

EC-MCOP

EROSION & CORROSION MIDHCO
COMMUNITY OF PRACTICE

ویژه نامه انجمن خبرگی فراسازمانی
سایش و خوردگی میدکو

CORROSION

بررسی امکان سنجی تعمیر اولین مبدل اسپیرال *Close Type* در جهان به
روش کم تهاجمی (MIP)



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



EC-MCOP

“توسعه ما از معدن آغاز می شود”



**امام علی (ع)
با تجربه، دانش را از علم استخراج کنید.**

درباره انجمن خبرگی
فراسازمانی سایش و
خوردگی میدکو



عملکرد انجمن خبرگی
فراسازمانی سایش و
خوردگی میدکو

چالش ها و اهداف انجمن
خبرگی فراسازمانی
سایش و خوردگی میدکو

پیشگفتار



مهندس مصطفی غلامرضایی
کارشناس توسعه مدیریت هلدینگ میدکو

مروری بر انجمن خبرگی

۳- امکان گفتگو بین افرادی که گرد هم می آیند جهت کشف امکانات جدید، حل مشکلات چالشی و ایجاد فرصت های جدید و سودمند را فراهم می کند.

۴- یادگیری را از طریق ارتباطات موثر، مربی گری و تفکر و تامل برمی انگیزد.

۵- امکان استخراج و اشتراک دانش موجود جهت کمک به افراد در راستای بهبود فعالیت های کاری از طریق شناسایی راه حل های مرتبط با دغدغه ها و مشکلات مشترک و فرآیندی را جهت جمع آوری و ارزیابی بهترین تجارب فراهم می کند.

۶- فرآیندهای مشارکتی را به گروه ها و سازمان ها در راستای تشویق به جریان آزاد ایده ها و تبادل اطلاعات معرفی می کند.

۷- به افراد کمک می کند تا اقدامات هدفمندی که نتایج ملموس دارند را سازماندهی کنند.

۸- به افراد کمک می کند دانش جدید ایجاد نمایند تا بتوانند در راستای انطباق با نیازها و فناوری های تغییر یافته، روش های خود را تغییر دهند.

انجمن خبرگی متشکل از گروهی از افراد است که مسایل، دغدغه ها و علایق مشترک کاری دارند و مسایل کاری خود را با هم در میان می گذارند و جهت تحقق اهداف فردی و گروهی دور هم جمع می شوند.

انجمن های خبرگی اغلب بر روی به اشتراک گذاشتن بهترین تجارب و ایجاد دانش جدید جهت پیشبرد فعالیت های حرفه ای تمرکز می کنند. تعامل مداوم بخش مهمی از این امر است. انجمن های خبرگی جهت برقراری ارتباطات موثر و انجام فعالیت های خود به جلسات چهره به چهره و همچنین محیط های مشترک مبتنی بر وب متکی هستند. سازمان ها می بایست از انجمن های خبرگی حمایت کرده و اعضای انجمن نیز می توانند از طریق یک سری فعالیت ها یک محیط اجتماعی پویا طراحی کرده و رسمیت انجمن را تقویت نموده و فعالیت هایی جهت کمک به رشد و پایداری انجمن تعریف و برنامه ریزی نمایند.

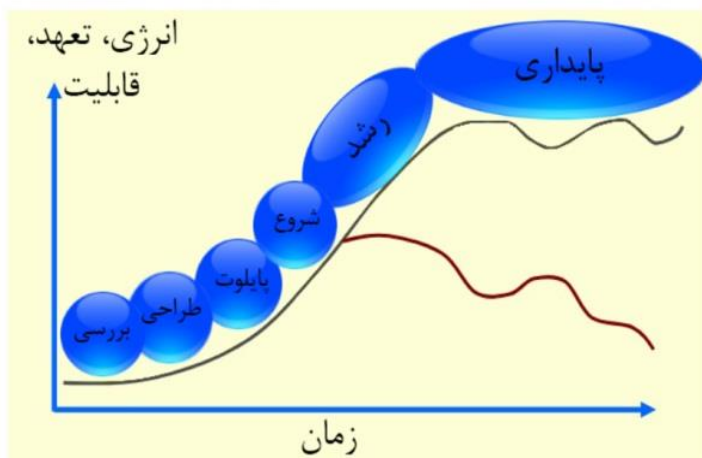
چرا انجمن های خبرگی؟

امروزه سازمان ها، کارگروه ها، تیم های کاری و افراد باید با روش های جدید با یکدیگر همکاری و تعامل نمایند. همکاری بین سازمانی به طور فزاینده ای اهمیت دارد. انجمن های خبرگی مدل جدیدی را جهت ارتباط افراد در راستای یادگیری، اشتراک دانش، همکاری و همچنین توسعه فردی، گروهی و سازمانی ارائه می دهند. انجمن های خبرگی بسیار مهم هستند زیرا:

۱- باعث می شود افرادی که ممکن است اصلاً با هم ارتباط نداشته باشند یا ارتباط آنها بسیار کم است، با یکدیگر تعامل کنند.

۲- برای افراد یک زمینه مشترک فراهم می کند تا آنها بتوانند اطلاعات، داستان ها و تجربیات خود را با یکدیگر به اشتراک بگذارند.

هدف در انجمن های خبرگی



هر انجمن خبرگی یکتا بوده و دارای اهداف، ویژگیها و نیازهای مشخص خود است. تمام گزینه های طراحی (فنی یا اجتماعی) باید با هدف انجمن منطبق شود. انجمن های موفق و پایدار اهداف متمرکز و کاملاً تعریف شده ای دارند که با اهداف استراتژیک سازمان همسو هستند. اهداف باید در راستای منافع ذینفعان انجمن و همچنین نیازهای خاصی که انجمن برای برآورده کردن آنها ایجاد شده است، تعریف شود. بطور کلی اهداف را می توان به چهار حوزه زیر تقسیم نمود:

تسهیل موفق یک انجمن خبرگی شامل درک این مراحل چرخه عمر و اطمینان از انتظارات، برنامه ها، ارتباطات، فعالیت های مشارکتی، فناوری ها و اندازه گیری نقشه موفقیت تا مرحله فعلی توسعه انجمن است. بدون تسهیل آگاهانه، ممکن است حرکت در مرحله شروع از بین رفته و انجمن به تکامل پایدار خود دست نیابد. هلدینگ میدکو در یک سال اخیر اقدام به تشکیل و راهبری انجمن های خبری درون و برون سازمانی سایش و خوردگی و گندله سازی نموده است که امید است عملکرد این انجمن ها به عنوان الگوی موفق شناخته شده و در نهایت منجر به خلق ارزش برای هلدینگ میدکو شوند.



چرخه عمر در انجمن های خبرگی

انجمن های خبرگی دارای چرخه عمر هستند. ظهور و رشد می کنند و برای آنها طول عمر نیز وجود دارد. برای هر مرحله از چرخه عمر، طراحی، تسهیل و استراتژی های پشتیبانی خاصی وجود دارد که مسیر دستیابی به اهداف انجمن را تسهیل می کند و آن را به مرحله بعدی سوق می دهد. اگر انجمن موفق باشد، با گذشت زمان انرژی، تعهد و قابلیت های انجمن توسعه خواهد یافت تا اینکه انجمن به عنوان یک قابلیت ارزش افزوده سازمان شناخته می شود.

EC-MCOP

درباره انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی میدکو

انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی میدکو با تلاش همکاران مجتمع فولاد بوتیا در تاریخ ۱۸ آذرماه ۱۳۹۷ در محل مجتمع فولاد بوتیای ایرانیان تاسیس شد. در حال حاضر این انجمن با مشارکت مجتمع بابک مس ایرانیان، کنسانتره و گندله سازی فولادسیرجان ایرانیان، مجتمع احیاء و ذوب بردسیر، مجتمع فولاد بوتیای ایرانیان، مجتمع کک سازی و پالایشگاه شرکت فولاد زرند ایرانیان و مجتمع کنسانتره و گندله سازی فولاد زرند ایرانیان به صورت ماهیانه تشکیل جلسه میدهد.



در این جلسه اعضاء هسته مرکزی انجمن مشخص و ماموریت پیدا کردند تا انجمن خبرگی داخلی سایش و خوردگی را در مجتمع های خود ایجاد و راهبری نمایند.

EROSION & CORROSION
MIDHCO COMMUNITY OF
PRACTICE

EC-MCOP



مصاحبه با دبیر انجمن آقای مهندس مهدی مبین

منظورتان از سازمان غیر رسمی چیست؟ ببینید اساساً ما در حالت کلی دو نوع سازمان رسمی و غیر رسمی داریم. سازمان رسمی همان سازمان های مرسوم است که در مجتمع های صنعتی میدکو نیز اینگونه سازمان ها را داریم و یک مدیر در راس هرم قرار میگیرد و نقش ها و وظایف از بالا به پایین جریان پیدا می کند، اما در سازمان های غیر رسمی اعضا هم عرض هم هستند و نقش ها و وظایف به صورت افقی جریان پیدا میکند. از برخی جهات راهبری سازمان های غیررسمی دشوارتر از سازمان های رسمی است زیرا قدرت و دستورهیچگونه جایگاهی در این سازمان ها ندارد و بنابراین روابط دوستانه و صمیمی بین اعضا میتواند نیرو محرکه پیش برنده اهداف سازمان باشد و لذا دبیر انجمن نقش مهمی در این زمینه دارد.

نظر شما در مورد انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی چیست؟ انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی از دبیر انجمن و نویسنده و اعضا هسته مرکزی تشکیل شده است. از تاریخ ۱۸ آذرماه ۱۳۹۷ تا پایان خردادماه ۱۳۹۸ خانم دکتر رضایی نژاد از مجتمع فولاد بوتیای ایرانیان به عنوان دبیر انجمن و آقای مهندس مجتبی دهقان از مجتمع فولادسازی فولاد زرنده ایرانیان به عنوان نویسنده انجمن انتخاب شدند. بعد از این تاریخ به دلیل مشغله کاری خانم دکتر رضایی نژاد، اعضا هسته مرکزی به اتفاق آراء بنده حقیر را به عنوان دبیر انجمن انتخاب نمودند. انصافاً در این دوره دبیر انجمن زحمات زیادی برای پیشبرد اهداف انجمن انجام دادند که لازم میدانم از فرصت پیش آمده استفاده نمایم و از ایشان تشکر نمایم. اینجانب اساساً اعتقاد دارم انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی سازمانی غیر رسمی است که قرار است بر مناسبات رسمی مرسوم تاثیرگذار باشد و در جهت استراتژی ها و اهداف کلان سازمان رسمی گام بردارد.

EC-MCOP

برنامه انجمن برای حمایت مادی و معنوی از **اعضاء چیست؟** برای حمایت های مادی ما همیشه پیگیر بوده و هستیم و در این زمینه قول هایی از سوی توسعه مدیریت میدکو داده شده است که امیدواریم در جشنواره مدیریت دانش میدکو محقق شود. اما ما اعتقاد داریم جنبه های معنوی نیز به اندازه جنبه های مادی از اهمیت برخوردار است و لذا قرار دادن تصاویر افراد تهیه کننده گزارش فنی و تخصصی در ابتدای گزارش و یا چاپ پوسترهایی از دانش های تهیه شده در انجمن و انتشار آنها در شبکه اجتماعی توسعه مدیریت میدکو نمونه های کوچکی از اقداماتی است که جهت حمایت معنوی از دانشکاران به عمل آمده است.

در انجمن خبرگی برای **کسب دانش چه اقداماتی انجام شده است؟** ما سعی کرده ایم شبکه ی ارتباطی بین اعضاء هسته مرکزی ایجاد نماییم، مسلماً بعضی از اعضاء در حوزه ی خاصی از دانش بالاتری برخوردار هستند و برخی دیگر در حوزه های دیگر دانش بالاتری دارند، بنابراین این تعامل ضمن اشتراک دانش بین اعضاء سبب تقویت روحیه ی همکاری نیز خواهد شد.

در سازمان غیر رسمی انجمن خبرگی چه **سبک رهبری حکم فرماست؟** خب همانطور که همه میدانیم انواع مختلفی از سبک رهبری وجود دارد، اما به اعتقاد من بهترین سبک رهبری که در انجمن خبرگی فراسازمانی و انجمن های خبرگی داخلی سایش و خوردگی می تواند جوابگوی اهداف متعالی سازمان باشد سبک رهبری تحول گرا است. در واقع در این سبک رهبری ما سعی داریم بر ارزش ها، باورها و اهداف افراد تاثیرگذار باشیم تا به اهداف سازمانی متعالی دست یابیم. تهیه گزارشهای فنی و تخصصی در مورد موضوعی خاص، نگاه جدیدی بود که افراد می توانستند موضوع و مساله شان را از یک دیدگاه جدید مطرح نمایند. این گزارش ها با هدف تحلیل مناسب موضوع جهت اتخاذ تصمیمی مناسب از سوی مدیریت تهیه می شوند. اگر به این گزارش ها نگاهی بیندازیم متوجه خواهیم شد استراتژی و هدف ما کاملاً علمی و دانش محور است و چند نمونه از آنها را در این ویژه نامه آورده ایم.

EC-MCOP

نظر شما در مورد بکارگیری دانش در انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی چیست؟ یکی از مهمترین دغدغه های ما از ابتدای فعالیت در انجمن بحث بکارگیری دانش در مجتمع های تابعه میدکو بوده است لذا سعی کردیم با برگزاری جلسات ماهیانه و بحث و تبادل نظر در مورد گزارش های فنی و تخصصی، باعث شویم دانشی که در یک مجتمع مورد بررسی قرار گرفته برای مجتمع های دیگر نیز تشریح گردد. همچنین در حال تلاش هستیم تا از موازی کاری در مجتمع های مختلف میدکو در حوزه خوردگی و سایش جلوگیری نمائیم تا کمترین اتلاف وقت و هزینه در این زمینه را داشته باشیم. همانطور که همیشه گفته ایم خوردگی فرآیندی طبیعی است که همیشه در حال رخ دادن است و ما سعی داریم آن را در حد استاندارد و قابل قبول حفظ نمائیم، بنابراین مساله زمان در کاهش خسارات و هزینه های ناشی از خوردگی بسیار حائز اهمیت است.

همچنین در انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی همیشه در تلاشیم تا دانش روز جهانی را از *Literature* کسب نموده و در گزارش های فنی و تخصصی از آنها استفاده نماییم تا راه حل های پیشنهادی منطبق بر منطق علمی بوده و کمترین میزان خطا در آن وجود داشته باشد. نمونه اینگونه از کارها گزارش فنی و تخصصی در زمینه ماشین *Quenching* کک سازی است که در ویژه نامه انجمن آورده شده است.

نظرتان در مورد خلق و اشتراک دانش در انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی چیست؟ من اعتقاد دارم به دلیل اینکه فعالیتهایی که ما در انجمن انجام می دهیم گاهی از نوآوری و ابتکار بالایی برخوردار است و تمرکزمان روی اصلی ترین بخش هزینه ایی در صنایع معدنی و فولادی یعنی مبحث خوردگی است، لذا با طراحی مکانیسم گزارش های فنی و تخصصی ضمن پرداختن به موضوع از زوایای مختلف، توانسته ایم به صورت مطلوب و مناسبی در زمینه خلق و اشتراک گذاری دانش گام برداریم. نمونه این دانش ها تعمیر اولین مبدل اسپیرال در جهان به روش کم تهاجمی بود که در ویژه نامه به آن اشاره شده است.

EC-MCOP

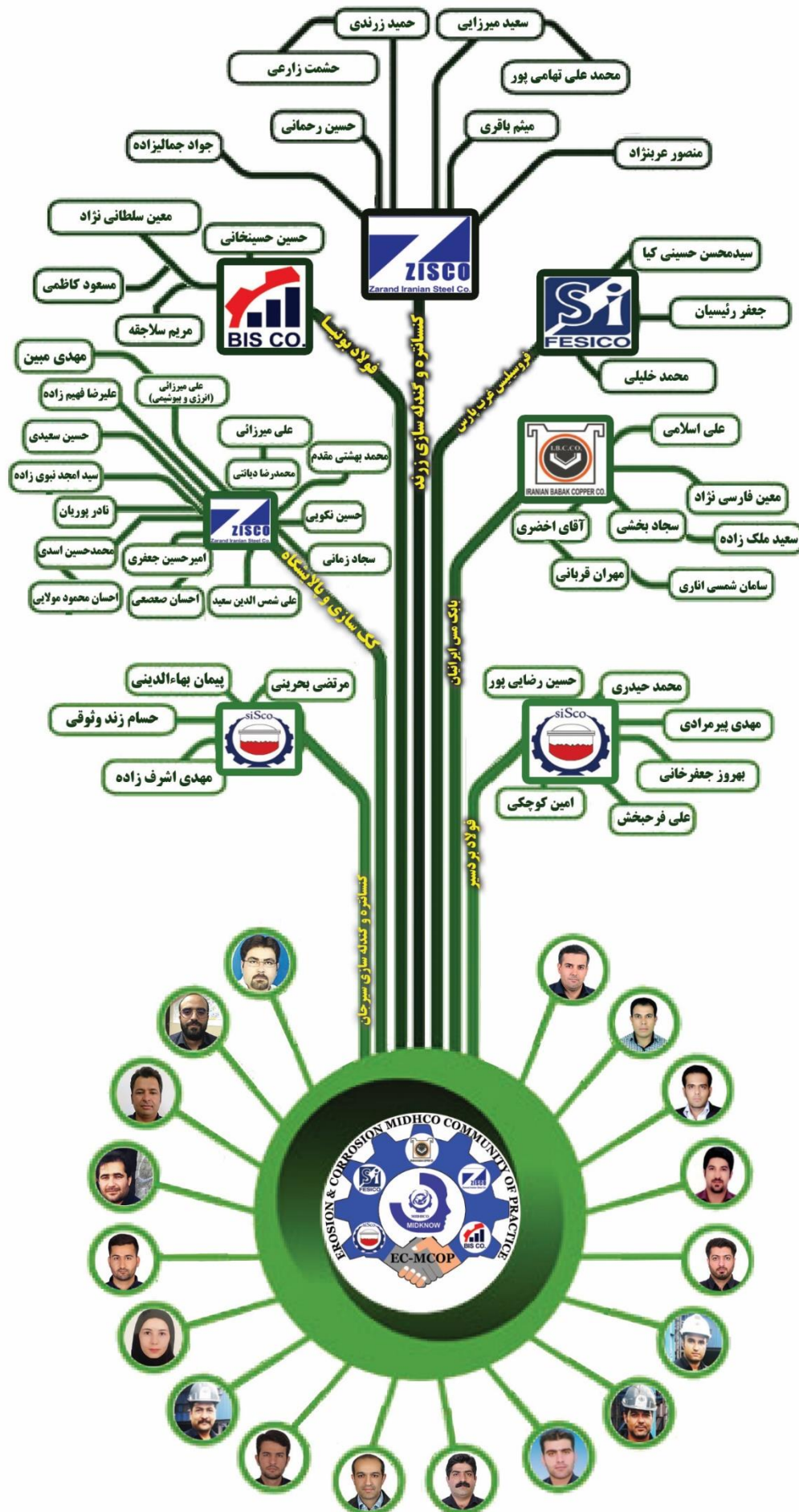
برنامه شما برای افزایش توانمندی تخصصی سرمایه های انسانی انجمن چیست؟ یکی از مسائل مهم و حیاتی در هر سازمانی مساله تخصص و آموزش های تخصصی در حوزه ای خاص است. در این مورد نیز ما برنامه ریزی های خاصی انجام داده ایم تا آموزش های تخصصی به اعضای انجمن داده شود، مساله عضویت میدکو در انجمن خوردگی ایران و استفاده از دوره های آموزشی انجمن خوردگی ایران، استفاده از اساتید مطرح در سطح کشور در این حوزه، طرح آموزش یک صفحه در روز در زمینه خوردگی و سایش در کانال واتس آپ انجمن و استفاده از کلیپ های آموزشی از مهمترین اقدامات انجام شده در حوزه آموزش و یادگیری است. همچنین یکی از اهداف تهیه گزارش های فنی و تخصصی مساله یادگیری و افزایش دانش در زمینه خوردگی بوده است که انصافا بسیار خوب و موثر بوده است.

اگر مساله ایی است که فکر می کنید آن را بیان نکرده اید بفرمائید؟ مسائل مهم بیان شد فقط در پایان می خواهم از جناب دکتر نامه گشا مدیر توسعه مدیریت میدکو، جناب مهندس اشرافی مدیر مجتمع کک سازی و پالایشگاه، جناب مهندس فهیم زاده مدیر آزمایشگاه و کنترل کیفیت مجتمع کک سازی، مهندس مصطفی غلامرضایی کارشناس توسعه مدیریت میدکو و مهندس حسین سعیدی رئیس توسعه مدیریت مجتمع کک سازی و همه عزیزانی که مارا در این راه همراهی نمودند تقدیر و تشکر نمایم.

نظر شما راجع به سرمایه های دانشی انجمن خبرگی سایش و خوردگی چیست و چه اقداماتی جهت شناسایی و حفظ آنها صورت گرفته است ؟ خب مطمئنا مهمترین مساله در یک سازمان دانش محور، مساله سرمایه انسانی متخصص است که ما سعی کردیم با تهیه گزارش های فنی و تخصصی بهتر این سرمایه ها را شناسایی و به مدیران ارشد معرفی نمائیم البته سعی شده است از واحدها و تخصص های مختلف در انجمن حضور داشته باشند تا افق نگاه دانشکاران به حل مساله کاملتر و دقیق تر باشد، همین مساله سبب رشد و ارتقاء اعضای انجمن در گذر زمان خواهد شد که بسیار مفید خواهد بود. ما اطمینان داریم با تلاشهایی که در انجمن در حال انجام است بهترین و سرآمدترین نیروها در حوزه خوردگی و سایش، اعضای انجمن خواهند بود. بنابراین با شناسایی این سرمایه و ایجاد شبکه ارتباطی بین آنها در تلاشیم آنها را حفظ و تثبیت نمائیم.

EROSION & CORROSION
MIDHCO COMMUNITY OF
P R A C T I C E

ساختار انجمن خبرگی فرا سازمانی سایش و خوردگی میدکو



اعضاء هسته مرکزی انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی میدکو



مهندس مسعود کاظمی
عضو انجمن



مهندس امین کوچکی
نویسنده انجمن



مهندس مهدی مبین
دبیر انجمن



مهندس سید امجد نبوی زاده
عضو انجمن



مهندس محمد بهشتی مقدم
عضو انجمن



مهندس مرتضیٰ بحرینی
عضو انجمن



مہندس سید محسن حسینی
کیا، عضو انجمن



مهندس محمد علی تھامی پور
عضو انجمن



مهندس حسام زنده‌نوقی
عضو انجمن



مهندس پیمان بهاء الدینی
عضو انجمن



مهندس مهدی اشرف زاده
عضو انجمن



مهندس میثم باقری
عضو انجمن



مهندس حشمت زارعی
عضو انجمن



مهندس حسین حسینی خانی
عضو انجمن



دکتر مریم سلاجقه
عضو انجمن



مهندس مهران قربانی
عضو انجمن



مهندس معین سلطانی نژاد
عضو انجمن



مهندس سید صابر موسوی
عضو انجمن



مهندس مهدی پیرمرادی
عضو انجمن

اعضاء انجمن های خبرگی داخلی سایش و خوردگی در مجتمع ها

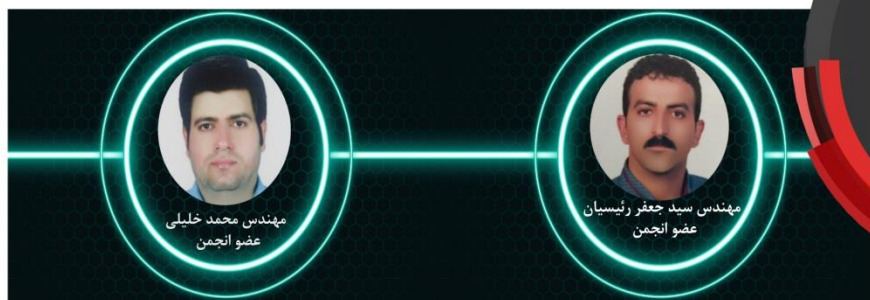
اعضاء انجمن خبرگی سایش و خوردگی مجتمع فولاد بوتیا



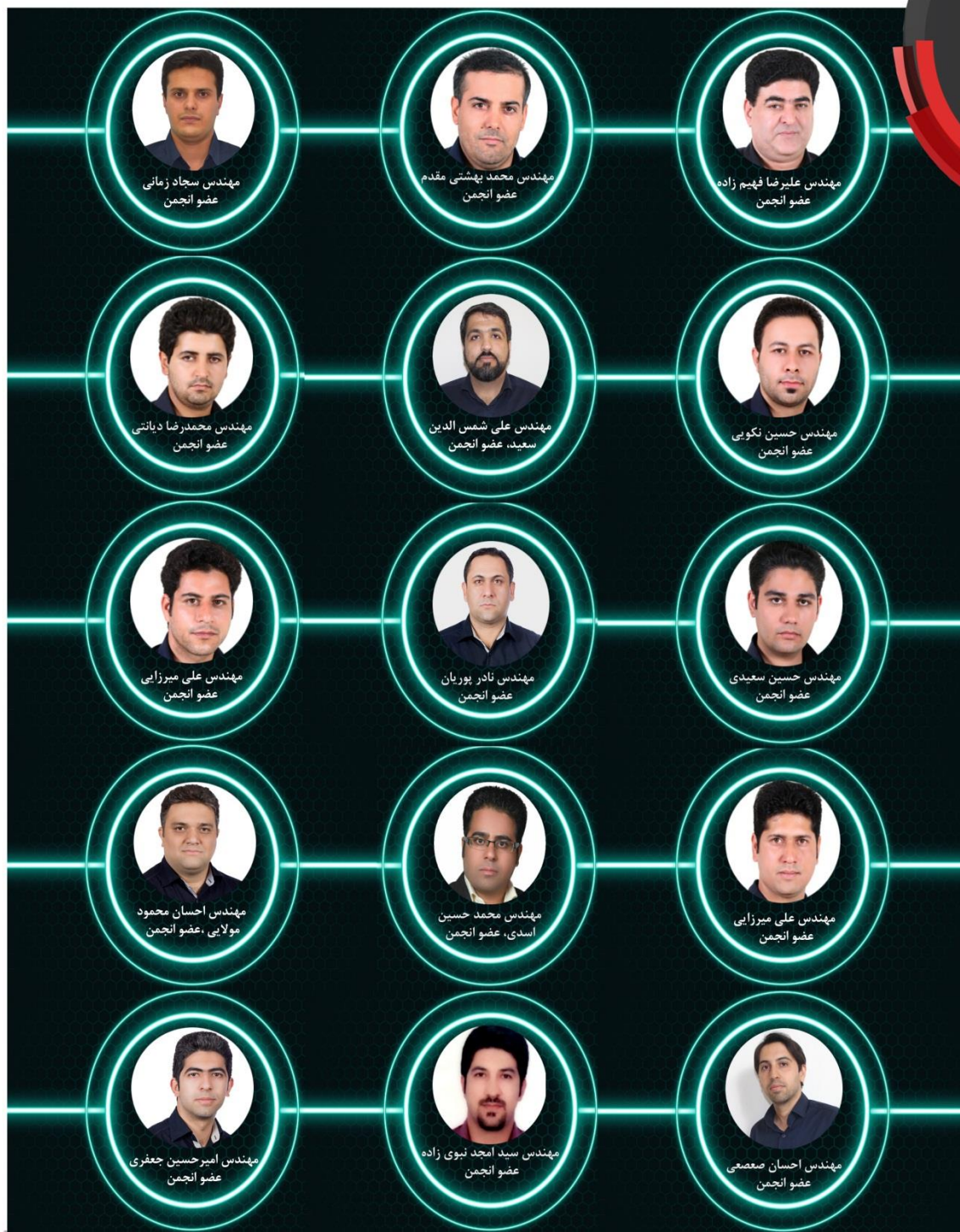
اعضاء انجمن خبرگی سایش و خوردگی مجتمع فولاد بردسیر



اعضاء انجمن خبرگی سایش و خوردگی مجتمع فروسیلیس غرب پارس (در حال تشکیل)



اعضاء انجمن خبرگی سایش و خوردگی مجتمع کک سازی و پالایشگاه شماره ۱ و ۲





اعضاء انجمن خبرگی سایش و خوردگی مجتمع معادن، کنسانتره و گندله سازی سیرجان



اعضاء انجمن خبرگی سایش و خوردگی مجتمع کنسانتره و گندله سازی فولاد زرند ایرانیان



آنچه در انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی در حال شکل گیری و رخ دادن است مرهون تلاش های دبیران و اعضاء فرهیخته آن است که داوطلبانه تصمیم گرفته اند ضمن فعالیت های رسمی خود گام در مسیر کاهش هزینه ها و خسارات ناشی از خوردگی بگذارند و زمینه جهت تولید مستمر و پایدار و افزایش بهره وری را فراهم نمایند. این تلاش ها به دلیل ماهیت داوطلبانه و غیر رسمی آن، قابل ستایش و ستودن است.

مهدی مبین
دبیر انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی میدکو



عملکرد انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی میدکو

تلاش در جهت هویت سازی و
اعتبار بخشیدن به فعالیت های
انجمن

تلاش جهت توانمند ساختن
اعضاء انجمن به عنوان فردی
خبره و صاحب نظر در حوزه
سایش و خوردگی

زمینه سازی جهت برگزاری دوره
های آموزشی تخصصی انجمن
خوردگی ایران

آشنایی با فرآیندهای صنعتی
هر مجتمع

شکل گیری ارتباطات موثر در حوزه
سایش و خوردگی بین مجتمع ها

تلاش جهت ایجاد و راهبری
شبکه آزمایشگاهی متحد و
همکاری در این حوزه در
سطح میدکو

EC-MCOP

آشنایی با فرآیندهای صنعتی هر مجتمع

یکی از مهمترین اقدامات انجمن برگزاری جلسات ماهیانه در مجتمع های مختلف میدکو بود تا اعضاء انجمن ضمن برگزاری جلسه با فرآیند صنعتی مجتمع ها آشنا شوند این آشنایی مزایای زیادی داشت که سه مورد از آنها در زیر آورده شده است.

01



بازدید عینی مشکلات
فرآیند صنعتی

02

بحث و تبادل نظر
درخصوص مشکلات
خوردگی در فرآیند به
صورت عینی، در این مرحله
اعضاء برای مشکلات
خوردگی پیشنهادهای جدید
مطرح میکنند.

03



بکارگیری دانش در
زمینه های دیگر

اعضاء با بازدید و مشاهده
راهکارهای حل مسائل حوزه
خوردگی، می توانستند این
راهکارها را برای مسائل دیگر نیز
بسط و توسعه دهند.



اشتراک دانش و
افزایش بهره وری

الگو برداری اعضاء از اقدامات
اصلاحی صورت گرفته در
فرآیند صنعتی در زمینه
خوردگی و نیز بیان اقدامات
اصلاحی صورت گرفته توسط
اعضاء جهت مشکلی مشابه در
فرآیند صنعتی مجتمع میزبان

EC-MCOP

شکل گیری ارتباطات موثر بین اعضاء هسته مرکزی در حوزه سایش و خوردگی

پیش نیاز فعالیت های تیمی و گروهی ایجاد و شکل گیری ارتباطات موثر بین اعضاء گروه کاری است. انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی میدکو با علم به این قضیه تلاش کرد تا بین اعضاء هسته مرکزی ارتباطات موثر شکل بگیرد. با شکل گیری این ارتباطات اشتراک دانش و تلاش تیمی جهت رفع مسائل حوزه خوردگی به نحوی موثرتر انجام خواهد پذیرفت. در این زمینه در زمان کوتاه تاسیس و فعالیت انجمن اقدامات بسیار خوبی انجام شده است که در زیر به برخی از آنها اشاره می شود.

ایجاد ارتباط و تعامل سازنده در حوزه خوردگی و مواد شیمیایی ضد خوردگی بین مجتمع کک سازی و پالایشگاه و مجتمع کنسانتره و گندله سازی زرند

ایجاد ارتباط و تعامل سازنده بین مجتمع کک سازی و پالایشگاه و مجتمع بابک مس در خصوص دانش فنی خوردگی در فرآیند آب مجتمع بابک مس

ایجاد ارتباط بین مجتمع کک سازی و مجتمع فروسیلیس در خصوص استفاده از دستگاه جذب اتمی موجود در آزمایشگاه مجتمع فروسیلیس

ایجاد ارتباط و تعامل سازنده بین مجتمع فولاد بردسیر و مجتمع کنسانتره و گندله سازی زرند

ایجاد ارتباط و تعامل سازنده بین مجتمع فولاد بوتیا و مجتمع کک سازی و پالایشگاه در حوزه خوردگی

EC-MCOP

ERROSION & CORROSION MIDHCO COMMUNITY
OF PRACTICE





شبکه آزمایشگاهی متحد

یکی از مهمترین زیرساخت ها در حوزه سایش و خوردگی داشتن آزمایشگاهی توانمند جهت پایش و آنالیز خوردگی می باشد. با توجه به اینکه آزمایشگاه های موجود در مجتمع های تابعه میدکو دارای توانمندی ها و دستگاه های مختلف آنالیز مواد می باشند و این توانمندی ها در یک سطح نمی باشد، لذا انجمن خبرگی سایش و خوردگی جهت استفاده بهینه از این امکانات و توانمندی ها تصمیم به اجرای طرح ایجاد شبکه آزمایشگاهی متحد در سطح میدکو نمود تا این دغدغه مهم در سطح مجتمع ها برطرف شده و تلاش برای یکسان سازی توانمندی های آزمایشگاهی با اشتراک این توانمندی ها صورت پذیرد. گام های این طرح شامل یک : شناسایی توانمندی ها در آزمایشگاه هر مجتمع، دو: تهیه کاتالوگ از این توانمندی ها و ارسال به مجتمع های میدکو و سه: ایجاد تفاهم نامه همکاری آزمایشگاهی بین مجتمع های میدکو

ایجاد هویت برای انجمن و اعتبار بخشیدن به فعالیت های آن



یکی از مهمترین المان ها در سازمان های غیررسمی که در آن حکم، دستور و ابلاغ هیچ جایگاهی ندارد، ایجاد هویت سازمانی یکپارچه و متحد برای اعضاء سازمان است، یکی از این نمادها، تهیه لوگویی بود که هر کدام از اعضاء سازمان به آن احترام بگذارد و تعلق خاطر درونی با این لوگو داشته باشد و به نحوی یکپارچگی و اتحاد مجتمع ها را نشان دهد و زمینه جهت تاثیر در ضمیر ناخودآگاه افراد برای شکل گیری ارتباطات بین مجتمعی را فراهم نماید.

یکی از اقدامات مهم دیگر در جهت ایجاد هویت سازمانی، یکسان سازی فرم ها در انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی بود تا بیشتر یکپارچگی و اتحاد در انجمن نشان داده شود.

EC-MCOP

گزارش فنی و تخصصی انجمن

Technical & Scientific Report

گزارش های فنی و تخصصی شیوه ایی نوین برای حل مسائل در سطح میدکو می باشد .
در واقع این گزارش ها زمینه ای برای حل دانش محور مسائل فراهم می آورد که در بستر
آن دانش و تجربه به اشتراک گذاشته می شود و به دلیل حل علمی مسائل و بررسی آنها
از زوایای مختلف، احتمال بروز خطا در راه حل پیشنهادی به حداقل می رسد.

اهداف

- اشتراک دانش و تجربه
- آشنایی با تجهیزات و فرآیندها
- جلوگیری از اعمال روش های غیرعلمی و آزمون و خطا



بسمه تعالی
شرکت فولاد زرنده ایرانیان (سهامی خاص)
مجمع کک سازی و پالایشگاه
گزارش فنی تخصصی انجمن خیرگی درون سازمانی سایش و خوردگی
Technical & Scientific Report (EC-MCOP)



عنوان گزارش

تصاویر، سمت و نقش اعضای تیم تهیه کننده گزارش

چکیده

بیان خلاصه ای از مشکل و مساله و بررسی های صورت گرفته در گزارش و راهکار پیشنهادی جهت حل شدن
معضل

مقدمه

ارائه توضیحات در خصوص مساله و معرفی کامل تجهیز و ارائه اطلاعات پیش زمینه ای از فرآیندی که دچار مشکل شده است.



شرکت فولاد زرنده ایرانیان (سهامی خاص)
مجمع کک سازی و پالایشگاه
گزارش فنی تخصصی انجمن خیرگی درون سازمانی سایش و خوردگی
(EC-MCOP)



SCIENTIFIC DISCUSSION

در این قسمت ابتدا به جنبه های علمی و فنی مشکل و چرایی بوجود آمدن این مشکل در تجهیز می پردازیم و سپس بررسی های
علمی و تخصصی که در مجمع جهت شناسایی مشکل انجام شده پرداخته می شود و نهایتاً به راهکارهای مختلف و بررسی آنها از
نقطه اجرایی بودن پرداخته می شود.

CONCLUSION

در این قسمت سعی می شود نظرات مشکل و جنبه های آسیب رسان مشکل به صورت تیتروار بیان گردد و نهایتاً بر راهکار اجرایی
و عملیاتی جهت برطرف نمودن این معضل تأکید گردد.

طراحی پیام انجمن جهت هویت سازی و ایجاد فرهنگ سازمانی در زمینه خوردگی

اهداف

- هویت سازی انجمن
- فرهنگ سازمانی مدیریت خوردگی و اهمیت آن
- افزایش حمایت و مشارکت مدیران ارشد

مدیریت خوردگی (CORROSION MANAGEMENT)



۵ ساعت



۵۰۰ ساعت



به دلیل ارتباط مستقیم مساله تولید با خوردگی



شما قطعا برای آن زمان صرف خواهید کرد، انتخاب چگونگی صرف این زمان با شماست!!!

یک سال بعد
(NEXT ONE YEAR)
بدون اجرای مدیریت خوردگی
(WITHOUT CORROSION MANAGEMENT)

یک سال بعد
(NEXT ONE YEAR)
با اجرای مدیریت خوردگی
(WITH CORROSION MANAGEMENT)

بدون تغییر بمانید.
انتخاب با شماست!

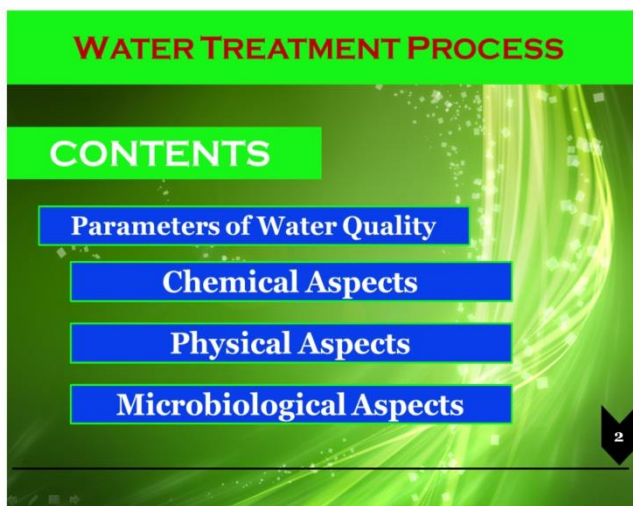
EROSION & CORROSION MIDHCO COMMUNITY OF PRACTICE
EC-MCOP

STAY ORIGINAL.
THE CHOICE IS YOURS!

EC-MCOP

تلاش جهت توانمند ساختن اعضاء انجمن به
عنوان فردی خبره و متخصص در حوزه
سایش و خوردگی

آموزش مقدماتی خوردگی توسط دبیر انجمن تحت عنوان WATER TREATMENT PROCESS



توانمند سازی اعضاء از طريق توليد محتوای دیجیتال و به
اشتراک گذاری این محتوا در بستر شبکه اجتماعی انجمن

بنامه تعالی
شرکت مادر تخصصی (ملیپتک) توسعه معادن
و صنایع معدنی خاورمیانه (میدکو)
انجمن خیرگی فراسازمانی سایش و خوردگی میدکو
خوردگی از منظر علمی آب

PH آب: خوردگی در آب خالی با $PH = 7$

PH عددی مابین ۰ تا ۱۴ می‌تواند باشد و معرف میزان اسیدی (H^+) یا قلیایی (OH^-) بودن محیط آبی است. ترکیباتی که بتوانند در آب تولید H^+ نمایند اسیدی و ترکیباتی که بتوانند تولید OH^- نمایند قلیایی هستند.

آب خالص (PURE WATER) دارای PH برابر ۷ است یعنی میزان H^+ و OH^- در آن برابر است یعنی:

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

H^+ نمایان به گرفتن الکترون (e^-) و تبدیل شدن به گاز H_2 می‌باشد.

$$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow$$

OH^- نمایان دارد با کاتیون‌هایی نظیر Fe^{2+} تولید رسوب

$$Fe^{2+} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow$$

در علم خوردگی محلی که الکترون می‌دهد آنده و محلی که الکترون را دریافت می‌کند کاتد نامیده می‌شود. بنابراین خوردگی زیر در سطح فلز رخ خواهد داد:

نهایتاً حفره یا PIT در سطح فلز ایجاد می‌گردد و دهانه حفره با گذشت زمان بسته خواهد شد و ساختارهای آینه ای شکل یا Tubercle ایجاد می‌شود. این در حالیکه که خوردگی درون حفره و زیر آینه همچنان ادامه دارد....

EROSION & CORROSION MIDHCO COMMUNITY OF PRACTICE

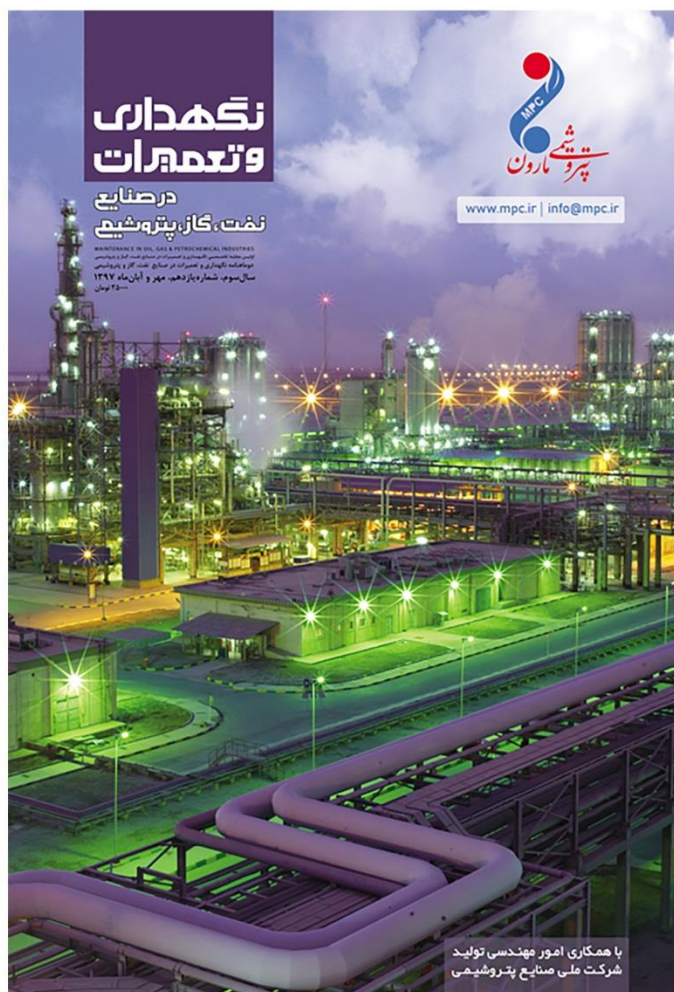
بنامه تعالی
شرکت مادر تخصصی (ملیپتک) توسعه معادن
و صنایع معدنی خاورمیانه (میدکو)
انجمن خیرگی فراسازمانی سایش و خوردگی میدکو

وقتی محیط از پروتون با H^+ همیشه حتما باید به نکته رو در نظر داشته باشیم و این ایجاد خوردگی ناشی از شکنندگی هیدروژنی و یا Hydrogen Embrittlement Corrosion هست. تا اینجا توضیح داده شد که در قسمت کاتد: $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ اما در شرایط HEC گونه H^+ با دریافت یک الکترون تبدیل به اتم هیدروژن می‌شود (H_{ads}) و نه مولکول هیدروژن H_2 و این اتم هیدروژن این قابلیت را دارد که در اعماق فلز نفوذ نموده و در آنجا با اتم هیدروژن دیگر ترکیب شده و مولکول هیدروژن (H_2) را تولید نماید. بنابراین لایه پداسات که تولید H_2 گازی در قسمت‌های عمقی فلز منجر به ایجاد شکاف در قسمت‌های زیر سطحی فلز می‌شود. به برآمدگی‌های موجود آمده در این حالت Blister گفته می‌شود.

Understanding and mitigating hydrogen embrittlement of steel: a review of experimental, modelling and design progress from atomistic to continuum. *Journal of Materials Science*, 2008, Volume 23, Issue 6, pp 6531-6590.

EROSION & CORROSION MIDHCO COMMUNITY OF PRACTICE

استفاده از نشریات داخلی مانند نشریه نگهداری و تعمیرات در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی و نشریه نگهداری و تعمیرات در صنایع معدنی و فولاد و گرفتن اشتراک برای مجتمع ها



نگهداری و تعمیرات
در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی

پیشینه مارون
www.mpc.ir | info@mpc.ir

MAINTENANCE & PRODUCTION CONTROL INDUSTRIES
انجمن تخصصی نگهداری و تعمیرات در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی
تولیدات: نگهداری و تعمیرات در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی
سال سوم، شماره چهارم، مهر و آبان، ۱۳۹۷
۲۵۰۰ تومان

با همکاری امور مهندسی تولید
شرکت ملی صنایع پتروشیمی



نگهداری و تعمیرات
در صنایع پیمان، معدن
فولاد

CARBO WELD
Made in Germany
انواع محصولات جوشکاری
در صنایع پیمان، معدن و فولاد
www.bicg.ir
تلفن: ۰۲۱-۷۴۵۰۵
فکس: ۰۲۱-۷۴۴۹۵۲۰
BICG گروه صنعتی و بازرگانی پکتا گستر بنکدار
نماینده انحصاری محصولات کربوولد آلمان

شرکت ایرانیان صنعت پادیر ماندگار
ISPM CO.

www.is-padir.com
info@is-padir.com

Padir
PADIR
MANDEGAR

کورهای دوار:
تعمیرات اساسی
ساخت بدنه و تجهیزات
مشاوره و تنظیمات

۹۰۰۰
شرکت فولاد مبارکه

۰۲۱-۲۶۳۱۷۲۰۱-۲
۰۲۱-۲۲۳۱۸۹۴
۰۲۱-۲۲۴۲۷۲۲
۰۲۱-۱۵۹۰۰۲۹
۰۲۱-۸۸۴۲۷۲۰

توانمند ساختن اعضا از طریق عضویت میدکو در انجمن خوردگی ایران و استفاده از خدمات آموزشی و نشریات این انجمن

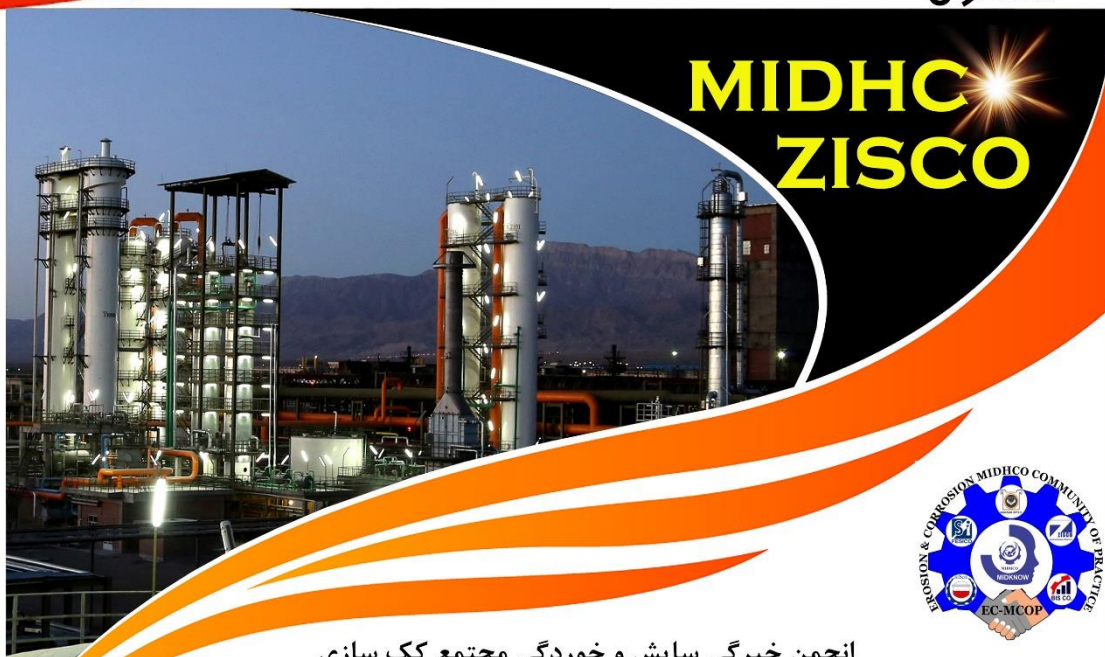
توانمند ساختن اعضا از طریق اشتراک کلیپ های آموزشی خوردگی توسط آقای مهندس امین کوچکی نویسنده انجمن

EC-MCOP

برگزاری کارگاه آموزشی تکنیک های خلاقانه حل مساله
توسط دکتر پیام حقیقی



نمونه ایی از پوستره‌های تهیه شده در انجمن جهت ارج نهادن به تلاش ها و فعالیت های همکاران



انجمن خبرگی سایش و خوردگی مجتمع کک سازی بررسی امکان سنجی تعمیر اولین مبدل اسپیرال Close Type در جهان به روش کم تهاجمی (MIP)

محمد مهدی ضیاءالدینی
پرسنل آزمایشگاه
نقش: همکار اجرایی



محمد رضا رشیدی
پرسنل آزمایشگاه
نقش: همکار اجرایی



علیرضا فهیم زاده
مدیر آزمایشگاه و
کنترل کیفیت
نقش: مشاور تیم



مهدی مبین
کارشناس آزمایشگاه
نقش: مسول تیم، طرح موضوع و
ارائه راهکار



مبدل های اسپیرال نوعی مبدل حرارتی با کارایی بالا هستند که جهت تبادل حرارتی دو سیال با دمای مختلف در صنایع مورد استفاده قرار میگیرند. اولین بار در سال ۲۰۱۶ در کشور رومانی یک مبدل اسپیرال Open Type که دسترسی آسانی به صفحات این مبدل وجود دارد مورد تعمیر و بازسازی قرار گرفت. اما در مجتمع کک سازی و پالایشگاه شرکت فولاد زرند ایرانیان برای اولین بار در جهان یک مبدل اسپیرال Close Type که در اثر خوردگی دچار اختلاط دو سیال شده بود و هیچگونه دسترسی به صفحات داخلی آن وجود نداشت مورد تعمیر و بازسازی قرار میگیرد که در نوع خود اقدامی بی نظیر میباشد. نتایج این بررسی بزودی در انجمن خبرگی سایش و خوردگی منتشر خواهد شد.



با تشکر از واحد کارگاه ساخت خصوصاً آقای محمد رضا جعفری و میلاد عسکری که با همکاری خود زمینه تحقق این اقدام مهم را فراهم آوردند.



**ZARAND
IRANIAN COKE
MAKING COMPLEX**

EC-MCOP

دستاوردها و موضوعات در حال بررسی انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی میدکو

- بررسی خوردگی در ماشین کوئینچینگ مجتمع کک سازی و پالایشگاه
- بررسی خوردگی در **Standpipe** سلول کک سازی در مجتمع کک سازی و پالایشگاه
- بررسی خوردگی در واحد آمونیاک مجتمع کک سازی و پالایشگاه (در حال انجام)
- بررسی خوردگی ناشی از حضور املاح کلسیم و منیزیم در آب تغذیه بویلر در مجتمع کک سازی و پالایشگاه
- بررسی علمی موضوع **Backwash** در **Sandfilter** آب تغذیه بویلر در مجتمع کک سازی و پالایشگاه
- بررسی علمی مساله تغییر اسید مصرفی سیستم آب کولینگ تاور مجتمع کک سازی و پالایشگاه جهت کاهش و حذف باکتری های احیاء کننده سولفات موسوم به **SRB**
- بررسی علمی موضوع ایجاد کف در فرآیند آب سیستم کولینگ تاور مجتمع کک سازی و پالایشگاه
- بررسی و تحلیل علمی موضوع صفر بودن میزان **Free Chlorin** در فرآیند آبگردشی کولینگ تاور مجتمع کک سازی و پالایشگاه
- **CIP** سیستم آب کولینگ تاور در مجتمع کک سازی و پالایشگاه
- بررسی و تحلیل علمی روشی موثر جهت حذف رسوبات گوگرد عنصری در اسکرابر جذب هیدروژن سولفید در واحد پالایشگاه مجتمع کک سازی و پالایشگاه
- ساخت دستگاه شبیه ساز واحد گوگرد زدایی مجتمع کک سازی و پالایشگاه
- بررسی و تحلیل علمی سایش و خوردگی در آجرهای نسوز سلول کک سازی
- برنامه ریزی جهت اجرای آزمایشی طرح شناسایی و اولویت بندی سرمایه های فیزیکی مجتمع کک سازی و پالایشگاه

EC-MCOP

- برنامه ریزی جهت اجرای طرح پایش و ارزیابی پیمانکاران حوزه آب در سطح میدکو
- بررسی خوردگی در **Gas Cooler** مجتمع کک سازی و پالایشگاه (در حال انجام)
- تعمیر اولین مبدل اسپیرال **Close Type** در جهان به روش کم تهاجمی (**Minimally Invasive Procedure**) در مجتمع کک سازی و پالایشگاه
- بررسی و تحلیل آلودگی میکروبی چاه آب ۶۲ مجتمع احیاء و ذوب بردسیر
- بررسی و تحلیل اثرات جایگزینی ماده شیمیایی ضد خوردگی پایه مولیبدات به جای مواد شیمیایی پایه نیتريت در سیستم آب مدار بسته مجتمع احیاء و ذوب بردسیر
- بررسی و تحلیل خوردگی و تشکیل رسوبات ناخواسته در فرآیند آب در گردش سیستم **CT01** و **CT02** مجتمع احیاء و ذوب بردسیر
- بررسی و تحلیل افت فشار گاز خروجی از المان نم گیر ثانویه واحد واحد احیاء مستقیم بردسیر به دلیل شکل گیری رسوبات بیولوژیکی
- بررسی و تحلیل گرفتگی و تشکیل رسوبات ناخواسته در خطوط لوله آب گرم سیستم مدار باز آب پروسس مجتمع احیاء و ذوب بردسیر
- بررسی و تحلیل خوردگی و سایش دلتای کوره قوس الکتریکی و درب کوره در مجتمع احیاء و ذوب بردسیر
- بررسی خوردگی و سایش در پمپ های ۳۴ مجتمع احیاء و ذوب بردسیر و استفاده از روش **Rubber Lining** جهت کاهش سایش و خوردگی
- بررسی و تحلیل خوردگی در **Ball Mill** مجتمع کنسانتره و گندله سازیزرند و راهکاری جهت کاهش آن
- بررسی و تحلیل شرایط خوردگی و رسوبگذاری در فرآیند آب مجتمع کنسانتره و گندله سازی زرند
- بررسی و تحلیل سایش **Inlet Valve** در مسیر انتقال غبار در مجتمع فولاد بوتیای ایرانیان
- بررسی و تحلیل سایش در لاینرهای داخلی **Ball Mill** در مجتمع فولاد بوتیای ایرانیان

بررسی سایش و خوردگی در شوت های انتقال مواد و گندله در مجتمع فولاد بوتیای ایرانیان

بررسی خوردگی و سایش در گریزلی بار مجتمع فولاد بوتیای ایرانیان

بررسی و تحلیل خوردگی در واتر باکس های فرآیند گندله سازی مجتمع فولاد بوتیای ایرانیان

بررسی و تحلیل خوردگی سایشی قطعات میکسر در مجتمع فولاد بوتیای ایرانیان

بررسی و تحلیل سایش در رولر اسکرین های مجتمع فولاد بوتیای ایرانیان

بررسی و تحلیل خوردگی سایشی در اسکرپر دیسک های مجتمع فولاد بوتیای ایرانیان

بررسی و تحلیل خوردگی سایشی در مسیر لوله های انتقال غبار مجتمع فولاد بوتیای ایرانیان

بررسی خوردگی در کویل های حرارتی تانک های بایولیچینگ و پیشنهاد استفاده از لوله های پلی اتیلن برای این تانک ها در مجتمع بابک مس ایرانیان (در حال تست پایلوت)

بررسی خوردگی در پره تانک های بایولیچینگ و بررسی استفاده از پره های GRP به جای پره های فلزی در مجتمع بابک مس ایرانیان (در حال بررسی)

بررسی و تحلیل شرایط خوردگی و رسوبگذاری در فرآیند آب مجتمع کنسانتره و گندله سازی سیرجان

انجام تست پوشش عایق خط لوله زیر زمینی آب آتش نشانی در مجتمع کنسانتره و گندله سازی سیرجان

بررسی خوردگی نبولایزر دستگاه جذب اتمیک و ارائه روشی جهت به حداقل رساندن میزان خوردگی نبولایزر در آزمایشگاه و کنترل کیفیت مجتمع فروسیلیس غرب پارس

EC-MCOP

چالش های انجمن

عدم توجه مدیران ارشد به این حوزه مهم

عدم حضور نیروهای متخصص در این حوزه

کمبود نیرو و زمان جهت فعالیت در انجمن

موانع فرهنگی جهت همکاری و تبادل اطلاعات

عدم وجود انگیزه کافی جهت فعالیت مناسب

اهداف انجمن

تدوین سند راهبردی مدیریت خورده گی در سطح میدکو

ایجاد واحد بازرسی فنی و کنترل خورده گی در ستاد میدکو

ایجاد آزمایشگاه مرکزی کنترل خورده گی میدکو

برگزاری همایش سالیانه در حوزه سایش و خوردگی

ایجاد شبکه متخصصین در حوزه سایش و خوردگی

چاپ نشریه نت با تمرکز بر حوزه خوردگی

ایجاد واحد بازرسی فنی و کنترل خورده گی در مجتمع ها

(پیوست)

Technical & Scientific Report (Team Work)

نمونه ایی از گزارش های بررسی شده توسط مجتمع ها



NOVEMBER
2019

EC-MCOP

بررسی و تحلیل خوردگی در
فرآیند آب مجتمع بابک مس
ایرانیان

01

بررسی خوردگی در ماشین
کوئینچینگ مجتمع کک سازی و
پالایشگاه

02

بررسی و تحلیل خوردگی و تشکیل
رسوبات ناخواسته در فرآیند آب در
گردش CT01 مجتمع احیاء و ذوب بردسیر

03

انجام تست پوشش عایق خط لوله
زیر زمینی آب آتش نشانی در مجتمع
کنسانتره و گندله سازی سیرجان

04

بررسی خوردگی دیسشارژ
الکترودهای الکترولیت ESP302 در
مجتمع فولاد بوتیای ایرانیان

05

بررسی و تحلیل روش‌های کاهش ریسک خوردگی در فرآیند آب مجتمع بابک مس ایرانیان (I.B.C.CO)

مهدی مبین

کارشناس آزمایشگاه مجتمع کک سازی
دبیر انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و
خوردگی، نقش: مشاور تیم



علیرضا فهیم زاده

مدیر آزمایشگاه و کنترل کیفیت
مجمع کک سازی
نقش: همکار تیم



مهران قربانی

کارشناس واحد خوردگی
مجمع بابک مس ایرانیان
نقش: مسول بررسی



چکیده

در این گزارش سعی می‌شود مساله خوردگی در مجتمع بابک مس ایرانیان (I.B.C.CO) مورد بررسی و تحلیل علمی قرار گرفته تا افق واضحی از شرایط موجود جهت هرگونه اقدام مقتضی پیش روی مدیران ارشد قرار گیرد. در حالت کلی مساله خوردگی در مجتمع بابک مس ایرانیان از دو جنبه آزمایشگاهی و سایت صنعتی می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد. از جنبه سایت صنعتی مساله خوردگی به سه بخش خوردگی در سیستم **Hot water (Boiler)**، خوردگی در سیستم کولینگ تاور و خوردگی در فرآیند تانک‌های **Bioleaching** تقسیم بندی می‌شود. از جنبه آزمایشگاهی نیز باید بر این نکته تاکید شود که در صورتیکه بخواهیم مساله خوردگی را کنترل و کاهش دهیم باید آزمایشگاهی توانمند در این حوزه داشته باشیم. در این گزارش هر کدام از این جنبه‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد تا نهایتاً منتج به نتایج ملموس و عملی در حوزه خوردگی گردد.



مقدمه

یکی از سیالاتی که در فرآیندهای صنعتی به صورت گسترده از آن استفاده می‌شود، آب می‌باشد. استفاده از آب در فرآیندهای صنعتی علیرغم داشتن مزایای زیاد، دارای معایبی همچون خوردگی، رسوبگذاری و کاهش راندمان و بهره‌وری فرآیند صنعتی را در پی دارد. برای کاهش و کنترل این معایب معمولاً راهکارهایی وجود دارد که بررسی و پایش کیفیت آب و استفاده از برنامه‌های کنترل خوردگی می‌تواند بسیار راهگشا بوده و باعث کاهش هزینه‌ها در این حوزه مهم گردد.

معمولاً در صناعی که به نحوی با موضوع آب در ارتباط هستند مساله **Treatment** یا بهسازی آب جهت جلوگیری از معایب ذکر شده دارای اهمیت ویژه‌ای است. برای بهسازی آب‌های صنعتی معمولاً از مواد شیمیایی مخصوص این حوزه استفاده می‌شود تا میزان نرخ خوردگی و رسوبگذاری فرآیند آب کنترل گردد و نهایتاً راندمان و بهره‌وری فرآیند صنعتی در سطح مطلوب حفظ گردد. لذا جهت جلوگیری از ایجاد رسوب و خوردگی در سیستم بویلر، کولینگ و پایپینگ‌های مربوطه بایستی همواره کیفیت آب توسط آزمایشگاه مورد سنجش قرار گرفته و با تزریق مواد شیمیایی مخصوص مانع از ایجاد مشکلات در فرآیند آب شویم.

SCIENTIFIC DISCUSSION

سایت صنعتی

- سیستم بویلر

بویلرهای مجتمع بابک مس ایرانیان جهت تولید **Hot Water** برای مصرف در فرآیند **Biobleaching** مورد استفاده قرار می-گیرند. آب در فرآیند **Hot Water** شامل آب تغذیه بویلر (آب دستگاه RO) و آب داخل سیستم و پایپینگ های بویلر می باشد که هر کدام دارای شرایط خاص بهره برداری می باشد.

آب ورودی به دستگاه RO و آب تولیدی این دستگاه بایستی به صورت مرتب مورد سنجش و آنالیز قرار گیرد. آنالیزهایی که برای آب ورودی و تولیدی دستگاه RO مهم هستند شامل **PH, EC (Conductivity), TH (Total Hardness), CaH** و با توجه به اینکه آب شهر بابک دارای سیلیس می باشد آنالیز سیلیس **SiO₂** نیز بایستی بر روی آب انجام شود. آنالیز انجام شده بر روی آب ورودی و تولیدی دستگاه RO در آزمایشگاه مجتمع کک سازی به شرح زیر می باشد:

پارامتر	PH	EC μS/cm	TH ppm	CaH ppm	P Alka, ppm	M Alka ppm	Cl ⁻ ppm	SiO ₂ ppm	Turbidity NTU	T.Fe ppm
آب ورودی	8.06	1589	220	100	0	142.12	333.9	----	1.02	0.22
آب تولیدی RO	8.37	432	56	36	4.37	129	55.2	----	10.1	1.1
Hot Water	9.14	274	22	14	11.02	75.5	45.08	----	0.94	0.24

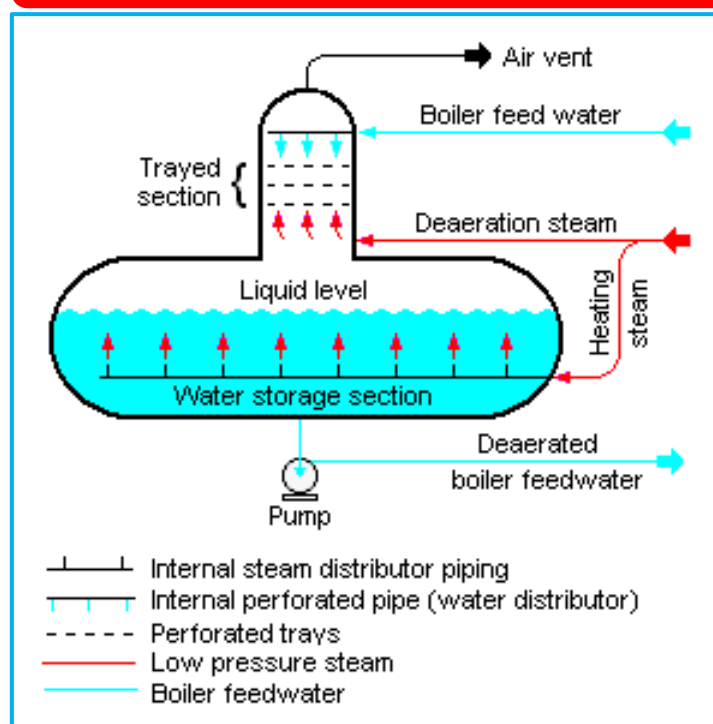
با توجه به آنالیزهای انجام شده بر روی آب ورودی به دستگاه RO و آب تولیدی دستگاه RO می توان نتایج زیر را استخراج نمود:

۱- میزان **TH** یا سختی کل آب که شامل یون های کلسیم و منیزیم آب می باشد در آب چاه بسیار پایین است و این مساله یک مزیت مهم برای بهره برداری از دستگاه RO و بویلر می باشد. (این یون ها می توانند با ایجاد رسوب کربنات کلسیم و منیزیم در دستگاه RO سبب کاهش کیفیت آب تولیدی دستگاه RO شوند، بنابراین وقتی آب با کیفیت پایین (دارای کلسیم و منیزیم) وارد سیستم بویلر شود باعث ایجاد رسوب روی تیوب های بویلر شده که متعاقب آن خوردگی زیر رسوبی و افزایش مصرف انرژی در بویلر و کاهش راندمان بویلر را سبب خواهد شد.

۲- همانطور که در بالا اشاره شد میزان **TH** و **CaH** بایستی در آب تولیدی دستگاه RO به صفر نزدیک باشد و میزان **CaH: 36 ppm** و **TH: 56 ppm** می تواند سبب ایجاد رسوب کربنات کلسیم و منیزیم در سیستم بویلر و پایپینگ های مربوطه شود. در شرایط نرمال معمولاً سعی می شود تا از یک سو دستگاه RO آب با حداقل **TH** را تولید نماید و از سوی دیگر با استفاده از مواد شیمیایی مخصوص بویلر مانند فسفونات ها مانع از ایجاد رسوب در بویلر شوند. این مواد شیمیایی با ایجاد اینترکشن هایی با کلسیم و منیزیم آنها را **Trap** نموده و مانع از ایجاد رسوب روی سطوح می گردد. (البته میزان قابل قبول برای **TH** بایستی بعد از بررسی دفتر فنی مشخص گردد و از سیستمی به سیستمی متغیر است)

- ۳- همانطور که نتایج جدول بالا نشان می‌دهد آهن کل (TFe) در آب ورودی حدود **0.22 ppm** است که در آب تولیدی RO به حدود **1.1 ppm** رسیده است که این مساله نشان از خوردگی در بویلر و پایپینگ های آن دارد.
- ۴- میزان **Turbidity** که معرف کدورت آب یا ذرات ناخالصی موجود در آب است نشان می‌دهد که در آب ورودی عدد **1 NTU** را دارد اما در آب RO به حدود **10 NTU** رسیده است که نشان دهنده ایجاد محصولات خوردگی در آب می‌باشد.
- ۵- در سیستم **Hot Water** با توجه به اینکه **PH** آب حدود **9.14** است احتمال زیادی وجود دارد که یون‌های کلسیم و منیزیم آب به صورت کربنات کلسیم و منیزیم رسوب نماید و مشکلات جدی در فرآیند ایجاد نماید. در ضمن با احتمال بسیار زیادی می‌توان گفت آب مجتمع دارای سیلیس می‌باشد که می‌تواند رسوبات سخت و سیاه رنگی را ایجاد نماید.
- در سیستم های بویلر معمولاً از سه نوع ماده شیمیایی برای کنترل خوردگی استفاده می‌شود: ۱- ماده اکسیژن زدا که جهت حذف اکسیژن از آب **Feed Water** مورد استفاده قرار می‌گیرد. ۲- ماده جلوگیری کننده از خوردگی که در سیستم های مدار بسته مواد شیمیایی پایه نیتريت می‌باشد. ۳- ماده شیمیایی ممانعت کننده از ایجاد رسوب که معمولاً از فسفونات ها استفاده می‌شود.
- ۱- ماده اکسیژن زدا: جهت حذف اکسیژن از آب بویلر از دو روش فیزیکی و شیمیایی که مکمل یکدیگر هستند استفاده می‌شود. در واقع **Feed Water** ابتدا وارد تجهیزى به نام **Deaerator** می‌شود، در این تجهیز با دمیدن بخار به داخل تجهیز باعث افزایش دمای **Feed Water** شده و اکسیژن را وارد فاز گاز می‌نمایند تا از قسمت فوقانی تجهیز همراه با بخار خارج شود. در شکل ۱ شماتیکی از **Tray-Type Deaerator** نشان داده شده است.

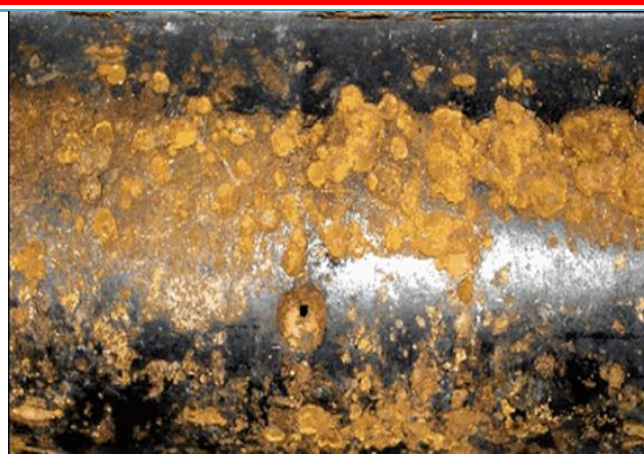
شکل ۱: شماتیک Tray-Type Deaerator



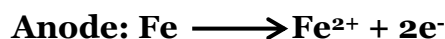
آب خروجی از **Deaerator** علیرغم از دست دادن قسمت عمده ایی از اکسیژن خود هنوز دارای مقداری اکسیژن می باشد. اکسیژن باقیمانده در آب توسط مواد اکسیژن زدا نظیر **DEHA, Hydrazin** و ... قابل حذف می باشد تا میزان اکسیژن به کمترین مقدار ممکن برسد. اما سوالی که مطرح می شود این است که اثر مخرب اکسیژن در آب بویلر چیست؟

اکسیژن در آب بویلر سبب ایجاد خوردگی های شدید از نوع **Pit** (حفره) خواهد شد و همین مساله می تواند سبب استهلاک زود هنگام تجهیزات شود. نمونه ایی از این نوع خوردگی در شکل ۲ نشان داده شده است.

شکل ۲: Oxygen attack in boilers



خوردگی اکسیژن نه تنها در بویلر بلکه در کل فرآیند آب بویلر از جمله پمپینگ ها و کویل های استیل در تانک های **Bioleaching** نیز می تواند رخ دهد. خوردگی ناشی از اکسیژن یک فرآیند الکتروشیمیایی است که می تواند در قالب واکنش زیر بیان شود:



سطوح و محدوده قابل قبول برای اکسیژن در آب بویلر از سیستمی به سیستمی متفاوت است و بسته به پارامترهایی نظیر **PH, Feed Water Temperature, Flow Rate, Dissolved Solid Content** ، متالورژی و شرایط فیزیکی سیستم می تواند متغیر باشد اما آنچه مسلم است تلاش جهت به حداقل رساندن این پارامتر تاثیر بسزایی در کاهش خوردگی خواهد داشت.

۲- برای جلوگیری از خوردگی در سیستم های **Hot Water** پنج نوع بهسازی می تواند برای سیستم آب در نظر گرفته شود که در اینجا نیز بسته به شرایط می تواند یکی از این روش ها جهت بهسازی **Hot Water** مورد استفاده قرار گیرد. این پنج روش شامل موارد زیر است:

- 1- Sulfite-caustic soda
- 2- Nitrite-azole
- 3- Molybdate-azole
- 4- Nitrite-molybdate-azole blend
- 5- Polysilicate-azole

۳- مواد ممانعت کننده از ایجاد رسوب در سیستم **Hot Water** : معمولاً در بویلرها بسته به شرایط بهره برداری از مواد ممانعت کننده رسوب استفاده می شود.

- سیستم کولینگ

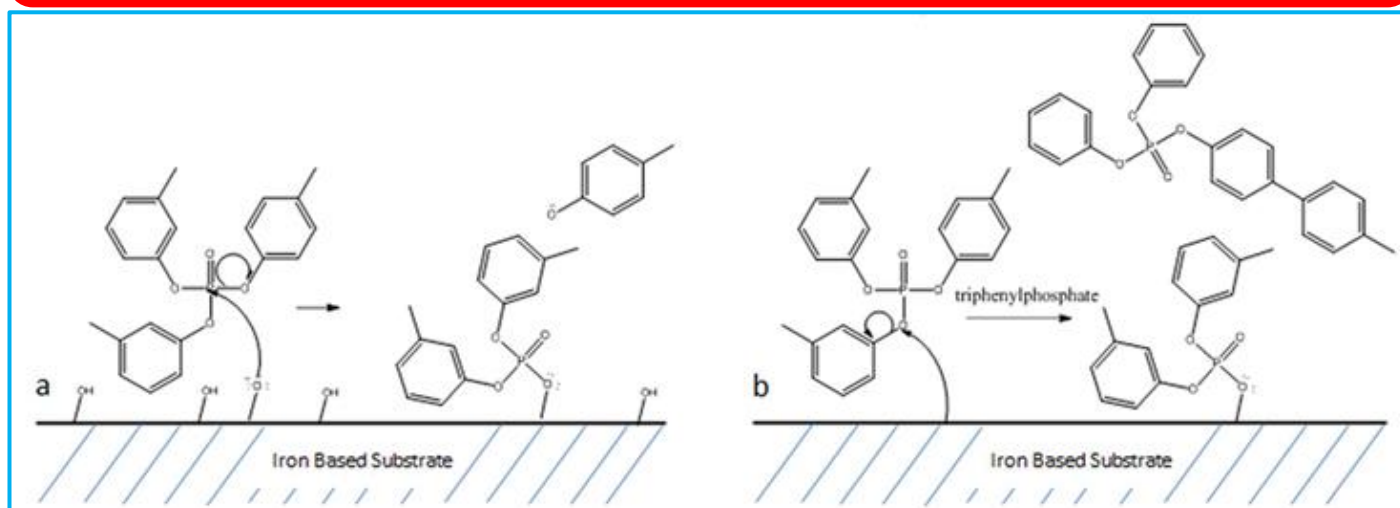
آب در سیستم کولینگ تاور مجتمع بابک مس به منظور خنک کاری کویل های **Bioleaching Tank** و تجهیزات مورد استفاده قرار می گیرد. در سیستم های کولینگ نیز سه مساله خوردگی، رسوب و میکروارگانیسم ها می توانند بر روند خوردگی سیستم تاثیرگذار باشند و نرخ خوردگی را به شدت افزایش دهند.

۱- استفاده از مواد ضد خوردگی (**Anti Corrosion**)

بسته به نوع کولینگ تاور معمولاً از مواد شیمیایی ضد خوردگی متفاوتی استفاده می شود. در سیستم های کولینگ مدار بسته معمولاً از مواد شیمیایی پایه نیتريت و در سیستم های کولینگ مدار باز از مواد شیمیایی پایه فسفات جهت کنترل خوردگی استفاده می شود. در واقع این مواد با ایجاد لایه مولکولی روی سطوح مختلف مانع از ایجاد فرآیند اکسیداسیون فلز می شوند.

شکل ۳

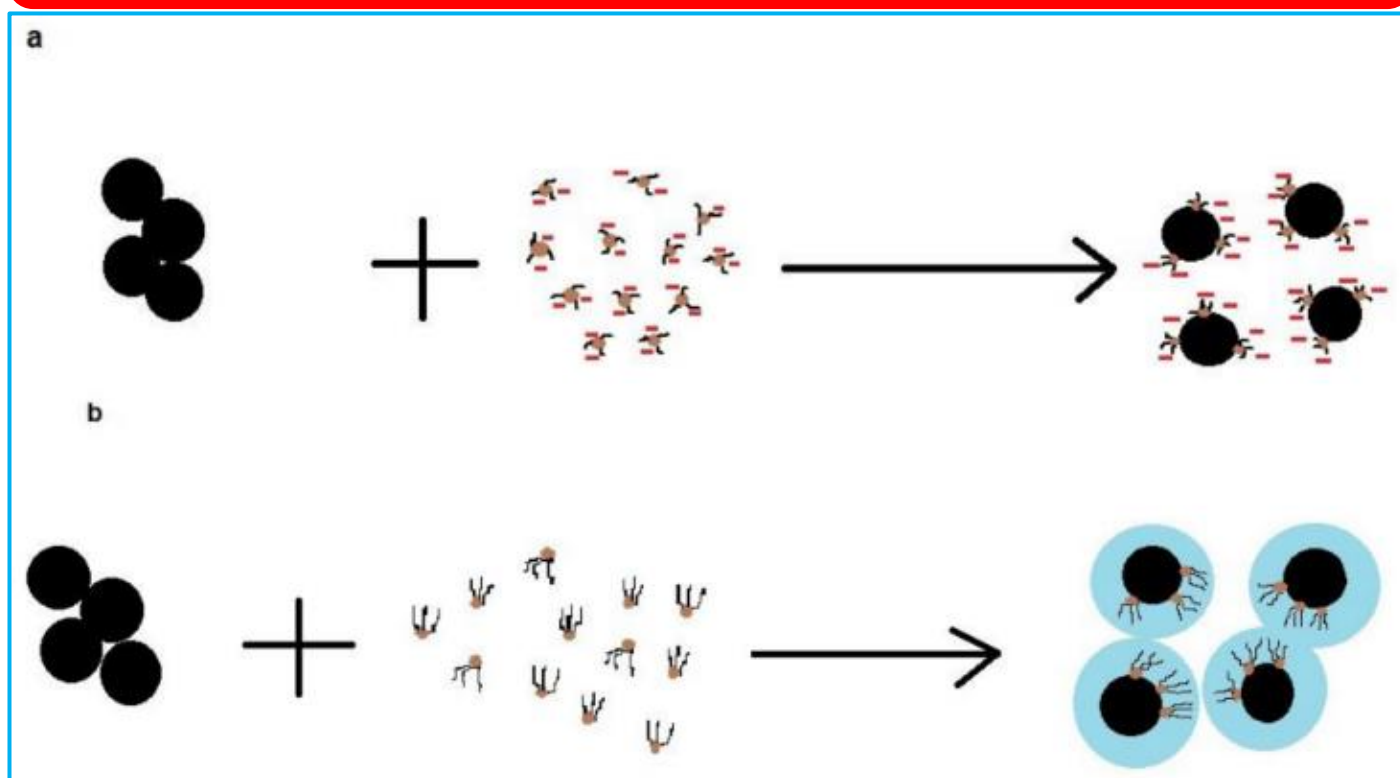
شکل ۳: Reaction of phosphate esters with oxidized (a) and reduced (b) metal surfaces



۲- مواد ممانعت کننده از رسوب در سیستم کولینگ (Dispersant)

در فرآیند آب کولینگ به دلیل تبخیری که صورت می گیرد، غلظت املاح موجود در آب به چندین برابر مقدار اولیه می رسند و همین مساله باعث می شود این املاح تمایل زیادی به رسوبگذاری داشته باشند، لذا جهت جلوگیری از رسوبگذاری این املاح مواد شیمیایی به نام **Dispersant** به آب کولینگ اضافه می شود تا مانع از ایجاد رسوب در مبدل ها و پایپینگ ها گردد. مکانیسم عمل دیسپرسانت ها در شکل ۴ نشان داده شده است.

شکل ۴: Mechanism of dispersants in stabilizing particles in suspensions (a) surface charge density effect and (b) hydrophilicity effect. surfaces



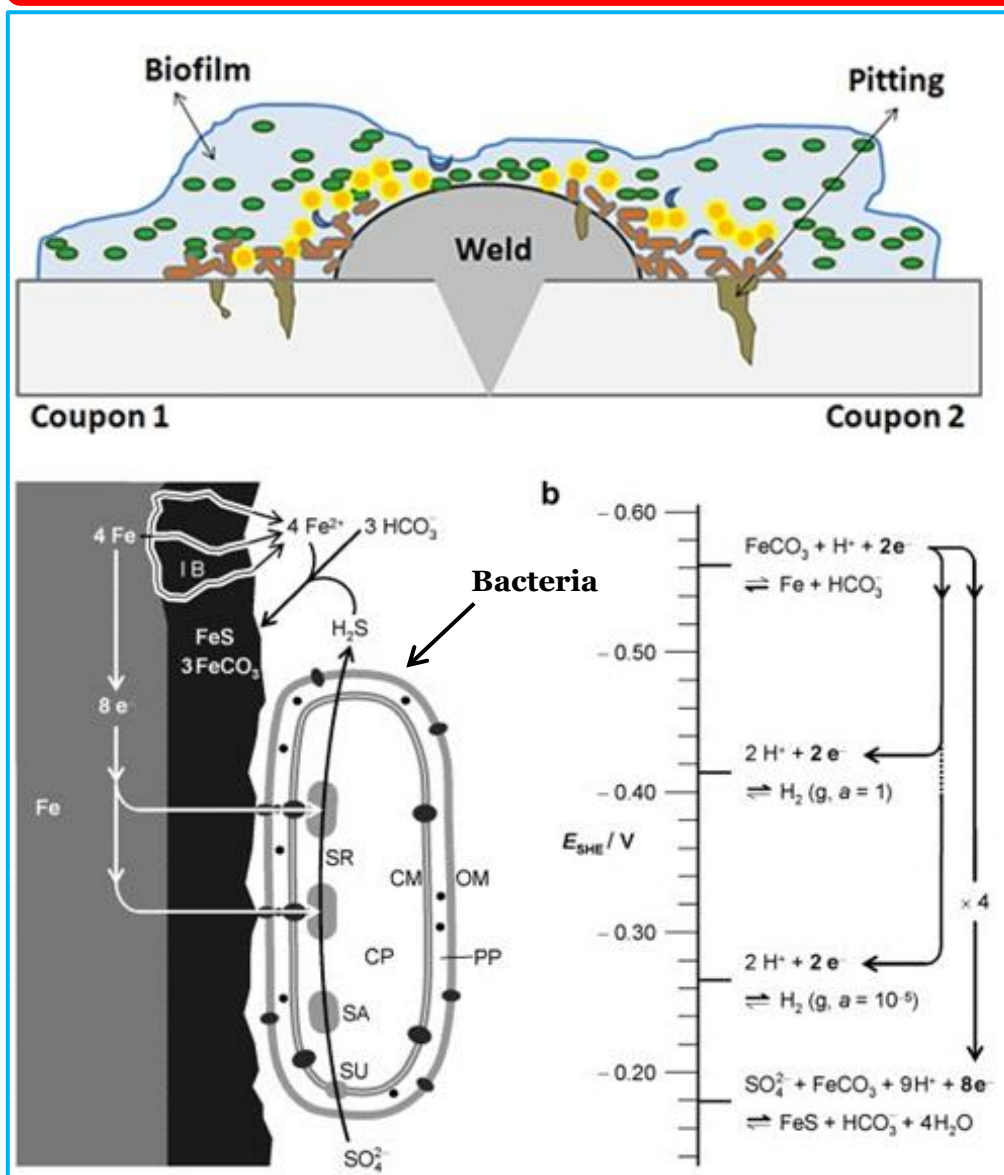
۳- کنترل میکروارگانیسم ها

یکی از مشکلات عمده در سیستم آب کولینگ تاور مساله میکروارگانیسم ها می باشد. میکروارگانیسم ها به دو صورت کلی باعث افزایش نرخ خوردگی می شوند ۱- تشکیل بایوفیلیم که سبب ایجاد رسوبات بیولوژیک در سطوح می گردد که خوردگی های زیر رسوبی را تشدید می کند و ۲- ایجاد مواد خورنده مانند H_2S که سبب تشدید خوردگی خواهد شد. (شکل ۵)

برای کنترل میکروارگانیسم ها در فرآیند آب کولینگ معمولاً از مواد شیمیایی بایوساید استفاده می نمایند تا میزان میکروارگانیسم ها در آب در حد استاندارد حفظ گردد. برای تشخیص و اطمینان از کنترل مناسب میکروارگانیسم ها در آب دو تست آزمایشگاهی

TBC (Total Bacteria Count) و SRB (Sulphate Reduction Bacteria) وجود دارد که اولی بایستی کمتر از 10^3 cfu/ml باشد و دومی به صورت **Negative** بایستی باشد.

شکل ۵: تاثیر میکروارگانیسم‌ها در تشدید خوردگی



بنابراین با توجه به مطالب ارائه شده در بالا آب کولینگ مجتمع مورد آنالیز قرار گرفت که نتایج آن به شرح زیر می‌باشد:

پارامتر	PH	EC μS/cm	TH ppm	CaH ppm	P Alka, ppm	M Alka ppm	Cl- ppm	SiO ₂ ppm	Turbidity NTU	T.Fe ppm
آب چاه	8.06	1589	220	100	0	142.12	333.96	----	1.02	0.22
آب کولینگ	8.16	2400	140	60	19.19	323		----	36.3	4.58



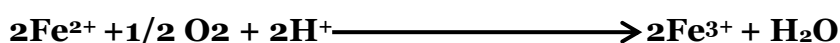
همانطور که مشخص است میزان آهن در آب کولینگ به شدت افزایش پیدا کرده است که نشان دهنده نرخ بالای خوردگی در آب کولینگ است و لذا بایستی ممانعت کننده های خوردگی متناسب با شرایط بهره برداری توسط شرکتی معتبر به آب کولینگ اضافه گردد.

- خوردگی در فرآیند Bioleaching

یکی از قسمت های خیلی مهم در زمینه خوردگی در مجتمع بابک مس تانک های Bioleaching می باشد. در این تانک ها کنسانتره مس در محیط اسید سولفوریک توسط باکتری ها تجزیه شده و مس به صورت محلول وارد فاز آبی می شود. اولین نکته ای که باید در این زمینه اشاره نمود این است که محیط اسیدی محیطی کاملاً مستعد برای فرآیند خوردگی می باشد. سهولت خوردگی در این محیط به دلیل حضور پروتون (H^+) در محیط می باشد. (PH محلول آبی در فرآیند Bioleaching بین یک تا دو می باشد)



حال بایستی کمی در فرآیند Bioleaching دقت نمائیم تا علت خوردگی شدید در تانک های Bioleaching مشخص گردد. در این فرآیند به صورت عمده از سه کانی مس به نام Chalcocite (Cu_2S) ، Chalcopyrite ($CuFeS_2$) و Covellite (CuS) و باکتری هایی مانند Thiobacillus ferrooxidans, Leptospirillum و باکتری های شیمیایی زیر جهت استخراج مس در حضور باکتری انجام شود که شامل دو مکانیسم مستقیم و غیر مستقیم می باشد:



در مکانیسم مستقیم Thiobacillus با اتصال مستقیم به سطح سولفید معدنی الکترون مورد نیاز خود را بدست می آورد، اما در مکانیسم غیر مستقیم Fe^{3+} نقش موثری در استحصال M یا همان مس را ایفا می کند.



فارغ از نوع مکانیسم های ارائه شده در این زمینه بایستی پذیرفت که Fe^{2+} و Fe^{3+} در هر دو مکانیسم نقش موثری دارند، حال باید دید پایداری ترمودینامیکی Fe^{3+} , Fe^{2+} , Fe metal به چه صورتی است؟

توجه به سری الکتروشیمیایی می تواند پاسخ مناسبی به سوال بالا بدهد. در سری الکتروشیمیایی هرچه پتانسیل نیم واکنش مثبت تر باشد واکنش الکتروشیمیایی بهتر رخ می دهد و هرچه پتانسیل منفی تر باشد واکنش سخت تر انجام می شود. جدول ۱

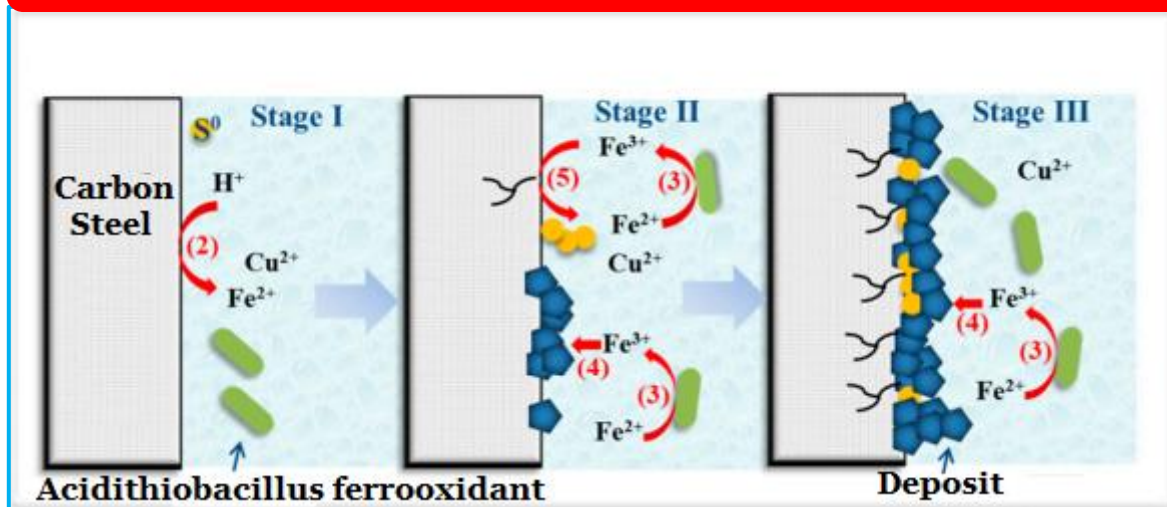
جدول ۱: سری الکتروشیمیایی برخی از عناصر

Table 1: Electrochemical Series		
Equilibrium (Oxidants ↔ Reductants)		E° (volts)
Lithium: $\text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Li}(\text{s})$		-3.03
Potassium: $\text{K}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \leftrightarrow \text{K}(\text{s})$		-2.92
Calcium: $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \leftrightarrow \text{Ca}(\text{s})$		-2.87
Sodium: $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Na}(\text{s})$		-2.71
Magnesium: $\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \leftrightarrow \text{Mg}(\text{s})$		-2.37
Aluminum: $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \leftrightarrow \text{Al}(\text{s})$		-1.66
Zinc: $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \leftrightarrow \text{Zn}(\text{s})$		-0.76
Iron: $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \leftrightarrow \text{Fe}(\text{s})$		-0.44
Lead: $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \leftrightarrow \text{Pb}(\text{s})$		-0.13
Hydrogen: $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \leftrightarrow \text{H}_2(\text{g})$		0.00
Copper: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \leftrightarrow \text{Cu}(\text{s})$		+0.34
Silver: $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Ag}(\text{s})$		+0.80
Gold: $\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \leftrightarrow \text{Au}(\text{s})$		+1.50

به عنوان مثال در جدول بالا واکنش طلا $\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Au}(\text{s})$ دارای $V = +1.5$ است و لذا این واکنش به راحتی انجام می شود، اما عکس این واکنش یعنی $\text{Au}(\text{s}) \longrightarrow \text{Au}^{3+} + 3\text{e}^-$ دارای $V = -1.5$ است لذا در طبیعت به هیچ عنوان رخ نمی دهد. با همین استدلال واکنش $\text{Fe}(\text{s}) \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$ دارای $V = +0.44$ است و به راحتی این واکنش انجام می شود و متعاقب آن تبدیل شدن Fe^{2+} به Fe^{3+} نیز دارای پتانسیل مثبت می باشد. حال بایستی به جداره تانک های Bioleaching توجه نمود، در این جداره باکتری های فرآیند حضور دارند و تمایل دارند تا از محیط اطراف خود الکترون دریافت نمایند، مطمئناً این باکتری ها الکترون مورد نیاز در چرخه متابولیکی خود را از گونه های فعال تر که تمایل به از دست دادن الکترون بیشتری دارند دریافت خواهند نمود. بنابراین بین گونه های Fe ، Fe^{2+} ، Fe^{3+} گونه Fe از همه فعال تر است بنابراین جداره تانک شروع به خورده شدن می نماید و به صورت Fe^{2+} وارد محیط می شود و مرحله خوردگی اولیه آغاز می گردد.

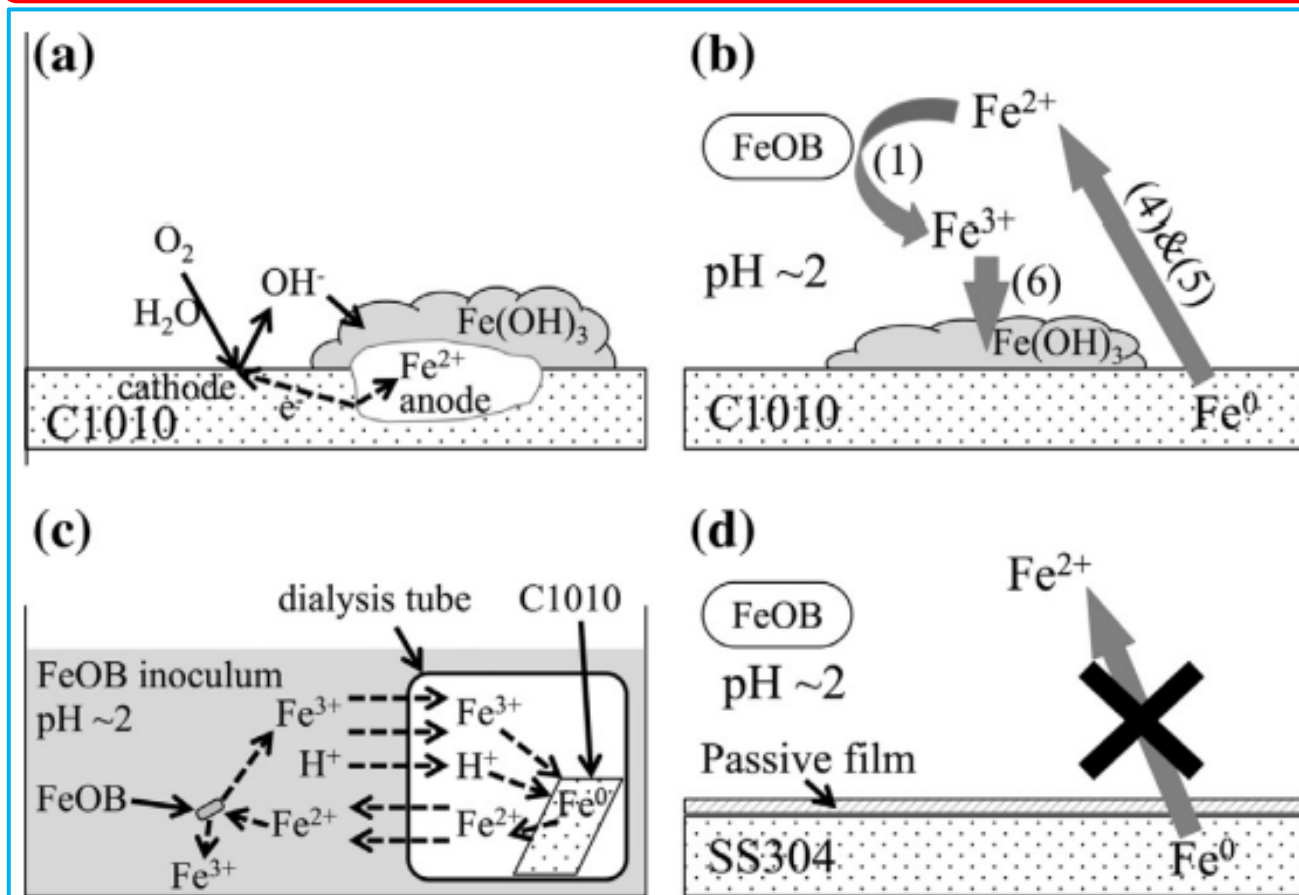
در تصویر شکل ۶ نیز مطالب ارائه شده نمایش داده شده است.

شکل ۶: مراحل ایجاد خوردگی در سطح Bioleaching Tank



در تصویر شکل ۷ نیز مقایسه بین فلز کربن استیل C1010 و SS 304 نشان داده شده است.

شکل ۷: مقایسه خوردگی C1010 و SS 304 در حضور FeOB(Acidithiobacillus ferrooxidans)





در پایان نکته ایی که ذکر آن ضروری می باشد این است که خوردگی سایشی نیز در تانک های **Bioleaching** دارای اهمیت است و تاثیر آن را در کویل های حرارتی که عمود بر جریان سیال قرار دارند کاملاً مشهود است، علیرغم اینکه این کویل ها از نوع **SS** هستند اما لایه پسیو تشکیل شده روی این کویل ها می تواند تحت تاثیر عوامل ساینده قرار گرفته و زمینه را جهت خوردگی توسط میکروارگانیسم ها فراهم آورد. یافته های تانک ۰۰۳ این مساله را تأیید می نماید و لذا برای تأیید نهایی می توان کویل های تانک ۰۰۲ را که بدون پوشش هستند را مورد بازرسی قرار داد تا مساله مطرح شده به صورت دقیق تر مورد بررسی قرار گیرد.

Conclusion

در این گزارش سعی شد تا تحلیلی اولیه و علمی در مورد مبحث خوردگی در مجتمع بابک مس خصوصاً در فرآیند **Bioleaching** ارائه گردد. مسلماً خوردگی فرآیندی پیچیده است و مکانیسم های مختلفی در بروز و شدت آن نقش دارند. بنابراین با توجه به مطالب ارائه شده در این گزارش می توان به اهمیت مبحث خوردگی در فرآیند آب مجتمع بابک مس پی برد و لذا جهت کاهش ریسک خوردگی در فرآیند آب مجتمع بابک مس به اختصار می توان اقدامات زیر را انجام داد:

- ۱- بررسی سیستم آب کولینگ و بویلر توسط شرکت های معتبر فعال در حوزه مواد شیمیایی آب و ارائه پیشنهاد فنی جهت جلوگیری از خوردگی در تجهیزات (در این زمینه مجتمع کک سازی و بعضی از مجتمع های دیگر زیر مجموعه میدکو تجربه خوبی دارند که می تواند در قالب انجمن خبرگی تبادل اطلاعات صورت گیرد)
- ۲- راه اندازی آزمایشگاه آب در مجتمع بابک مس به عنوان یکی از حلقه های مفقوده در حوزه خوردگی مجتمع، در این زمینه نیز تجربه بسیار مناسبی در مجتمع کک سازی وجود دارد و آزمایشگاه مجتمع کک سازی آمادگی دارد تا در این زمینه هر گونه همکاری که مورد نیاز مجتمع بابک مس باشد را ارائه نماید، همچنین در صورتیکه راه اندازی آزمایشگاه آب برای مجتمع بابک مس دارای هزینه بالایی باشد این امکان وجود دارد تا مجتمع بابک مس از خدمات رایگان آزمایشگاه مجتمع کک سازی در این حوزه با ارسال نمونه های هفتگی استفاده نماید).
- ۳- خوردگی در فرآیند **Bioleaching** از پیچیدگی های خاصی برخوردار است و بازدیدهای مکرر بدون ارائه طریق صرفاً به پیچیدگی موضوع می افزاید، لذا با توجه به نو بودن طرح مجتمع بابک مس در ایران، تجربه عملی کمی در این حوزه وجود دارد، بنابراین باید با بررسی های فنی و تخصصی موضوع توسط افراد حاضر در مجتمع که تجربه عملی آنها در این مدت کوتاه به مراتب از افراد متخصص که صرفاً کار علمی انجام داده اند بیشتر است اعتماد نمود و زمینه را جهت اقدامات آزمایشی اصولی و علمی فراهم نمود.
- ۴- همانطور که در بحث علمی مطرح گردید یکی از راهکارها جهت کاهش خوردگی در تانک های **Bioleaching** استفاده از مواد مقاوم مانند **SS 304, 316** است و در غیر این صورت در صورتی که مخازن از نوع **C1010** هستند بایستی ایزولاسیون را در دستور کار قرار داد، بنابراین اجرای لایه محافظ **FRP** در صورتی که به صورت استاندارد اجرا گردد اقدامی مناسب خواهد بود اما این اقدام به تنهایی کافی نیست و انجام تست های آزمایشی روی پوشش مناسب ضروری است، لذا پیشنهاد می گردد یا یک طرح پایلوت در کنار تانک های اصلی طراحی گردد و خوردگی در شرایط مختلف مورد



بررسی و ارزیابی قرار گیرد و یا اینکه با قرار دادن کوپن‌هایی (تیغه های فلزی استاندارد جهت سنجش میزان خوردگی) که توسط مواد مقاوم پوشش داده شده اند در تانک‌های اصلی میزان مقاومت این پوشش‌ها مورد بررسی و ارزیابی علمی قرار گیرد تا بهینه ترین پوشش با توجه به شرایط بهره برداری انتخاب شود. (در شکل مقابل استفاده از تانک‌های استیل (SS) در فرآیند Bioleaching در Ghana نشان داده

شده است)

References

- [1] "Effects of Thiobacillus Ferrooxidans on corrosion of AISI 4140 Steel in presence of oil biodiesel", Int. J. Electrochem. Sci., 9 (2014) 5937 – 5947
- [2] D.T. Lacey, F. Lawson, Kinetics of the liquid-phase oxidation of acid ferrous sulfate by the bacterium Thiobacillus ferrooxidans, Biotechnol. Bioeng. 12 (1970) 29–50.
- [3] W. Sand, T. Gehrke, Extracellular polymeric substances mediate bioleaching/ biocorrosion via interfacial processes involving iron(III) ions and acidophilic bacteria, Res. Microbiol. 157 (2006) 49–56.
- [4] D. Starosvetsky, R. Armon, J. Yahalom, J. Starosvetsky, Pitting corrosion of carbon steel caused by iron bacteria, Int. Biodeterior. Biodegrad. 47 (2001) 79–87.
- [5] Bioleaching: A Microbial Process of Metal Recovery; A Review, METALS AND MATERIALS International, Vol. 11, No. 3 (2005), pp. 249~256
- [6] A Mintek perspective of the past 25 years in minerals bioleaching, The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2009

بررسی و تحلیل خوردگی در ماشین Quenching

محمد حسین اسدی

رئیس مهندسی، برنامه و بودجه و

تحقیق و توسعه

نقش: همکار تیم



مهدی مبین

کارشناس آزمایشگاه مجتمع کک سازی

و پالایشگاه

نقش: مسؤل بررسی



علیرضا فهیم زاده

مدیر آزمایشگاه و کنترل کیفیت

مجتمع کک سازی و پالایشگاه

نقش: همکار تیم



(با تشکر از همکاری مهندس رضا حسنی سرشیفت کوره کک سازی و مهندس حجت رحمانی سرپرست دفتر فنی مجتمع کک سازی و واحد توسعه مدیریت مجتمع کک سازی)

چکیده

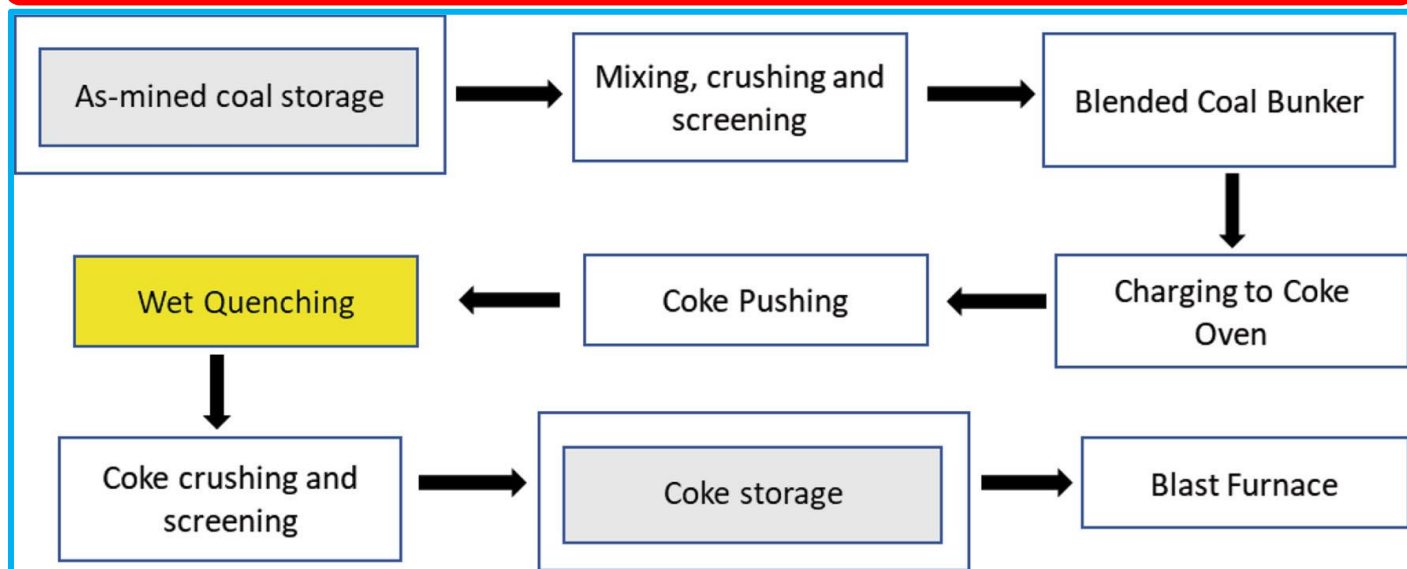
در این گزارش سعی می‌شود مساله خوردگی در ماشین کوئینچینگ مجتمع کک سازی مورد بررسی و تحلیل علمی قرار گرفته و راهکارهای محتمل جهت کاهش ریسک خوردگی در آن مورد بررسی قرار گیرد. ماشین کوئینچینگ دارای واگنی است که در آن کک تولیدی با دمای حدود ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد با آب خاموش و خنک می‌گردد. بررسی‌ها نشان می‌دهد مساله سایش، تنش‌های حرارتی و وجود مواد شیمیایی خورنده در آبی که جهت خاموش کردن کک مورد استفاده قرار می‌گیرد از مهمترین عوامل ایجاد خوردگی‌های شدید در ماشین کوئینچینگ می‌باشند. بنابراین متریال موجود در این محیط می‌تواند در معرض شدیدترین نوع خوردگی قرار گیرند و لذا با توجه به اهمیت تولید کک با کیفیت جهت مصرف در کوره بلند، نگهداری و تعمیرات ماشین کوئینچینگ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بررسی‌ها نشان می‌دهد مهمترین اقدام محافظتی در این زمینه می‌تواند استفاده از پوشش‌های صنعتی مانند انواع اپوکسی‌های مقاوم در برابر مواد شیمیایی خورنده باشد. همچنین تغییر در طراحی واگن نیز می‌تواند سبب کاهش تماس آب داغ با شاسی و قسمت‌های مختلف واگن گردد.



مقدمه

یکی از مراحل مهم در تولید کک متالورژی، مرحله خاموش سازی کک یا اصطلاحاً مرحله **Quenching** می‌باشد. بعد از اینکه زغال سنگ در داخل سلول کک شوندگی خود را طی کرد توسط ماشین **Pusher** به داخل ماشین کوئینچینگ منتقل می‌شود، سپس با استفاده از **Waste Water** حاصل از تولید کک، اقدام به خاموش سازی کک ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد و رساندن دمای آن به حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد می‌شود. (مراحل تولید کک جهت مصرف در کوره بلند (BF) در شکل ۱ نشان داده شده است، همچنین در شکل ۲ تخلیه کک از درون سلول به داخل واگن ماشین کوئینچینگ و خاموش سازی کک در برج خاموش کننده نشان داده شده است.

شکل ۱: مراحل تولید کک جهت مصرف در کوره بلند



به دلیل اهمیت نوع و نحوه‌ی **Quenching** در خواص کک تولیدی، در صورت عدم کنترل خوردگی و چاره اندیشی در این حوزه ضمن وارد آمدن خسارت ناشی از تعمیر مجدد و یا از سرویس خارج شدن ماشین کوئینچینگ، می‌تواند منجر به توقفات ناخواسته در خط تولید کک متالورژی نیز گردد. با توجه به رسالت انجمن خبرگی سایش و خوردگی در جهت کاهش هزینه ها و خسارات ناشی از خوردگی، این موضوع در انجمن خبرگی سایش و خوردگی مورد بحث و بررسی قرار گرفت که در ادامه گزارش آن ارائه می‌گردد.

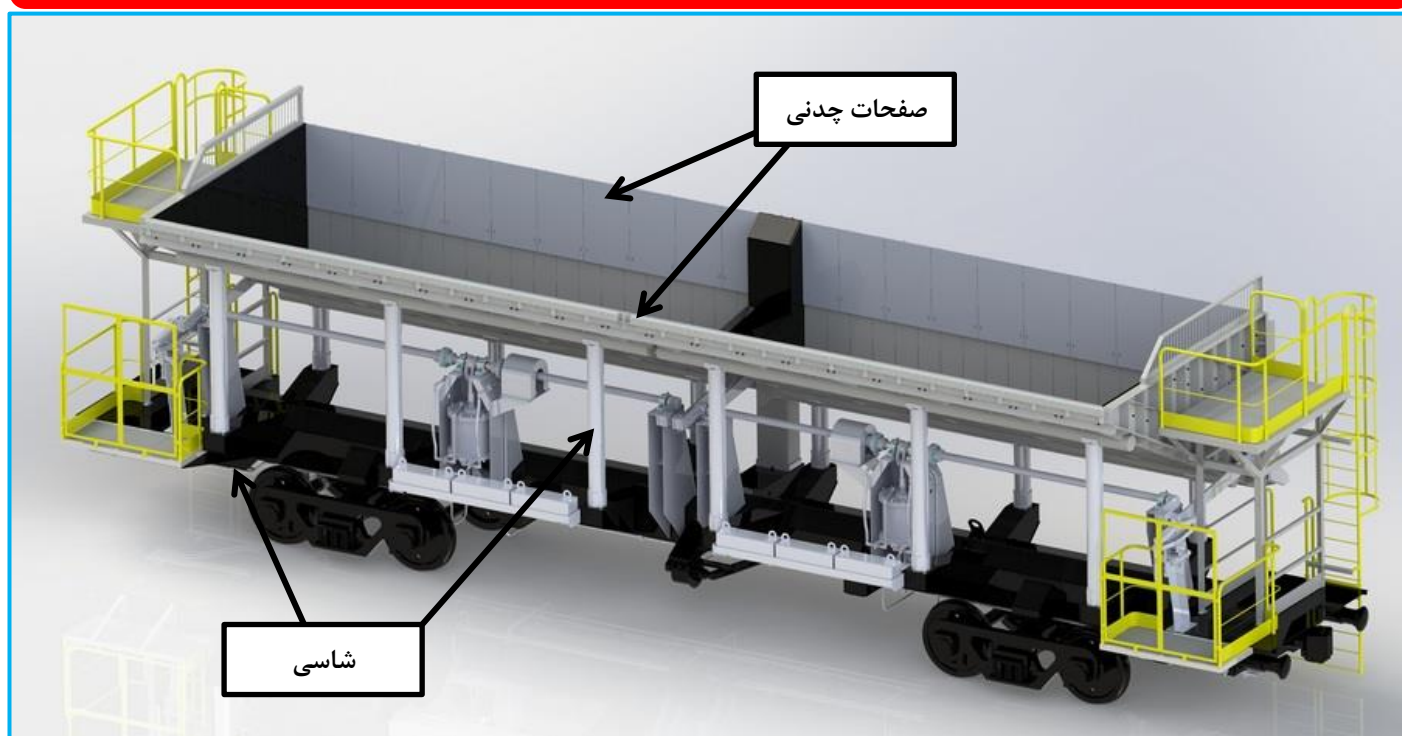
شکل ۲: تخلیه کک از درون سلول به داخل واگن ماشین کوئینچینگ (راست) و خاموش سازی کک در برج خاموش کننده (چپ)



SCIENTIFIC DISCUSSION

جهت بررسی خوردگی در ماشین کوئینچینگ نیاز است تا محیط شیمیایی و ساختار واگن مورد بررسی قرار گیرد. نخست باید بدانیم واگن ماشین کوئینچینگ از چه اجزایی تشکیل شده است. در بررسی های صورت گرفته مشخص می گردد واگن از دو قسمت اصلی صفحات چدنی و شاسی تشکیل شده است که در شکل ۳ نشان داده شده است.

شکل ۳: صفحات چدنی و شاسی واگن ماشین **Quenching**



معمولا صفحات چدنی از آلیاژی با مقدار منگنز و سیلیس بالا تشکیل شده است تا مقاومت صفحات در مقابل سایش با کک با دمای بالا افزایش پیدا کند، همچنین شاسی نیز از آلیاژهای کربن استیل ساخته شده است. مساله ایی که در مورد خوردگی ماشین **Quen** دارای اهمیت می باشد خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده در فرآیند خاموش سازی کک است. خصوصیات شیمیایی آب در جدول ۱ نشان داده شده است.

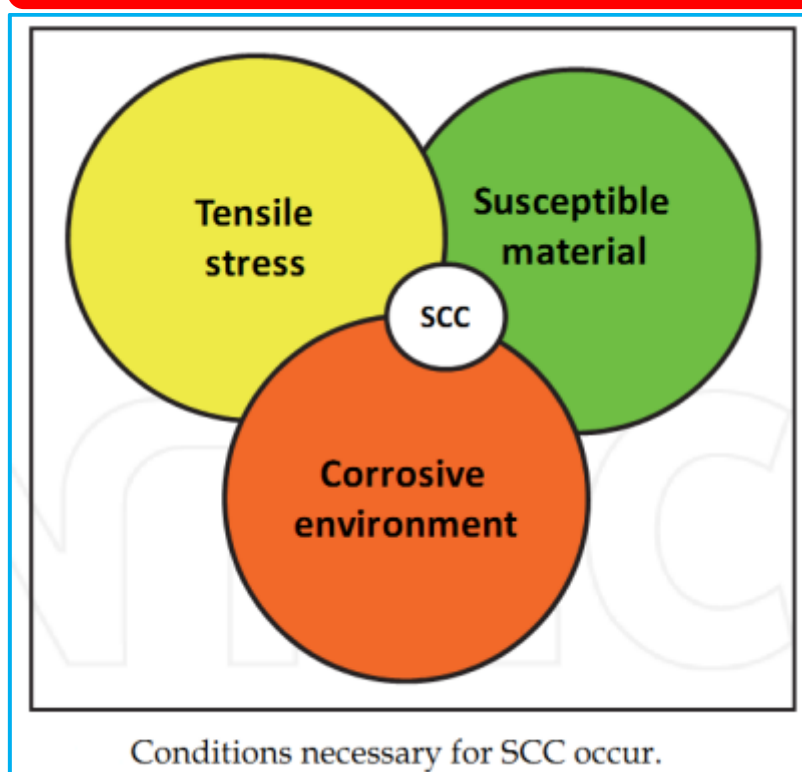
Turbidity (NTU)	PH	SCN ⁻	S ²⁻	HCN	Phosphate	Phenol	Ammonia	COD	NH ₄ Cl
~300	5-9	~800	~100	< 10	~25	~500	~ 300	~3000	~1500

همانطور که مشخص است مواد شیمیایی از جمله سولفید (S^{2-})، کلراید (Cl^-)، تیوسیانات (SCN^-)، آمونیاک (NH_3)، آمونیوم (NH_4^+) و ترکیبات شیمیایی دیگر محیط واکن را به شدت مستعد خورده شدن می‌نماید و لذا انواع خوردگی‌ها در صفحات و شاسی واکن می‌تواند رخ دهد که از آن جمله می‌توان به **Hydrogen Embrittlement Corrosion**، خوردگی ناشی از کلراید (**Chloride Induced Corrosion**) و خوردگی ناشی از حضور یون سولفید (**Sulfide Corrosion**) اشاره نمود.

مساله ایی که در زمینه خوردگی واکن ماشین **Quen** خودنمایی می‌کند مساله **Stress Corrosion Cracking** می‌باشد. این پدیده از حضور سه عامل اصلی تنش، مواد حساس به خوردگی و محیط خورنده بوجود می‌آید. (شکل ۴)

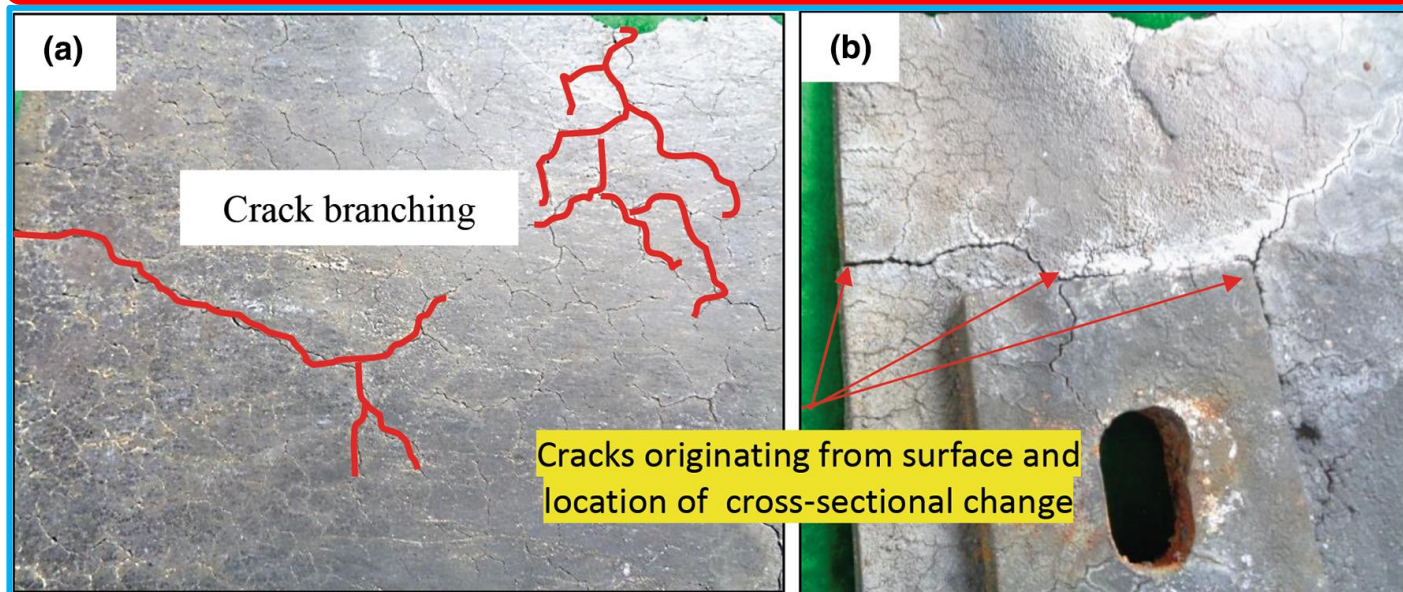
در واکن ماشین **Quen** صفحات چدنی به دلیل تماس با کک ۱۲۰۰ درجه به شدت دچار تنش حرارتی می‌شود و بعد از اینکه آب با دمای پائین نیز روی کک ریخته می‌شود در محدوده زمانی اندکی دما به حدود ۱۰۰ الی ۱۵۰ درجه می‌رسد، بنابراین تنش حرارتی از یک سو و آب با ترکیب شیمیایی خورنده و صفحات چدنی حساس به خوردگی زمینه را جهت بروز **SCC** در صفحات و شاسی فراهم می‌نماید.

شکل ۴: شرایط لازم برای ایجاد SCC



همچنین به دلیل اینکه بعد از اسپری شدن آب روی کک داغ فقط آب به صورت بخار از برج خارج می‌شود، بنابراین املاح خورنده - ایی که در جدول ۱ نشان داده شد بر روی سطوح فلزی رسوب می‌نمایند و زمینه را جهت تشدید خوردگی فراهم می‌نمایند. شکل ۵ نمونه ایی از خوردگی های **SCC** در صفحات چدنی یک ماشین **Quen** را نشان می‌دهد.

شکل ۵: ایجاد SCC در صفحات چدنی واگن ماشین Quenching

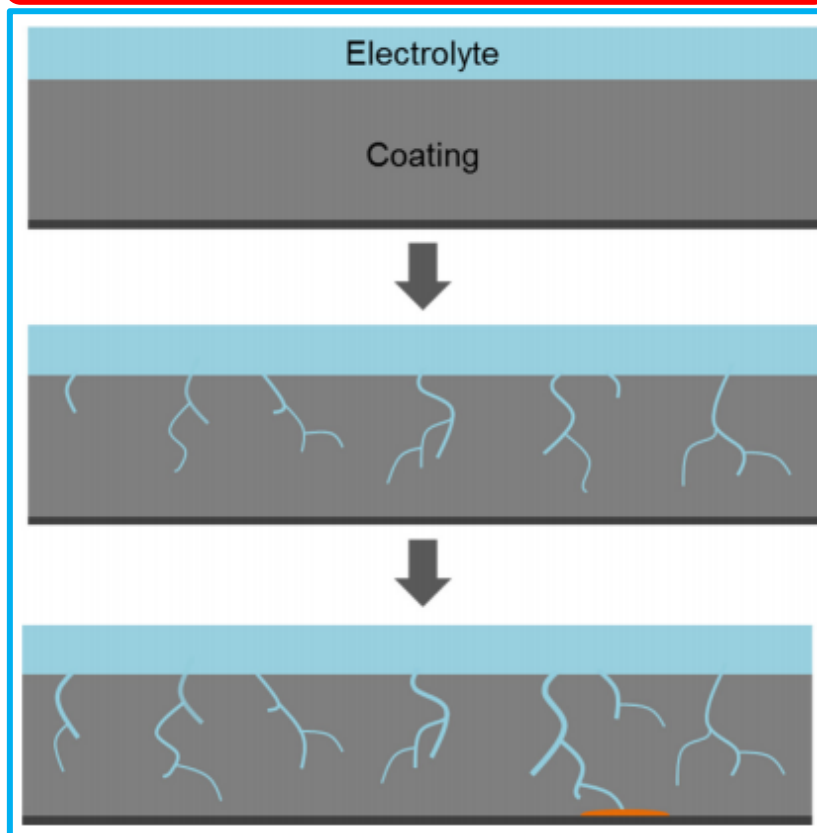


بنابراین تنش، سایش و وجود عوامل خورنده از مهمترین عوامل ایجاد و گسترش خوردگی در واگن ماشین Quen هستند. در این شرایط بهترین اقدام جهت به حداقل رساندن خوردگی به ترتیب استفاده از مواد مقاوم به خوردگی و یا استفاده از پوشش‌های صنعتی جهت ایزوله کردن فلز از محیط خورنده می‌باشد. همانطور که در ابتدای گزارش اشاره شد صفحات چدنی معمولاً از جنس **Cast Stainless Steel** که دارای مقادیر منگنز و سیلیس بالایی است انتخاب می‌شوند و مقاومت خوبی نسبت به سایش و خوردگی دارند و عملاً نمی‌توان برای این صفحات اقدام خاصی انجام داد، اما مساله مهم شاسی واگن است که در معرض شدیدترین خوردگی‌ها قرار دارد و بیشترین خوردگی و هزینه نیز ناشی از این قسمت است. برای کاهش میزان خوردگی در شاسی واگن ماشین Quen یا بایستی از **Stainless Steel** مقاوم در برابر خوردگی استفاده نمود که هزینه بسیار زیادی دارد و با توجه به پروژه **CDQ (Coke Dry Quenching)** عملاً توجیه اقتصادی ندارد و یا می‌توان از پوشش‌های صنعتی که مقاومت مناسبی نسبت به شرایط بهره‌برداری دارد استفاده کرد که هم مقرون به صرفه است و هم هزینه خوردگی را کاهش می‌دهد.

پوشش‌های مناسب برای این شرایط معمولاً انواع اپوکسی‌ها می‌باشد که مقاومت مناسبی در محیط‌های خورنده دارند. نکته‌ای در اینجا ذکر آن حائز اهمیت است اجرای آزمایشی پوشش مورد استفاده در شرایط واقعی و همچنین استفاده از پرایمرها و آسترهای مقاوم در مقابل خوردگی است که می‌تواند باعث افزایش اثربخشی پوشش جهت مقابله با خوردگی باشد.

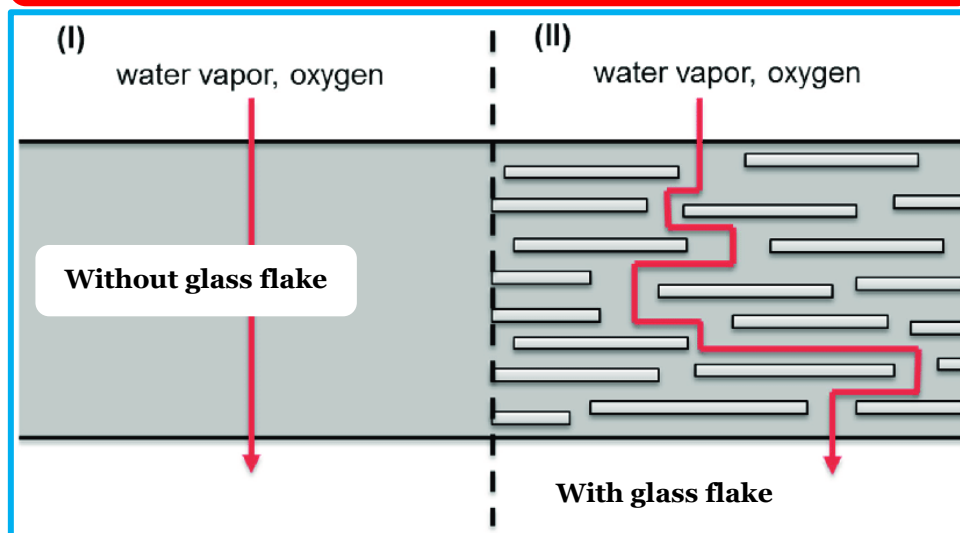
به عنوان مثال **Epoxy Phenolic Coatings** می‌توانند به عنوان پوشش مقاوم در شرایط بهره‌برداری واگن Quen بعد از بررسی‌ها و تست‌های آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گیرند، اما نظر به اینکه این پوشش‌ها در گذر زمان و بسته به شرایط بهره‌برداری می‌توانند آب را جذب نمایند و نهایتاً با ایجاد کانال‌های میکروبی در پوشش سبب انتقال مواد خورنده به سطوح زیر پوشش شده و نهایتاً سبب بروز خوردگی‌های نقطه‌ای **Underfilm Corrosion** می‌گردد. شکل ۶

شکل ۶: ایجاد Underfilm Corrosion در پوشش Epoxy



بنابراین استفاده از آسترهای مناسب مانند **Glass Flake** سبب افزایش کارایی پوشش استفاده شده خواهد شد و به افزایش طول عمر پوشش کمک خواهد کرد. در شکل ۷ مکانیسم عمل اپوکسی در حضور **Glass Flake** و عدم حضور آن نشان داده شده است.

شکل ۷: تاثیر **Glass Flake** در افزایش کارایی پوشش‌های مقاوم به خوردگی



در شکل ۸ به صورت نمونه استفاده از پوشش‌های صنعتی برای واگن ماشین **Quenching** نشان داده شده است.

شکل ۸: استفاده از پوشش جهت کاهش میزان خوردگی در واگن ماشین **Quenching**



Conclusion

صحت و سلامت عملکرد ماشین **Quenching** به عنوان یکی از حلقه‌های زنجیر تولید کک پایدار همیشه حائز اهمیت بوده و تلاش در جهت به حداقل رساندن میزان خوردگی در این تجهیز اقدامی مهم در جهت افزایش بهره‌وری و کاهش توقفات خط تولید کک متالورژی بشمار می‌آید. همانگونه که در این گزارش بررسی گردید شرایط بهره‌برداری از ماشین **Quenching** به نحوی است که محیط را کاملاً مستعد بروز انواع خوردگی‌ها می‌نماید که پرداختن به مکانیسم این خوردگی‌ها از حوصله این بحث خارج است، اما آنچه به صورت کلی می‌توان به آن اشاره نمود نقش پررنگ SCC در بروز و شدت خوردگی‌های ماشین **Quenching** است که راهکار مناسب با توجه به شرایط مجتمع کک‌سازی می‌تواند استفاده از پوشش‌های مقاوم به محیط خورنده با پیش شرط بررسی‌های آزمایشگاهی جهت انتخاب پوشش مناسب با توجه به شرایط بهره‌برداری است. همچنین استفاده از پرایمرها و آسترهای مناسب مانند **Glass Flake Epoxy** نیز می‌تواند باعث افزایش کارایی پوشش اصلی گردد.



شرکت مادر تخصصی (هلدینگ) توسعه معادن و صنایع معدنی خاورمیانه (میدکو)
مجتمع کک سازی و پالایشگاه
گزارش فنی تخصصی انجمن خبرگی درون سازمانی سایش و خوردگی
(EC-MCOP)



References

- | | |
|--|---|
| <p>[1] World Steel Association, https://www.worldsteel.org (2013).</p> <p>[3] V.S. Raja, T. Shoji, Stress Corrosion Cracking Theory and Practice (Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2011).</p> <p>[5] M.G. Fontana, Corrosion Engineering, 3rd edn. (Mcgraw-Hill, New York, 1986).</p> <p>[7] Review on the Processing and Properties of Polymer Nanocomposites and Nanocoatings and Their Applications in the Packaging, Automotive and Solar Energy Fields, Nanomaterials 2017,7, 74.</p> | <p>[2] G. Li, S. Xu, J. Kong, P. Gao, G. Jiang, L. Xie, Coke oven production process intelligent control. Inf. Eng. Lett. 2, 1–9 (2012).</p> <p>[4] H.B. Pereira, C.R.F. Azevedo, Can the drop evaporation test evaluate the stress corrosion cracking susceptibility of the welded joints of duplex and super duplex stainless steels? Eng. Fail. Anal. 99, 235–247 (2019).</p> <p>[6] https://www.ddmet-caster.com</p> |
|--|---|

بررسی خوردگی و تشکیل رسوبات ناخواسته در فرآیند آب در گردش CT 01 فولادسازی

امین کوچکی

کارشناس آب

مجتمع احیاء و فولاد بردسیر

نقش: مسئول بررسی



سید میثم هاشمی

مدیر آزمایشگاه و کنترل کیفیت

مجتمع احیاء و فولاد بردسیر

نقش: همکار تیم



چکیده

دراکثر کارخانجات کوچک و بزرگ از مهمترین و اساسی ترین دستگاه ها میتوان انواع برجهای خنک کننده را نام برد. برجهای خنک کننده علاوه بر آب در صورت لزوم به منظور خنک کردن سیالات دیگر مورد استفاده واقع می-



شوند. طی این گزارش فنی تخصصی شرایط آب برجهای خنک کننده واحد احیاء مستقیم و فولادسازی بردسیر (siSco) مورد بررسی قرار میگیرد و پارامترهای موثر در برجهای خنک کننده از قبیل میزان PH ، غلظت مواد بازدارنده خوردگی ، ارتباط مستقیم pH با قلیائیت، همچنین کلر آزاد آب در گردش و آب جبرانی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است و

جدول مربوط به تاثیر هر پارامتر بر روی برج ترسیم شده است همچنین خواص آب گردشی در برجهای خنک کننده که میتوانند خوردنده Corrosive رسوبگذار scaling و متمایل به ایجاد لجن یا توده های لجنی biofouling باشند توسط اندیس های آب در سیستم مورد بحث قرار گرفته است. در این گزارش همچنین بهترین شرایط عملیاتی برای رسیدن به بالاترین راندمان برج خنک کننده برای هر پارامتر بیان شده است.

مقدمه

شناخت آب از نظر کیفیت و کمیت و چگونگی حصول آن، قدمی اساسی در جهت بهینه سازی مصرف آن و همچنین کاهش میزان نرخ خوردگی در تجهیزات و خطوط لوله در کارخانجات، مبنای جمله مجتمع احیاء مستقیم و فولادسازی بردسیر می باشد.

خوردگی پدیده مخربی است که موجب اتلاف مواد، انرژی و سرمایه می شود. کنترل نرخ خوردگی و رسوبگذاری در آبهای در گردش صنعتی مستلزم رعایت نکاتی همچون تعیین و استفاده صحیح از مواد شیمیایی ضد خوردگی و ضد رسوب متناسب با نوع آب، که همان مسئله Water treatment و همچنین پایش و کنترل مداوم کیفیت آب در گردش کولینگ ها توسط واحد آزمایشگاه آب می باشد. به این ترتیب با تزریق مواد شیمیایی مناسب جهت بهسازی آب مانع از ایجاد مشکلات فراوان در فرآیند آب شده و در نهایت باعث بالا رفتن راندمان بهره وری در تولید می گردد.

SCIENTIFIC DISCUSSION

✓ کولینگ مدار باز CT 01 فولادسازی:

نام دیگر این کولینگ Indirect یا غیر مستقیم نیز می باشد. این کولینگ دارای ۵ فن و حجم آب در گردش آن حدوداً ۸۰۰۰ مترمکعب و حجم حوضچه ۹۰۰ مترمکعب است. یکی از مهمترین کولینگ های واحد فولادسازی است که آب آن جهت خنک کاری و کاهش دمای آب مدار بسته (QW) توسط Heat Exchanger، کمپرسورهای اکسیژن پلنت، FTP و غیره ارسال می گردد. آب ورودی یا جبرانی به این کولینگ طبق دستورالعمل های موجود، می بایست آب R0 یا مخلوطی از آب چاه و R0 که از لحاظ آنالیزی از کیفیت بالایی برخوردار باشد. در حال حاضر آب Make up به این سیستم آب چاه می باشد.

آنالیز آب چاه ۶۲

Parameter	pH	Ec μS/cm	TDS	TH ppm	CaH ppm	P.Alk ppm	M.Alk ppm	Cl ⁻ ppm	Turbidity NTU	SO ₄ ppm	T.Fe ppm
Make Up 62	8.2	640	396	201.4	149.2	2.1	151.5	55	2	65	0.1

با توجه به پارامترهای آب ورودی به سیستم کولینگ مدار باز CT 01، آب پس از سیرکوله شدن و کاهش دمای آب توسط فن های کولینگ و به دلیل تبخیر سیکل تغلیظ بالا می رود و به همین خاطر پارامترهای آب در گردش افزایش می یابد. آزمون های انجام شده مربوط به نمونه های مورد نظر در آزمایشگاه آب مجتمع احیاء و فولاد بردسیر به شرح ذیل گزارش شده است:

آنالیز آب در گردش CT 01

Parameter	pH	Ec μS/cm	TDS	TH ppm	CaH ppm	P.Alk ppm	M.Alk ppm	Cl ⁻ ppm	Turbidity NTU	SO ₄ ppm	T.Fe ppm
CT 01	8.98	2190	1358	828.3	630.9	114.6	425.1	388.4	30	190	1.1

با توجه به آنالیزهای فوق نتایج ذیل را می توان استخراج نمود:

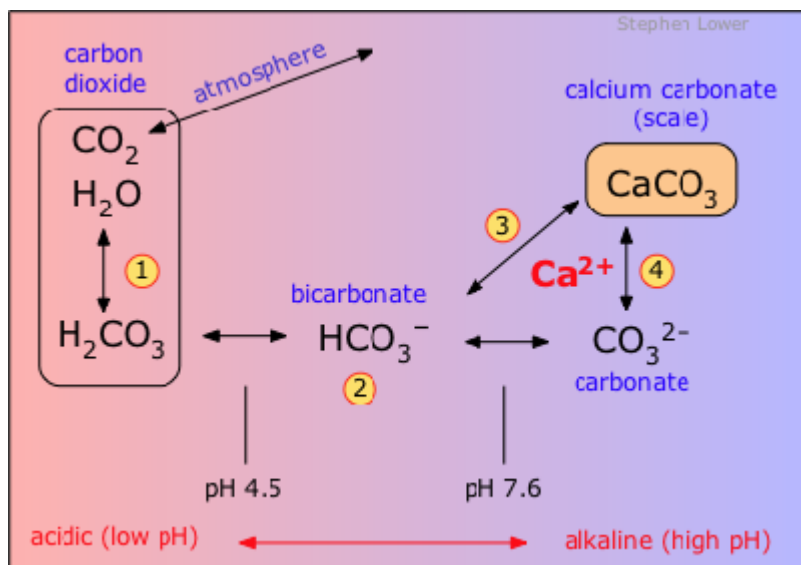
۱- همانطور که در جداول بالا مشاهده می کنید با توجه به بالا رفتن یون کلراید آب در گردش کولینگ مدار باز CT 01 نسبت به آب جبرانی سیکل تغلیظ محاسبه شده برای این کولینگ $Nc=7$ می باشد.

۲- یکی از پارامترهای بسیار مهم در آب کولینگ تاورها، کنترل pH می باشد. در برج های خنک کن مدار باز فولادسازی pH کولینگ CT 01 همواره بالای ۸.۶ گزارش شده است.

رسوبگذاری در محیط های بازی (pH بالای ۷) به راحتی صورت می پذیرد. ماده ی ضد خوردگی و ضد رسوبی که در این کولینگ تزریق می گردد بر پایه زینک فسفات می باشد که برای تشکیل لایه ی بهتر و کامل فیلم محافظ باید pH بین (۷.۸-۸.۲) کنترل گردد.

تزریق اسید مناسب یکی از راه های پیشنهادی جهت پایین آوردن pH می باشد.

۳- همانطور که در جدول بالا نشان می‌دهد قلیائیت در آب گردشی کولینگ CT 01 به حدود 425.1 ppm رسیده است. با بالا رفتن این پارامتر، در دماهای بالا و سرعت کم سیال در نقاط بحرانی باعث تشکیل رسوبات کلسیم کربنات بصورت واکنش‌های زیر می‌گردد.



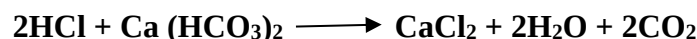
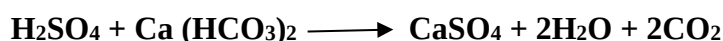
تصویر شماره ۱: واکنش تشکیل رسوب کلسیم کربنات

۴- کدورت در اثر وجود مواد معلق کلوئیدی در آب ایجاد می‌شود و اندازه ذرات کلوئیدی یک میکرون تا یک هزارم میکرون (۰/۰۰۱ تا ۰/۰۰۰۰۰۰ میلی‌متر) می‌باشد. میزان کدورت (Turbidity) در آب گردشی برج خنک CT 01 بالا می‌باشد.

اقدامات صورت گرفته در خصوص مشکلات بوجود آمده در آب گردشی کولینگ CT 01:

- علت تزریق اسید این است که اگر بی‌کربنات‌های کلسیم و منیزیم در آب وجود داشته باشد آن را به سولفات کلسیم و منیزیم تبدیل می‌کنند که در آب برج محلول بوده و در اثر حرارت ایجاد رسوب نمی‌کند. بدین سان عمل پیشگیری انجام می‌شود، یعنی قبل از اینکه بی‌کربنات‌ها وارد سیستم مبدل‌های حرارتی شده و رسوب ایجاد نمایند توسط اسید از مدار خارج می‌شوند و به صورت سولفات‌های منیزیم و کلسیم محلول در آب برج خنک کن در می‌آیند.
- همانطور که در بالا اشاره شد در خصوص انتخاب اسید تزریقی به کولینگ مدار باز جهت کاهش و کنترل pH بایستی به یون‌های خورنده معروف در آب که یون کلراید (Cl-) و یون سولفات (SO4²⁻) می‌باشد توجه ویژه‌ای نمود.
- از آنجایی که حجم آب در گردش این کولینگ بسیار بالاست می‌بایست اسید قوی همچون اسید سولفوریک صنعتی با درجه خلوص ۹۲-۹۵٪ استفاده کرد. البته قابل ذکر است که از اسید کلریدریک ۳۷٪ نیز میتوان استفاده نمود اما به دلیل مقرون به صرفه نبودن اقتصادی و مصرف بیش از حد، این اسید پیشنهاد نمی‌گردد.
- علت بعدی تزریق اسید این است که در صورتیکه میزان قلیائیت سیستم بیشتر از رنج تعریف شده قرار گرفت، می‌توان با تزریق اسید سولفوریک میزان قلیائیت را بر حسب سیکل تغلیظ موجود در سیستم کاهش داد. کاهش قلیائیت و یا pH با اسید، یکی از

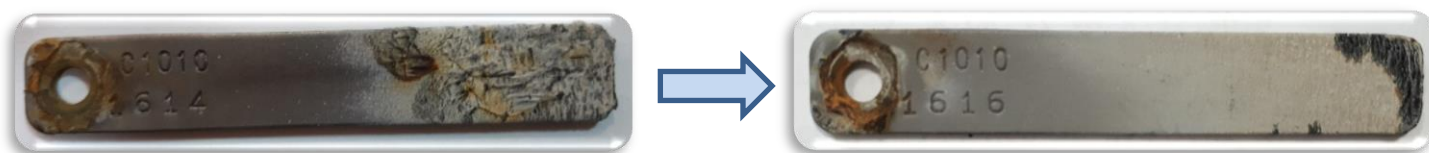
روشهای موثر در کنترل رسوبگذاری سیستم می باشد. این روش به دلیل حذف کربنات و بی کربنات از طریق تبدیل آنها به CO₂، حالتی از حذف یونی است. به عبارتی یک ppm از اسید سولفوریک غلیظ، یک ppm از قلیائیت M را حذف می کند. اسید سولفوریک (H₂SO₄) و اسید کلریدریک (HCl) دو اسید متداول قابل مصرف برای کنترل تشکیل رسوب کربنات کلسیم می باشند. اسید را توسط دوزینگ پمپ به سیستم تزریق می کنند که می توان pH آب در گردش را با استفاده از دوزینگ پمپ معمولی و یا پمپ pH کنترلر تنظیم نمود. واکنش اسید با بی کربنات کلسیم به قرار زیر است:



پس از تزریق اسیدسولفوریک، قلیائیت (M.Alk) در آب گردشی سیستم کولینگ CT 01 از 425.1 ppm به 50.02 ppm کاهش داده شد. پارامترهای این آب پس از تزریق اسید بدین صورت می باشد:

Parameter	pH	Ec μS/cm	TDS	TH ppm	CaH ppm	P.Alk ppm	M.Alk ppm	Cl ⁻ ppm	Turbidity NTU	So ₄ ppm	T.Fe ppm
CT 01	7.8	1610	999	488.84	334.32	0	50.02	189.4	6	350	0.74

- همانطور که در جدول بالا مشاهده می کنید بدون افزایش بلودان، سیکل تغلیظ از ۷ به ۳/۵ کاهش داده شد. راه حل پیشنهادی ارائه شده بجای افزایش بلودان جهت کاهش پارامترهای کنترلی، آبگیری کولینگ CT 01 به میزان کم توسط آب تولیدی RO بود. نرخ خوردگی تیرماه ۹۸ کوپن کربن استیل مربوط به برج خنک کن CT 01 فولادسازی جهت محاسبه میزان خوردگی پس از گذشت ۴۰ روز برداشته شد که پس از برداشت کوپن، شستشو و محاسبات، میزان خوردگی MPY=2.074 اعلام گردید. پس از اقدامات صورت گرفته، نرخ خوردگی کوپن کربن استیل برج خنک کن CT 01 به MPY=0.91 در شهریور ماه کاهش داده شد. در تصویر شماره ۲ کوپن خوردگی تیر و شهریور ماه آورده شده است.



تصویر شماره ۲: کوپن کربن استیل کولینگ CT 01

- حوضچه ی کولینگ مدار باز CT 01 دارای ۵ عدد سندفیلتر می باشد که استفاده از آنها موجب پایین آمدن کدورت آب و بالا رفتن کیفیت آب در گردش می شود، پس از پیگیری های مداوم این سندفیلترها پس از راه اندازی در مدار قرار گرفته و کدورت این آب از 30 NTU به 6 NTU کاهش داده شد. (تصویر شماره ۳)



تصویر شماره ۳ : Sand Filter basin CT 01

CONCLUSION

با توجه به مباحث، مشکلات و اقدامات مطرح شده درخصوص رسوبگذاری و خوردگی آب گردشی CT 01 نسبت به ماههای گذشته نرخ خوردگی روبه کاهش بوده است. همچنین میتوان علاوه بر تزریق شوکی ماده بایوساید غیراکسیدانت از ماده اکسیدانت بصورت پیوسته مانند آب ژاول جهت گندزدایی و عملکرد بهتر در کولینگ CT 01 استفاده نمود.

بررسی و تحلیل خوردگی در خطوط لوله آب آتش نشانی

مهدی اشرف زاده
رئیس آزمایشگاهپیمان بهاء الدینی
عملیات آبرسانی و فاضلابحسام زندوئوقی
رئیس آب و فاضلابمرتضی بحرینی
رئیس نت گندله سازی

چکیده

لوله های آب و گاز مدفون به علت مجاورت با خاک در معرض خوردگی گالوانیکی قرار دارند. به علت عدم مشاهده مستقیم و مدفون بودن این لوله ها، پیشگیری و حفاظت از خوردگی باید به نحوی انجام شود تا از اکسیداسیون لوله جلوگیری شود. یکی از این روشهای محافظت استفاده از پوشش روی لوله های مدفون می باشد. عوامل مخرب در محیط های صنعتی موجب از بین رفتن پوشش روی سطوح لوله می شوند که این محل ها، مکانی جهت تشدید خوردگی خواهند شد. در این پروژه عیب یابی پوشش لوله های خطوط آتشنشانی و آب خنک کاری گندله سازی به روش DCVG انجام شده است. عیب یابی پوشش در واقع مقدمه ای برای حفاظت کاتدی به شمار می رود تا از نشت جریان اعمالی در محل های معیوب جلوگیری کند. عیب یابی در دو مرحله روی شبکه آب آتشنشانی و شبکه آب کولینگ گندله سازی انجام شد و نقاط دارای مشکل مشخص شدند.

مقدمه

در برخی موارد حفاظت کاتدی دارای کاربردهای حساسی از نقطه نظرات فنی می باشد، این کاربردها شامل لوله های مدفون یا غوطه وری است که حاوی مواد حیاتی و خطرناک برای محیط زیست و زندگی انسانی است و خط لوله آب و گاز یکی از مهمترین موارد از این دست میباشد. در این موارد حتی بدون در نظر گرفتن مسائل اقتصادی، ضروری است حفاظت کاتدی به شیوه درست و مطابق استاندارد در تمام طول مسیر انشعابات داخل کارخانه انجام گیرد. لیکن با این وجود از جنبه اقتصادی نیز میتوان این مساله را مورد تایید دو چندانی قرار داد؛ زیرا ایجاد نشتی و یا کاهش ضخامت بحرانی در این خطوط از طرفی میتواند موجب ایجاد انفجار و خسارتهای جانی و مالی غیر قابل تصویری شود و از سویی دیگر مواردی همچون هزینه توقف فرآیند تولید کارخانه و هزینه تعمیر خط لوله معیوب از آن دست میباشد. مجموع این شرایط نشان دهنده اوج اهمیت حفاظت از خوردگی و بازرسی دوره ای و اطمینان از عملکرد سیستم حفاظت کاتدی این خطوط میباشد.



شرکت فولاد سیرجان ایرانیان
مجتمع معادن، کنسانتره و گندله سازی سیرجان
گزارش فنی تخصصی انجمن خبرگی درون سازمانی سایش و خوردگی
(EC-MCOP)



SCIENTIFIC DISCUSSION

پوشش ها به طور کلی جهت محافظت سازه های فلزی در برابر خوردگی استفاده می شوند. عملکرد اصلی پوشش ها، ایجاد مانعی در برابر رسیدن عوامل خوردنده محیط به سطح فلز و جلوگیری از انجام واکنش های خوردگی می باشد. در صورت وجود اشکال در پوشش، سازه سریعاً از محل دارای اشکال پوشش خورده می شود. لذا، می توان گفت که در مورد سازه های فلزی، پوشش به عنوان مکمل حفاظت کاتدی استفاده می شود. یکی از موارد مهمی که استفاده از پوشش به همراه حفاظت کاتدی را تبدیل به یک الزام می کند، کنترل مقاومت فصل مشترک فلز و الکترولیت اطراف آن (خاک) می باشد. پوششی که روی سطح سازه وجود دارد، سبب افزایش مقاومت فصل مشترک فلز و الکترولیت خواهد شد. به طور مثال اگر لوله ای در زیر خاک داشته باشیم که در حالت عادی به جریان حفاظت کاتدی ۲۰ میلی آمپر بر متر مربع جهت حفاظت آن نیاز باشد، با اعمال پوشش مناسب مقدار این جریان به ۲۵/۱ میلی آمپر بر متر مربع خواهد رسید. این موضوع نشان دهنده آن است که اعمال پوشش مناسب روی سطح سازه، می تواند راندمان حفاظت کاتدی را بسیار بالا ببرد. ضمناً هزینه هایی که صرف حفاظت کاتدی خواهد شد، با بکارگیری پوشش مناسب کاهش خواهد یافت. میزان جریان لازم جهت حفاظت کاتدی به نوع پوشش و روش اعمال آن نیز بستگی دارد. اگر فقط به پوشش برای حفاظت سازه اکتفا نماییم، در نقاطی که به هر دلیل، پوشش از بین می رود نسبت به مناطق با پوشش، حالت آندی پیدا خواهد کرد. بنابراین بدلیل این که آندهای کوچک در برابر کاتدهای وسیع قرار می گیرند، آندها بشدت خورده شده و سوراخ های عمیق بر روی سطح فلز بوجود خواهد آمد. لذا، می توان گفت که حفاظت کاتدی و پوشش، مکمل یکدیگر هستند.

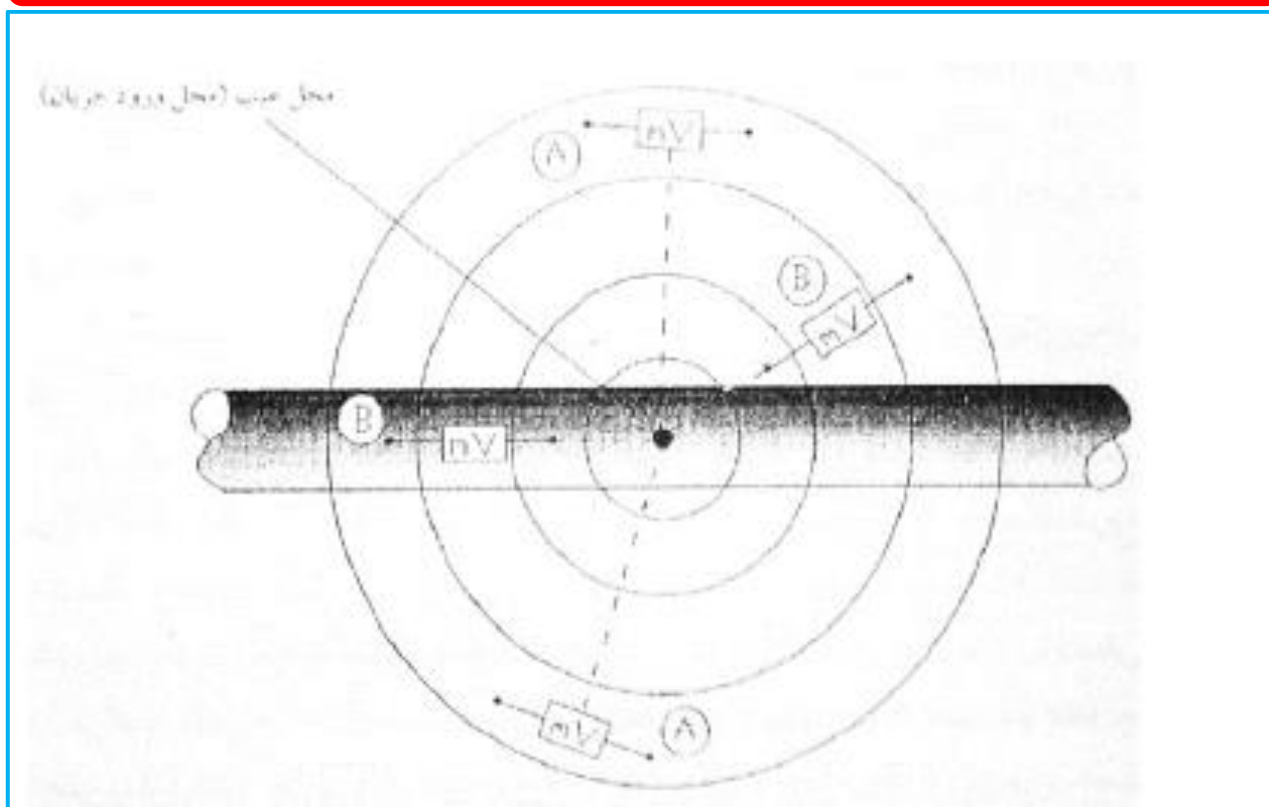
عوامل زیادی در خرابی و آسیب دیدن پوشش خطوط لوله آب آتش نشانی و کولینگ در کارخانه ها، پالایشگاه ها، پتروشیمی ها، کارخانجات صنعتی و ... دخالت دارند که از جمله می توان به مواردی مانند جا ماندن عایق کاری قسمتی از لوله، ترک خوردگی بر اثر تنش حرارتی و فیزیکی، خراشیدگی بر اثر حمل و نقل، صدمات ناشی از سنگ های تیز هنگام پر کردن روی لوله ها، نفوذ ریشه درختان، فشار ناشی از انبساط و انقباض داخل زمین، وجود آهک و گچ در خاک اطراف لوله ها، نشت فاضلاب در خاک اطراف لوله ها، صدمات ناشی از عملیات ساختمانی و تأثیر باکتری ها در خاک اشاره نمود.

وجود عیب در پوشش خط لوله آب آتش نشانی و کولینگ می تواند سالیانه چند صد میلیون تومان به کارخانجات آسیب وارد سازد. این هزینه، در زمانی که خط لوله نیاز به تعویض پیدا میکند، به یکباره به کارخانه تحمیل می گردد و میتواند به دلایلی همچون هزینه های ناشی از توقف بهره برداری و حتی انفجار، افزایش چند برابری پیدا کند. در این راستا، پوشش هایی که دچار عیب می شوند، می بایست شناسایی شده و مورد ترمیم قرار گیرند. شناسایی و ارزیابی نقاط معیوب پوشش به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم انجام می گیرد. در ابتدا، شناسایی پوشش خطوط لوله آب آتش نشانی و کولینگ توسط روش غیرمستقیم DCVG صورت می پذیرد و سپس شناسایی مستقیم از طریق حفاری نقاط مشخص شده انجام می شود. انتخاب نقاط و موقعیت آنها جهت حفاری بر اساس نتایج بدست آمده از بررسی پوشش خط با دستگاه DCVG تعیین خواهد شد.

تکنیک DCVG دقیق ترین شیوه موجود برای مشخص کردن انواع خرابی های پوشش خطوط لوله می باشد. فارغ از این که بر روی چه سطحی اقدام به بازرسی از خط لوله می شود یا از چه نوع پوششی استفاده شده است. این دستگاه خرابی های پوشش به کوچکی نوک انگشت را با اختلاف چند سانتی متر بر روی لوله ای که در عمق یک الی دو متری مدفون شده است را مشخص می کند. این تکنیک بسیار انعطاف پذیر بوده و می تواند شبکه های پیچیده خطوط لوله موجود در پالایشگاه ها، پتروشیمی ها، ایستگاههای تقویت یا تقلیل فشار گاز، خطوط لوله موازی و متقاطع، لوله های موجود در خیابان های شهر و یا عبوری از رودخانه ها، دریاچه ها و حتی لوله هایی که در زیر خطوط انتقال برق فشار قوی قرار دارند را مورد بازرسی قرار دهد.

خط لوله ای را در نظر بگیرید که تحت حفاظت می باشد ولی در قسمتی از مسیر به علت خرابی پوشش، لوله به زمین اتصال پیدا کرده است. بدیهی است که جریان حفاظتی از این محل و از طریق لوله وارد زمین می شود. ورود جریان از طریق لوله به زمین، با در نظر گرفتن مقاومت خاک محل، باعث ایجاد افت ولتاژی در زمین اطراف محل عیب می گردد که نتیجه آن به صورت دوایر هم مرکز ولی دارای پتانسیل متفاوت ظهور می کند. هر چقدر عیب پوشش بزرگتر باشد، به همان میزان افت ولتاژ (گرادیان) و یا شیب ولتاژ نیز بیشتر می شود. از طرفی مقاومت ویژه خاک محل عیب هم روی مقدار شیب ولتاژ تأثیرگذار است. بدین ترتیب که هر چقدر مقاومت ویژه خاک در محل عیب بالا باشد، به همان نسبت جریان وارده به محل عیب، بیشتر شده و در نتیجه افت ولتاژ (IR) بزرگتری ایجاد میشود. (شکل ۱)

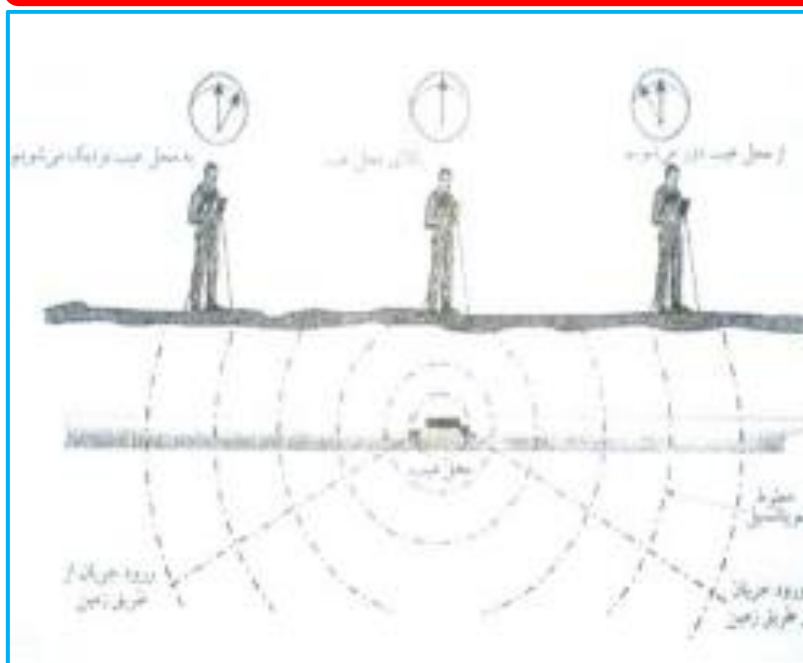
شکل ۱- دوایر هم مرکز با پتانسیل متفاوت اطراف عیب



اگر شما یک ولت‌متر عقربه ای داشته باشید که صفر آن در وسط صفحه مدرج قرار داشته باشد و ولت‌متر مذکور را به دو عدد الکتروود مس / سولفات مس متصل نمایید و الکتروودها را روی خاک بنحوی قرار دهید که بصورت اتفاقی در یکی از حالات A یا B در روی زمین قرار گیرند، مشاهده می کنید که ولت‌متر در حالت A به علت این که الکتروودها روی خطوط دارای پتانسیل قرار نگرفته‌اند، هیچ افت ولتاژی را نشان نمی دهند ولی در حالت B با توجه به این که الکتروودها بین دوایر دارای اختلاف پتانسیل قرار گرفته اند، افت ولتاژی را نشان خواهند داد. تنها تفاوت بین دو وضعیت A و B (با توجه به جهت ورود جریان به محل عیب) نوسان معکوس عقربه نسبت به هم می باشد. ضمناً در وضعیت A نیز اگر الکتروودها روی یک دایره قرار می گرفتند، باز هم ولت‌متر، افت ولتاژی را نشان نمی داد. چنانچه برای هر کدام از دوایر، افت ولتاژی را معین نماییم، بدیهی است که نسبت به مرکزیت عیب هر چه شعاع دایره بزرگتر می شود، مقدار افت ولتاژ کاهش می یابد.

می توان گفت که اساس تکنیک DCVG استفاده از یک ولت‌متر بسیار دقیق و دو الکتروود عصایی مس/سولفات مس (Cu/CuSO_4) می باشد. در واقع، جریان تولید شده توسط بستر در هنگام برخورد به لوله فولادی در محل خرابی، یک گرادیان ولتاژ در خاک تولید می کند. این گرادیان ولتاژ به وسیله دو الکتروود عصایی دستگاه DCVG که به فاصله تقریبی یک متر از هم قرار دارند، دریافت شده و مقدار آن توسط ولت‌متر اندازه گیری می شود. برای تعیین موقعیت دقیق عیوب نیز از بررسی انحرافات ولتاژ بر روی ولت‌متر دستگاه اقدام می شود. (شکل ۲)

شکل ۲- شماتیکی از تشخیص محل عیب به وسیله دستگاه DCVG



وضعیت پوشش خطوط لوله آب آتش نشانی و کولینگ مجتمع معادن، کنسانتره و گندله سازی سیرجان

وضعیت پوشش خطوط لوله دفنی مجتمع معادن، کنسانتره و گندله سازی سیرجان که شامل خطوط لوله آب آتش نشانی و کولینگ می باشد، توسط دستگاه DCVG مورد تست و بازرسی قرار گرفت. در ابتدای امر از آنجایی که خطوط لوله آب آتش نشانی و کولینگ در این مجتمع فاقد سیستم حفاظت کاتدی بودند، یک بستر آندی موقت برای هر کدام از خطوط زده شد و با کمک ترانسفورمر رکتیفایر پرتابل سیستم حفاظت کاتدی تزریق جریان برای این خطوط در نظر گرفته شد. شکل ۳ تصویری از بستر آندی موقت و سیستم حفاظت کاتدی اعمال شده روی خطوط لوله آب آتش نشانی و کولینگ را نشان می دهد. بعد از اعمال جریان روی خطوط لوله آب آتش نشانی و کولینگ توسط سیستم حفاظت کاتدی ایجاد شده، تجهیزات مربوط به دستگاه DCVG بررسی شده و اقدام به تست و بازرسی پوشش خطوط لوله مذکور شد. شکل ۴ تصویری از انجام تست DCVG روی خطوط آب آتش نشانی را توسط کارشناس شرکت احداث کنترل نشان می دهد. ارزیابی کلی صورت گرفته از وضعیت پوشش این خطوط، حاکی از سالم بودن پوشش می باشد. لیکن، در بعضی نقاط، عیوبی مشاهده شد که در ادامه موقعیت این عیوب مشخص گردیده است.

شکل ۳- بستر آندی موقت و سیستم حفاظت کاتدی ایجاد شده برای خطوط لوله دفنی



شکل ۴- تصویری از انجام تست DCVG روی خطوط لوله آب کولینگ
در مجتمع معادن، کنسانتره و گندله سازی سیرجان



CONCLUSION

با بازرسی و تست انجام شده به وسیله دستگاه DCVG عیوب پوشش مربوط به خطوط لوله آب آتش نشانی و کولینگ مجتمع معادن، کنسانتره و گندله سازی سیرجان مشخص گردید. موقعیت هر کدام از عیوب در تصویر ماهواره ای مشخص شد و به همراه عکس در گزارش آورده شده است. در تصاویر مربوط به هر کدام از عیوب، محل دقیق عیب نشان داده شده است. بنابراین شایسته است در اولین فرصت نسبت به حفاری و ترمیم پوشش نقاط معیوب اقدام گردد. لازم به ذکر است که در صورت زمان بر شدن عملیات حفاری و ترمیم، ممکن است عیوب شدت بیشتری پیدا کنند و لذا خطرات مالی و حتی جانی به بار آید. تصاویر ماهواره ای از محل عیوب تهیه شده که در تصاویر ۵ و ۶ ملاحظه می شود.

در پایان، فهرستی از اقدامات و تعمیراتی که می بایست در مجتمع معادن، کنسانتره و گندله سازی سیرجان انجام گیرد، به شرح ذیل ذکر می شود:

ردیف	شرح
۱	ترمیم نقاط معیوب پوشش خطوط لوله آب آتش نشانی و کولینگ مشخص شده با دستگاه DCVG
۲	ارزیابی وضعیت خوردگی داخلی خطوط لوله آب آتش نشانی و مشخص نمودن راهکار جهت جلوگیری از خوردگی بیشتر
۳	طراحی و اجرای سیستم حفاظت کاتدی برای خطوط لوله آب آتش نشانی و کولینگ به منظور جلوگیری از بروز خوردگی خارجی

شکل ۵- تصویر ماهواره ای از عیوب مشخص شده روی خط لوله آب آتش نشانی (تصویر بالا) و آب کولینگ (تصویر پایین) مجتمع معادن، کنسانتره و گندله سازی سیرجان



بررسی و تحلیل خوردگی دیسشارژ الکترود های الکتروفیلتر ۳۰۲ در کارخانه گندله سازی بوتیای ایرانیان (BISCO) و ارائه راهکار های پیشنهادی

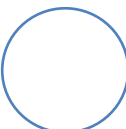
مسعود کاظمی

مسئول دفتر گندله سازی
دبیر انجمن خبرگی سایش
و خوردگی، نقش: گردآورنده
گزارش



ساغر رضایی نژاد

کارشناس واحد تحقیق و توسعه
عضو انجمن خبرگی سایش
و خوردگی، نقش: تهیه کننده
گزارش مکمل



مریم سلاجقه

کارشناس آزمایشگاه
عضو انجمن خبرگی سایش
و خوردگی، نقش: تهیه کننده
گزارش آزمایشگاه



حسین حسینیخانی

مسئول دفتر فنی تولید
عضو انجمن خبرگی سایش
و خوردگی، نقش: تهیه کننده
گزارش فرایند



چکیده

در این گزارش سعی می شود چالش خوردگی در دیسشارژ الکترودهای الکتروفیلتر ۳۰۲ کارخانه گندله سازی بوتیای ایرانیان (BISCO) مورد بررسی قرار گرفته و همچنین اقدامات صورت پذیرفته در راستای کاهش و به حداقل رساندن خوردگی در تجهیز یاد شده جهت بهره برداری سایر همکاران و ثبت تجربیات در سیستم مدیریت دانش انجام پذیرد. کاهش خوردگی الکتروفیلتر ۳۰۲ را می توان از دو جنبه آزمایشگاهی و فرایندی مورد بررسی قرار داد که با توجه به نتایج حاصل از بررسی های فرایندی و آزمایشگاهی مشخص گردید دمای ورودی ESP302 کمتر از حد نرم و حتی کمتر از نقطه شبنم بوده است که خود عامل خوردگی می تواند باشد از طرفی با آنالیزهای الکترود دیسشارژهای تخریب شده وجود عناصر گوگرد و کلر قابل رویت می باشد. با عملیاتی شدن راهکارهای پیشنهادی آزمایشگاهی و فرایندی شاهد تسریع در رفع خوردگی در این تجهیز می باشیم. امید است این گزارش چشم اندازی روشن از تلاش های صورت گرفته و اقدامات جاری در راستای تامین متریکال و اقلام مورد نیاز جهت رفع این خوردگی بوجود بیاورد و افق روشنی در پیش روی مدیران ارشد قرار دهد.

چالش پیش رو:

خوردگی دیسشارژ الکترود های ESP302

احتمالات تاثیر گذار بر این موضوع:

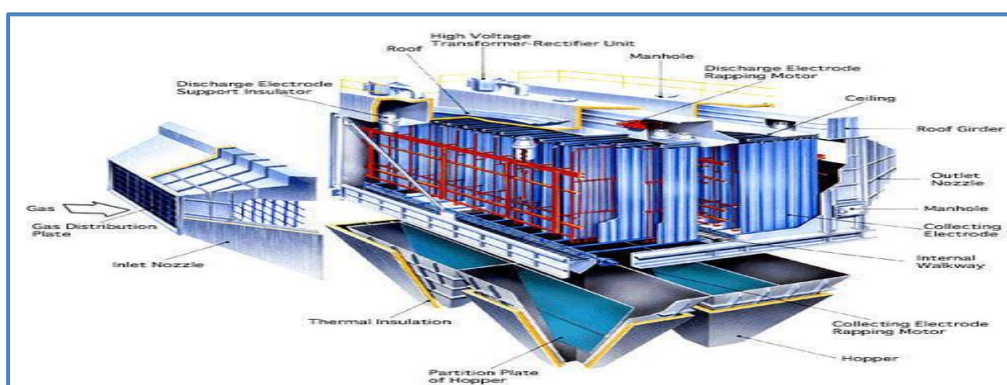
- ۱- پایین بودن دمای گاز ورودی به الکتروفیلتر نسبت به نقطه شبنم
- ۲- وجود ترکیبات مربوط به SO₂ و CL در گاز ورودی به الکتروفیلتر

مقدمه

EROSION & CORROSION MIDHCO COMMUNITY OF PRACTICE

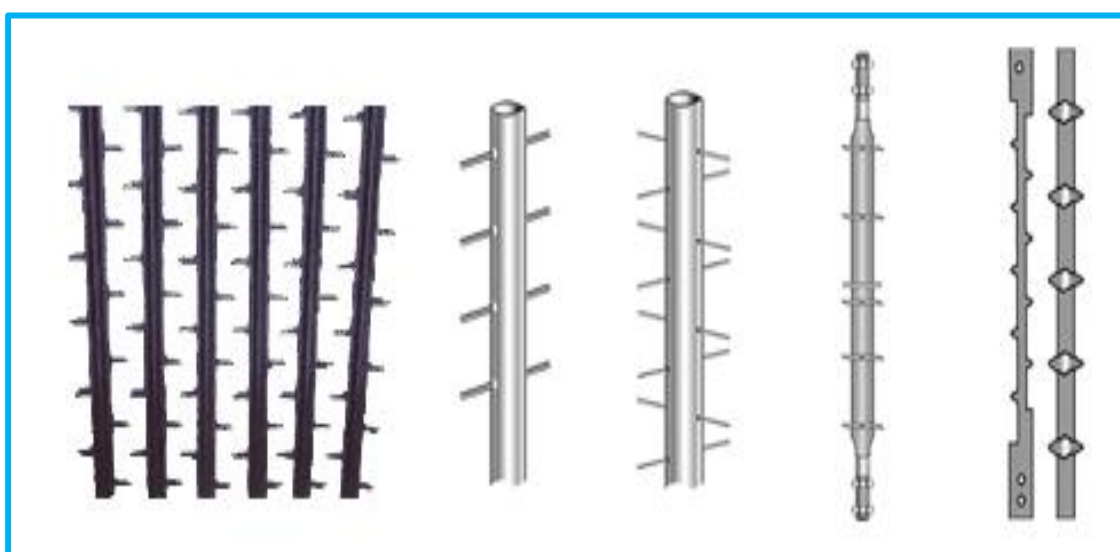
"خوردگی فرآیندی طبیعی است که می تواند تجهیزات را با سرعت آرام یا سریع تخریب نماید، سرعت این فرآیند دست شماست"

الکترو فیلتر تجهیز می است که گاز غبار آلود (ذرات ریز و تاحدی نانو ذرات) حاصل از فعالیت های صنعتی را در فرآیند گندله سازی بصورت الکترواستاتیک از غبار و آلاینده ها پاک می نماید و گاز تمیز را از خروجی فیلتر وارد اتمسفر می نماید و از طرفی غبار آلاینده را در مخازن و هاپر های زیرین خود جمع آوری و توسط سیستم های انتقال مواد از فیلتر خارج می سازد تا مجددا در فرآیند تولید مورد استفاده قرار گیرد.

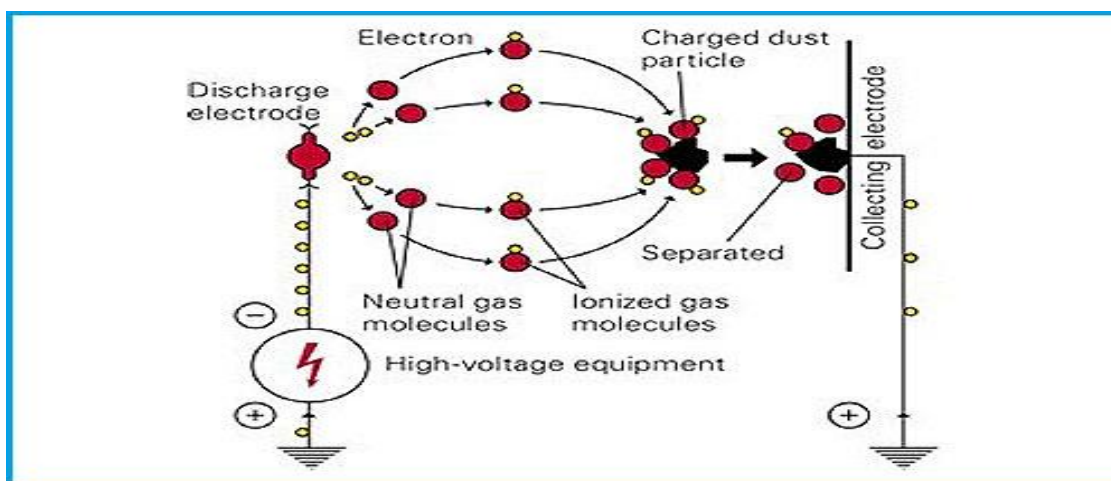


شماتیک کلی الکترو فیلتر

پس از انتقال سیال بوسیله داکت از تجهیزات بالا دستی به الکتروفیلتر، ابتدا وارد مخروط ورودی (**Inlet Cone**) الکتروفیلتر شده و در برخورد با صفحات **Gas Distribution**، سرعت خطی گاز ورودی در حدود یک متر بر ثانیه کاهش یافته و بصورت یکنواخت به محفظه اصلی فیلتر هدایت می گردد. بطور کلی فرآیند فیلتراسیون بصورت الکترواستاتیک و جداسازی بوسیله باردار ساختن غبار انجام می پذیرد. هوای آلوده به گرد و غبار از یک سمت وارد محفظه فیلتر شده و با کم و یکنواخت شدن سرعت عبور هوا، گرد و غبار معلق در آن بواسطه پرتاب الکترون از سوی قطعات **Discharge Electorode** بار الکتریکی منفی به خود گرفته و جذب صفحات **Collecting Plate** با بار الکتریکی مثبت (با ولتاژ متغیر حدود 40kv) می گردند.



انواع Discharge Electrode



نحوه کار
 Electorode

سپس غبار جذب شده به صفحات **Collecting Plate** با ضربه چکش ضربه زن (مکانیکی) از روی صفحات یاد شده تخلیه و به داخل هاپر می ریزد و پس از آن غبار حاصله بوسیله خطوط انتقال داست و هوای فشرده جهت استفاده مجدد در فرآیند به مخزن مربوطه انتقال می یابند.



تصویر چکش ضربه زن

دما و رطوبت از عوامل کلیدی و تاثیر گذار بر خوردگی دیسشارژالکتروود ها هستند که به تفصیل در مورد آنها صحبت خواهد شد.

SCIENTIFIC DISCUSSION

همانگونه که می دانید کنسانتره سنگ آهن ، بنتونیت و حتی در مواردی آهک و یا سود مواد تشکیل دهنده گندله می باشند که هریک دارای ویژگی ها و در مواردی عاملی برای خوردگی می باشند که تجهیزاتی که مستقیما با آنها در ارتباط هستند گاها شاهد خوردگی در آنها می باشیم. الکتروفیلتر ۳۰۲ یکی از تجهیزاتی است که با توجه به ماهیت کاری و نوع غبار ورودی به آن خوردگی بسیار بالایی دارد. در نتیجه آنالیز متریال ورودی کمک شایانی در جهت شناسایی نوع خوردگی الکتروود ها می گردد که نیاز به تجهیزات آزمایشگاهی مناسب و استمرار آزمایشات مواد اولیه می باشد.

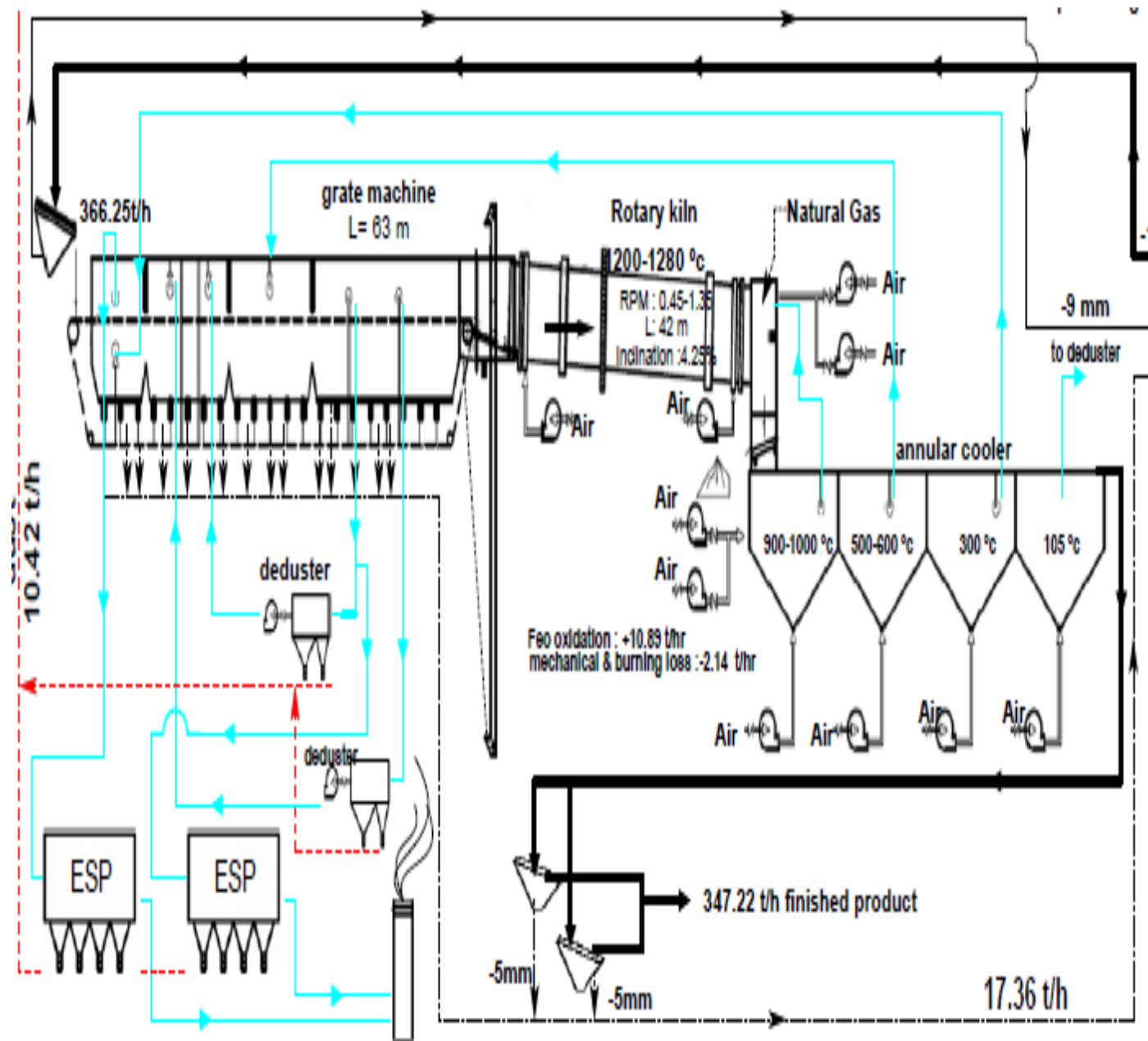
❖ میانگین آنالیز کنسانتره ورودی

Element	SiO ₂	Al ₂ O ₃	BaO	CaO	Fe _t	FeO	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P	S	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	Cu	Pb	Zn	LOI
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
DL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0
Scheme	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WE-T-03	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01
BUTIA	1.5	0.3	<0.01	1.5	67	22	0	2.2	0.2	0.1	<0.01	0.2	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-1.1
BUTIA	1.5	0.2	<0.01	0.5	67	26	0	2	0	0.1	0	0.5	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-1.2
BUTIA	1.3	0.4	<0.01	0.5	68	24	0	1.5	0	0.1	0	0.4	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-1.9
BUTIA	1.1	0.3	<0.01	0.5	68	31	0	1.5	0.1	0	0	0.4	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-1.9
BUTIA	1.2	0.3	<0.01	0.5	68	28	0	1.6	0	0.1	0	0.6	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-1.9
BUTIA	1.4	0.3	<0.01	0.4	67	25	0	1.6	0	0.1	0	0.5	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-1.4
BUTIA	1.2	0.3	<0.01	0.5	68	29	0	1.6	0	0	0	0.4	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-1.8
BUTIA	1.4	0.2	<0.01	0.3	68	26	0	1.5	0	0.1	0	0.5	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-1.4
BUTIA	1.3	0.3	<0.01	0.6	67	27	0	1.6	0	0.1	0	0.6	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-1.5

❖ میانگین آنالیز بنتونیت ورودی

Element	SiO ₂	Al ₂ O ₃	BaO	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	Cu	Pb	Zn	LOI
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
DL	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Scheme	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WET-03	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01
BUTIA	65.12	14.55	0.03	1.94	2.49	1.25	1.46	0.05	3.22	0.09	0.29	0.21	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	9.3
BUTIA	64.63	12.93	0.01	1.38	2.01	1.52	2.23	0.04	3.92	0.07	0.57	0.25	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	10.42
BUTIA	59.07	15.55	0.05	2.11	2.26	0.62	2.82	0.03	3.02	0.07	0.6	0.15	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	13.63
BUTIA	54.57	15.57	0.03	4.18	4.81	2.54	2.38	0.1	2.34	0.24	0.36	0.76	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	12.1
BUTIA	61.25	14.41	0.03	2.81	3.21	1.65	2.07	0.08	2.98	0.14	0.28	0.39	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	10.69

با توجه به سیستم آیس چالمرز (فرایند اجرایی در شرکت گندله سازی بوتیای ایرانیان) تبادل دمایی صورت پذیرفته در این سیستم مطابق تصویر ذیل می باشد.



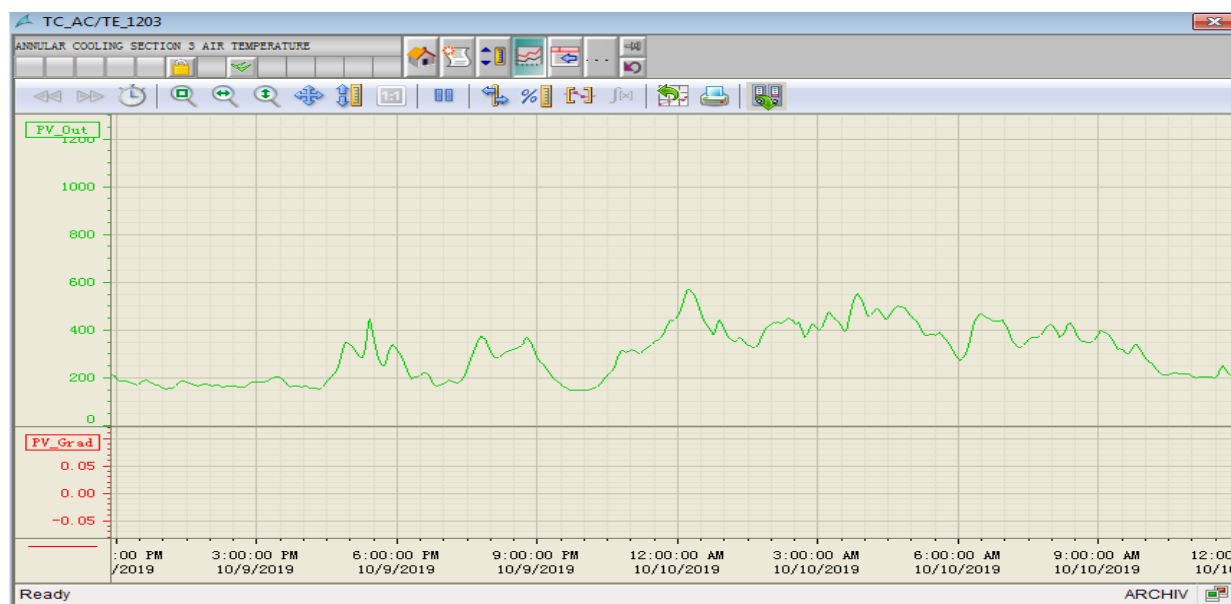
شماتیک تبادل دمایی ورودی ESP302

همانگونه که مشاهده می کنید تبادل دمایی تاثیر گذار بر الکترو فیلتر ۳۰۲ از زون ۳ انولار کولر به زون ۱ گریت ماشین و از زون ۱ توسط آب درافت فن به الکترو فیلتر ۳۰۲ می باشد. دمای هوای خروجی از زون ۳ انولار کولر حدود ۳۰۰ درجه می باشد (مطابق اطلاعات موجود) و دمای زون ۱ گریت ماشین حدود ۱۲۵ درجه و دمای ورودی به الکترو فیلتر ۳۰۲ حدود ۵۰ درجه می باشد.

❖ وضعیت دمایی زون ۳ انولار

حدود دمای زون ۳ انولار (°C)		
Ave	Min	Max
300 - 350	150	550

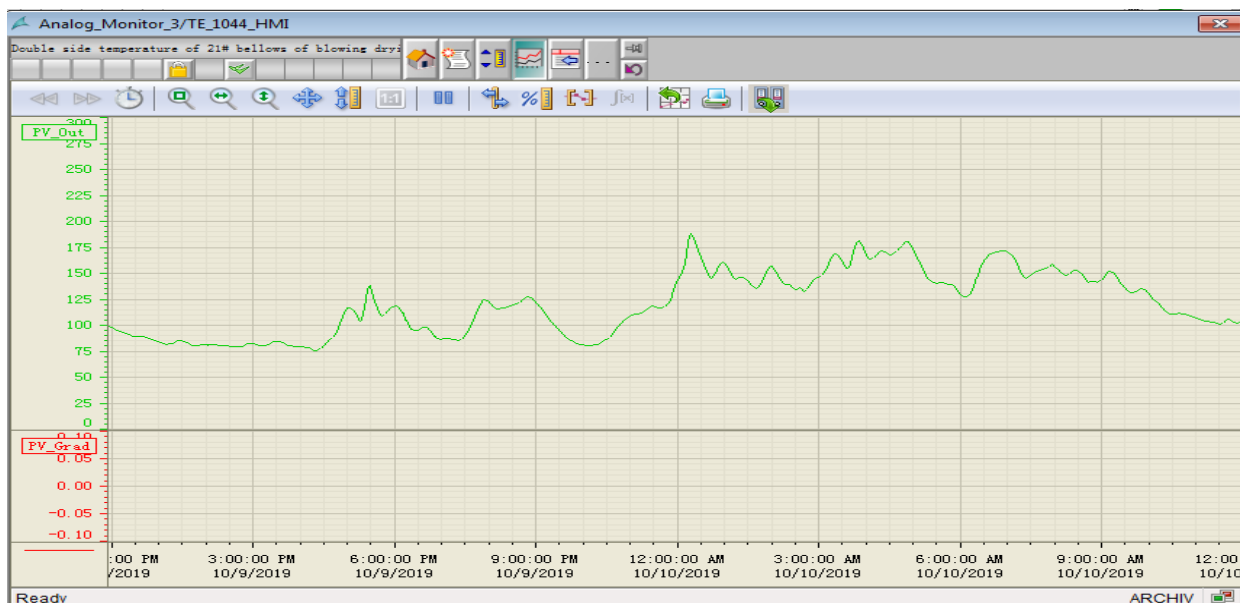
نرم دمایی طبق داکيومنت: ۳۰۰ درجه سانتیگراد



ترند دمایی زون ۳ انولار

❖ وضعیت دمایی زیر زنجیر گریت زون ۱

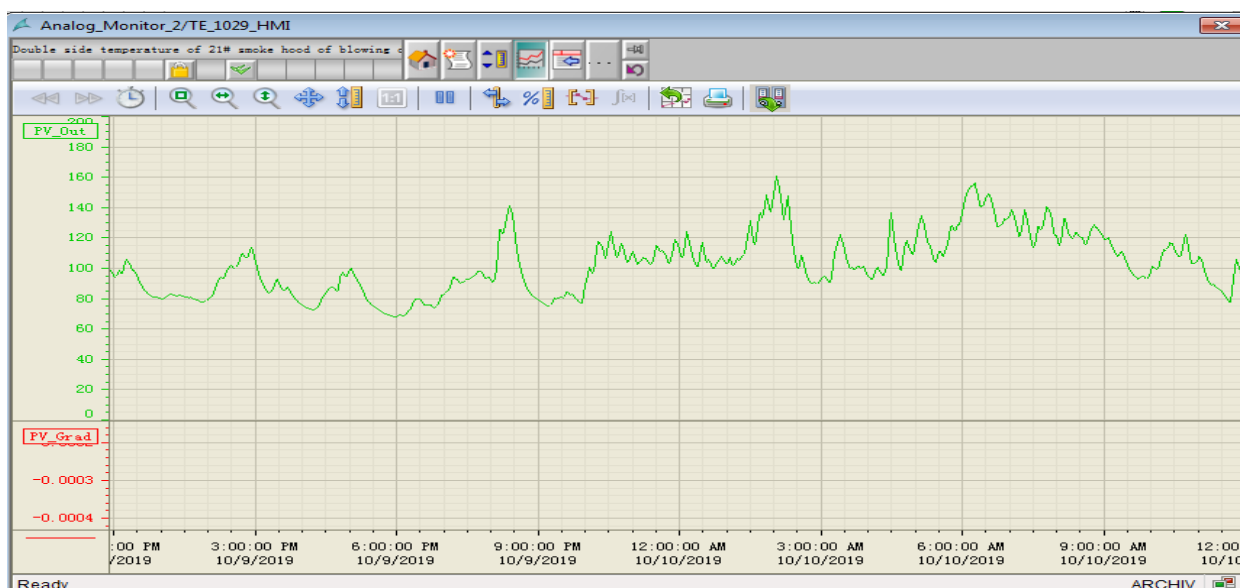
حدود دمای زیر زنجیر زون ۱ گریت ماشین (°C)		
Ave	Min	Max
۱۲۵	۷۵	۱۸۰



ترند دمایی زیر زنجیر زون ۱ گریت ماشین

❖ وضعیت دمایی بالای زنجیر گریت زون ۱

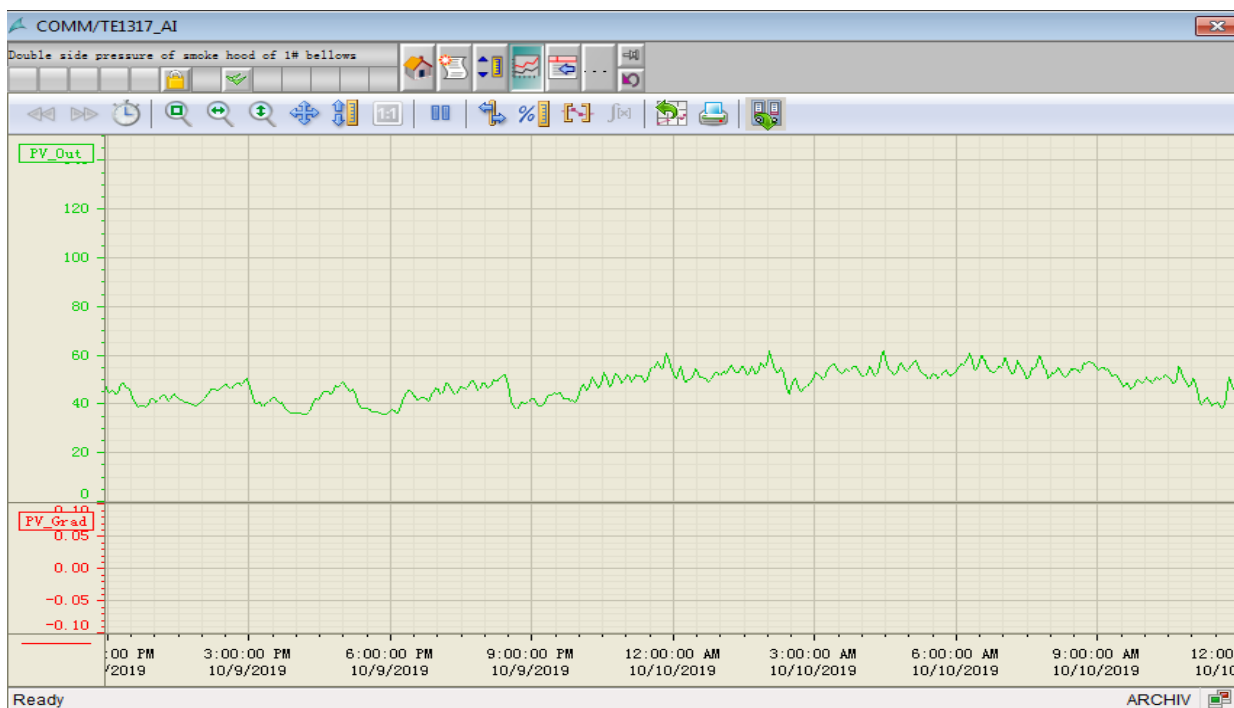
حدود دمای بالای زنجیر زون ۱ گریت ماشین (°C)		
Ave	Min	Max
۱۱۰	۷۰	۱۶۰



ترند دمایی روی زنجیر زون ۱ گریت ماشین

❖ دمای ورودی به ESP302

حدود دمای ورودی به ESP302 (°C)		
Ave	Min	Max
۵۰	۳۵	۶۰



ترند دمایی ورودی به ESP302

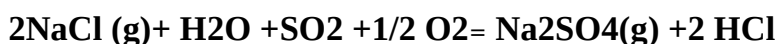
کندانس های بخار اسیدی است که عمده آن اسید سولفوریک است که بر سطح الکترودها حمله می کند اسید در دمای پایین تر از نقطه شبنم کندانس می شود. در گاز های خروجی گریت ماشین در حین عملیات سختی سازی گاز های SO₂ و SO₃ تشکیل می شود. تشکیل اسید سولفوریک به تعادل میان SO₃ و بخار آب H₂O و H₂SO₄ در گاز های خروجی بستگی دارد:



پایین تر از نقطه شبنم، اسید کندانس می شود. نقطه شبنم های بالاتر که با افزایش میزان اسید سولفوریک رخ می دهند باعث مشکلات بیشتری می شوند زیرا در این صورت اسید در دمای بالاتری کندانس می شود. نقطه شبنم اسید از نقطه شبنم آب بالاتر



است. در دمای بین نقطه شبنم اسید سولفوریک و آب ممکن است اسید کلریدریک موجود در گاز ها کندانس شوند که از کلریدهای آب منشا می گیرد. NaCl می تواند با SO₂ و به صورت زیر واکنش دهد:



کندانس شدن اسید کلریدریک باعث شتاب بخشیدن به روند خوردگی در دماهای پایین تر می شود. در دماهای پایین تر ممکن است کندانس آب باعث عرق کردن و گسترده شدن خوردگی گردد. گاز های ورودی به الکترو فیلتر ۳۰۲ که میزان H₂SO₄ آنها زیاد تر باشد دمای نقطه شبنم بالاتری دارند و احتمال خوردگی را افزایش می دهند. بالاتر بودن غلظت H₂O و SO₃ باعث افزایش تولید H₂SO₄ می شود و بنابراین نقطه شبنم افزایش می یابد. غلظت اسید با کاهش نقطه شبنم کاهش یافته و در دماهای پایین آب بیشتری در کندانس وجود دارد و ترکیب اسید و آب باعث تولید نمک رسوب گذار و چسبنده از خاکسترها شده که بسیار خورنده است. رطوبت زیاد در گازهای ورودی به الکترو فیلتر ۳۰۲ می تواند نقطه شبنم را افزایش دهد. نقطه شبنم می تواند با رطوبت موجود در هوای نشت شده به داخل افزایش یابد. این نشتی های هوا می توانند دما را به زیر نقطه شبنم نیز برساند. مقدار اسید کلریدریک گازهای خروجی بر شدت خوردگی موثر هستند، بسته به درجه حرارت تایید شده است که در دمای بالاتر از نقطه شبنم اسید سولفوریک افزایش گاز HCL نمی تواند بر روند خوردگی موثر باشد. ولی دمای بین نقطه شبنم آب و اسید افزایش حضور گاز HCL به میزان ۰.۰۱۵ درصد شدت خوردگی را تا ۴۰ درصد افزایش می دهد. و زیر نقطه شبنم آب (۴۰ درجه سانتیگراد) که افزایش شدید خوردگی مشاهده می شود با حضور HCL افزایش چشمگیری می یابد. حداکثر شدت خوردگی در دماهای زیر نقطه شبنم رخ می هد. دمای سطح و دمای نقطه شبنم دو عامل اصلی در تعیین خوردگی هستند. در زمان راه اندازی و توقف واحد تغییر دما رخ می دهد و رسوب اسید ممکن است به وجود آید. نظارت بر دما را باید انجام داد جلوگیری از به وجود آمدن نقاط سرد محلی مفید است. توزیع ضعیف گاز و دماهای پایین محلی ممکن است در اثر مشکلات اپراتوری و شرایط ناپایدار به وجود آید. در نقطه های سرد محلی معروف به cold spot شدت خوردگی افزایش می یابد. این نقاط ممکن است به علت ایزوله نامناسب نشتی هوا از درزها و توزیع نامناسب هوا و گاز باشد. نقاط سرد را می توان با بهبود توزیع حرکت گاز حذف نمود. سرعت پایین گاز می تواند باعث تجمع رسوبات شود و این رسوبات آب دوست باعث جذب رطوبت شده و به طور محلی نقطه شبنم را افزایش می هد.

CONCLUSION

❖ آنالیز نتایج نمونه الکتروود ارسالی به آزمایشگاه مرجع:

محصولات خوردگی شامل اکسید آهن و احتمالا ترکیبات هیدرواکسید آهن می باشد. میزان گوگرد ناچیز و تقریبا ۰/۵٪ است. میزان کلر نسبتا بالا و تقریبا ۵/۵ درصد می باشد خوردگی تنش ناشی از کلرید به صورت ترک های سطحی می باشد. میزان کلراید، pH محیط، درجه حرارت و وجود اکسیژن و ترکیب شیمیایی آلیاژ از عوامل موثر بر خوردگی می باشند. حد پایین قابل قبولی برای شروع ترک خوردگی در حضور کلرید وجود ندارد و همواره امکان تغلیظ کلرید وجود دارد. در pH های بالاتر از دو خوردگی تنش ناشی از کلرید اتفاق می افتد و در pH های کمتر از دو خوردگی عمومی رخ می دهد.

Zone 1:

عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی
O	35.70	S	0.22	Cl	6.34	Fe	57.75

Zone 2:

عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی
O	34.96	S	0.38	Cl	4.12	Fe	60.54

Zone 3:

عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی	عنصر	درصد وزنی
O	35.75	S	0.84	Cl	5.84	Fe	57.58



❖ نتیجه گیری:

- ۱- شاید بتوان علت اصلی خوردگی در غبارگیرهای الکترواستاتیک را نقطه شبنم اسیدی دانست.
- ۲- بدون تردید دو عامل اصلی خوردگی نشتی هوا و دمای پایین تاثیر بسزایی دارند.
- ۳- باید دمای گاز ۵۰ درجه بالاتر از نقطه شبنم قرار گیرد.
- ۴- رطوبت در افزایش دامنه خوردگی الکتروودها و سایر تجهیزات تاثیر بسزایی دارد.
- ۵- حضور عنصر کلر در آنالیز شیمیایی الکتروود تخریب شده بیانگر خوردگی با یون کلر و مشتقات آن می باشد.
- ۶- با توجه به عدم وجود مقدار چشمگیری از یون های کلرید در آب مصرفی کارخانه گندله سازی (استناد به آزمایشات متعدد صورت گرفته) بایستی وجود کلراید از عوامل خارجی از قبیل کنسانتره مصرفی و مورد بررسی قرار گیرد.



- ❖ با توجه به توضیحات ارائه شده در طول گزارش و نتایج ذکر شده فوق و نظر به رفع مشکلات بیان شده پیشنهاد های ذیل که غالباً در کارخانه گندله سازی بوتیای ایرانیان به کار گرفته شده و یا در حال اجرا می باشد ارائه می گردد.
- ۱- نصب تبیینگ و دما سنج در طول مسیر داکت های عبور جریان گاز جهت پایش مستمر دمای گاز ورودی به الکتروفیلتر
 - ۲- انجام آنالیز کنسانتره ورودی از نظر درصد گوگرد و سایر عناصر مربوطه
 - ۳- ایجاد یک هات ژنراتور برای بالا بردن دمای الکتروفیلتر ۳۰۲ از نقطه شبنم در الکتروفیلتر ۳۰۲
 - ۴- تعویض دیسشارژالکترودهای معیوب و بازرسی دوره ای تیم پیمانکار
 - ۵- کاهش میزان مصرف آب در زمان تشکیل گندله (جهت کاهش رطوبت با توجه به نزدیکی فصل بارندگی)
 - ۶- پایش وضعیت آب کنسانتره ورودی و مقدار رطوبت اولیه قبل از ورود به فرایند کارخانه
 - ۷- با توجه به تامین مواد اولیه از تولید کنندگان متفاوت نیاز به انجام آزمایشات بصورت مستمر جهت دستیابی به آنالیز مواد اولیه در راستای کاهش تاثیر آن بر خوردگی الکترودها پیشنهاد می گردد.
 - ۸- آنالیز گاز و غبار ورودی به غبارگیرها بصورت مستمر انجام شود تا از وجود و میزان اسید سولفوریک در گاز ورودی اطمینان حاصل شود.
 - ۹- بررسی تغییر در آلیاژ الکترودها و استفاده از آلیاژهای مقاوم تر در مقابل خوردگی
 - ۱۰- ارائه راهکار جهت ایجاد پوشش های با کیفیت در مقابل خوردگی جهت بررسی فنی.

❖ شرکت های دارای قابلیت همکاری برای الکتروفیلتر ۳۰۲ :

http://shayantarh.com	شرکت شایان طرح
http://www.jdevs.com	جهاد دانشگاهی علم و صنعت
http://www.behinsa.com	شرکت بهینسا
http://griinco.com	شرکت نوآوران صنعت سبز پارس
http://ngico.ir/	شرکت نوید صنعت سبز



انجمن خبرگی فراسازمانی سایش و خوردگی شبکه ای برای
اشتراک دانش، کاهش هزینه ها و افزایش بهره وری



***EROSION & CORROSION MIDHCO
COMMUNITY OF PRACTICE***