملیات پوسته زدایی با اسید ایجاد شود. مانیتورینگ خوردگی در سطح تيوب های مبدل های حرارتی به دلایل ذیل یک چالش فنی بزرگ می باشد:

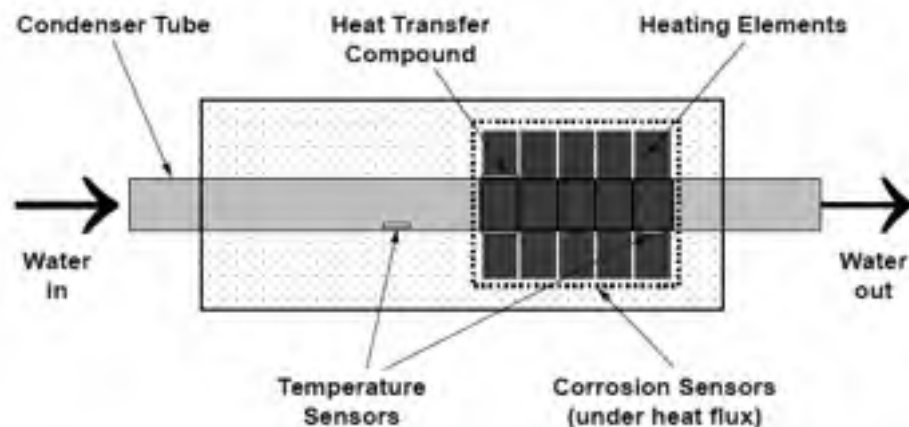
- بروز شکل های مختلف خوردگی که می توانند منجر به خرابی شوند.
- مانیتورینگ خوردگی موضعی که در صنعت متداول تر از خوردگی یکنواخت می باشد، مشکل است.
- خوردگی تحت شرایط انتقال حرارت رخ می دهد.
- دسترسی به تيوب های خیلی فشرده جهت تعمیرات، خیلی محدود

می باشد. به منظور غلبه بر مشکل دسترسی از یک خط باپپاس می توان استفاده کرد. در این خط باپپاس می توان سنسورهای خوردگی را نسبتاً به آسانی نصب کرد. برای شبیه سازی شرایط بهره برداری واقعی، سنسورهای خوردگی در خط باپپاس باید در معرض شار حرارتی و تشکیل پوسته قرار گیرد (شبیه سازی). استفاده از سنسورهای با سطوح گرم نشده، مشخصات پوسته گذاری را بطور دقیق منعکس نمی کند و بنابراین خوردگی سنسورها معرف و نشان دهنده خوردگی پلنت در حال بهره برداری نمی باشد.

المنت های حرارتی، سنسورهای دمایی و محاسبات انتقال حرارت می توانند برای شبیه سازی شار حرارتی واقعی در تيوب های مبدل حرارتی استفاده شوند. اصول این سامانه پایش در شکل ۳ آورده شده است. کنترل جریان و تغییر شار حرارتی، شبیه سازی تغییر شرایط بهره برداری را به راحتی آسان می کند. آنالیز چه می شود اگر^۲ می تواند اینجا استفاده شود. شماتیک جزئی تر از این مدل باپپاس در شکل ۴ آمده است که پنج سنسور خوردگی مجزا هر کدام با یک هیتر انفرادی برای شبیه سازی شار حرارتی را نشان می دهد. با این پنج سنسور، امکان اندازه گیری خوردگی کلی و هم خوردگی موضعی وجود دارد. تکنیک های مانیتورینگ خوردگی استفاده شده در این ابزار ویژه عبارتند از: نویز الکتروشیمیایی (پتانسیل و جریان)، آمپر متر با مقاومت صفر و مقاومت پلاریزاسیون خطی.



شکل ۳ - شماتیکی از سیستم های مانیتورینگ در مبدل حرارتی با استفاده از روش باپپاس [۴]



شکل ۴ - شماتیکی از المنت های اندازه گیری خوردگی در مبدل حرارتی مدل برای سیستم مانیتورینگ الکتروشیمیایی با چند تکنیک [۴]

۴- نتایج و بحث

تشکیل بخار روی سطوح تیوب های نیروگاه و جوشیدن و خشک شدن که می تواند در شکاف های متعدد بین تیوب ها و ساپورت ها رخ دهد، منجر به تمرکز انواع مواد خورنده ها می شود. به علاوه محصولات خوردگی تمایل به جمع شدن در کف توربین های بخار دارند. خوردگی بین دانه ای نیز در شیارهای بین تیوب ها و تیوب شیت ها رخ می دهد که در آنجا نیز رسوبات تمایل به جمع شدن دارند. خوردگی نوع بین دانه ای موضعی در توربین های بخار فرسوده تر در نزدیکی صفحات ساپورت کننده نیز رخ می دهد. اگر در این تیوب ها خوردگی شدیدی شناسایی شد، دو روش تعمیراتی اساسی وجود دارد:

۱ - تیوب می تواند کور شود.

۲ - تیوب مورد نظر با یک غلاف فلزی پوشش داده شود.

همچنین جهت مانیتور کردن خوردگی در تیوب های مبدل حرارتی که در مدارهای آب خنک کننده استفاده می شوند، می توان از یک خط بایپاس استفاده کرد. در این خط بایپاس سنسورهای خوردگی نصب می شوند و شرایط بهره برداری واقعی، شبیه سازی و کنترل می شود.

منابع

- [۱] فرید بن سعید، ۱۳۸۷، انتشارات داخلی شرکت ملی گاز ایران، خوردگی فلزات و روش های جلوگیری از آن
- [2] M.G. Fontana, Corrosion engineering, McGraw-Hill, 3rd Ed, 1910.
- [3] S. A. Bradford, Practical self-study guide to corrosion control, Casti publications, 1998.
- [4] P. R. Roberge, Handbook of corrosion engineering, McGraw-Hill, 1999.

اخبار انجمن



- آموزش
- اخبار انجمن
- فهرست کتاب‌های موجود در انجمن خوردگی ایران
- اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران

تقویم آموزشی نیمسال اول ۱۳۹۷ مرکز آموزش انجمن خوردگی ایران

ردیف	عنوان دوره	تاریخ برگزاری	مدت دوره (ساعت)	نوع دوره (روز)	پیش‌نیازها
۱	اصول مهندسی خوردگی	۱۷-۲۰ خرداد	۱۶	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	پیش‌نیاز: آشنایی با خوردگی
۲	بازدارنده‌های خوردگی	۲۸-۳۰ خرداد	۲۴	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	اصول مهندسی خوردگی
۳	مدیریت خوردگی	۲۸-۳۰ خرداد	۲۴	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	اصول مهندسی خوردگی
۴	کنترل خوردگی و رسوب در دیگ‌های بخار	۱۹-۲۱ خرداد	۲۴	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	اصول مهندسی خوردگی
۵	خوردگی تجهیزات نیروگاهی	۵-۷ شهریور	۲۴	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	اصول مهندسی خوردگی
۶	اسید شویی و شستشوی شیمیایی: دستگاه‌های صنعتی	۲۲-۲۴ شهریور	۲۴	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	اصول مهندسی خوردگی
۷	بررسی علت تخریب (Failure Analysis) در محیط های خوردنده	۵-۷ خرداد	۱۶	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	اصول مهندسی خوردگی
۸	انتخاب مواد در صنایع نفت و گاز	مناقشات اعلام می گردد.	-	-	اصول مهندسی خوردگی
۹	دوره ویژه حفاظت کاتدی سطح ۱ و ۲	۷-۱۱ خرداد	۴۰	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	اصول مهندسی خوردگی
۱۰	آزمایشی و رفع عیب سامانه‌های حفاظت کاتدی	۲۸-۳۰ خرداد	۲۴	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	حفاظت کاتدی سطح ۱
۱۱	دوره ویژه حفاظت کاتدی	۱۹-۲۱ خرداد	۲۴	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	حفاظت کاتدی سطح ۱
۱۲	مطراحی سیستم‌های حفاظت کاتدی در پالایشگاه‌ها	۲۲-۲۴ خرداد	۲۴	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	حفاظت کاتدی سطح ۱
۱۳	دوره ویژه بازرسی رنگ و پوشش سطح ۱ و ۲	۲۵-۲۹ خرداد	۴۰	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	اصول مهندسی خوردگی
۱۴	پوشش‌های فلزی صنعتی (آبکاری، اسول و کاربرد ها)	۲۰-۲۲ تیر	۲۴	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	اصول مهندسی خوردگی
۱۵	آزمایشی و کنترل کیفیت پوشش خطوط لوله مدفون	۲۱-۲۲ تیر	۱۶	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	اصول مهندسی خوردگی
۱۶	انتخاب اجرا و بازرسی سیستم‌های پوششی جهت سطوح داخلی تجهیزات	۱۹-۲۱ خرداد	۴۰	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	اصول مهندسی خوردگی
۱۷	بازرسی رنگ سطح ۳ (اصول انتخاب سیستم‌های رنگ)	۵-۷ شهریور	۲۴	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	بازرسی رنگ سطح ۱ و ۲
۱۸	بازرسی پوشش‌های حفاظتی	۱۹-۲۱ شهریور	۲۴	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	اصول مهندسی خوردگی
۱۹	دوره ویژه حفاظات خوردگی در طراحی پایپینگ	مناقشات اعلام می گردد.	۲۴	-	-
۲۰	دوره ویژه پیکرانی هوشمند	مناقشات اعلام می گردد.	۲۴	-	-
۲۱	بازرسی به روش مایعات نافذ (PT) و مواد مغناطیسی (MT)	۲۵-۲۹ تیر	۴۰	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	اصول مهندسی خوردگی
۲۲	پرتوگرافی و تفسیر رادیو گرافی (RT&RTI)	۲۲-۲۴ خرداد	۴۰	۲ (۴۰۰+۱۰۰۰)	اصول مهندسی خوردگی

* سر فصل های انجمن بین المللی خوردگی NACE

- شهریه دوره به حساب بانک اقتصاد نوین، شعبه سپهبد قرنی، کدشعبه ۱۷۸ به نام انجمن خوردگی ایران به صورت‌های زیر قابل پرداخت است:
کارت: ۶۲۷۴۱۲۱۹۴۰۰۳۵۲۹۸
شبا: IR۰۵۰۵۵۰۰۱۷۸۸۵۰۰۵۴۶۷۹۶۹۰۰۲
- برای شرکت کنندگان در هر دوره گواهی‌نامه معتبر دوزبانه (فارسی و انگلیسی) مورد تایید انجمن خوردگی ایران صادر می‌شود.
- اعضاء حقیقی و حقوقی از ۱۰٪ تخفیف برخوردار خواهند بود.
- پذیرایی‌های میان وعده به همراه ناهار و پکیج (جزوه و کیف) برای هر یک از شرکت کنندگان در نظر گرفته شده است.
- جهت نام‌نویسی در هریک از دوره‌ها 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 تلفن‌های ۸ - ۸۷ ۳۴ ۳۴ (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

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



فراخوان اولیه نوزدهمین کنگره ملی خوردگی

انجمن خوردگی ایران در نظر دارد بعد از برگزاری هجده کنگره در سطح ملی و بین‌المللی، **نوزدهمین کنگره ملی خوردگی را در بهمن ماه ۱۳۹۷ (هفته اول)** برگزار نماید.

پرداختن به پدیده خوردگی در برنامه‌های دانشگاهی، مراکز تحقیقاتی و صنایع ایران از حدود ۴۰ سال پیش آغاز گردید. با توجه به اهمیت موضوع و به منظور شناخت هرچه بیشتر این پدیده به‌ویژه در جوامع علمی و صنعتی و لزوم انجام بررسی‌های علمی، فنی و اقتصادی، امر آموزش خوردگی و فعالیت‌های پژوهشی مرتبط از سال ۱۳۴۸ رسماً آغاز شد. ابتدا چندین کنگره، سمینار و گردهمایی به صورت پراکنده در مراکز تحقیقاتی، دانشگاهی و صنعتی کشور تشکیل شد تا اینکه در سال ۱۳۶۵ برنامه‌ریزی معینی جهت برپایی کنگره‌های ملی خوردگی به‌طور مرتب و دوسالانه صورت گرفت که بدنبال آن اولین کنگره در سال ۱۳۶۷، دومین کنگره در سال ۱۳۶۹ و سومین کنگره در سال ۱۳۷۲ برگزار شد.

پس از تأسیس انجمن خوردگی ایران و کسب مجوز رسمی در دی‌ماه ۱۳۷۲ از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، کنگره‌های بعدی توسط انجمن خوردگی ایران و با همکاری دانشگاه‌ها و صنایع مرتبط برگزار گردیده است و دهمین کنگره ملی خوردگی نیز به‌صورت بین‌المللی و تحت عنوان "دهمین کنگره ملی و کنگره بین‌المللی خوردگی" در اردیبهشت‌ماه ۱۳۸۶ در تهران برگزار گردید.

از آن تاریخ تا کنون کنگره ملی خوردگی به صورت سالیانه توسط انجمن خوردگی ایران برگزار شده است.

اطلاعات تکمیلی در مورد نوزدهمین کنگره ملی خوردگی متعاقباً اعلام خواهد شد.

این انجمن همکاری گسترده‌ای را در برگزاری چندین سمینار و همایش دیگر نیز بعمل آورده و اکنون نیز آمادگی خود را برای همکاری با کلیه مراکزی که در زمینه خوردگی فعال می‌باشند، در برگزاری همایش‌ها اعلام می‌دارد.



کنگره های ملی خوردگی، میعادگاهی است برای اندیشمندان و محققان، که دلسوزانه در پی شناساندن پدیده مخرب خوردگی

۱۸ دی ماه، سالروز تاسیس انجمن خوردگی ایران



۲۴ سال افتخار و اینک در آغاز بهار بیست و پنجم و شروع فصل جدیدی از فعالیت. انجمن خوردگی ایران از تمام اعضاء حقوقی، اعضاء حقیقی، اعضاء هیات مدیره (تمام ادوار) و همچنین پرسنل خود (تمام ادوار) که در راستای تحقق اهداف، این انجمن را یاری نموده اند تقدیر و تشکر می نماید. امیدواریم که با همدلی و سعی و تلاش بیشتر بتوانیم به همه اهداف ناآل شویم. انجمن خوردگی ایران در دی ماه ۱۳۷۲ با همکاری متخصصین خبره و اساتید دانشگاه ها و با هدف ارتقاء سطح دانش و مهندسی خوردگی، تلاش برای حفظ سازه ها، تاسیسات و زیرساخت های صنعتی و غیرصنعتی در مقابل خوردگی، جلوگیری از هدررفت میلیاردها تومان سرمایه ملی و همچنین به منظور کاهش خسارات جانی و مالی

ناشی از خوردگی تاسیس شد. این انجمن هم چون دیگر انجمن های برگزیده نهادهای برتر و با توانی بالا می باشد و می تواند به عنوان یاری صدیق و راستین برای کارشناسان علم خوردگی کشور محسوب شود. بنابراین لازم است همواره مورد حمایت معنوی و مادی مسئولین محترم قرار گیرد. فعالیت های گسترده و بخش های پرتلاش و متعدد انجمن در کنار مدیریت کارآمد آن سبب گردیده تا انجمن خوردگی ایران به افتخارات متعددی از جمله موارد زیر دست یابد:

- کسب رتبه انجمن علمی برتر در سال ۱۳۸۵
- کسب رتبه انجمن علمی برتر در سال ۱۳۸۶
- کسب رتبه انجمن علمی ممتاز کشور در سال ۱۳۸۷
- کسب رتبه انجمن علمی فنی و مهندسی برتر در سال ۱۳۸۹
- کسب رتبه انجمن علمی برتر در سال ۱۳۹۰
- دریافت لوح سپاس از دفتر رئیس جمهور در سال ۱۳۹۱
- کسب رتبه انجمن علمی برتر در سال ۱۳۹۲

هم چنین انجمن در راستای اهداف خود و بعد از گذشت ۲۴ سال توانسته است کارهای ارزنده ای را انجام دهد که از جمله می توان به برگزاری هفته کنگره خوردگی (ملی و بین المللی) و چاپ مجله علمی پژوهشی علوم و مهندسی خوردگی اشاره نمود. ضمن اینکه انجمن خوردگی ایران با عضویت (حقیقی و حقوقی) و برگزاری دوره های آموزشی متعدد خدمات ارزنده ای را به مخاطبان خود ارائه داده و می دهد. چاپ مجله علمی ترویجی - آموزشی زنگ و تدوین استانداردهای ملی در زمینه خوردگی از دیگر فعالیت های چشم گیر انجمن می باشد. همچنین چاپ مجله علمی - پژوهشی "علوم و مهندسی خوردگی" از فعالیت های مهم انجمن می باشد.

اطلاعیه درگذشت جناب آقای مهندس سیداحمد پیشنهادی



با کمال تأسف درگذشت جناب آقای مهندس سیداحمد پیشنهادی، از پیشکسوتان و اساتید ماندگار انجمن را به اطلاع همکاران گرامی می رسانیم. متأسفانه انجمن خوردگی ایران و جامعه علمی کشور در بهمن ماه سال ۱۳۹۶ یکی از بزرگ مردان خود را از دست داد. آقای مهندس پیشنهادی به عنوان یکی از مشاهیر و مفاخر و نام آوران علم خوردگی و پیشکسوت علم خوردگی در کشور بوده و سوابق همکاری و فعالیت های نامبرده در صنعت و دانشگاه شایان ذکر می باشد. در ابتدای همین شماره از مجله مشروح فعالیت های ایشان درج شده است.

فهرست کتاب‌های موجود در انجمن خوردگی ایران

ردیف	موضوع	عنوان کتاب	پدیدآورندگان	قیمت (تومان)
۱	خوردگی	اصول خوردگی، سازوکارها، علل و روش‌های پیشگیری	مهندس محمدرضا نوری	۲۵۰۰۰
۲		خوردگی، راه‌های عملی پیشگیری و حفاظت (مجموعه دو جلدی)	مهندس محمدرضا نوری	۴۵۰۰۰
۳		خوردگی و کنترل خوردگی - مفهومی بر علم و مهندسی خوردگی	دکتر محمدعلی گنجدار، مهندس حمیدرضا ریاضی و مهندس داوود قربانی	۴۵۰۰۰
۴		مهندسی خوردگی و حفاظت از فلزات	دکتر منصور قرزاق	۲۱۰۰۰
۵		روش‌های، ماریس و نظارت بر خوردگی	دکتر محمد علی گنجدار	۱۵۰۰۰
۶		خوردگی، میکروبی	دکتر محمد علی گنجدار	۱۳۵۰۰
۷		کنترل خوردگی در صنایع (۱۳۹۴)	دکتر سیدمحمد سیدرضی	۹۲۰۰۰
۸		کنترل خوردگی در صنایع (۱۳۷۴)	دکتر سیدمحمد سیدرضی	۱۰۰۰۰
۹		کنترل خوردگی خط لوله - بی‌بازی (ویرایش دوم)	دکتر تقی شهرانی، مهندس اشکان فاضلی، مهندس و دکتر محمود علی‌اف	۳۷۰۰۰
۱۰		ماریس، کنترل و مدیریت خوردگی در پالایشگاه‌ها	دکتر ترافیق حسینی، مهندس رسول سپهرزاد و مهندس مصطفی هدایتی میرزایی	۲۵۰۰۰
۱۱		خوردگی در پالایشگاه	مهندس حسین عسگری	۹۵۰۰۰
۱۲		خوردگی، اطلاعات جویشکاری شده	دکتر ترافیق حسینی، مهندس رسول سپهرزاد و مهندس مصطفی هدایتی	۲۵۰۰۰
۱۳		پوشش‌های مقاوم به خوردگی، جای مهندسی سطح	دکتر کریم رنگه‌مدار	۲۷۰۰۰
۱۴		آزمایش‌های آزمایشگاهی خوردگی و حفاظت - همراه با سوال و تمرین	دکتر محمدعلی گنجدار	۸۰۰۰
۱۵		انتخاب مواد برای حفاظت از خوردگی در صنایع شیمیایی	دکتر احمد ساجدی، مهندس فاطمه اسفرازانده و مهندس محسن صمدی خوشبو	۵۰۰۰
۱۶		اصول و مبانی مهندسی خوردگی	مهندس شویچر مداحی	۱۴۰۰۰
۱۷		واژه‌های خوردگی	دکتر سیدمحمد سیدرضی	۴۰۰۰۰
۱۸		فرهنگ خوردگی	دکتر سیدمحمد سیدرضی	۵۰۰۰۰
۱۹		مجموعه واژه‌های مهندسی خوردگی	فرهنگستان زبان و ادب فارسی - گروه واژه‌گزینی	۱۴۰۰۰
۲۰		اصول و مبانی پایش خوردگی در صنعت	مهندس محمد حسن رنگار زارع	۳۹۰۰۰
۲۱		خوردگی پوشش‌های پلیمری	مهندس حسن مرادی - مجموعه علی‌اف، فاضلی	۹۰۰۰۰
۲۲		فلز آب و کنترل خوردگی در صنایع	مهندس سیداحمد پیشنامازی	۵۵۰۰۰
۲۳		خوردگی فولاد در بتن	مهندس محمدرضا احمدی، مهندس صادق دهقان	۲۵۰۰۰
۲۴		مبانی اکسیداسیون و خوردگی فلزات در صنایع پالا	دکتر احمد ساجدی	۸۰۰۰
۲۵		اصول و کاربرد پالایشگاه‌های خوردگی (مجموعه سه جلدی)	مهندس محمدرضا نوری	۲۰۰۰۰
۲۶		مدیریت خوردگی در صنعت نفت و گاز	مهندس محمد حسن زاده و دکتر مسعود ریاضی	۸۰۰۰
۲۷		فولادهای رنگین، خوردگی، پیکوهایت و خوردگی در صنایع پالا	دکتر آرش فتح‌الحسینی، دکتر احمد ساجدی و مهندس پرویز محمدیان صمدی	۷۰۰۰
۲۸		خوردگی فولادهای رنگ زنگ‌زین	دکتر آرش فتح‌الحسینی	۷۰۰۰
۲۹		عملیات جراحی و مهندسی سطح	دکتر محمدعلی گنجدار	۳۸۰۰۰
۳۰	حفاظت کاتدی	جلوگیری از خوردگی فلزات توسط حفاظت کاتدی به روش آند فداشونده	دکتر احمد ساجدی	۵۰۰۰
۳۱		اصول طراحی حفاظت کاتدی	دکتر محمود علی‌اف، قهرایی و مسعود روشنی	۲۵۰۰۰
۳۲		حفاظت کاتدی و دستورالعمل‌های ماریس آن	دکتر محمود علی‌اف، قهرایی و مهندس علی حمیری فبانی	۴۰۰۰۰
۳۳	آب و فلزات	حفاظت کاتدی کاربردی، خطوط لوله و سازه‌ها	دکتر شهرانی، فاضلی، دکتر علی‌اف، حسینی و مهندس طاهر شهرانی فاضلی	۱۰۰۰۰
۳۴		راه‌های عملی و پایش شیمیایی، بوج‌های خنک‌کن	مهندس محمدرضا نوری	۴۰۰۰۰
۳۵		راه‌های عملی و پایش شیمیایی، آب‌های بهار	مهندس محمدرضا نوری	۴۰۰۰۰
۳۶		راه‌های تجزیه و تحلیل از کاتولیکی سیستم آب ترچ‌های خنک‌کننده	مهندس محمدرضا نوری	۹۰۰۰
۳۷		راه‌های تجزیه و تحلیل از کاتولیکی، آب‌های بهار	مهندس محمدرضا نوری	۹۰۰۰
۳۸		اصول و کاربرد آب و فاضل	مهندس محمدرضا نوری	۹۵۰۰
۳۹		مررسی روش‌های مهندسی آب‌های آشامیدنی بهداشتی و صنعتی	مهندس محمدرضا نوری	۳۹۰۰
۴۰		راه‌های کار مستقیم‌های فزاینده (مجموعه دو جلدی)	مهندس محمدرضا نوری	۱۰۰۰۰
۴۱		راه‌های کاربرد آب در صنعت (مجموعه دو جلدی)	مهندس محمدرضا نوری	۸۰۰۰۰
۴۲		مهندسی فاضلاب، پنج جلدی	مهندس محمدرضا نوری	۹۱۰۰۰
۴۳		کاربرد سازه‌های فلزی در صنعت آب	مهندس محمدرضا نوری	۹۴۰۰۰
۴۴		تصفیه آب‌های صنعتی به ویژه در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی	مهندس محمدرضا نوری	۱۸۰۰۰
۴۵		اسفند معکوس (مجموعه دو جلدی)	مهندس محمدرضا نوری	۱۸۵۰۰
۴۶		راه‌های عملی تست‌های شیمیایی و رسوبات زلالی سازه‌های صنعتی	مهندس محمدرضا نوری	۴۰۰۰۰
۴۷		تکنولوژی و علم سیمار (مجموعه دو جلدی)	مهندس محمدرضا نوری	۱۴۵۰۰
۴۸		پیش‌از آب در صنعت	دکتر جعفر علی	۴۰۰۰۰
۴۹		آزمایش‌های آب	دکتر پیکری، مهندس کریمانی	۹۰۰۰
۵۰		مبانی تصفیه آب	دکتر محمود عسگری	۱۱۵۰۰

اعضای حقوقی انجمن خورده‌گی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۱۰۱	مشیریت تولید برق گیلان	تولید نیروی برق (سیکل ترکیبی)	گیلان - رشت - شهر صنعتی - نیروگاه سیکل ترکیبی	۱۳۱۳۳۲۴۰۴
۵۱۰۲	شرکت ملی گاز منطقه یک گاز رسانی و فروش	گازرسانی و فروش طراحی و مهندسی - خطوط لوله و انتقال گاز	اهواز - جاده اهواز حریر - شرکت ملی گاز	۰۶۱۳۳۳۴۰۰۷۱
۵۱۰۳	شرکت تولید مواد اولیه و افزودنی مصنوعی	تولید کننده دی منیل ترهفات به عنوان ماده اولیه پلی استر	اسفهان - ۴۵ کیلومتری اسفهان جاده سارک - ص پ: ۸۱۶۵۵۰۱۵۶۹	۳۱۳۳۳۳۳۳۳۱
۵۱۰۴	شرکت رنگسازی باژاک	رنگسازی	تهران - خ ولی عصر - پایین توپا توپا - جنب فروشگاه باوج - پلاک ۲۳۷۰	۸۸۷۷۰۵۰۵
۵۱۰۵	مهندسی و تجهیزات صنعت آب و برق ایران	بازرسی کلیه تجهیزات سدها و ایستگاه‌ها لوله و قطعات برق	تهران - خیابان میرزای شیرازی - بین مطهری و بهشتی - نش کوچه مقدم - پلاک ۳۲۲ - طبقه سوم - ص پ: ۱۴۱۳۵۵۰۳۴۱۴	۸۸۷۰۲۸۱۸
۵۱۰۶	آب و فاضلاب تهران	تامینیه و توزیع آب و جمع آوری آبهای سطحی و فاضلاب	تهران - بلوار کشاورز - خ حاجاب - ص پ: ۱۴۱۵۵۰۱۵۹۵	۸۸۹۶۶۰۷۰
۵۱۰۷	سرمایه‌گذاری صنایع شیمیایی	تولید مواد پتروشیمی - مواد اولیه ساخت شونده ها - تولید اکلیل بنزن خطی (LAB)	اسفهان - کیلومتر ۱۵ جاده اسفهان به تهران - غرب نیروگاه شهید منتظری - کدپستی: ۸۳۳۵۱۳۴۱۱۲	۰۲۱-۳۳۰۵۹۸۶۸
۵۱۳۳	سرمایه‌گذاری صنایع شیمیایی	تولید مواد پتروشیمی - مواد اولیه ساخت شونده ها - تولید اکلیل بنزن خطی (LAB)	تهران - خ افریقا - کوچه شهید سعیدی - شماره ۹۱	۳۳۰۵۹۸۶۷
۵۱۰۸	صنایع پلاستیک خورسان	تولید ساخت فیلم ورق پلاستیک و ظروف دیگر مصرف	تهران - خ شهید قریب - خ موسی کلانتری - ساختمان ۲۰ - پلاک ۷۶ - طبقه ۳ - واحد ۲۲	۸۸۸۰۶۱۶۱
۵۱۰۹	پتروشیمی خراسان	پتروشیمی	بجنورد - کیلومتر ۱۷ جاده بجنورد شیروان - صندوق پستی ۱۴۱۳ - شرکت پتروشیمی خراسان	۰۵۸۱۳۳۳۳۳۳۵۰
۵۱۱۰	پتروشیمی آبادان	پتروشیمی	آبادان - کوی مطهری - ص پ: ۱۳۸	۰۶۱۵۳۳۴۰۰۲۱
۵۱۱۱	تولید و انتقال نیروی برق ایران	تولید و انتقال نیروی برق ایران	تهران - میدان ونک - خ توفان - ساختمان مرکزی توفان	۳۳۳۳۴۰۰۹
۵۱۱۲	پتروشیمی تبریز	پتروشیمی	تبریز - کیلومتر ۷ جاده اذرشهر - مجتمع پتروشیمی تبریز دفتر مدیر عامل	۰۴۱۳۳۳۳۸۰۰۰۰
۵۱۱۳	تولسمازی اهواز	تولید لوله‌های نفت گاز، شیمیایی، طراحی و مهندسی	تهران - خ بهشتی - ابتدای احمد قصاب - کوچه دوم - پلاک ۱۹	۸۸۷۳۳۳۳۶
۵۱۱۴	ایرینک	تولید برق - تجهیزات پزشکی - صنعتی - استخراج آب معدنی - طراحی و مهندسی	انتهای خ گاندی شمالی - ص پ: ۷ - ص پ: ۱۹۳۹۵۰۳۳۴۴	۸۸۷۷۸۱۱۶
۵۱۱۵	آب و برق خوزستان	نیروگاه‌های تولید برق	اهواز - جاده گستان - ساختمان ۵ طبقه - سازمان آب و برق خوزستان - ص پ: ۶۱۳۳۵۰۱۳۷	۰۶۱۳۳۳۶۰۱۳۶
۵۱۱۶	صنایع فولاد (سایا)	ریخته‌گری قطعات سنگین و فوق سنگین	اسفهان - میدان آزادی - خ هزار جریب - خ آزادی - ساختمان ۱۳۳	۰۳۱۳۳۳۳۳۳۳۳۱
۵۱۱۷	شرکت اکیم	—	تهران - سه راه زحان - خ شیخ صفی - شماره ۱/۲۰۲ کد پ: ۱۶۱۳۶	۰۴۱۸۸۷۰۷۸۸۰
۵۱۱۸	مهندسی مشاور دز آب	خطوط لوله و انتقال	اهواز - کوی گستان - ص پ: ۶۱۴۰ - کد پستی: ۶۱۳۳۵	۰۳۱۳۳۳۳۳۳۳۴
۵۱۱۹	تاید واتر	صنایع دریایی	میدان ولی عصر - خ فتحی نظامی - شماره ۱۵ کد پستی: ۱۴۳۳۶	۰۳۱۸۸۸۵۳۳۳۳۱
۵۱۲۰	صنایع مهندسی پارسین	لواب فلزات آلیاژی کارخانجات شیمیایی	تهران - کیلومتر ۴۰ جاده خاوران - صنایع مهندسی پارسین	۰۲۹۲۳۰۳۳۵۷
۵۱۲۱	کارخانجات پروفل سازه	تولید کننده لوله و پروفل صنعتی و ساختمانی	تهران - بلوار کشاورز - ساختمان سقا - شماره ۱۵۸ - کد پ: ۱۳۱۶۶	۸۸۹۷۹۰۱۵
۵۱۲۲	دانشگاه علوم و فنون نیروی دریایی سپاه	صنایع دریایی و آموزشی	چالوس - کدپستی: ۳۶۶۱۹۰۳۳۳۳۳۳۳ - دانشکده علوم و فنون نیروی دریایی سپاه	۰۱۹۱۳۳۳۳۳۳۳۳
۵۱۲۳	شرکت رنگان فر	نمایش رنگ	تهران - منطقه ۶ - ولی عصر - ترسیده به توفان - کد: شروان - پ: ۱۵ - ط: سوم - رنگ دوم - صندوق پستی: ۵۱۲۰۱۳۳۳۵	۰۳۱۸۶۱۳۳۳۳۶
۵۱۲۴	شرکت عمران کیش	شرکت طراحی و مهندسی	—	—
۵۱۲۵	شرکت گشت و صنعت شمال	کارخانجات صنایع غذایی	بزرگراه مدرس - خ وحید دستگردی پایین تر از بیمارستان علی اسفر - پلاک ۳۲۱۰	۱۵۱۳۳۳۳۳۸۱
۵۱۲۶	شرکت پهنیا	نیروگاه تولید برق و فلزات و آلیاژی	تهران - خیابان پوراء - خیابان ۲۱ - پلاک ۹ - طبقه سوم	۰۳۱۸۸۷۵۳۳۳۸۸

اعضای حقوقی انجمن خورده‌گی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۱۳۷	شرکت تهران قاپور	سروگاه تولید برقی و حرارت و آب‌سازی	تهران - خیابان فاطمی - مقابل خیابان حجاب شماره ۲۴۱ - طبقه اول واحد ۲ - کدپستی: ۱۴۱۲۶۵۷۹۲۴	۰۲۱۸۸۹۷۲۸۸۲
۵۱۳۹	شرکت نیرو گستر	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ ولی عصر - نیش استاد مطهری - کوچه انتخاب - پ ۳۸ - ط ۴ - شماره ۲	۰۲۱۸۸۸۰۳۹۲۱
۵۱۳۰	شرکت نفت پارس	کارخانجات شیمیایی و پالایش	کیلومتر ۲۴ جاده مخصوص کرج - پالایشگاه نفت پارس - کتابخانه - برسد نفت سرکار خلیه سیده ترک زاده	۰۲۱۲۳۲۳۲۵۰۰
۵۱۳۱	شرکت نفت فلات قاره	اکتشافات، تولید و بهره برداری	تهران خیابان ولیعصر - قبل از پارک وینکوچه تورجرج خاکدان - پلاک ۱۲	۴۱۲۳۶۶۴۴۶۹
۵۱۳۲	شرکت استیلارما	اکتشافات، تولید و بهره برداری	جاده قدیم کرج - خ خلج - کوچه شهید خسرو تقوی پلاک ۹۰	۴۱۸۸۶۱۰۵۶۲
۵۱۳۳	شرکت چسب‌سازی و رنگ‌سازی صنعت یکتا	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ جمهوری - پهنه فلسطین - بازار کاخ - ط ۱ - پ ۲۱	۰۲۱۶۶۴۱۰۱۷۹
۵۱۳۴	شرکت گاز آذربایجان شرقی	معمولا لوله و مراکز تحقیقاتی	شیراز - خ ولی عصر - فلکه دانشگاه - خ تخت طاوس شرقی - جنب اداره استاندارد و بخش هجرت - مرکز آموزش	۴۱۲۳۳۳۸۱۸۱
۵۱۳۵	شرکت توسعه پوشش صنعت نوین	خطوط لوله و طراحی و مهندسی صنایع و ساخت تجهیزات	تهران - خ ولی عصر - نیش زارشت شرقی - کوچه سروش - شماره عولاند ۱۵	۴۱۸۸۸۰۳۳۷۱
۵۱۳۶	شرکت رز پارس	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ سهروردی شمالی - هویزه غربی - پ ۹۴	۴۱۸۸۷۵۹۹۲۴
۵۱۳۷	شرکت صبا نیرو و گاز	طراحی و نصب تأسیسات حفاظت کاتدی	تهران - انتهای بلوار فرحزاد - خ ظاهر خانی - میلاد دوم غربی - پ ۲۲ ط ۴	۴۱۲۲۰۸۹۳۰۸
۵۱۳۸	شرکت کارسازان نظام	خطوط انتقال نیروگاه‌های تولید برقی و حرارت آب‌سازی	تهران - خیابان سهروردی شمالی - خیابان خرمشهر - خیابان نوبخت - برج نوبخت طبقه ۱۱ واحد ۴۱	۰۲۱۸۸۵۱۰۲۷۹
۵۱۳۹	شرکت پایش صنعت نوین	طراحی و مهندسی خوردگی و حفاظت کاتدیک	تهران - خ خاندان‌سالمی (وزرا) - خ ۱۴ - پ ۳ ط ۲ - کدپستی: ۱۵۱۷۶۸۱۱۵	۴۱۸۸۷۰۵۵۵۶
۵۱۴۰	موسسه تحقیقاتی امیرکبیر	مراکز تحقیقاتی آموزشی	تهران - خیابان ولیعصر - روی روی خ مطهری - خ فتحی شقایق - نیش خ جهان‌مهر - پلاک ۱۰۰ طبقه چهارم	۴۱۸۸۱۵۲۳۳۹
۵۱۴۱	شرکت رنگ آوان	تولید رنگ و دین	تهران - میدان ۷ - خ اظمی - پ ۱۵ - طبقه ۳	۰۲۱۸۸۸۲۷۲۲۴
۵۱۴۲	شرکت پارس فام	تولید کننده رنگ‌های صنعتی حفاظتی	تهران - خیابان ملاصدرا - خیابان شیراز جنوبی - خیابان سازان - مجتمع پاسارگاد - طبقه اول ۳۱	۸۸۴۱۸۴۹
۵۱۴۳	مرکز تحقیقات مس سرچشمه	استخراج، اکتشاف، مراکز تحقیقاتی	رفسنجان مجتمع مس سرچشمه - امور تحقیقات و مطالعات - تهران - خ ولیعصر - پایین تر از پارک سانی شماره ۱۰۹۱	۴۴۴۴۴۰۵۷۲۱
۵۱۴۴	شرکت گاز مازندران	خطوط و انتقال گاز	ساری - بلوار طالقانی - مس پ ۸۹۱	۰۱۵۱۳۲۰۴۰۸۰
۵۱۴۵	پتروشیمی بند امام (نسیان)	پتروشیمی	ملشهر - بندر امام خمینی - پتروشیمی سیاران	۶۵۲۲۵۵۲۳۲۰
۵۱۴۸	طوبی لاک	طراحی و مهندسی - مراکز تحقیقاتی آموزشی	تهران - کارگر شمالی - روی روی پارک لاله - کوچه ارج - پلاک ۸	۴۱۸۸۸۱۱۹۳۴
۵۱۴۹	برنا الکترونیک	تولید تجهیزات طراحی و اجرای سیستم‌های حفاظت کاتدیک	تهران - خ شرجایی - نرسیده به بیمارستان ۷ - جنب زمین فوتبال / تهران - شهرک ستول - کوچه ۸ شریف - پلاک ۷ - طبقه اول	۰۲۱۵۵۵۲۴۰۰۰
۵۱۵۳	پتروشیمی امیرکبیر	پتروشیمی	بندر امام - منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی - سایت ۴ - پتروشیمی امیرکبیر - انبار تحقیق و توسعه	۴۱۸۴۲۳۷۰۰۰
۵۱۵۶	شرکت پتروشیمی اراک	پتروشیمی، کارخانجات شیمیایی	تهران - خ ولی عصر - خیابان تان غربی - پلاک ۶۸	۰۲۶ ۳۳۶۲۰
۵۱۵۸	پتروشیمی اصفهان	پتروشیمی - کارخانجات شیمیایی	اصفهان - کیلومتر ۵ جاده اصفهان - تهران - بلوار اختصاصی پتروشیمی	۴۱۲۳۹۱۳۷۰۱
۵۱۶۰	خدمات نفت و گاز آمن پارس	توزیع کننده فشاری رنگ‌های صنعتی و دریایی آمرو - اجرای لادگی سطح رنگ‌آمیزی صنایع سنگین پتروشیمی نفت و سیستم دریایی - روش انجام خدمات مشاوره در زمینه خوردگی	تهران - خ اسدآبادی - شماره ۴۵۱ - کدپستی: ۱۳۳۳۷	۴۱۸۸۰۶۶۴۹۸

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۱۶۱	رسمبگری	مواد شیمیایی تصفیه و ترمیم سازی آب	تهران - خیابان میرزای شیرازی شمالی - پلاک ۱۷ مطهری - کوچه عرفان پلاک ۴۸ - کدپستی: ۱۵۸۶۷۱۳۷۱۳	۰۲۱۸۸۱۰۶۱۱۰
۵۱۶۳	مهندسین مشاور ناموران	مشاوره مهندسی برق	تهران قطریه شمالی - خ ش خراسانی - پلاک ۷	۲۱۳۲۳۱۶۲۰
۵۱۶۴	ترابری ایران	تولید مواد شیمیایی ویژه صنایع مخصوص نفت، گاز، پتروشیمی	تهران - خ ولی عصر - روبروی درب اصلی پارک ساحلی - جنب بانک ملت - طبقه دوم - پلاک ۲۲۸۲	۲۱۸۸۷۳۳۰۴۰
۵۱۶۵	فولاد خوارستان	تولید انواع شمش‌های بیله، بلوم و اسلب تعدیه و تبدیل به ورق و فولاد ساختمانی	اهواز - کیلومتر ۱۰ بندر امام	۶۱۳۳۹۰۸۰۰۰
۵۱۶۸	سیماب رزین	تولید رزین اکریلیک	تهران - خیابان ملاصدرا، خ شیراز جنوبی - کوچه قلاچی - پ ۳۶ - واحد ۶ - ص ۱۵۸ - ۱۴۱۵۵	۲۱۸۸۷۱۱۳۱۶
۵۱۷۰	انرژی سمنان	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ افریقا - کوچه کفایت شماره ۶۰ - واحد ۳۹	۲۱۳۲۰۳۸۶۶۰
۵۱۷۳	نارگان	طراحی مهندسی تر زمینه نفت، گاز و پتروشیمی و سایر صنایع	تهران - خ طالقانی - روبروی هلال احمر - جنب بانک پاسارگاد - شماره ۱۱ ساختمان مرکزی شرکت نارگان	۰۲۱۸۸۹۱۴۹۳۶
۵۱۷۴	شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی ایران	پالایش و پخش	تهران - خیابان طالقانی - روبروی نیاک شهید - نشانی کوچه گلشنی - ساختمان مرکزی دوم - طبقه اول، اداره بازرسی فنی و نظارت / تهران - خ طالقانی - خ ورشو - جنب پارک ورشو - ساختمان غربی - پلاک ۴ - طبقه ۴	۲۱۶۱۶۳۹۳۳۱
۵۱۷۶	شرکت فولاد خراسان	تولید انواع شمش‌های بیله، بلوم و اسلب تعدیه و تبدیل به ورق و فولاد ساختمانی	تهران - میدان ولیعصر - روبروی سینما استقلال - شرکت ملی فولاد، طبقه ۴ - برج شمالی - اتاق ۴۱۰	۵۵۱۰۲۴۵۳۳۱۰
۵۱۷۹	شرکت پالایش نفت لاوان	پالایش	شیراز - ص ۷۱۳۶۵۵۶۸۵۶۸	۷۱۳۳۳۹۹۳۶
۵۱۸۰	شرکت ابداع گران پدیده	پالایش - پتروشیمی - خطوط لوله و انتقال - طراحی و مهندسی	تهران - پاسداران - میدان هروی - خیابان شهید موسوی - خیابان ضلعی - نبش خیابان عیسی - پلاک ۴۰ - طبقه دوم - کدپستی: ۱۶۶۷۸۶۱۱۱	۰۲۱۳۳۹۷۸۸۹۰
۵۱۸۵	شرکت ملی و مهندسی ساختمان نفت ایران	خطوط انتقال لوله - شرکت‌های طراحی و مهندسی	تهران - خیابان سپهبد قری - روبروی دانه برداری ایران - شرکت ملی و مهندسی ساختمان نفت ایران -	۲۱۸۸۱۷۸۸۴۲۰
۵۱۸۶	شرکت پدید آب سباهان	خطوط لوله و انتقال	اصفهان - خیابان اردیبهشت شمالی - ترسیده به منابرات - کدپستی: ۸۱۳۵۸۵۴۱۶۴	۰۳۱۳۳۵۳۴۶۷
۵۱۸۸	شرکت مهندسی خوردگی کیا	پوشش‌های محافظتی ضد خوردگی	تهران - سعادت آباد - بلوار دریا - خیابان موج - کوچه شکری - پلاک ۳۳	۰۲۱۳۳۵۳۰۵۵
۵۱۸۹	شرکت تکنیک	نفت، گاز و پتروشیمی - بازرسی فنی و کنترل خوردگی تسهیلات غیر مخرب	تهران - ص پ ۱۵۷۴۵۸۷۶ - تهران - خ مطهری - خ کومور نبش کوچه یحیی - پ ۱۸ - واحد ۱۱	۰۲۱۸۸۷۴۱۰۳۷
۵۱۹۰	شرکت مدیریت تولید نیروگاه‌های گازی جنوب غرب ایران	نیروگاه‌های گازی	ایران - ۹ کیلومتری جاده ماهشهر - ص پ ۶۷۳	۶۳۱۳۳۴۵۵۲
۵۱۹۶	خطوط لوله و مخازن نفت ایران	صنایع نفت	تهران - خ سپهبد قری - بالاتر از تقاطع خ اراک شرکت خطوط لوله و مخازنات - مرکزی دوم - ص ۷ - پ ۱۸۸	۲۱۸۸۸۰۱۸۰۷
۵۱۹۷	یژه‌شگاه صنعت نفت	صنایع نفت	تهران - ضلع غربی استاندارد آزادی	۳۱۳۸۳۵۹
۵۱۹۸	شرکت گشتا سپهر جنوب	طراحی و مهندسی	اهواز - ۳۴ متری - فلکه شهید خ شهید عابدی - جنب سینما شاهد - مجتمع ساحل - ص ۴۰ - واحد ۷	۶۱۳۳۹۳۳۶۱۰
۵۱۹۹	شرکت سازندین آفرین	پتروشیمی	تهران - پارس نو از همت - خیابان نوابی - شماره ۱۷ - طبقه چهارم - واحد ۱۵	۸۸۸۷۸۷۲۱
۵۲۰۲	نیروگاه سازند اراک	مدیریت تولید نیرو	کیلومتر ۲۵ جاده اراک سازند - مقابل پالایشگاه - نیروگاه حرارتی سازند صنوبری پستی: ۳۸۶۱۵۰۱۶۵	۸۶۳۸۲۶۲۰۰۰
۵۲۰۷	شرکت مدیریت تولید برق کرمان	نیروگاه‌های تولید برق فشارت و آلیاژی - اکتشافات، تولید و بهره‌برداری	کرمان - کیلومتر ۴ جاده باغی، رفسنجان	۰۳۳۳۳۵۳۱۳۳۱

اعضای حقوقی انجمن خورده‌گی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۲۰۸	شرکت مدیریت تولید برق بزرگ	نیروگاه‌های تولید برق فلزات و آلیاژی	بزرگ - جاده اختصاصی فولاد آلیاژی - نیروگاه سیکل ترکیبی آ صندوق پستی: ۲۶۵۸۹۱۷۵	۰۲۵۲۷۲۵۲-۸۲
۵۲۱۱	شرکت مدیریت تولید برق طوس	مدیریت تولید نیرو	مشهد - کیلومتر ۱۵ جاده فوجان	۰۵۱۲۵۴۲۱۸۰۵
۵۲۱۲	شرکت پتلی اکریل ایران	تولید الیاف مصنوعی	اصفهان - ۴۵ کیلومتری جاده اصفهان مبارکه - گداسی: ۸۱۴۶۵ صندوق پستی: ۱۶۶۸ و ۲۴۱۵	۰۳۱۳۳۳۳۵۲-۰۰
۵۲۲۱	شرکت گاز استان اردبیل	گازرسی	اردبیل - میدان بسیج - شرکت گاز استان اردبیل	۰۴۵۳۳۷۳۳۸۰
۵۲۲۴	شرکت پتروشیمی برزویه	پتروشیمی	بوئسهر - منطقه ویژه اقتصادی تریز پارس - صندوق پستی: ۷۵۳۹۱۰۱۵	۰۷۲۷۲۳۳۳۵-
۵۲۲۵	شرکت پارسی کیفیت و استاندارد ایران	خدمات فنی و مهندسی و مشاوره آموزشی	تهران - خیابان کارگرمشالی - رویروی دانشکده اقتصاد - پلاک ۱۸۴۷	۰۲۱۸۸۰۲۰۳۳۳
۵۲۲۶	شرکت پتروشیمی تندگوین	پتروشیمی	ماهشهر - منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی سایت ۴	۰۲۱۸۸۸۹۵۱۱
۵۲۲۷	شرکت پالایش نفت شیراز	پالایش	شیراز - ۴۴ کیلومتری جاده شیراز اصفهان - شرکت پالایش نفت شیراز	۰۷۱۴۸۱۷۱۰۰۰
۵۲۲۸	شرکت پالایش نفت تبریز	پالایش	تبریز - جاده سرخورد - شرکت پالایش نفت تبریز	۰۴۱۳۳۲۰۵۵۷۰
۵۲۳۱	شرکت پالایش نفت تهران	پالایش	تهران - جاده قدیم قم - گدیستی: ۱۸۷۹۹۱۳۱۱۱ - صندوق پستی: ۱۸۷۳۵۰۳۱۷۲	۰۲۱۶۱۶۳۳۳۱۰
۵۲۳۲	شرکت پالایش نفت اصفهان	پالایش	اصفهان - کیلومتر ۵ جاده اصفهان به تهران - شرکت پالایش نفت اصفهان صندوق پستی: ۸۱۴۶۵۰۴۱۵	۰۳۱۳۳۸۰۲۷۲۷
۵۲۳۳	شرکت پالایش نفت آبادان	پالایش	آبادان - شرکت پالایش نفت آبادان	۰۶۱۵۳۳۰۲۲۲۸
۵۲۳۴	شرکت پالایش نفت گرمشاه	پالایش	گرمشاه - بلوار شهید بهشتی - رویروی پارک شاهد - شرکت پالایش نفت گرمشاه	۰۸۳۲۱۲۷۰۰۰
۵۲۳۵	شرکت کتد و گاز تریز پارس	مراکز آموزشی - شرکت‌های طراحی مهندسی - خطوط لوله و انتقال - پتروشیمی - پالایش - اختراعات، تولید و بهره‌برداری - نیروگاه‌های تولید برق فلزات و آلیاژی	تهران - خیابان شیخ بهایی جنوب - بلوار آزادگان - خیابان ۲۱ شرقی - اول خیابان دستان - پلاک ۳۴ - طبقه اول	۰۲۱۸۸۳۳۸۳۹۵
۵۲۳۷	شرکت مدیریت تولید برق جنوب فارس	-	شیراز - خیابان مشیرتوب - سه راه برق صندوق پستی: ۷۱۸۵۵۰۵۱۸	۰۷۱۳۳۳۰۹۹۲۰
۵۲۳۸	شرکت پالایش نفت بندرعباس	پالایش	بندرعباس - شرکت پالایش نفت بندرعباس - صندوق پستی: ۷۹۱۴۵۰۳۱۸۲	۰۷۶۳۳۵۴۱۸۰
۵۲۴۰	شرکت پتروشیمی بوعلی	پتروشیمی	بندرعباس خمینی - منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی - سایت ۴ صندوق پستی: ۱۱۱	۰۴۱۸۸۸۳۰۰۳۲
۵۲۴۳	شرکت تولیدی و شیمیایی رنگ روتاس	تولید کننده رنگ و رزین	تهران - خیابان قائم مقام ساختهان ۱۱۳ - پلاک ۹۵ - طبقه اول - شرکت تولیدی و شیمیایی روتاس	۰۲۱۸۸۳۰۷۲۲۹
۵۲۴۴	شرکت شیمیایی رنگ سمن	کارخانجات شیمیایی	تهران - خ - مطهری - مقابل خیابان سالی - شماره ۲۶۷	۰۲۱۸۸۳۳۷۰۷۰
۵۲۴۵	شرکت پارس آب تدبیر	تفکرات و اجزای زجه آب و فاضلاب	تهران - خیابان کارگر شمالی - خیابان نصرت - این خیابان کارگر و جاسازده - پلاک ۳۶	۰۲۱۶۶۹۲۷۴۹۹
۵۲۴۶	شرکت گاز استان اصفهان	خطوط لوله و انتقال، شرکت‌های طراحی و مهندسی	اصفهان - چهارباغ بالا، رویروی مجتمع تجاری پارک - ساختمان سوم گاز - طبقه سوم - خدمات مهندسی - مهندسی حفاظت کاتدی - جناب آقای مهندس سلیمانی صندوق پستی: ۶۶۴۰۸۱۶۵۵	۰۳۱۳۳۷۱۰۲۱
۵۲۴۷	شرکت ماشین‌سازی اصفهان	نیروگاه - پتروشیمی آلیاژی و مخازن - فولاد و سیمان	تهران - میدان آرژانتین - خیابان آوند - کوچه سی و یکم - پلاک ۴۸	۰۲۱۸۸۷۸۸۱۴
۵۲۴۸	شرکت بهرینان	صنایع ساختمانی	تهران - میدان حسن آباد - خیابان امام خمینی - نرسیده به خیابان استخر - پلاک ۲۳۴ - طبقه دو	۰۲۱۶۶۷۱۹۳۲۰
۵۲۴۹	شرکت پالایش نفت اراک	پالایش نفت	اراک - کیلومتر ۲۰ جاده اراک بروجرد	۰۲۱۶۱۶۳۳۳۷۲
۵۲۵۱	شرکت مهندسی مشاوره سازه	نقشه‌نگار و پتروشیمی	تهران - خیابان بهشتی - خیابان سراققار - شماره ۳۱ - گداسی: ۱۵۸۷۶۸۳۱۳۳ - ساختمان راه‌پای	۰۲۱۸۸۳۳۹۹۳۴
۵۲۵۴	شرکت سموت ملین	خطوط لوله و انتقال اسلید صنایع غذایی، طراحی و مهندسی، صنایع ساخت تجهیزات صنعتی و کشاورزی، کارخانجات صنایع غذایی	تهران - بلوار میرداماد - بعد از پلی مدرس - شهید ۱۴۴ - برج آرین - طبقه ۸ شرقی - واحد ۳۱	۰۳۱۳۳۳۵۴۵۵۴

اعضای حقوقی انجمن خورده‌گی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۲۵۵	شرکت صنایع رنگ نوزاد زرین	تولید کننده رنگ و رزین	تهران - خیابان فاطمی - پلاک ۲۰۱ - طبقه ۳ - واحد ۸	۳۱۸۸۹۶۳۵۸۱
۵۲۶۰	شرکت تولید و رنگسازی اورنوس	تولید کننده رنگ و رزین	تهران - خیابان ولیعصر - خیابان زرتشت غربی - روبروی بیمارستان مهر - پلاک ۹۷ - طبقه سوم	۳۱۸۸۹۶۰۳۶۴
۵۲۶۱	شرکت رستا پوشش	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - نیروگاههای تولید برق	تهران - خیابان شریعتی - خواجه نصیر طوسی - پلاک ۳۹۴ - واحد ۴	۳۱۷۷۵۲۵۵۶۷
۵۲۶۲	نفت و گاز پارس		تهران - خیابان فاطمی - نشانی پروین اعتصام - شرکت نفت و گاز پارس - پلاک ۱۳۳	۰۳۱۸۸۹۶۶۰۳۱
۵۲۶۵	شرکت پالایش گاز فجر جم	پالایش نفت و گاز	بوشهر - جم - شرکت پالایش گاز فجر جم - کد پستی: ۷۵۵۶۱۵۶۸۶۴	۰۳۱۸۸۹۶۶۰۳۱
۵۲۶۶	شرکت پتروشیمی کرمانشاه	پتروشیمی	کرمانشاه - کیلومتر ۲ جاده هرسین - بل چهار - کیلومتر ۴ جاده کمربندی شهید شهبازی - شرکت ملی صنایع پتروشیمی کرمانشاه دفتر تهران - ولک خیابان ملاصدرا - خ شیخ بهایی شمالی - کوچه سلمان - پ ۱۴	۰۳۱۸۸۲۱۱۳۳۱
۵۲۶۹	شرکت دریا پالائیزی	پالایش نفت و گاز، پتروشیمی، شرکت‌های طراحی و مهندسی، مهندسی مشاور، نظارت و اجرای تصفیه آب و غیره	تهران - خیابان میرداماد - خیابان شمس تبریزی جنوبی - کوی مریم - پلاک ۱۷	۳۱۳۳۹۱۱۳۳۰
۵۲۷۰	شرکت رنگ و روغن پرویز شیراز	تولید کننده رنگ و رزین	شیراز - شهرک صنعتی بزرگ فار دوم - خیابان ۴۱۳ - کد پستی: ۷۱۵۸۱۸۵۴۸۸	۷۱۳۷۷۳۳۷۰۰
۵۲۷۵	شرکت پرشین قام صنعت	تولید کننده رنگ و رزین - نمایندگی شرکت‌های خارجی	تهران - خیابان خرمشهر - خیابان عربعلی - کوچه ۱۶ - پلاک ۱۸ - واحد یک و دو	۸۸۷۶۳۳۶۶
۵۲۷۷	شرکت سیلان هیدرو شیمی	تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - نمایندگی شرکت‌های خارجی	تهران - اتوبان هفت خندان شیراز جنوبی - خیابان یاس - پلاک ۳۶ - واحد ۷	۰۳۱۸۸۶۱۳۷۹۸
۵۲۸۹	شرکت گاز استان آذربایجان شرقی	خطوط لوله و انتقال	تبریز - خیابان آزادی - حد فاصل چهارراه لاله و خیابان رسالت - کد پستی: ۵۱۷۳۸۶۵۹۵۹	۰۴۱۳۳۴۴۸۰۸۱
۵۲۹۱	منطقه ۹ عملیات انتقال گاز	شرکت گاز	ساری - بلوار امیرکبیر شمالی - روبروی بیمارستان امام خمینی	۱۱۳۳۳۵۷۱۸۷
۵۲۹۳	رادین گستر سینا	ایجاد دستگاه رسوب‌دایی الکتروستاتیکی، طراحی و مهندسی - نمایندگی شرکت‌های خارجی	تهران - خیابان سپهروردی شمالی - نشانی کوچه باغی - پلاک ۳۶۸ - درب جنوبی - واحد یک	۳۱۸۸۵۷۷۷۷۹
۵۲۹۷	شرکت معدنی صنعتی گل گهر	-	سمرقان - کیلومتر ۶۰ جاده شیراز - شرکت سنگ آهن گل گهر	۳۳۵۳۳۳۹۰۰۱
۵۳۰۰	شرکت آذر انرژی تبریز	شرکت‌های طراحی و مهندسی، اکتشافات، تولید و بهره‌برداری، پالایش نفت و گاز، کارخانجات شیمیایی	تبریز - میدان هفتاد - روبروی مطهرات - کوی تبریز نو - پل بست مقدم - پلاک ۴	۳۱۳۳۲۱۴۵۳۳
۵۳۰۴	شرکت پتروشیمی زاگرس	پتروشیمی	بوشهر - منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس - عسلویه - شرکت پتروشیمی زاگرس - صندوق پستی: ۳۶۴/۷۵۳۹۱	۰۷۷۳۳۳۳۳۳۰ داخلی ۱۰۰۱
۵۳۰۶	شرکت پتروشیمی مارون	پتروشیمی	تهران - شهرک غرب - میدان صنعت - خیابان سیف - کوچه هفدهم - پلاک ۴ - کد پستی: ۱۳۶۶۸۸۳۸۵۵	۰۳۱۸۸۶۷۵۶۸۱
۵۳۰۷	مرکز علوم و تکنولوژی هایتک	علمی آموزشی	کرمان - انتهای اتوبان هفت باغ - مرکز علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محلی - پژوهشگاه مواد	-
۵۳۰۹	شرکت آریا ای سی ای	پالایش و پخش و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - صنایع دریایی - کارخانهای شیمیایی - استخراج نفت و گاز - تولید فولاد - کارخانه صنایع چوب و کاغذ - صنایع خودرو سازی - خطوط لوله و انتقال - حمل و نقل ریلی - صنایع ساختمانی - تأسیسات انرژی و سولنی - صنایع و تجهیزات پزشکی - تولید کننده رنگ و رزین - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - نمایندگی‌های شرکت‌های طراحی - و مهندسی مشاور و نظارت اجرا	تهران - میدان توحید - خیابان نصرت غربی - پلاک ۱۹	۳۱۶۶۲۳۳۶۲۷

اعضای حقوقی انجمن خوردهای 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 - می پد ۳۱۴	۰۶۴۱۶۳۶۰۶۰۱
۵۳۱۶	شرکت پتروشیمی پارس	پتروشیمی	بوشهر - منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارسکدپستی: ۷۵۳۹۱۳۶۲۸۴	۷۷۲۷۲۶۳۸۸۰
۵۳۱۷	شرکت پتروشیمی خوزستان	پتروشیمی	بندر امام خمینی - منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی - پتروشیمی خوزستان	۰۶۱۵۲۱۷۰۰
۵۳۲۰	شرکت آرمونه فولاد	ارایه خدمات مهندسی مشاور نظارت و اجرا - آزمایشگاه خوردگی متالورژی، بازرسی فنی - آزمایشهای غیرمخرب متداول و پیشرفته فلزی، جوش - آموزش	اصفهان - خیابان محتشم کاشانی - پلاک ۱۱۰ - ساختمان آرمونه فولاد -	۳۱۳۶۵۵۳۹۴
۵۳۲۱	شرکت پتروشیمی جم	پتروشیمی	بوشهر - شهرستان گنگان - منطقه ویژه اقتصادی پارس جنوبی (مصلوبه) سایت پتروشیمی - صندوق پستی: ۷۵۴۹۱۰۴۱۵ - مدیریت آموزش	۷۷۲۷۲۱۳۳۲۶
۵۳۲۲	شرکت دریا رنگ اصفهان	صنایع رنگ و رزین	اصفهان - خیابان گلخانه - میدان گلخانه کوچه بهارن شرقی - پلاک ۴	۳۱۳۳۳۱۲۶۸۰
۵۳۲۳	شرکت خیرگان بین المللی تهران (تابکو)	صنایع ساختمانی شامل فلزی و بتونی - صنایع دریایی شامل سکو کشی - کارخانه شیمیایی - پتروشیمی	تهران - میدان توحید - خیابان نیایش شرقی - پلاک ۱۰ - طبقه سوم - واحد ۱۱	۲۱۶۶۱۲۳۵۳۳
۵۳۲۴	شرکت صنعتی مارون پوشش پیرلیان	صنایع رنگ و رزین	تهران - سارخلان - بین خیابان لندی و خسرو - پاسار مروارید - طبقه سوم - واحد ۳۳	۲۱۳۴۲۵۰۳۶۶
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 جوبار - پلاک ۲۵	۰۲۱۸۸۸۹۲۵۱۶
۵۳۲۷	شرکت نیک محضر اسفادانا	تولید کننده 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 - این - شهرک صنعتی سکر - فاز دوم خیابان هفتدخترین کارخانه - سمت چپ - شرکت نیک محضر اسفادانا	۳۱۳۶۲۱۲۷۲۲
۵۳۲۸	دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت	مراکز آموزشی - مراکز تحقیقات	فارس مرودشت - کیلومتر ۳ جاده تخت جمشید - دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت	۷۷۸۳۳۱۱۷۵۰
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 خودرو سازی - صنایع دفاعی - صنایع ساختمانی شامل فلزی و بتونی - صنایع و تجهیزات کتلهایی - تجهیزات پایش و کنترل خوردگی - بازرسی فنی و بازرسی کالا	تهران - صادقیه - خیابان آیه الله کاشانی - رویروی بانک دی و سرمایه - پلاک ۳۶۶	۲۱۳۴۴۰۹۹۶۹۱
۵۳۳۲	شرکت خود رنگ	کارخانجات شیمیایی	اصفهان بوستان سعدی - ساختمان خودرو رنگ طبقه ۲ - تهران بالاتر از میدان ولی عصر - رویروی استاد مطهری - مع فتحی شقایق - ساختمان شماره ۱۲ - طبقه چهارم	۰۲۱۳۶۲۵۱۵۱۱
۵۳۳۳	شرکت ایمن پرنو	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 لادی - چهارراه قصر - ساختمان شمس - واحد ۱۰۸	۳۱۳۳۲۰۷۹۲۳
۵۳۳۴	شرکت طراحی و مهندسی صنایع انرژی	پالایش نفت و گاز - شرکت طراحی و مهندسی	تهران - پاسداران - نرسیده به میدان توپخانه - کوخستان دوم - پلاک ۳	۳۱۳۳۵۸۲۵۶۹

اعضای حقوقی انجمن خوردگی ایران (به ترتیب الفبا)

شماره عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۳۳۷	سا شیمی آریا	صنایع رنگ و رزین	تهران - خیابان شریعتی - خیابان ظفر - خیابان مهر - خیابان معقیری شمالی - خیابان خورشید - بن بست سعید - پلاک ۱	۴۱۲۴۴۰۰۵۲۴
۵۳۳۸	شرکت رنگ جونین	صنایع رنگ و رزین	تهران - پارک وی - خیابان قریشه - کوچه هستی - پلاک ۱۸ - طبقه دوم - واحد ۱۲	۲۱۲۴۲۰۷۲۹۹
۵۳۳۹	شرکت شیمی انزجام	طراحی و ساخت تجهیزات مقاوم به خوردگی گلاس لایند و فلوروپلیمر لایند PTFE, PFA, FEP,ECTFE که شامل انواع راکتور، مخازن، مبدل‌های حرارتی - برج‌های شیمیایی - لوله و اتصالات	تهران - میدان توحید ابتدای ساراخان - بن بست لائن - پلاک ۳ - واحد دو	۰۲۱۴۴۹۱۳۴۳۵
۵۳۴۰	شرکت تولید بازرگانی نیاتیمی	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 - سپهرودی شمالی - بالاتر از آپادانا - خیابان نوبچی - پلاک ۱۶	۳۱۸۸۷۳۷۳۲۸
۵۳۴۱	شرکت ایک	پتروشیمی - خطوط لوله و انتقال - صنایع رنگ و رزین	تهران - ملاصدرا - برج ونوس - طبقه ۸ - واحد ۱۵	۳۱۸۸۶۱۳۷۳۲
۵۳۴۲	شرکت رنگ مکت	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 ۳۶ - واحد ۱۵	۴۱۴۶۰۶۴۸۶۸
۵۳۴۳	شرکت فرانکر ژرفام	پالایش نفت و گاز - تصفیه و توزیع آب و فانسلاب - صنایع خودرو سازی - خطوط لوله و انتقال - شرکت طراحی و مهندسی	جاده کهنر - بعد از سه راهی استاداباد - کوی کشاورزان - پلاک ۱۳	۴۱۴۵۶۸۲۸۵۸
۵۳۴۴	شرکت مهندسی و بازرسی فنی مخازن الیاژدار	پتروشیمی - مراکز آموزشی - بازرسی فنی انواع مخازن تحت فشار - آزمایشگاه ذیصلاح آزمون انواع تیرالات فولاد کلاسی دو و ست دوره ای انواع کپسول های فشار بالا	تهران خیابان سپهرودی شمالی - خیابان هویزه غربی - پلاک ۱۱۸	۸۸۷۴۱۴۹۴۰
۵۳۴۵	شرکت کرب ایران	کارخانه شیمیایی - تولید روغن‌سازهای خودرویی (شیمیایی و روغنی)	تهران - سپهرودی شمالی - خیابان نوبچی - پلاک ۲۲	۳۱۸۸۵۰۰۷۲۰
۵۳۴۶	شرکت مهندسی مشاور انرژی گستر	خطوط لوله و انتقال - شرکت طراحی و مهندسی	تهران - خیابان نجات اللهی - کوچه خسرو - پلاک ۵۴	۳۱۸۸۹۲۷۳۳۴
۵۳۴۷	شرکت مهندسی فن آبروی شیمی جهتی	کارخانه شیمیایی - تولید و فروش مواد شیمیایی بازارنده خوردگی و رسوب جهت صنایع مختلف	تهران - خیابان آفریقا - بالاتر از جهان کودک شماره ۷۲ (برج امیر پرویز) طبقه ۹	۰۴۱۳۴۸۴۱۹۰۲
۵۳۴۸	شرکت ساختمانی راه سازی مکران	راهسازی و عمران	راهدان - خیابان امام خمینی غربی - امام خمینی ۶۴ - پلاک ۶ - شرکت ساختمانی راه سازی مکران	۵۳۳۳۵۱۷۹۷۴
۵۳۴۹	شرکت قطعه پوشش کار		تهران - شهران - گوهسار - مجتمع مسکونی صنعت نفت JOPC - فاز ۸ - بلوک ۷ - واحد پنجم شرقی	۹۱۳۳۵۰۲۰۶۴
۵۳۵۰	بنام گویان امرتات (پری جی پارس)	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برفکارخانه شیمیایی - صنایع ترابری - 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 مانتوینگ و نواید ترابری کربنی فایبر	تهران - ستارخان - برق آستوم - نیش جهانی نساجی - پلاک ۱ - واحد ۴۱	۳۱۴۴۴۸۱۳۴۸
۵۳۵۱	کارخانه گالوانیزه گرم ارج نوین	گالوانیزه گرم - انواع تجهیزات و سازه‌های فولادی و چدنی - صنایع نقشه گاز، پتروشیمی - برق و تأسیسات	استان تهران - شهرک صنعتی شمس آباد - بلوار نگارستان - خیابان ایران - کوچه ایران ۳ - قطعه ۱۷۹	۰۲۱۵۴۳۳۱۸۲۷

اعضای حقوقی انجمن خوردرگی ایران (به ترتیب الفبا)

ردیف عضویت	نام عضو حقوقی	نوع فعالیت	نشانی	تلفن
۵۲۵۳	شرکت پترواروپاean	تجهیزات پایش و کنترل خوردرگی، شرکت طراحی و مهندسی، سایر فعالیتها	جاده مخصوص کرج - بلوار شیشه مینا - شهرک فرهنگیان - بلوک ۱۱۱ واحد ۴	۰۲۱۳۳۵۳۱۳۹۷
۵۲۵۴	شرکت صنایع پهلوانی ساین	کارخانه شیمیایی	بزرگراه فتح - کیلومتر ۸ - شرکت پاکسان شرکت صنایع پهلوانی ساین	۳۳۵۵۲۶۲۵۰۰
۵۲۵۵	شرکت تولید لوله و پوشش سقچگان	خطوط لوله و انتقال - انبرای پوستی خطوط لوله و انتقال	تهران - خیابان آفریقا - بعد از پل میردامادسکوپه عمدی - پلاک ۴	۲۱۸۸۷۷۳۱۲۳
۵۲۵۶	شرکت جهان عایق پارس	تولید کننده انواع عایق	اصفهان نجف آباد - شهرک صنعتی مستقر به - خیابان ۱۰۱ - پلاک ۱۴	۳۱۳۲۲۹۰۶۷۷
۵۲۵۷	شرکت پوشش لوله گیوان جاپود	خطوط لوله و انتقال - اجرای پوشش خطوط لوله و انتقال	اصفهان - کیلومتر ۲۵ جاده تازین - روبروی کارخانه لوله سازی اسپری - شرکت پوشش لوله گیوان جاپود	۰۳۱۳۷۸۶۲۱۳
۵۲۵۸	شرکت پاک گستر پرد	نمایندگی شرکت های خارجی	تهران - کوی نسیم - ج کارگری (۳۶) - پلاک ۶۱ - منطقه همکف	۸۸۳۴۷۷۵۳
۵۲۵۹	شرکت سزمدن	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 خوردرگی - مراکز آموزشی - مراکز تحقیقاتی - نمایندگی شرکت های خارجی	تهران - شمال به جنوب بزرگراه کردستان - خیابان سیستم (امپلی) پیش بلوار آزادگان - پلاک ۱۱ - ۱۳۳۶۳۵۶۸۱۳	۲۱۸۸۸۰۱۱۰۲
۵۲۶۰	مجموعه آزمایشگاه کنترل خوردرگی و شرکت بازرسی ستارهای پندر	پالایش نفت و گاز، پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - تولید فولاد - خطوط لوله و انتقال - صنایع ساختمانی شامل قناری و تنویر - مراکز آموزشی - مراکز تحقیقات - شرکت طراحی و مهندسی	بندر عباس - شهرک صنعتی شماره یک - انتهای خیابان اصلی - واحد ۱۸	۰۷۵۳۳۵۶۲۰۴۸
۵۲۶۱	شرکت ایران پتروآزمون	آزمایش خدمات بازرسی	تهران - میدان قاضی - ج خیابان - پلاک ۲۵ - طبقه دوم	۲۱۸۸۸۰۵۱۰۳
۵۲۶۲	شرکت تولیدی صنعتی گیتی آما	صنایع رنگ و رزین	اصفهان - کیلومتر ۵ بزرگراه آزادگان - مقابل پالایشگاه - ج ۱۳۲ تهران - میدان جمهوری - خیابان نواب - برج گردون شرقی - قسمت شمالی - ما نم - شماره ۹۰۴	۰۲۱-۲۱۶۶۲۸۳۰۶۱ ۳۳۸۰۲۱۲۷
۵۲۶۳	شرکت رنگ سازی پینالود	صنایع رنگ و رزین	تهران - بلوار آفریقا - ج خیابان شمالی - ب - ۵ - واحد ۱۳	۰۲۱۸۸۷۸۶۱۸۳
۵۲۶۴	شرکت غرب پشم فت	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 ۱۴ - واحد ۲۰	۸۸۸۸۳۴۱۸
۵۲۶۵	شرکت هنر آوران املی انرژی	تجهیزات پایش خوردرگی - مراکز آموزشی - مراکز تحقیقات - نمایندگی شرکت های خارجی - شرکت طراحی و مهندسی	تهران - خیابان ولیعصر - خیابان فتحی شمالی - نرسیده به میدان سلفی پلاک ۱۱۳ - طبقه سوم - واحد ۶	۰۲۱۸۸۶۳۷۴۰۱
۵۲۶۶	شرکت بازرسی مهندسی و صنعتی ایران	بازرسی تخصصی ثالث	تهران - خیابان ولیعصر - بالاتر از تقاطع میرداماد - بلوار اسفندیار - پلاک ۵۴	۰۲۱۸۸۷۸۸۸۹۳
۵۲۶۷	شرکت گاز سرخون و قشم	پالایش نفت و گاز	بندر عباس - رو به روی پلیس راه میناب - بندر عباس - قریب سمت راست - شرکت پالایش گاز سرخون و قشم - کد پستی: ۷۶۱۵۹۹۶۴۸۹	۰۷۶۳۳۱۹۲۵۶
۵۲۶۸	شرکت علنا صنعت شریف	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - نیروگاه تولید برق - کارخانه شیمیایی - صنایع دریایی شامل اسکود 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 خوردرگی - مراکز آموزشی - نمایندگی شرکت های خارجی	تهران - خیابان مطهری - حفاضل مهرورزی و شریعتی - پلاک ۵۲ - واحد ۹	۰۲۰۰۵۱۰۴
۵۲۶۹	شرکت پارس صنعت کیمت	پالایش نفت و گاز - پتروشیمی - صنایع دریایی شامل اسکود کشتی و - استخراج نفت و گاز - صنایع خودرو سازی - حمل و نقل دریایی - خطوط لوله و انتقال - تجهیزات پایش و کنترل خوردرگی - نمایندگی شرکت های خارجی	تهران - خیابان ولیعصر - نرسیده به میدان قاضی - ساختمان ۲۱ - طبقه سوم	۸۸۹۶۱۴۱۴
۵۲۷۰	شرکت پوشش صنعت آوران	نیروگاه تولید برق - کارخانه شیمیایی - استخراج نفت و گاز - تصفیه و توزیع آب و فاضلاب - کارخانه صنایع چوب کاغذ - صنایع و تجهیزات پزشکی - صنایع ساختمانی شامل قناری و تنویر - صنایع دفاعی - خطوط لوله و انتقال - حمل و نقل دریایی - صنایع خودرو سازی - صنایع رنگ و رزین - مراکز آموزشی - مراکز تحقیقات	تهران - فلکه دوم صادقیه - بلوار شرقی اسفندیار - پیش کوچه وحدتی - پلاک ۲۷ - طبقه اول - واحد ۲۳ کد پستی: ۱۳۶۱۷۳۳۶۹۳	۰۳۱۳۳۳۷۳۶۱۸

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 was 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.

The 18th National Corrosion Congress was held on January, 2018 in Tehran.

19th National Corrosion Congress will be held on January 21st, 2019.

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: E. Heshmat Dehkordi
(Ph.D)

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

Editorial Bord (In Persian alphabetical order):

H. Adelkhani (Ph.D)

E. Akbarinezhad (Ph.D)

A. Hatami Monfared (M.Sc)

M. Jameei (M.Sc)

S. M. Kasiriha (M.Sc)

K. Kouzeh Kannani (M.Sc)

D. Masouri (M.Sc)

M. Najmi (M.Sc)

F. Rezaei (Ph.D)

Graphics & Design: Hojjat Abbassian

Executive colleagues:

Najmeh Azimzadeh (M.Sc), 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.

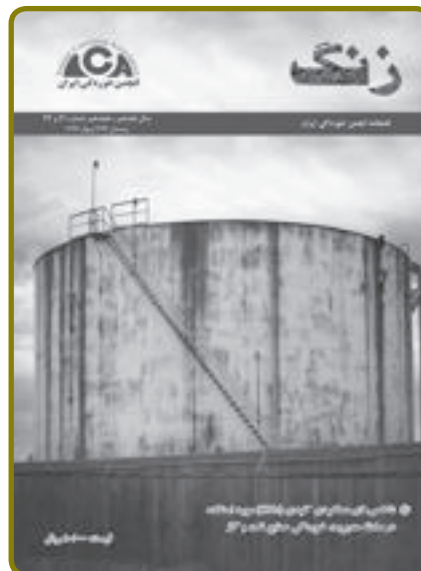
ZANG is free to edit & correct the received written material and will not return them. ZANG also highly welcomes and appreciates the readers' progressive opinions.

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 - 18th Year, Issue 71 & 72, March & June 2018



Content

Editorial	2
In Memory of the Late Mr. Seyyed Ahmad Pishnamazi	3
18 th National Corrosion Congress Event Report	6
18 th National Corrosion Congress Workshop Event Report	14
Industry tribune	17
Article:	
Employed KPIs in the Oil and Gas Industry's Corrosion Management System	20
The Word of Corrosion:	
Corrosion Words	28
Corrosion Books Presentation	29
Corrosion Internet Sites	30
List of MP's articles	32
Tutorial:	
Corrosion Control	34
Corrosion in Water and Wastewater Infrastructure	40
Corrosion Inspection	45
Corrosion in Industry	50
Association News:	
Training	58
News ICA	59
Book List	61
New Membership ICA	63