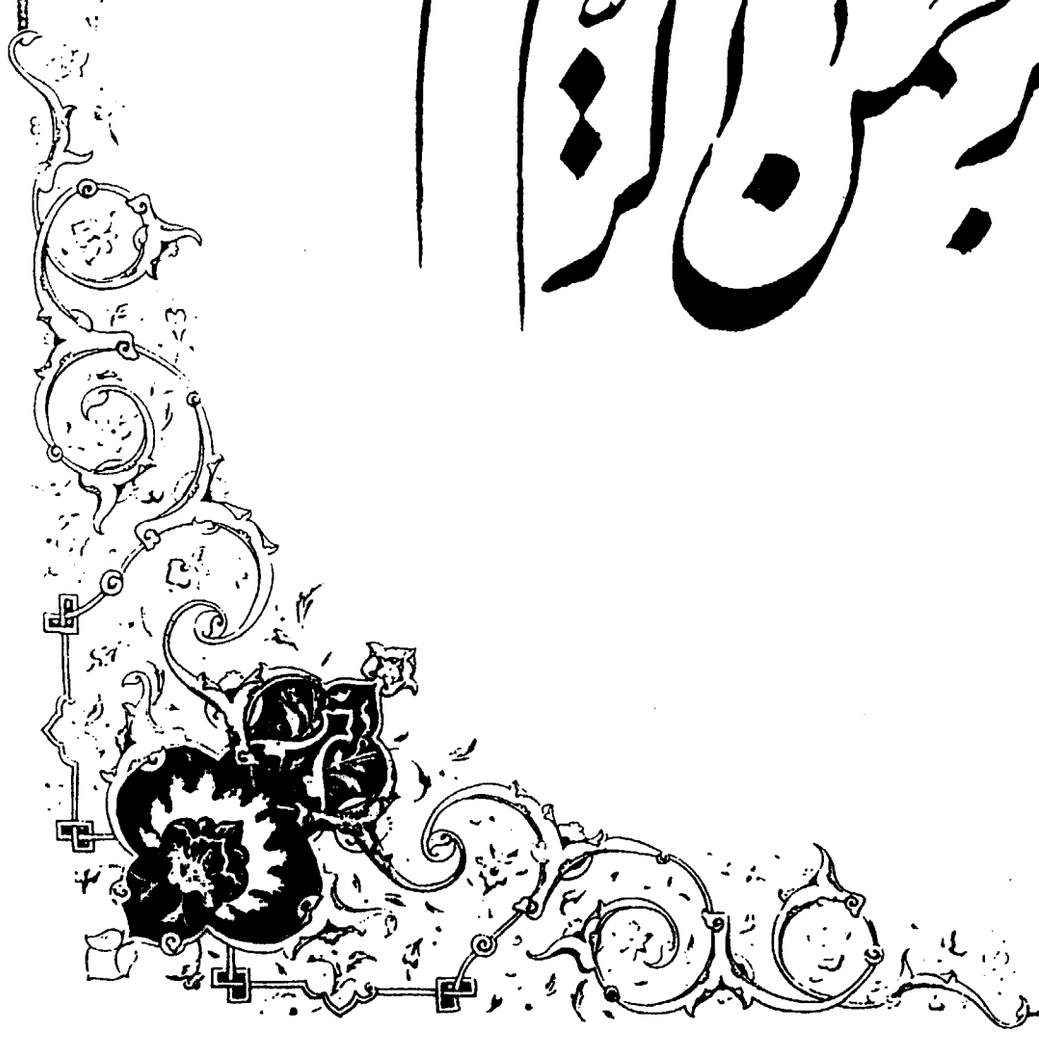
بسم الله الرحمن الرحيم



٤٠١١١

016771

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی خوردگی

٤٠١١١

عنوان

بررسی اثر مولیبدات سدیم بعنوان ممانعت کننده خوردگی در سیستم‌های خنک کننده آبی

ارائه شده به گروه مهندسی متالورژی

استاد راهنما:

دکتر محسن صارمی

پژوهش و نگارش :

محمد محسن - هروی

۱۳۷۴

٤٠١١١

موضوع

بررسی اثر مولیبدات سدیم بعنوان ممانعت کننده خوردگی در سیستم‌های خنک کننده آبی

۱۳۸۱ /۱/ ۲۰

توسط

محمد محسن هروی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی مواد - خوردگی

از ایـــــن پـــــایان نـــــامه در تـــــاریخ ۱۳۷۴/۱۰/۲۰ در مـــــقابل هـــــیئت داوران دفاع بعمل آمده و مورد تصویب قرار گرفت.

محل امضاء

سرپرست کمیته تحصیلات دانشکده: دکتر محمد علی بنی‌هاشمی

مدیر گروه آموزشی: دکتر ایوب حلوائی

سرپرست تحصیلات تکمیلی گروه: دکتر حمید رضا قاسمی

نماینده تحصیلات تکمیلی گروه:

استاد راهنما: دکتر محسن صارمی

استاد مدعو: دکتر عماد رعایائی - دکتر حمید رضا قاسمی

تقدیم به همسرم

که در مدت ادامه تحصیل یاور و مشوقم بود و رنج‌بسیاری تحمل نمود

و به استادگرانقدرم

آقای دکتر محسن صارمی‌که در راه آموختن هدایتم نمودند.

فهرست مطالب

عنوان مطلب	صفحه
تشکر و قدردانی	
مقدمه	۱
چکیده	۲
فصل یک : آبهای صنعتی	۳
۱-۱-۱ آب مصرفی نیروگاهها	۴
۱-۱-۲ عوامل مؤثر در رسوبگذاری ناخالصیها	۴
۱-۱-۳ تصفیه آب تغذیه دیگهای بخار	۵
۱-۱-۴ کنترل شیمیائی آب دیگ بخار و بخار خالص	۷
۱-۱-۴-۱ تشکیل لایه اکسید حفاظتی	۸
۱-۱-۴-۲ منابع قلیائی شدن برای آب دیگ بخار	۱۲
۱-۱-۴-۳ روش عمل شیمیائی آب دیگهای بخار درام‌دار	۱۶
۱-۱-۴-۴ درجه خلوص بخار اشباع وغیر اشباع	۱۸
۱-۱-۵ تصفیه آب تغذیه - دیگ‌های بخار درام‌دار	۱۸
۱-۱-۵-۱ کنترل ناخالصیهای غیر محلول در آب تغذیه	۱۹
۱-۱-۵-۱-۱ pH آب تغذیه با استفاده از قلیائی فرار	۱۹
۱-۱-۵-۱-۲ کنترل pH آب تغذیه	۲۲
۱-۱-۵-۱-۳ کنترل اکسیژن	۲۲
۱-۱-۵-۲ ناخالصیهای آب تغذیه	۲۵
۱-۱-۶ آب تغذیه دیگ بخارهای یکطرفه	۲۵
۱-۱-۶-۱ نحوه تصفیه آب تغذیه	۲۵
۱-۱-۶-۱-۱ اکسیژن کم pH بالا	۲۶
۱-۱-۶-۱-۲ اکسیژن زیاد - قابلیت هدایت الکتریکی کم	۲۷

۳-۱-۶-۱-۱ روش ترکیبی ۲۸
۲-۶-۱-۱ اصول بهره‌برداری واحد ۲۹
۲-۱ سیستم‌های سردکننده آبی ۳۰
۱-۲-۱ رسوب گذاری ۳۵
۱-۱-۲-۱ رسوب کربنات کلسیم ۳۵
۲-۱-۲-۱ ته نشینی فسفات کلسیم ۴۲
۳-۱-۲-۱ رسوبات سولفات کلسیم ۴۷
۳-۱-۲-۱ رسوبات سیلیس ۴۷
۵-۱-۲-۱ سیلیس ۴۸
۶-۱-۲-۱ نمکهای منیزیم ۴۸
۷-۱-۲-۱ نمکهای آهن ۴۸
۸-۱-۲-۱ آلودگی حمل شده بوسیله آب ۴۸
۹-۱-۲-۱ آلوده‌کننده‌های هوا ۴۹
۱۰-۱-۲-۱ رسوبات مربوط به سیستم ۵۰
۲-۲-۱ آلودگی بیولوژیکی ۵۰
۱-۲-۲-۱ میکروارگانیسم‌های سیستم‌های خنک کننده آبی ۵۰
۲-۲-۲-۱ جلبک‌ها ۵۱
۳-۲-۲-۱ قارچ ۵۱
۴-۲-۲-۱ باکتریها ۵۲
۱-۴-۲-۲-۱ باکتریهای هوازی در کپسول ۵۲
۲-۴-۲-۲-۱ باکتریهای اکسید کننده سولفات ۵۲
۳-۴-۲-۲-۱ باکتریهای احیاء کننده سولفات ۵۲
۴-۴-۲-۲-۱ باکتریهای آهن ۵۳
۵-۴-۲-۲-۱ باکتریهای نیتروژن ۵۳
۳-۲-۱ موارد دیگر ۵۳
۴-۲-۱ مسائلی که فعالیت باکتریها سبب می‌شود ۵۴
۱-۴-۲-۱ مسائل خوردگی ۵۴
۲-۴-۲-۱ مسائل رسوگذاری ۵۵
۵-۲-۱ خوردگی ۵۶
۱-۵-۲-۱ علل خوردگی ۵۶
۲-۵-۲-۱ واکنشهای خوردگی ۵۶

۶-۲-۱ عوامل خوردگی ۵۷
۱-۶-۲-۱ عوامل خارجی ۵۷
۲-۶-۲-۱ عوامل داخلی ۵۹

فصل دوم: کنترل سیستم‌های سردکننده آبی ۶۰
۱-۲ کنترل رسوبگذاری در سیستم‌های خنک کننده آبی ۶۱
۱-۱-۲ نرم کردن آب ۶۱
۲-۱-۲ تزریق اسید ۶۱
۳-۱-۲ مواد جامد معلق ۶۲
۴-۱-۲ مواد پلیمری کنترل کننده رسوب ۶۳
۵-۱-۲ لخته سازها ۶۶
۶-۱-۲ متفرق کننده‌ها ۶۶
۷-۱-۲ کنترل رسوب توسط پلیمرها ۶۷
۲-۷-۱-۲ پلی-اکریلیت ها ۶۸
۲-۷-۱-۲ - پلی متااکریلیت ۶۸
۳-۷-۱-۲ مالئیک انهیدرید کوپلیمرها ۶۸
۴-۷-۱-۲ پلی‌مالئیک انهیدرید ۶۹
۵-۷-۱-۲ پلی‌فسفات‌ها ۷۰
۶-۷-۱-۲ فسفات استرها ۷۰
۷-۷-۱-۲ فسفونات ۷۰
۸-۱-۲ سورفاکتانها ۷۱
۹-۱-۲ چلانت‌ها ۷۱
۱۰-۱-۲ لیگنو سولفونیت‌ها ۷۲
۱-۲-۲ کنترول میکروبیولوژی ۷۲
۲-۲-۲ زیست کش‌ها ۷۳
۳-۲-۲ مکانیسم عمل زیست کش‌ها ۷۳
۴-۲-۲ زیست کش‌های مورد استفاده در سیستم‌های خنک کننده آبی ۷۴
۴-۲-۲ زیست کش‌های اکسید کننده ۷۴
۲-۴-۲-۲ زیست کش‌های غیر اکسیدکننده ۷۷
۵-۲-۲ فاکتورهای مؤثر در عمل زیست کش ۸۱
۳-۲ کنترل خوردگی سیستم‌های خنک کنندهٔ آبی ۸۲

۱-۳-۲ انواع ممانعت‌کننده‌ها ۸۲
۲-۳-۲ عمل ممانعت‌کنندگی ۸۳
۳-۳-۲ ممانعت کننده‌های منفرد ۸۳
۱-۳-۳-۲ کرومات‌ها ۸۳
۲-۳-۳-۲ نیتریت‌ها ۸۴
۳-۳-۳-۲ سیلیکاتها ۸۵
۴-۳-۳-۲ مولیبدات ۸۵
۵-۳-۳-۲ فسفات ۹۴
۶-۳-۳-۲ پلی‌فسفاتها ۹۵
۷-۳-۳-۲ فسفونات‌ها ۹۶
۴-۳-۲ سیستم‌های چند ترکیبی ۹۷
۱-۴-۳-۲ سیستم‌های فلزات سنگین ۹۷
۲-۴-۳-۲ سیستمهای فلزات غیر سنگین ۱۰۱
۵-۳-۲ بنزوات‌ها ۱۰۳
۶-۳-۲ تانین‌ها و لیگنین‌ها ۱۰۴
۷-۳-۲ روغنهای محلول ۱۰۴
۸-۳-۲ تری اتانول آمین ۱۰۴
۹-۳-۲ کرم گلوکزات ۱۰۴
۱۰-۳-۲ آروماتیک آزول‌ها ۱۰۵

فصل سوم: روشهای ارزیابی و تست ممانعت‌کننده‌های خوردگی ۱۰۶
۱-۳ روش تقلیل وزن ۱۰۷
۲-۳ روشهای الکتروشیمیائی ۱۰۹
۱-۲-۳ پلاریزاسیون کاتدی ۱۰۹
۲-۲-۳ روش تافل با شکست پلاریزاسیون ۱۱۱
۳-۲-۳ روش پلاریزاسیون خطی ۱۱۲
۴-۲-۳ روش پتانسیو سینتیک ۱۱۳
۵-۲-۳ روش امپدانس ۱۱۴

فصل چهارم «آزمایشات» ۱۲۳
۱-۴ انتخاب نمونه ۱۲۴

۴-۲ نمونه‌سازی ۱۲۴
۴-۳ ساخت آب مشابه آب سیستمهای سردکننده آبی ۱۲۴
۴-۴ دستگاه مورد استفاده ۱۲۶
۴-۵ ممانعت کننده‌های مورد استفاده ۱۲۶
۴-۶ روش کار ۱۲۷
۴-۷ مرحله اول: بررسی خوردگی در آب مشابه سیستم سرد کننده ۱۲۸
۴-۸ مرحله دوم : بررسی اثر مولیبدات بر حسب غلظت در محیط (SCW)[1] ۱۲۸
۴-۹ مرحله سوم : بررسی اثر مولیبدات سدیم بهمراه ممانعت کننده‌های دیگر (پلی‌فسفات) ۱۲۹
۴-۱۰ مرحله چهارم : بررسی اثر مولیبدات سدیم بهراه پلی‌فسفات و نیتریت سدیم ۱۳۰
۴-۱۱ مرحله پنجم : بررسی اثر مولیبدات بهمراه پلی‌فسفات و نیتریت و بنزوتری آزول ۱۳۳
۴-۱۲ مرحله ششم : بررسی اثر زمان تماس ۱۳۴
۴-۱۳ مرحله هفتم : بررسی اثر تلاطم (بهمزدن) ۱۳۵
۴-۱۴ مرحله هشتم : بررسی اثر افزایش غلظت مولیبدات بهمراه بهمزدن ۱۳۶
۴-۱۵ مرحله نهم : بررسی تستهای مرحله هشتم همراه با زمان ۱۳۶
۴-۱۶ مرحله دهم : بررسی اثر غلظت مولیبدات بهمراه اج کردن ۱۳۷

فصل پنجم - نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۴۱
۵-۱ نتیجه گیری ۱۴۲
۵-۲ پیشنهادات ۱۴۵

منابع

1 - Simulation Cooling water

تشکر وقدردانی

فخر عالم بشریت حضرت امیرالمومنین (ع) می فرماید:

"من علمني حرفا فقد صيرني عبدا"

هر کس مرا حرفي آموخت تمام عمر بندی او خواهم بود.

پس شگفت نیست اگر زبان قاصر باشد از بیان تشکر وسپاس از کسانی که گشاینده حقیقی دیدگان شاگردانشان در کسب علم بوده اند. با سپاس از استاد عزیزم جناب آقای دکتر محسن صارمی که در این پروژه ودر طی دوران تحصیلم همواره راهنما ومشوق من بوده اند.

همچنین از دیگر اساتیدی که در این مدت افتخار شاگردیشان را داشته ومرا در این پژوهش یاری نموده اند ، مخصوصا" جناب آقای علی تفقدی ، کمال تشکر و امتنان را دارم.

مقدمه

خوردگی در محیطهای مختلف اعم از آب، خاک، مواد شیمیائی (جامد ، مایع ، گاز) و آتمسفر رخ می‌دهد که خسارتهای سنگینی را چه مستقیم و چه غیر مستقیم چه بسا جبران ناپذیر بدنبال دارد. از جمله در واحدهای صنعتی که بنوعی با این محیطها در تماس هستند، نظیر بخش‌های مختلف نیروگاهها- پالایشگاهها، صنایع غذایی ، فولاد، مواد شیمیائی و غیره بوجود می‌آید. بنابراین ناچار به کنترل و کاهش آن تا حد امکان می‌باشیم.

روشهای مختلفی جهت کنترل و کاهش خوردگی با توجه به نوع ماده ، نوع محیط و نوع خوردگی «مانند- تغییر محیط، تغییر آلیاژ، حفاظت کاتدی وآندی ، ممانعت کننده پوشش ، وجود دارد. هر یک از روشها در بخش‌های متفاوت صنعتی کاربرد دارند. منجمله در سیتم‌های سرد کننده آبی[1] با برجهای خنک کننده[2] ر آبی که مستقیماً با آب صنعتی در تماس هستند ، از ممانعت کننده‌ها[3] جهت نگهداری و کنترل خوردگی آنها استفاده نمود.

در محیطهای مختلف ممانعت کننده‌های متفاوت یا برای یک محیط خاص ممانعت کننده‌های مختلف یا مجموعی از ممانعت‌کننده‌با خواص متفاوت بکار می‌روند. بهترین ممانعت کننده را می‌توان با راندمان ز باد و هزینه اقتصادی کم انتخاب نمود.

هدف این پژوهش و نگارش انتخاب ممانعت کننده با شرایط ذکر شده جهت سیستم‌های سرد کننده آبی در واحدهای صنعتی بخصوص نیروگاهها می‌باشند. بدین منظور مولیبدات سدیم بهمراه چند ممانعت کننده دیگر مورد بررسی قرار گرفت.

---

1 - Cooling water

2 - Wet Cooling tower

3 - inhibitor

چکیده

سیستم‌های سردکننده آبی (CW)[1] نیروگاهها و دیگر واحدهای صنعتی را معمولاً توسط بازدارنده‌ها[2]، از خوردگی و رسوبگذاری حفاظت می‌کنند. دراین پژوهش اثر حفاظتی مخلوط چندین ممانعت کننده خوردگی از قبیل «مولیبدات سدیم - پلی فسفات، نیتریت، بنزوتری آزول را جهت سیستم‌های فوق بررسی نمودیم.

بدین منظور نمونه‌هایی از فولاد (St_{37}) و برنج (آدمیرالتی براس) را مشابه به مواد ساختمانی سیتمهای سردکنندهٔ آبی انتخاب و در محیط آبی که از نقطه نظر کمیت و کیفیت مشابه آب سیستم‌های سردکننده آبی (SCW)[3] است، با هدف کاهش مقدار ممانعت کننده جهت بهینه سازی هزینه‌های اقتصادی و حفاظتی، تحت شرایط اثرات غلظت، بهمزدن، خیساندن، اچ کردن[4] و انجام همزمان کلیهٔ موارد عنوان شده، بروش تافل و امپدانس، توسط دستگاه EG & G ارزیابی و اندازه‌گیری نمودیم.

ابتدا در آب SCW و بعد در محیط فقط مولیبدات سدیم با غلظت زیاد و کم و در مرحلهٔ سوم همراه با مولیبدات و پلی فسفات، که بهترین جواب در غلظت‌های کم بدست آمد. در مرحلهٔ چهارم، مقادیر مرحلهٔ سوم بهمراه نیتریت تست گردید. در مرحلهٔ پنجم اثر بنزوتری آزول در شرایط مرحلهٔ چهارم نتیجه‌گیری شد و سپس در مراحل ششم و هفتم و هشتم و نهم و دهم تستها با مقادیر متفاوت از مولیبدات و پلی‌فسفات و نیتریت در شرایط بهمزدن - خیساندن و اچ کردن انجام شد که بهترین شرایط با مقادیر ۲۵ (پی‌پی‌ام) مولیبدات سدیم و ۱۰ (پی‌پی‌ام) پلی فسفات و ۸ (پی‌پی‌ام) نیتریت بدست آمد.

1- Cooling Water

2- inhibitor

3- Simulation cooling water

4- etche

فصل اول

آبهای صنعتی

۱-۱ دیگ بخار

۱-۲ سیستم‌های خنک کننده آبی و چگالنده

۱-۱-۱ - آب مصرفی نیروگاهها[1]

آب مصرفی نیروگاهها با توجه به وضعیت منطقه آن از منابع مختلفی از قبیل چاههای عمیق، رودخانه... و غیره استفاده می‌شود که به کلیه آنها آب خام می‌گویند.

آب خام مورد نیاز دارای ناخالصیهای از قبیل نمکهای کلسیم و منیزیم ، نمکهای سدیم، سیلیس، مواد آلی ، موادجامد معلق، فسفات‌ها می‌باشد، این ناخالصیها سبب افزایش خوردگی و رسوبگذاری در واحدها شده و بعلاوه در راندمان عمل تصفیه آب تغذیه دیگ بخار[1] مؤثر می‌باشند. بعنوان مثال چند مورد از اثرات و ناخالصیها در ذیل اشاره می‌شود.

الف : بی‌کربنات در اثر حرارت به کربنات تبدیل و رسوب خواهد نمود و سولفات کلسیم به علت حلالیت محدود در اثر افزایش غلظت رسوب خواهد نمود. دی‌اکسید حاصل از بی‌کربنات موجب اسیدی شدن و خوردگی موضعی را بدنبال دارد.

ب : کلراید و سولفات جهت حداقل کردن و کنترل خوردگی دیگ بخار وتوربین در واحدهای مختلف نیروگاهها کنترل می‌شود. مخصوصاً از حمل آن توسط بخار[2] به توربین جلوگیری می‌شود تا از خوردگی تنشی اجتناب شود.

ج - سیلیس بعلت حلالیت زیاد، در دیگ‌های بخار با فشار بالا، ضمن عبور از توربین و کاهش فشار از حلالیتش کاسته شده، می‌تواند روی پرهای توربین رسوب نماید و راندمان توربین را کاهش دهد. لذا بدین منظور باید مقدار آن دقیقاً کنترل شود.

۱-۱-۲ عوامل مؤثر در رسوبگذاری[3] ناخالصیها [2]

از جمله اثرات ناخالصیها ، رسوبگذاری می‌باشد که عوامل متعددی بر آن اثر دارند منجمله

1- Boiler

2 - Carry over

3- Scaling

غلظت و فشار درجه حرارت ، اثر درجه حرارت را مورد بررسی قرار می‌دهیم .

درجه حرارت در کنترل رسوب ناخالصیها در آب تغذیه[1] و آب دیگ بخار مؤثر می‌باشد که می‌توان با توجه به شکلهای (۱-۱) الی (۴-۱) حد حلالیت و رسوبگذاری آنها را معین، و وضعیت واحد را از نظر رسوب که بدنبال آن از هدایت حرارت واحدها جلوگیری می‌شود، بررسی ونتیجه‌گیری نمود.

۳-۱-۱ تصفیه آب تغذیه و دیگهای بخار

با توجه به اثرات خوردگی و رسوبگذاری ناخالصیها در آبهای تغذیه دیگهای بخار با فشار بالا، بر حسب استاندارد بین‌المللی مقادیر ناچیزی از ناخالصی‌ها مجاز دانسته شده است. بعنوان مثال بعضی از مقادیر آنها عبارتند از

سدیم	<۱۵ میکروگرم در لیتر
سلیس	<۲۰ میکروگرم در لیتر
هدایت الکتریکی	<۰/۱ میکروزیمنس بر سانتی‌متر

1 - Feed water