راهنمای آب و تصفیه آن

شرکت تولیدی و مهندسی حرارت گستر

مقدمه:

آب مایعی است که حاوی مواد معدنی، آلی و گازهای محلول میباشد و لذا با دید ظاهری نمی توان درمورد کیفیت و خوبی و بدی آن قضاوت نمود . زلالی آب دال بر تمیزی آن نمی باشد و بنابراین مسئله تصفیه و میکرو بکشی آب یک ضرورت برای استفاده مطمئن از آب می باشد.

ناخالصیهایی که ممکن است در منابع آب موجود باشند به دو دسته جامدهای معلق و محلول تقسیم می شوند. جامدات کلوئیدی یا معلق آنهایی هستند که در آب حل نشده و میتوان آنها را با صاف کردن جدا نمود. این مواد باعث کدری و ایجاد رنگ در آب شده و تا اندازه ای قابل رویت هستند (مانند گل و لای داخل آب). مواد محلول در آب ممکن است مواد معدنی یا آلی باشند که با چشم قابل دیدن نیستند و بوسیله تجزیه های شیمیایی تعیین می گردند (وجود سختی در آب مثالی برای مواد جامد حل شده در آب است).

علاوه بر مواد بالا، گازهای موجود در هوا نیز در آب وارد می شوند، ولی بجز در مواقعی که با نا خالصی های دیگر موجود در آب ترکیب شوند، در مواقع دیگر بر اثر جوشاندن از آب خارج می شوند .

خواص فیزیکی آب :

۱. رنگ و کدری آب :

آب دارای رنگ سبز کم رنگ تا آبی می باشد. هر رنگ دیگری برای آب دلیل بر وجود مواد آلی بصورت محلول یا معلق می باشد.

رنگ زرد بعلت داشتن مقدار قابل توجهی اسید های آلی در آب و کم بودن مواد معدنی در آب است. آهن باعث تغییر رنگ آب به قهوه ای مایل به قرمز است.

کدری (کمبود شفافیت و درخشندگی) بعلت وجود مواد معلق فوق العاده ریز نا محلول در آب است.

کدری آبهای صنعتی بخصوص آب دیگهای بخار باید تا حد امکان کم باشد. زیرا کدری که بوسیله ذرات ریز معلق بوجود می آید در آب دیگ های بخار تغلیظ شده و ممکن است به صورت لجن های سنگین گل و لای ته نشین گردد، همچنین این ذرات می توانند تولید کف نموده و با بخار حمل شوند. این رسوبات بدلیل جلوگیری از نفوذ مواد ضد زنگ، می توانند باعث افزایش زنگ زدگی سیستمها گردند.

۲. بو و مزه آب:

منشا بوو مزه در آب عبارت است از :

تحلیل رفتن مواد آلی.

جلبکها و موجودات ذره بینی .

آهن و منگنز و محصولات فلزی حاصل از خوردگی.

آلودگی با فاضلابهای حامل مواد فنلی.

کلر ضد عفونی کننده و ترکیبات دیگر آن.

موادسنتزی آلی که براحتی قابل تجزیه نمی باشند.

بنابر این یک آب سالم باید فاقد بو و مزه باشد. آبی که مزه دارد معمولاً سفت است.

۳. درجه حرارت آب:

در اثر گرما حلالیت اکسیژن در آب کم می شود.

شرکت حرارت گستر مطابق زیر عمل فیلتراسیون آب را انجام می دهد:

فیلتر – فیلتراسیون آب

یکی از مراحل تصفیه آبها که معمولاً پس از عمل انعقاد و ته نشین کردن گل و لای در مخازن ته نشینی اولیه صورت می گیرد عمل فیلتراسیون است و بوسیله این روش اجسام معلق (آلی – معدنی) موجود در آب را از آن جدا می کنند و اگر در این روش از مواد شیمیایی استفاده شود تصفیه شیمیایی است.

HARARAT GOSTAR

فیلترهای (فیلتر های شنی) تحت فشار برای حذف ذرات معلق مواد آلی، مواد رنگی با بو و مزه نامطبوع، تیرگی، مواد میکروارگانیسم و آهن و منگنز موجود در آب بکار می رود و ممکن است در انواع افقی و قائم و با دو ماده کربن اکتیو و سیلیس تصفیه آب ساخته شود.

فیلترهای شنی تحت فشار حرارت گستر نیز با در نظر گرفتن کلیه جوانب طراحی و مهندسی و با توجه به استانداردهای مهندسی آب برای گرفتن ناخالصیهای محلول در آب و املاح معلق مانند مواد آلی، کلر و رنگ و...بکار رفته و آبی با کیفیت بالا بوجود می آورد.

بدنه فیلتر تا فشار کار 75 Psig طراحی شده و از فولاد کربنی با اتصال جوش و دو سر عدسی فشار قوی ساخته می شود که کلیه فیلتر ها از داخل پس از سندبلاست با سه لایه اپوکسی مخصوص پوشش داده می شود و از خارج نیز بعد از سندبلاست با ضد زنگ و رنگ روغنی محافظت می شود.

آب بافشار از قسمت بالایی وارد دستگاه فیلتر شنی تحت فشار می شود و بصورت یکنواخت در تمام سطح فیلتر توزیع و پخش میگردد. آب بشکل ستونهای موازی در تمام قسمتهای فیلتر در جهت از بالا به پایین حرکت کرده و پس از جا ماندن املاح ریز معلق و ناخالصیهای موجود در آب در لابلای سیلیسهای فیلتر شنی تحت فشار، آب زلال از قسمت پایینی فیلتر بوسیله استرینر ها ی صفحه ای مخصوص جمع آوری و خارج می گردد. اختلاف فشار آب ورودی و خروجی فیلتر معادل همان افت فشار آب داخل فیلتر است که در حالت عادی کار معمولاً ثابت می ماند، ولی اگر بعد از مدتی کار فیلتر، این افت فشار افزایش یافت ، دلیل بر کثیف شدن فیلتر (ماده سیلیسی موجود در فیلتر و یا مواد دیگر) بعلت عمل فیلتراسیون می باشد و بنابراین باید برای ادامه عمل فیلتراسیون، فیلتر را بکمک روش شستشوی معکوس تمیز کرد.

- سنگ سیلیس مورد استفاده در فیلتر های شنی حرارت گستر از نوع مرغوب دانه بندی و شسته شده است.
- در مواردی که میزان سیلیس کمی در آب خروجی مورد نظر باشد یا اگر آب با مواد سیلیسی سازگاری نداشته باشد از مواد غیر سیلیسی مانند آنتراسیت استفاده می شود.
- جهت اصلاح اسیدیته آب با PH پایین از ماده ای بنام نیوترالایت استفاده می شود.
- بمنظور جذب کلر و فنل ها و آندسته از مواد آلی که تولید طعم و رنگ و بوی بد برای آب می کنند، از نوعی کربن فعال شده با ظرفیت بالا بنام کربو – دو استفاده می شود.
- جهت حذف آهن و منگنز آب نیز از مجموعه دو لایه آنتراسیت و ماده ای دیگر بنام زئو – رکس استفاده می شود.
- دربعضی ازموارد خاص تصفیه آب، از مواد بالابطورهمزمان وبصورت چندلایه برروی هم در فیلترهای شنی حرارت گستر استفاده می شود.
- فیلترهای شنی تحت فشار حرارت گستر با حداکثر راندمان بهره برداری از سطح فیلتراسیون طراحی گردیده و با وجود سیستم جمع آوری یکنواخت در کف هر فیلتر افت فشار به حداقل خود می رسد و بهترین خطوط جریان هیدرولیکی در تمام فضای فیلتر ایجاد می گردد که با گذشت زمان فیلتراسیون و بر حسب میزان کدورت و مواد معلق موجود در آب تدریجاً میزان افت فشار در فیلتر افزایش یافته که در صورت ادامه عملیات فیلتراسیون در زمان معینی این میزان افت فشار بطور ناگهانی و محسوس بسیار افزایش یافته که در نتیجه حتماً فیلتر باید شسته شود.

HARARAT GOSTAR

این شستشو می تواند در ابتدا بکمک هوا (مرحله اول) صورت گیرد که شستشو با هوا سبب جدا شدن ذرات جامد از بسترهای شنی فیلتر شده و مصرف آب برای شستشو را کاهش می دهد. پس از شستشو با هوا می توان ذرات جمع شده توسط بستر شنی (در طول عمل فیلتراسیون) را بکمک آب از بستر جدا کرده و تخلیه گردد.

- برای انتخاب مدل فیلتر های شنی تحت فشار حرارت گستر باید به جدول فیلتر در کاتالوگ شرکت مراجعه کرده و در آنجا با توجه به قطر فیلتر مورد نیاز و دبی آب مورد نظر فیلتراسیون، مدل فیلتر انتخاب گردد.
- **فیلتر های تحت فشار شرکت حرارت گستر در موارد زیر بکار گرفته می شود:**

۱. **فیلتراسیون آبهای سطحی جاری:**

چون آبهای جاری مانند رودخانه ها معمولاً داری ذرات معلقی بوده که برای آشامیدن و مصارف صنعتی نامناسب است پس بکمک فیلتر شنی تحت فشار این ذرات معلق از آب جدا می گردند.

۲. **فیلتراسیون آب استخرها:**

آب استخرها می تواند دارای نا خالصیهایی مانند بو، رنگ و مواد جامد شناور در آب و ... باشد که این ذرات ناخالص بکمک عمل سیرکولاسیون دائمی آب استخر و انتقال آن به داخل فیلتر تحت فشار از آب جدا می گردند.

۳. **حذف طعم و رنگ نامطبوع آب مصرفی بکمک روش فیلتراسیون آب:**

اگر در فیلتر های تحت فشار بجای سیلیس از کربن اکتیو متبلور استفاده شود، میتوان طعم نامطبوع کلر اضافی موجود در آب را بعلت خاصیت جذب سطحی بسیار زیاد کربن اکتیو (فعال شده) حذف نمود.

- **فیلترهای شنی تحت فشار شرکت حرارت گستر به یکی از سه طریق زیر کنترل می شود:**

۱. کنترل دستی بوسیله شیر فلکه های برنجی یا چدنی.

۲. کنترل نیمه اتوماتیک بوسیله شیر چند راهه دستی.

۳. کنترل اتوماتیک بوسیله شیرهای دیافراگمی یا شیرهای چند راهه اتوماتیک.

خواص شیمیایی آب

۱. خواص اسیدی و بازی آب:

قدرت اسیدی یابازی آب یاهمانPH آب، بیانگر این است که آب از چه مسیر ها و قشرهایی عبور کرده است. همان طور که می دانیم آب خنثی دارای PH=7 می باشد و آب با PH بیشتر از 7 دارای خاصیت بازی یا قلیایی است، ولی اگر PH آب کمتر از 7 باشد آب دارای خاصیت اسیدی است.

PH بیشتر آبهای طبیعی در حدود ۶تا۸ می باشد.

از آنجا که PH نشانگر غلظت نسبی اسید و باز آب است بنابراین در تولید رسوب یا ایجاد خوردندگی مهم است.

- PH پایین آب باعث خورندگی بیشتر دستگاههایی است که در تماس با آن هستند.
- PH بالا باعث ته نشین شدن کربنات کلسیم از محلول و در نتیجه تولید رسوب در روی لوله ها و دستگاههای تبادل حرارتی و مسیرهایی که آب از آن عبور می کند می گردد.

HARARAT GOSTAR

- PH آب دیگهای بخار حداقل در حدود 10.5 است. این PH از خورندگی اسیدی جلوگیری کرده و علاوه بر این به اندازه کافی قلیایی است تا املاح مولد رسوب قبل از ورود به دیگهای بخار ته نشین گردند.
- آب دیگ های بخار نباید دارای قلیائیت زیاد از نوع کربنات و بی کربنات و هیدرو کسید باشد، زیرا یونهای کربنات یا بی کربنات در اثر حرارت شکسته شده و دی اکسید کربن تولید شده وارد بخار می گردد. دی اکسید کربن موجود در بخار آب معمولاً باعث زنگ زدگی لوله های بخار می شود و هنگامی که بخار سرد می شود دی اکسید کربن در مایع حل شده و تولید اسید کربنیک می نماید که در نتیجه PH آب دیگهای بخار پایین آمده و در این صورت زنگ زدگی لوله های آب برگشتی را موجب می شود.
- قلیائیت آب دیگهای بخار باید به اندازه کافی زیاد باشد تا از خوردگی اسیدی فلزات دیگهای بخار جلوگیری شود، ولی از طرفی نمی توان قلیائیت آب دیگهای بخار را زیاد بالا برد چون ممکن است به علت افزایش مقدار کل مواد جامد حل شده در آب دیگهای بخار (بعلت ناخالصیهای موجود در آب)، موادتوسط بخارحمل گردد. ضمناًقلیائیت زیادباعث شکنندگی قلیایی ودرنتیجه ترک درفلزدیگ بخارمی شود .

- قلیائیت آب دیگهای بخار در فشار های مختلف باید همواره مطابق جدول زیر کنترل گردد:

فشار دیگ بخار PSI	قلیائیت کل بر حسب کربنات کلسیم (قسمت در میلیون)	
	مداقل	مداکثر
۰-۳۰۰	۲۰۰	۷۰۰
۳۰۱-۴۵۰	۱۶۰	۶۰۰
۴۵۱-۶۰۰	۱۲۰	۵۰۰
۶۰۱-۷۵۰	۱۲۰	۴۰۰
۷۵۱-۹۰۰	۱۲۰	۳۰۰
۹۰۱-۱۰۰۰	-	۲۵۰
۱۰۰۱-۱۵۰۰	-	۲۰۰
۱۵۰۱-۲۰۰۰	-	۱۵۰
۲۰۰۱وبیشتر	-	۱۰۰

۲. خاصیت حلالیت آب:

آب یک حلال عمومی است که تمام مواد کم و بیش بسته به مقدار ثابت حلالیت خود در آب حل می شوند وبطور کلی ترکیباتی که قادر به یونیزه شدن باشند بعلت خاصیت قطبی بودن آب در آب بهتر حل می شوند.

تغییرات ناگهانی در پارامترهایی مانندPHآب و درجه حرارت، باعث کم شدن حلالیت مواد محلول در آب گردیده و در نتیجه ماده حل شده در آب ته نشین شده و رسوب تشکیل می شود.

علاوه بر خاصیت حلالیت آب، آب دارای قدرت حمل کنندگی نیز بوده و قادر به حمل مواد بصورت معلق درخودمی باشد.

HARARAT GOSTAR

ناخالصیهای موجود در آب:

ناخالصیها می توانند بصورت جامد، مایع و یا گاز باشند.

ناخالصیهای جامد موجود در آب:

ناخالصیهای جامد موجود در آب شامل موارد زیر است:

۱- مواد معلق.

۲- مواد کلوئیدی.

۳- مواد حل شده در آب (بصورت یونهای مثبت و منفی در آب)

مشکلات احتمالی در دیگ بخار

بعلت مصرف آب غیر استاندارد صنعتی و راههای مقابله با آن

مشکلات احتمالی در اثر مصرف آب غیر استاندارد صنعتی که در دیگ های بخار بوجود می آید، بیشتر مربوط به کیفیت آب مصرفی، ساختمان دیگ بخار، فشار دیگ بخار، مقدار تولید بخار در هر متر مربع از سطوح گرم شده در ساعت و نوع مصرف بخار است که مهمترین آنها عبارتند از:

۱- تشکیل رسوب پوسته ای (SCALE)

۲- خوردگی (CORROSION)

۳- حمل مواد توسط بخار (CARRY OVER)

۴- شکنندگی قلیایی فلز دیگ بخار (CAUSTIC EMBRITTLEMENT)

رسوب پوسته ای SCALE

الف- چگونگی تشکیل رسوب پوسته ای در دیگ بخار:

آبی که از لایه های مختلف زمین عبور می کند، نمکهای موجود و همچنین گازهای اتمسفر را در خود حل کرده و با خود می برد.

در دیگ های بخار و سیستم های انتقال حرارت بیکربناتهای کلسیم و منیزیم موجود در آب در اثر حرارت دیگ بخار تجزیه شده و تبدیل به کربناتهای کلسیم و منیزیم که کم محلول ترند می شوند. علاوه بر آن مقداری دی اکسید کربن بوجود می آید که همراه با بخار خارج می گردد.

HARARAT GOSTAR

نمکهای کلسیم و منیزیم در آب باقی می مانند و با افزایش آب تغذیه جدید وتبخیرآب دیگ بخار غلظت آنها درآب دیگ بالا می رود. درواقع عامل اصلی تشکیل رسوب کاهش حلالیت نمکهای تشکیل دهنده رسوب با افزایش درجه حرارت است. تشکیل رسوب شامل دو مرحله است که در مرحله اول ابتدا رسوب در محل تشکیل شده و سپس در مرحله دوم این رسوب بر روی سطوح گرم کننده های دیگ بخار ته نشین شده و در اثر حرارت، بصورت پوسته سختی در می آید.

علاوه بر مواد معدنی طبیعی، مواد آلی مثل روغن و گریس نیز، مانند عامل چسباننده عمل کرده و ذرات رسوب را بهم می چسباند. تشکیل رسوب به روش چسبیدن ذراتش بکمک موادمعدنی وآلی بدون شک دردیگ بخار((بخصوص دردیگ های بخار از نوع **لوله– آتشی FIRE TUBE**، هنگامیکه آب دارای سختی زیادی است) انجام گرفته ولی این مکانیزم تشکیل رسوب فقط مقدار کمی از رسوبات تشکیل شده در دیگ بخار را شامل می شود، زیرا که مکانیزم عمده تشکیل رسوب در دیگ های بخار و سیستم های گرم کننده، بلورین شدن نمکهای تشکیل دهنده رسوب از محلول اشباع شده آنها در لایه ای نازک در مجاورت گرم کننده ها است که در اثر افزایش درجه حرارت، نمک های تشکیل دهنده رسوب حلالیتشان درآب کم می شود (غلظت نمک در لایه نازکی از آب در مجاورت گرم کننده ها، سریعتر از نقاط دیگر افزایش می یابد) و مستقیما از لایه گرمتر بر روی سطوح گرم کننده رسوب می کنند.

ب– اثر رسوب پوسته ای بر دیگ بخار:

رسوب در دیگ های بخار به این دلیل که باعث کاهش انتقال حرارت می شوند، مشکلاتی را در کارکرد دیگ بوجود می آورند. رسوب در واقع همانند لایه نازکی از عایق سطوح حرارت دهنده ها را پوشانده، باعث کند شدن انتقال حرارت شده و در نتیجه کاهش راندمان دیگهای بخار را سبب می شود و علاوه بر آن درجه حرارت گازی که می سوزد بالا می رود (چون رسوب باعث می گردد که آب کمتر بتواند حرارت جذب کند). ساختار مکانیکی رسوب، خلل و فرج موجود در آن، ضخامت و همینطور ساختمان و روش عملکرد دیگهای بخار همگی در اتلاف حرارت موثرند.

آزمایشات متعدد بر روی کارکرد دیگ بخار بیانگر این بوده است که وجود رسوب در دیگ می تواند میزان انتقال حرارت را تا حدود ۱۲درصد کاهش دهد، بعنوان مثال اگر ضخامت رسوب حدود 0.3 سانتی متر باشد براحتی می تواند راندمان دیگ را تا حدود 3درصد کاهش دهد که این مقدار افت راندمان موجب افزایش مصرف سوخت تا حدود 3درصد می شود. رسوب پوسته ای علاوه بر کاهش میزان انتقال حرارت در دیگ بخار مشکل مهمتری را نیز در دیگ بوجود آورده که همان ایجاد اشکال در لوله ها و دیگ، بعلت افزایش بیش از اندازه حرارت فلز دیگ بخاراست که در اثر این حرارت زیاد یک تغییر حالت توام با پیدایش بر جستگیها روی لوله ها بوجود آمده، منجر به ترکیدن لوله می گردد. در دیگهای بخار جدید با انتقال حرارت سریعی که در دیگ اتفاق می افتد، وجود لایهٔ نازکی از رسوب در دیگ بخار فوق العاده با اهمیت است، زیرا رفع اشکالات فوق هزینه های گزافی را برای تعمیر و یا تعویض دیگ بخار می طلبد.

ضمناً پوشش رسوبی ، انتقال حرارت را از گازهای کوره به آب دیگ بخار کند می کند که این مقاومت حرارتی نیز باعث افزایش سریع درجه حرارت فلز می شود.

ج– جلوگیری از تشکیل رسوب در دیگ بخار :

کنترل ترکیبات زیر بمنظور جلوگیری از تشکیل رسوب ضروری است:

HARARAT GOSTAR

۱- **نمکهای کلسیم و منیزیم :**

به منظور کاهش نمکهای کلسیم و منیزیم موجود در آب دیگ بخار می توان از یکی از روشهای زیر کمک گرفت:

- استفاده از سیستمهای آهکی در درجه حرارت معمولی (روش آهک سرد).
- استفاده از سیستمهای آهکی در درجه حرارت بالا (روش آهک داغ).
- استفاده از فسفات در درجه حرارت بالا (روش فسفات داغ).
- استفاده از روش تعویض یونی (روش بستر زینی).

پس از اینکه آب از مرحله تصفیه اولیه (تصفیه خارجی) عبور کرده و وارد دیگ بخار می گردد، بمنظور جلوگیری از تشکیل رسوب از سختی باقیمانده(سختی گرفته نشده در روش کاهش سختی) و تمیز کردن کامل سطوح گرم کننده هادردیگ بخار، از مواد شیمیایی مختلفی بهره گرفته می شود (تصفیه داخلی).

برخی از ترکیبات کلیسم و منیزیم تولید رسوب لجن گونه می کنند که به سادگی با زیر آب زدن دیگ بخار قابل کنترل است، بقیه ترکیبات کلسیم و منیزیم بصورت رسوب پوسته ای مستقیما به فلز دیگ بخار می چسبند که می توان بکمک مواد شیمیایی که به آب دیگ بخار اضافه می شود این رسوبات پوسته ای را تبدیل به لجن کرد و از دیگ تخلیه نمود. مهمترین مواد شیمیایی که معمولا در تصفیه داخلی آب دیگ های بخار برای جلوگیری از تشکیل رسوب پوسته بکار می رود عبارتند از : **کربنات سدیم و فسفات** (ترکیبات فسفات دار متداولتر است). میزان قلیائیت و سختی آب، نوع ماده شیمیایی که به آب اضافه می شود را تعیین می کند.

شرکت تولیدی و مهندسی حرارت گستر مطابق روشهای زیر سختی و قلیائیت آب را می گیرد:

سختی آب

بعضی از مواد جامد حل شده در آب، املاحی هستند که باعث بالارفتن سختی آب می شوند. این املاح شامل یونهای فلزی مخصوصاً یون کلسیم و منیزیم و یون آهن می باشند.

این یونها معمولاً بصورت کربنات، سولفات، نیترات و یا کلرید در آب وجود دارند.

بطور کلی آبی را که شامل مقدار زیادی نمکهای کلسیم و منیزیم باشد، آب سخت می نامند.

- سختی آب بر حسب اینکه در مقابل حرارت پایدار باشد را **سختی دائم** نامند، مانند املاحی که در آب بصورت ترکیبات سولفاتها، نیتراتها، کلرورها، فسفاتها و سیلیکاتهای کلسیم و منیزیم (ترکیبات غیر کربناتی)وجود دارند.

حد اشباع سختی پایدار یا دائم در آب حدود ۱۸۰۰ میلی گرم در لیتر است.

- **سختی موقت** یا سختی کربناتی در مقابل حرارت از حالت محلول بودن خارج می شوند، مانند املاحی که در آب بصورت ترکیبات کربنات و بی کربنات کلسیم و منیزیم وجود دارند.

حد اشباع سختی موقت در آب حدود ۴۵۰ میلی گرم در لیتر است.

- **توجه شود که حد مجاز سختی در آبهای آشامیدنی حدود ۲۵۰ میلی گرم در لیتر به ازای کربنات کلیسم ($CaCO_3$) است.**

HARARAT GOSTAR

❖ **در صنعت استفاده از آب سخت (کربناتی یا غیر کربناتی) جایز نیست** زیرا سختی در دستگاههای حرارتی مانند دیگ بخار باعث ایجاد رسوب در دیگ و مسیرهای آب می شود. در سیستمهای سرد کننده نیز رسوب در دستگاههای تبادل حرارتی، لوله ها و بطور کلی در تمام نقاطی که آب در آنها جریان داشته و در معرض تغییر درجه حرارت است، تشکیل می شود.

بنابراین باید میزان سختی آب در صنعت بخصوص در دیگ های بخار کنترل شود که مطابق با جدول زیر است:

توجه شود که واحد سختی بین المللی بصورت یک میلی گرم از کربنات کلسیم در یک لیتر آب می باشد و گاهی سختی را بر حسب قسمت در میلیون یا میلی گرم در لیتر (P.P.M.)بیان می کنند.

فشار دیگ بخار (PSI)	حد سختی پیشنهاد شده (P.P.M)
۰-۱۵۰	۸۰
۱۵۰-۲۵۰	۴۰
۲۵۰-۴۰۰	۱۰
بیشتر از ۴۰۰	۲

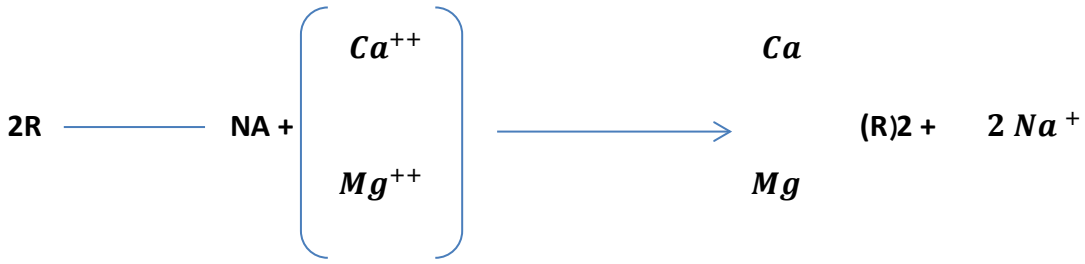
سختی گیری از آب

شرکت حرارت گستر نیز مطابق با استاندارد های بین المللی مهندسی آب از روش بستر های رزینی در تولید دستگاههای سختی گیر خود بهره گرفته است.

در سختی گیر حرارت گستر از نوعی تبادل کننده یونی کاتیونی استفاده شده که دارای ظرفیتی حداقل ۳۵ کیلو گرین به ازاء مصرف ۱۵پوند نمک در هر فوت مکعب از رزین است. مخازن سختی گیرهای حرارت گستر جهت فشار کار ۱۰۰ Psig ازجنس فولاد کربنی یا گالوانیزه با اتصال جوش طراحی شده است که در قسمت زیرین دستگاه از روش عدسی دوبل (این روش باعث می شود که میزان آب جهت آبکشی رزین کاهش یابد) و در قسمت بالا از دیسک های پلی اتیلنی بنام استرینر (میزان آبدهی را کنترل کرده تا در صورت افت فشار، آبدهی کاهش نیابد) استفاده شده است. تبادل کننده یونی کاتیونی سختی گیر های حرارت گستر از نوع **Sulfonated Styrene** است.

ابتدا آب ورودی (آب سخت) از بالا وارد دستگاه سختی گیر شده و هنگام عبور از بستر رزینی کاتیونی مطابق واکنش زیر یونهای سخت کاتیونی آب (یونهای کلسیم و منیزیم موجود در آب) با یون سدیم رزین تعویض می شوند:

HARARAT GOSTAR



عمل مبادله یونی تا زمانی ادامه پیدا می کند که یونهای سدیم در ملکول رزین تمام شده و یون سختی جایگزین آن شده است که در واقع رزین اشباع شده و نیاز به شستشو و احیاء دارد. مدت زمان اشباع کامل رزین را یک سیکل شستشو برای رزین در نظر می گیریم. توجه شود که آب سخت پس از عبور از بالا به پایین (پس از مبادله یونی) بصورت آب نرم شده (سختی گرفته شده) از قسمت پایین سختی گیر توسط استرینرهای تمتانی جمع آوری و خارج می گردد.

برای اینکه رزین را از حالت اشباع خارج کرده و دوباره برای عمل سختی گیری آماده کنیم باید مراحل زیر را انجام دهیم :

۱. ابتدا بکمک آب، رزین را در جهت عکس عمل سختی گیری (جهت ورود آب در روش سختی گیری از بالا به پایین است) شستشو میدهیم (روش شتسشوی معکوس رزین).

۲. عمل احیاء (Regeneration) را بصورت زیر انجام می دهیم:

بستر رزینی اشباع شده را از محلول ۱۰ تا ۲۰ در صد وزنی کلرور سدیم (محلول آب نمک) عبور داده که این عمل در مخزنی از جنس پلی-اتیلن یا فولاد گالوانیزه (همراه با سیستم کنترل و جمع آوری آب نمک) مطابق با واکنش زیر صورت می گیرد:

۳. پس از احیاء کردن رزین اشباع شده، ابتدا یکبار بصورت آرام و بار دیگر بصورت سریع رزین احیاء شده را شستشو می دهیم تا برای عمل سختی گیری جدید کاملاً آماده گردد.

❖ **ضمناً سختی گیر های شرکت حرارت گستر (تکی یا دوپلکس یا تریپلکس) به یکی از سه طریق زیر کنترل می شود:**

۱. کنترل دستی بوسیله شیر فلکه های برنجی یا چدنی.

۲. کنترل نیمه اتوماتیک بوسیله شیر های چند راهه دستی.

۳. کنترل اتوماتیک بوسیله شیر های دیافراگمی یا شیر های چند راهه اتوماتیک.

روش انتخاب سختی گیر های شرکت حرارت گستر

برای انتخاب سختی گیر کافی است از فرمول زیر ابتدا ظرفیت سختی گیر را بیابیم و سپس به جدول ظرفیت سختی گیرهای کاتالوگ شرکت حرارت گستر مراجعه کرده و با توجه به مقدار بدست آمده برای ظرفیت سختی گیر از فرمول و مقدار آب مورد نیاز بین دو احیاء (دبی آبدهی بر حسب گالن در دقیقه .G.P.M) مدل سختی گیر را انتخاب می کنیم.

HARARAT GOSTAR

ظرفیت سختی گیر (Kgrain) =[(grain/gal) سختی آب × (gal /hr) آبدهی بر حسب × (hr) ساعت کارکرد] ÷ 1000

❖ توجه شود که اگر میزان سختی آب بر حسب واحد میلی گرم در لیتر (P.P.M.) باشد ابتدا باید بکمک رابطه زیر به گرین در گالن (grain/gal) تبدیل گردد و سپس در فرمول بالا جایگذاری شود:

[سختی آب بر حسب (grain / gal)] = (17.1) ÷ [سختی آب بر حسب(P.P.M.)]

مثال برای انتخاب مدل سختی گیر حرارت گستر :

اگر سختی آب 150 میلی گرم در لیتر باشد، با توجه به اینکه اگر بخواهیم میزان آبدهی برای دستگاه سختی گیر در حدود ۴۰ متر مکعب در ساعت باشد، مدل پیشنهادی سختی گیر چیست ؟ (زمان بین دو احیاء ۸ ساعت می باشد).

حل:

ابتدا تبدیل واحد های مورد نیاز را انجام می دهیم :

سختی آب(grain/gal) = 150 (میلی گرم در لیتر) ÷ 17.1 = 8.77 (grain/gal)

مقدار آب مورد نیاز = [40 (m^3/hr) × 1000] ÷ 3.785 =10568 (gal/hr)

ظرفیت سختی گیر = [10568 × 8.77 × 8] ÷ (1000) = 741 (kgrain)

THEREFORE:

WE SELECT MODEL CD36.

قلیائیت آب و روش های حذف آن

قلیائیت آب مربوط به یونهای بیکربنات و کربنات و هیدرات (املاح کربناتها و بی کربناتهای محلول در آب) می شود که این املاح موجود در آب ورودی به دیگ بخار، در درجه حرارتهای بالا مطابق واکنشهای زیر تجزیه شده ومشکلاتی رادر دیگـهای بخار ایجاد می نمایند:

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

$$Na_2CO_3 + H_2O \longrightarrow 2NaOH + CO_2$$

❖ سود سوزآور (هیدروکسید سدیم) حاصل از واکنشهای بالا سبب خوردگی بین کریستالی می شود. چون ضریب انبساط طولی رسوبهای مختلف با یکدیگر متفاوت است، قشرهائیکه دارای ضریب انبساط کوچکی هستند در موقع گرم کردن دیگ بخار نمی توانند به اندازهٔ ورقهای فولاد بدنهٔ دیگ منبسط شود و در نتیجه در بعضی نقاط که ضخامت قشر زیاد است، بواسطه جلوگیری از انتقال گرما بدنهٔ دیگ

HARARAT GOSTAR

سرخ شده، قشر نامبرده ترک بر میدارد. حال اگر آب به فلز سرخ شده برسد علاوه بر تبخیر ناگهانی آب و بالا رفتن فشار دیگ، مقداری گاز هیدروژن در آنجا تولید می شود که ممکن است با اکسیژن موجود در دیگ ترکیب شده و موجب انفجار دیگ بخار گردد.

- گاز کربنیک حاصل از تجزیه بی کربناتها سبب خوردگی در لوله های کندانس برگشتی و شیر آلات مسیر بخار و تله بخارها می شود.
- علاوه بر موارد بالا اگر قلیائیت آب بسیار بالا باشد، یک نوع شکست در فلز دیگ بخار بوجود می آید که همان شکست قلیایی نام دارد که ممکن است این شکست در جایی از بدنهٔ دیگ بخار بوجود آید که بدنه در نقطه ای دارای نشتی باشد و آب همراه با بخار خارج شده و در همین نقطه قلیاییت املاح محلول در آب بالا رود. از طرف دیگر شکست قلیایی فلز دیگ بخار در جایی می تواند ایجاد گردد که در آنجا فلز تحت کشش زیاد (تمرکز تنش کششی) قرار گرفته باشد.

حذف قلیائیت آب

برای حذف قلیائیت آب از رزینهای آنیونی قوی با ترکیب حلقوی استفاده می شود. توجه شود که این رزینها معمولاً آنیونی قوی با اتصال کلر (ترکیب حلقوی کلردار) هستند.

دردستگاههای حذف قلیائیت آب (DEALKALIZER) شرکت حرارت گستر از نوعی تبادل کنندهٔ یونی (رزین) ازجنس استایرن (STYRENE) استفاده شده است که آنیونی قوی است و دارای ترکیب شیمیایی پایداری است و ظرفیت آن حداقل 30 کیلو گرین به ازاء مصرف 15 پوند نمک در هر فوت مکعب رزین می باشد.

در این روش (تعویض کننده آنیونی قوی) کربناتها و بی کربناتهای موجود در آب با یون کلر تعویض می گردند. البته توجه شود که هنگام استفاده از این روش آنیونهای دیگر محلول در آب از قبیل سیلیس، سولفاتها، نیتراتها و ... نیز با یون کلر تعویض می شوند.

آب از قسمت بالای دستگاه دی الکالایزر (DEALKALIZER) وارد ستون رزینی آنیونی شده و هنگام عبور از بستر رزینی طبق واکنش زیر یونهای کربنات یا بی کربنات یا سولفات یا نیترات ... با یون کلر رزین تعویض می شوند که این به این معنی است که قلیائیت آب کاملاً حذف یا کاهش می یابد:

$$R\text{——}CL + NaHCO3 \longrightarrow R\text{——}HCO3 + NaCL$$

با ادامه عملیات بالا بعد از مدت زمان معینی (مدت زمان سیکل احیاء) با تعویض یونهای بی کربنات یا کربنات و... با یون کلر، بستر رزینی اشباع شده و عملیات حذف و کاهش قلیائیت را انجام نمی دهد که این زمان اشباع شدن به حجم آب گذرنده و قلیائیت آب و میزان کلر موجود در آب خام بستگی دارد.

۱- احیاء کردن (REGENERATION) بستر رزینی

طی مراحل زیر بکمک محلول ده درصد وزنی کلرید سدیم (آب نمک) انجام می شود:

۱. ابتدا شستشوی معکوس (منظور در جهت عکس عمل حذف قلیائیت) انجام می دهیم تا رزین کاملاً تمیز و آمادهٔ عمل احیاء گردد.
۲. طبق واکنش زیر در اثر عبور دادن محلول ده درصد وزنی آب نمک از روی بستر رزین اشباع شده، عمل احیاء کردن رزین صورت می گیرد:

HARARAT GOSTAR

$$NaCL + R \longrightarrow HCO3 \longrightarrow R \longrightarrow CL + NaHCO3$$

۳. حال اگر بستر رزینی احیاء شده را یکبار ابتدا بصورت آرام و بار دیگر بصورت سریع شستشو دهیم، رزین کاملاً آمادهٔ مبادلهٔ یونی برای عمل حذف قلیائیت (DEALKALIZATION) دیگری است.

❖ **ضمناً دی الکالایزر های شرکت حرارت گستر (تکی یا دوپلکس یا تریپلکس) به یکی از سه طریق زیر کنترل میشود:**

۱. کنترل دستی بوسیله شیر فلکه های برنجی یا چدنی.

۲. کنترل نیمه اتوماتیک بوسیله شیر چند راهه دستی.

۳. کنترل اتوماتیک بوسیله شیر های دیافراگمی یا شیر های چند راهه اتوماتیک.

۲- سیلیس و ترکیبات آن :

رسوبات سیلیسی بخصوص رسوب سیلیکات کلسیم مشکلات فراوانی را در عملیات دیگ بخار ایجاد می کند.

تماس سیلیس جهت تشکیل رسوبات کمپلکس بوده که ممکن است در ساختار خود دارای کلسیم و یا منیزیم باشند. از طرفی سیلیس تمایل زیادی به واکنش با آلومینیم و تشکیل رسوبات کمپلکسی آن دارد.

بنابراین باید با انتخاب روش تصفیهٔ مناسب، میزان غلظت سیلیس و آلومینیوم را در آب دیگ بخار، تا آنجا که ممکن است کاهش داد. ایجاد غلظت زیاد فسفـــاتها و قلیائیت مناسب در آب دیگ بخار کمک به حل این مشکل می کند. ضمناً همـراه با روش بیان شده (ایجاد غلظت زیاد فسفاتهاوقلیائیت مناسب) اگر از روش زیر آب زدن (BLOW DOWN) نیز کمک گرفته شود، کاهش غلظت سیلیس را تا حد معمولی باعث می گردد.

توجه شود که روشهای دیگری نیز مانند استفاده از ترکیبات منیزیمی و... برای حذف رسوبات سیلیسی آب دیگ بخار بکار می رود.

۳-روغن :

مهمترین مشکلی که در نتیجه وجود روغن در آب دیگهای بخار بوجود می آید، عمل جامدات توسط بخار است. از طرفی روغن لایهٔ عایقی بر روی سطوح حرارتی تشکیل داده و مانع از انتقال حرارت از فلز به آب شده و در نتیجه ممکن است ترکیدگی لوله ها را موجب گردد.

ضمناً روغن ممکن است با رسوبات لجنی دیگهای بخار توام شده و تولید خمیری چسبناک را نماید که در واقع روغن در اثر تجزیه و کربنه شدن و جذب توسط رسوبات منفذ دار، ایجاد رسوب سختی بر روی بدنهٔ دیگ بخار می کند که در صورت افزایش سریع دما در دیگ بخار موجب بر جستگی و تغییر حالت فلز بدنه دیگ می گردد. به این نکته نیز باید توجه شود که روغن باید همواره طی مرحلهٔ تصفیهٔ خارجی از آب ورودی دیگ های بخار خارج گردد زیرا روش تصفیه داخلی مطمئنی برای حذف روغن در آب دیگ بخار وجود ندارد.

HARARAT GOSTAR

خوردگی CORROSION

الف- چگونگی ایجاد حالت خوردگی فلزات در دیگ بخار و مشکلات آن و راههای جلوگیری از آن:

خوردگی در واقع خورده شدن فلز دستگاههای صنعتی بوده و این اصطلاحی است که جهت بیان فساد فلز توسط واکنشهای شیمیایی بکار می رود.

عامل اصلی خوردگی در دیگهای بخار ودستگاههای مربوطه، **PH پایین آبهای تغذیه و اکسیژن محلول** در آنها می باشد. با افزایش درجهٔ حرارت، اکسیژن محلول درآب دیگهای بخار آزاد شده وممکن است به فلز دیگ بخار در محل آزادشده حمله کرده ودرآن خوردگی بصورت نقطه ای ایجادنماید. علاوه بر این، اسیدی شدن آب که همراه با کاهشPHاست، قادر به انجام خوردگی درتمام سطوح می باشد.

حال مکانیزم دقیقتری از چگونگی ایجاد حالت خوردگی در دیگ بخار را بیان می کنیم:

تمام نمک ها کم و بیش در آب محلولند و این حلالیت تا زمان اشباع شدن محلول ادامه دارد. از طرفی چون تمام فلزات بمقدار ناچیزی در آب حل شده و عناصر حل شده بصورت یـون (اتم باردار) در محلول ظاهر گشته، در نتیجه یک قطب پیـل الکتریکی در آب بـــوجود می آید. بنابراین اتمهای فلزات بصورت یونی ایجاد الکترون آزاد در محلول می کنند. فلز یونی در آند و الکترونهای آزاد شده در کاتد متمرکز می شود.

اگر فلزی که در تماس با آب می باشد آهن باشد، در اثر حلالیت آهن فلزی به یون فرو تبدیل شده و سپس این یون بوجود آمده با یون هیدروکسید حاصل از آب یونیزه شده، ترکیب شده و تشکیل ماده ای بنام هیدروکسید فرو را می دهد:

$$Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^{-}$$

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

در اینحالت مقدار اکسیژن محلول در آب عامل مؤثری در سرعت خوردگی است. در واقع وجود اکسیژن در آب، بدلیل تمایل آن برای واکنش با هیدروژنها و تشکیل آب، باعث از بین رفتن لایهٔ محافظ و در نتیجه حلالیت (حل شدن) بیشتر آهن در آب می گردد.

عوامل موثر در خوردگی را می توان بصورت زیر نام برد:

۱- مقدار PH:

PH عامل مهمی در خوردگی فلزات می باشد، چرا که خوردگی فلزات توسط آب با PH اسیدی در تمام سطوح انجام می گیرد و حالت خوردگی نقطه ای کمتر پیش می آید.

سرعت خوردگی آهن در غیاب اکسیژن با PH محیط تا حدود 9.6 رابطه مستقیم دارد که در این PH هیدروژن تشکیل شده و حل شدن آهن عملاً متوقف می شود، اما اگر اکسیژن در محل حاضر باشد، **هیدروکسید فرو Fe(OH)2** تبدیل به **هیدروکسید فریک Fe(OH)3** شده و این واکنش PH محلول را کاهش داده و دوباره عمل خوردگی شروع می شود.

روش ساده جلوگیری از چنین خوردگی ایجاد شده، خنثی کردن اسید آب با یک قلیا می باشد. کربنات سدیم و سودسوز آور معمولاً در تصفیهٔ آب ورودی دیگهای بخار، برای این منظور بکار می روند.

HARARAT GOSTAR

PH آب دیگهای بخار حداقل باید 10.5 باشد. این PH باندازهٔ کافی بالا است که از خوردندگی اسیدی جلوگیری نماید. توجه شود که آلودگی اسیدی آب دیگهای بخار ممکن است از حمامهای روکش دهنده فلزی و یا عدم کنترل دقیق تعویض کننده های هیدروژنی در مراحل تصفیه باشد.

۲- مقدار اکسیژن محلول در آب:

اکسیژن بیش از هر عنصر دیگری در فرآیند خوردگی در دیگ بخار مشکل بوجود می آورد. هنگامیکه آب تغذیه دیگهای بخار که وارد دیگ می شود، دارای اکسیژن محلول باشد، خوردگی در لوله های تغذیه و گرم کننده ها انجام گرفته که شدت این خوردگی بستگی به غلظت اکسیژن محلول و درجه حرارت سیستم و PH دارد. حاصل خوردگیِ آهن در آبِ دارای اکسیژن محلول در خود، مخلوطی از اکسیدهای آهن است. **توجه شود که در واقع عمل خوردگی توسط اکسیژن بمیزان اکسیژنی که از طریق هوا وارد آب می گردد و نیز سطح تماس آب و هوا و همزدن آب و درجه حرارت فشار و محیط بستگی دارد.**

عمل خوردگی در سیستمهائی که باز بوده و همواره با هوا در تماسند، تقریباً همیشگی بوده و برقرار است. خوردگی با اکسیژن از نوع نقطه ای بوده که در واقع در ابتدا سطح کمی از فلز را در بر میگیرد که درادامه خوردگی این سوراخها عمیقتر شده و منجر به سوراخ شدن کامل فلز در محل می گردد. توجه کنیم که قدرت خورندگی در اثر افزایش سریع درجهٔ حرارت (در دیگ های بخار مدرن) بسیار افزایش می یابد.

یعنی در اثر افزایش سریع دما فعل و انفعالات اکسایشی تشدید شده و اکسیژن محلولی حتی بمقدار اندک می تواند خوردگی شدیدی را ایجاد کند. از طرفی قسمتی از اکسیژن محلول در آب تغذیهٔ دیگ بخار، همراه با بخار وارد محل مصرف بخار (مثلاً در دی اریتورها) شده و در آنجا نیز خوردگی ایجاد می کنند. قسمت های خورده شده معمولاً نزدیک سطح آب در تانکهای آب تغذیه می باشد.

بنابراین حذف اکسیژن از آب تغذیهٔ دیگهای بخار کاملاً ضروری است.

به کمک روش هواگیری مکانیکی (DEAERATION) می توان مقدار اکسیژن محلول در آب را تا حد 0.005 سانتی متر مکعب در لیتر کاهش دادولی برای حذف کامل اکسیژن درآب مورد استفادهٔ دیگهای بخار، استفاده از مواد شیمیائی نیز ضروری است که برای این منظور معمولاً از **سولفیت سدیم** $Na_2(SO_3)$ و یا ماده ای بنام **هیدرازین** N_2H_4 استفاده می شود.

نکات مهم در مورد حذف کامل اکسیژن از آب دیگهای بخار:

- در دیگهای بخاری که در فشاری کمتر از 72 اتمسفر کار می کنند، سولفیت سدیم مناسبترین ماده برای حذف کامل اکسیژن پس از عمل هواگیری است.
- خاصیت جذب اکسیژن توسط سولفیت سدیم بصورت زیر است:

$$2NA_2(SO_3) + O_2 \longrightarrow 2NA_2(SO_4)$$

برای حذف کامل هر میلی گرم در لیتر اکسیژن عملاً 7.88 میلی گرم در لیتر سولفیت سدیم نیاز است ولی بدلیل استفاده از سولفیت سدیم های تجارتی ناخالص و اتلاف آن در حمل و نقل آنها و فرآیند زیر آب زدن در دیگ بخار، معمولاً به ازاء هر میلی گرم در لیتر اکسیژن، 10میلی گرم در لیتر سولفیت سدیم نیاز داریم.

HARARAT-GOSTAR

❖ **بهترین نقطهٔ تزریق سولفیت سدیم، قسمت هواگیری مخزن ذخیرهٔ آب تغذیهٔ دیگهای بخار است.** گاهی بمنظور کنترل نمودن زمان تکمیل واکنشها در دیگ بخار، سولفیت سدیم محلول را در قسمت مکش پمپ تغذیهٔ دیگ بخار وارد می کنند. ضمناً توجه شود که تزریق سولفیت سدیم (بخصوص در سیستمهای فشار پایین) متناوباً انجام گیرد.

❖ **با افزایش فشار دیگ های بخار، دو مشکل در استفاده از سولفیت سدیم بوجود می آید:**

اول اینکه با افزایش فشار دیگ بخار، مواد جامد محلول در دیگ بخار افزایش می یابد که در دیگهای با فشار بالا مسئله مهمی است.

دوم اینکه در فشار بالا سولفیت سدیم در دیگهای بخار تجزیه شده و گازهای H2S و SO2 که هر دو گازهایی خورنده هستند، بوجود می آید.

برای اینکه در دیگهای بخار با فشار بالا دو مشکل بیان شده بوجود نیاید، بجای سولفیت سدیم از هیدرازین کمک می گیرند که مطابق واکنش زیر باعث حذف کامل اکسیژن می شود:

$$N_2H_4 + O_2 \longrightarrow 2H_2O + N_2$$

اگر اکسیژن در آب موجود نباشد، هیدرازین تجزیه شده و تبدیل به آمونیاک و نیتروژن می گردد که اگر غلظت آمونیاک تولید شده کنترل شود، می تواند از خوردگی لوله های برگشت آب توسط دی اکسید کربن جلوگیری نماید.

شرکت تولیدی و مهندسی حرارت گستر مطابق روش زیر عمل هواگیری مکانیکی را انجام می دهد:

گازهای محلول در آب

قسمت عمده گازهای محلول در آب، گازهای اکسیژن و دی اکسید کربن است.

آب تغذیه دیگهای بخار معمولاً حاوی این دو گاز مضر می باشد که اکسیژن محلول در آب باعث خوردگی شدیدی می شود و از طرفی دیگر دی اکسید کربن (گاز کربنیک آزاد) محلول در آب باعث افزایش خاصیت اسیدی (کاهش قابل ملاحظه ای در PH آب) آب شده و حتی به خورندگی اکسیژن سرعت می بخشد.

خورندگی اکسیژن اغلب به صورت موضعی همراه با ایجاد حفره (Pitting) برروی سطح فلز دیگ بخار (حد فاصل بین فاز مایع و بخار) بوده که این خورندگی از نوع الکتروشیمیایی (نیازمند آب و اکسیژن محلول در آن) است و بمرور زمان این حفره ها موجب سایش زیاد سطح فلز دیگ بخار شده و داخل حفره ها پر از اکسید های فلزی می شود.

بنابراین قبل از اینکه این گازها (اکسیژن و دی اکسید کربن) همراه با آب ورودی وارد دیگ بخار گردند باید از آب حذف و جدا شوند.

حذف گازهای محلول در آب

برای حذف گاز های اکسیژن و دی اکسید کربن محلول در آب از روشی بنام هواگیری (DEAERATION) و از دستگاهی بنام دی اریتور (DEAERATOR) استفاده می شود.

HARARAT GOSTAR

بوسیله این دستگاه خوردگی دیگ و خطوط بخار و کندانس و دیگر تجهیزات انتقال حرارت کاهش می یابد.

آبی که معمولاً بعد از فرایند هواگیری از دی اریتور خارج می شود، حاوی کمتر از 0.005 سانتی مترمکعب اکسیژن در هر لیتر (حالت مبنا برای خواص شیمیایی آب) می شود و دی اکسید کربن آن تا حد صفر کاهش می یابد.

از طرفی دیگر در دی اریتورها با ایزولاسیون کامل می توان از مصرف بیش از حد بخار آب جلوگیری نمود. ضمناً دی اریتورها چون معمولاً از نظر مکانی در سیستمهای حرارتی، قبل از دیگ بخار قرار می گیرند باعث می شوند که قبل از اینکه آب وارد دیگ شود، درجه حرارت آب را تا حدود نقطه جوش آب و یا درجه حرارت بخار (البته وقتیکه دی اریتور شامل مبدل حرارتی باشد،درجه حرارت آب میتواند تا درجه حرارت بخار افزایش یابد) افزایش داده که این عمل از شوک حرارتی در داخل لوله های دیگ بخار جلوگیری می کند.

دی اریتورها معمولاً درجه حرارت آب ورودی را تا حدود 103 تا 110 درجه سانتی گراد می رسانند. دی اریتورها جهت کار با بخار مستقیم از دیگ و یا بخار اگزوز شده و یا هر دو طراحی شده اند.

اصول کلی روش هواگیری آب در واقع انجام یک عمل دینامیکی بمنظور بهم زدن مداوم تعادل مالایت گازهای محلول در آب است.

بررسیهای دقیق نشان داده است که در اثر حرارت مقدار زیادی اکسیژن محلول در آب(در حدود 85 تا 90 درصد) بسهولت از فاز مایع جداشده و حذف اکسیژن باقیمانده در آب با استفاده از پدیده نفوذ (DIFFUSION) انجام می گیرد.

بطور کلی بخار در دی اریتور وظایف زیر را بعهده دارد:

۱- عمل انتقال و خروج گازهای جداشده از فاز مایع را انجام می دهد.

۲- عامل مهم در اختلاط آب و بخار (جهت هواگیری) است.

۳- درجه حرارت آب ورودی به دیگ بخار (آب خروجی از دی اریتور) را تا دمای بالاتر از نقطه جوش می برد.

- شرکت تولیدی و مهندسی حرارت گستر نیز با توجه به استانداردهای بین المللی طراحی و مهندسی، دی اریتورهای خود در اندازه های مختلف (از 5000 تا 80000 پوند بر ساعت) جهت رفع نیاز در واحدهای تاسیساتی، صنعتی، تجارتی، آموزشی و تحقیقاتی به ارزش غیر قابل رقابتی ارائه می دهد.
- دی اریتور های حرارت گستر علاوه بر آنکه عمل گرم کردن و هواگیری کامل آب (بکمک اختلاط سریع آب و بخار در اسکرابر) را بخوبی و با راندمان بالایی انجام می دهد، از نظر فضای مورد نیاز نیز به کمترین جا احتیاج دارد (چون در طراحی دی اریتور حرارت گستر، به حداقل ارتفاع نیز توجه شده است) که این خودبا طرح بی نظیری که ارائه می شود، انجام می گیرد.

- مدل دی اریتور های شرکت حرارت گستر بشرح ذیل انتخاب می گردند.

مصرف ۱۵ الی ۲۰ دقیقه دبی بخار مصرفی باید با STORAGE(LBS.) که در جدول دستگاه دی اریتور درج گردیده است، برابر باشد.

بطور مثال اگر مصرف بخار Lb/HR ۳۰۰۰۰ باشد، مصرف ۱۵ دقیقه آن .LBS۷۵۰۰و مصرف ۲۰ دقیقه .LBS۱۰۰۰۰ بوده و بهترین انتخاب، دی اریتور مدل SLH50 با STORAGE برابر .LBS ۸۳۳۳می باشد.

روش هواگیری (DEARATION) در دی اریتور حرارت گستر

۱- ابتدا آب خارج شده از دستگاه سختی گیر (آب سختی گرفته شده) بکمک شیر برقی وارد دستگاه مبدل حرارتی از نوع SHELL & TUBE (دستگاه پیش گرمکن دی اریتور) شده و دمای آب تا حدودی بالا رفته، سپس این آب از طریق شیر کنترل وارد ستون دی اریتور شده، بکمک اسپری والوهای مخصوصی از جنس استنلس استیل از داخل کندانسور ونت در سطح یک مخزن (محفظهٔ بخار) بصورت مخروطی شکل اسپری می شوند که در نتیجه اکثر گازهای خورنده قبل از برخورد آب با سطوح فولادی از آن جدا می شود، که در واقع در این مرحله هواگیری اولیه (جداسازی اولیه گازهای غیر قابل تقطیر مانند اکسیژن و دی اکسید کربن از آب) انجام شده است .

۲- آب داغی که تا حدی هواگیری شده به قسمت اسکرابر دی اریتور وارد شده، با بخاری که بطور یکنواخت از میان لولهٔ توزیع کنندهٔ بخار به داخل اسکرابر وارد می شود، با سرعت زیاد برخورد کرده و در اثر عبور از یکدیگر (در شرایط بار بسیار کم) بطور مکانیکی آخرین مقادیر باقیمانده از گازهای غیر قابل تقطیر از آب جدا می شود.

۳- آب خارج شده از اسکرابر دی اریتور عاری از کلیهٔ گازهای غیر قابل تقطیر است.

از طرفی بخار جدا شده از اسکرابر مجدداً به داخل دی اریتور وارد شده، در نتیجه سیکل ادامه پیدا می کند؛ توجه شود که این بخار بغیر از مقدار کمی از آن که صرف خارج کردن گازهای غیر قابل تقطیر آب (اکسیژن و گاز کربنیک) به هوای خارج از طریق ونت می شود، در کندانسور تقطیر می گردد.

توجه شود که اسپری والو، کندانسور ونت، لولهٔخروجی گازها، مخزن داخلی، لوله کشی مخزن داخلی به اسکرابر، اسکرابر، لوله ورودی بخار به اسکرابر همگی از جنس STAINLESS STEEL می باشند.

برای نصب و راه اندازی و نگهداری و کار کرد بهتر دی اریتور ها، به نکات زیر توجه شود:

۱- دی اریتور باید در محلی با ارتفاع کافی نصب گردد تا مقدار هد مورد نیاز پمپهای تغذیه دیگ بخار (NPSH) تامین گردد.

۲- شاسی نگهدارندهٔ دی اریتور باید بر اساس ماکزیمم بار طراحی و ساخته شود تا مقاومت کافی برای تحمل بار را داشته باشد.

۳- همواره هنگام کار با دستگاه دی اریتور گزارشی از فشار بخار و درجه حرارت بخار و آب را در هر شیفت کاری تهیه کنیم که این گزارش می تواند شامل مراحل نگهداری و بازدید کلیه کنترل کننده ها و شیشه های آبنما دی اریتور نیز باشد. بازدید شیشه های آبنما جهت اطلاع از وجود روغن ضروری می باشد. وجود روغن در آب دی اریتور می تواند بعلت یکی از عوامل زیر باشد:

الف-بر اثر نشتی در یکی از مبدلهای حرارتی، روغن بهمراه آب کندانس وارد دستگاه شده باشد.

ب-ممکن است که در دستگاههایی که با بخار در تماس هستند از روغن با غلظت نا مناسب استفاده شده باشد.

ج -اگر جداکننده های روغن بطور کامل تخلیه نشده باشد و درست عمل نکنند، احتمال ورود روغن به داخل دی اریتور وجود دارد. این مشکل می تواند در اثر بخار خیلی داغ از جداکنندهٔ روغن نیز بوجود آید.

بنابراین اگر وجود روغن بعلت یکی از عوامل بالا باشد پس از اطلاع از وجود روغن باید دی اریتور را قبل از شروع بکار مجدد، کاملاً تمیز کرد.

۴- درجه بالا و یکنواخت برای حذف کامل اکسیژن از آب بسیار اهمیت دارد. ممکن است در دی اریتور بعلت یکی از عوامل زیر درجه حرارت و فشار بخار مناسب دی اریتور، تأمین نگردد:

HARARAT GOSTAR

الف-ممکن است ترمومتر ها و فشار سنجهای دی اریتور درست عمل نکنند.

ب- ممکن است بعلت عدم کارکرد صحیح لوازم کنترل بخار، مقدار بخار ورودی مورد نیاز کاهش یابد.

ج- اگر گازهای غیر قابل تقطیر (اکسیژن و گاز کربنیک) به اندازهٔ کافی از دی اریتور خارج نشوند، دی اریتور پس از مدتی کار کردن پر از هوا می گردد. اگر شیر تخلیه هوا را مدت کوتاهی باز کنیم این هوای جمع شده در دی اریتور از آن خارج می شود.

۵- نوسانات شدید آب باعث ایجاد سرو صدا و درجه حرارت و فشار متغیری می شود.

در شیر آب ورودی اگر فشار آب به بالاتر از مقادیر پیش بینی شده برسد، سبب کارکردی نادرست می شود که برای رفع این مشکل یا می توان توسط فشارشکن فشار آب ورودی را کاهش داد و یا از شیر کوچکتری برای آب ورودی استفاده نمود.

نواسانات و ضربانی نیز که بعلت قطع و وصل پمپ بوجود می آید موجب تغییر در فشار بخار می گردد، که این تغییر فشار اگر با افت فشار ناگهانی در دی اریتور همراه باشد، باعث بوجود آمدن پدیده ای بنام **FLASHING** یا تبدیل ناگهانی و سریع آب به بخار در پمپ تغذیهٔ دیگ بخار می شود.

۶- بازدید های دوره ای برای دی اریتور لازم است، از آنجمله:

الف-**هر دو هفته یکبار** باید شیشه های آبنما تمیز و کلیه کنترلها بازدید و قطعات متحرک روغنکاری گردد.

ب-**پس از یکماه کارکرد** دی اریتور، باید اسپری والوهای آن بازدید و در صورت وجود اجسام خارجی در آن ، کاملاً تمیز گردد.

ج-**پس از یک دوره شش ماههٔ کارکرد** دی اریتور، اسپری والوها و قسمت پیش گرمکن بازدید شوند تا در صورت وجود رسوب و لجن کاملاً تمیز کردند و **TRAP** جداکنندهٔ روغن تمیز گردد و ضمناً سوپاپ اطمینان و خلأ شکن نیز بازدید شود.

د- **پس از یکسال کارکرد** دی اریتور، مخزن ذخیرهٔ دی اریتور باید تخلیه و درپوش دریچهٔ آدم رو برداشته شده و بکمک باد و یا دست ذرات موجود در قسمت ذخیره و خطوط مکش پمپ باید حتماً تمیز گردد و قسمت اسکرابر دی اریتور بازدید شود تا عاری از رسوب و اجسام مسدود کنندهٔ مسیر باشد که این عمل بکمک باد برامتی انجام می گیرد. ضمناً لوازم کنترل بخار و آب و دیگر متعلقات بدقت کنترل و بازرسی شده و در صورت نیاز تعمیر و یا تعویض گردند.

۷- چون دی اریتور جهت تحمل خلأ کامل طراحی نشده است، بنابراین توجه شود که هنگام راه اندازی یا از خط خارج کردن دی اریتور شرایط خلأ کامل ایجاد نشود.

در موارد زیر ممکن است که در دی اریتور خلأ بوجود آید:

الف-اگر جریان بخار ورودی به دی اریتور به هر دلیلی قطع شود، چون آب سرد ورودی همچنان وارد دی اریتور می شود، باعث ایجاد حالت خلأ در دی اریتور می گردد.

ب-در زمان چگالش (تقطیر) بخار، اگر هوا بدلیلی با سرعت مناسب و کافی نتواند از مسیر تخلیه هوا عبور نماید، حالت خلأ در دی اریتور بوجود می آید.

ج-در بعضی اوقات هنگامیکه دی اریتور را از خط خارج می کنند مقداری بخار برای مدتی بعلت عایق بندی دستگاه در آن باقی می ماند، زمانیکه دوباره دی اریتور مورد بهره برداری قرار می گیرد اگر آب سرد ورودی قبل از بخار وارد دی اریتور شود، باعث ایجاد خلأ می گردد؛ پس ورود جریان بخار به دی اریتور قبل از ورود جریان آب به دی اریتور در هنگام راه اندازی اولویت دارد.

HARARAT GOSTAR

حمل مواد توسط بخار CARRY OVER

حمل مواد به انتقال هر نوع ناخالصی توسط بخار اطلاق می شود. این مواد ممکن است بصورت جامد، مایع باشند. معمولترین مادۀ انتقالی، قطرات آبی است که حاوی مواد جامد حل شده و معلق می باشد.

حمل مواد می تواند در اثر **کف کردن در دیگ بخار FOAMING** و یا در اثر **سر جوشش (PRIMING)** و یا عوامل دیگر بوجود آمده باشد.

از دلایل مکانیکی حمل مواد توسط بخار می توان ساختمان دیگ بخار، کمبود یا عدم کارائی دستگاههای جداکنندۀ بخار، بالا بودن سطح آب دیگ بخار و یا چگونگی روشن و پر کردن دیگ بخار (راه اندازی دیگ بخار) را نام برد.

از دلایل شیمیائی حمل مواد توسط بخار می توان به بالا بودن غلظت کل مواد جامد در آب دیگهای بخار (بصورت محلول یا معلق)، بالابودن قلیائیت، وجود مواد روغنی و ناخالصیهای آلی دیگر اشاره کرد.

منظور از کف کردن حالتی است که در نتیجۀ تشکیل حباب درسطح آب دیگهای بخار بوجود می آید. کف های بوجود آمده ممکن است قسمتی ویا تمام فضای مربوط به بخار را دردیگ های بخار اشغال کند که در نتیجۀ این عمل مقداری از آب دیگهای بخار وارد بخار میگردد.

منظور از سر جوشش حالت شدید غلیان (جوشش) مانندی است که در نتیجۀ حمل لجن های موجود در آب دیگ بخار با بخار بوجود می آید. این پدیده شبیه جوشش ناگهانی است که در نتیجه جوشاندن آب در بشر سربازی بوجود می آید.

در واقع عدم جدایی کامل بخار از مخلوط بخار – آب در دیگهای بخار باعث حمل مواد می گردد.

اثرات حمل مواد توسط بخار در دیگ های بخار و روشهای جلوگیری از آن:

مواد جامد انتقال یافته توسط بخار در شیرها، توربین ها، موتورها و لوله های بخار ته نشین می گردند.

این رسوبات می توانند باعث ایجاد اختلال در لوله های با حرارت بالا شده و ضمناً راندمان دیگ های بخار را کاهش می دهند.

کف کردن و سر جوشش آب دیگهای بخار باعث اشتباه در خواندن سطح آب می گردد و از طرفی مواد جامد حمل شده می توانند ایجاد شوک حرارتی در سیستمهای پخش کننده بخار (بعلت ورود رسوبات آب به سیستمها) کرده و راندمان حرارتی دیگهای بخار را کاهش دهند.

بمنظور جلوگیری از حمل مواد توسط بخار در دیگهای بخار باید مقدار کل مواد جامد، قلیائیت، سیلیس و روغن در آب دیگهای بخار را کنترل و در حد مورد لزوم نگه داشت.

مشکل حمل مواد بواسطۀ وجود روغن و دیگر مواد آلی در آب دیگهای بخار را باید در تصفیۀ خارجی رفع نمود. ضمناً باید مواد آلی مختلفی که بمنظور جلوگیری از چسبندگی رسوبات، خوردگی، و یا حمل مواد به آب دیگهای بخار اضافه می گردد، دارای ویژگی عدم تمایل برای ایجاد شرایط حمل مواد باشند.

گاهی در دیگهای بخار مشکل وجود کف را نمی توان از طریق افزودن مواد شیمیائی بطور اقتصادی بر طرف نمود که در این مواقع از عوامل ضد کفی استفاده می کنند تا تمایل حمل مواد را بطور قابل ملاحظه ای کاهش دهند.

HARARAT GOSTAR

معروفترین عوامل ضد کف دارای ترکیبات پلیمریزه شدهٔ استر، الکل و یا آمید ها می باشند که این مواد دیوارهٔ حبابها را نازک کرده و در نتیجه این حبابها با سرعت بیشتری در روی سطح آب دیگ بخار، ترکیده و از بین می روند. اگر از عوامل ضد کف در دیگهای بخار استفاده شود، لزوم انجام فرآیند زیر آب زدن را کاهش می دهد.

شکنندگی قلیایی فلز دیگ بخار CAUSTIC EMBRITTLEMENT

تجربه نشان داده است که اگر یک محلول قلیائی را در یک ظرف آهنی مدتی بجوشانیم، در بعضی نقاط ظرف، روی جدار آهنی ترکهای ریزی ایجاد می شود که این ترکها بخصوص در نقاطی بوجود آمده که ورق فلز تابیده شده و یا روی ورق اعمال مکانیکی مانند جوشکاری، والس کاری و ... انجام شده باشد. این پدیده را در صنعت شکنندگی قلیائی نامند.

شکنندگی قلیائی فلز دیگ بخار بعلت غلظت زیاد محلولهای قلیائی انجام می گیرد و در فلز بدون هیچ گونه تغییر شکلی، نوعی شکنندگی ناگهانی بوجود می آید.

الف- در نقطه ای از بدنهٔ دیگ بخار ممکن است نشتی موجود باشد که از آنجا آب همراه بخار خارج گردیده و آب خروجی می تواند در آن نقطه از نظر غلظت املاح تغلیظ گردد.

ب- ممکن است غلظت سود سوز آور در آب نشت شده از دیگ بخار بالا رفته و فلز دیگ را مورد حمله قرار دهد.

ج- ممکن است فلز دیگ بخار در نواحی مورد حمله تحت کشش (METAL STRESS) زیاد باشد.

نشت آب و غلیظ شدن مواد موجود در آن ممکن است در نقاطی که لوله به دیگ متصل شده و یا در نقاطی که دارای تمرکز تنش بالایی بوده، انجام گیرد. علاوه بر آن انقباض و انبساط فلز در نتیجهٔ تغییرات حرارت درون دیگ بخار، می تواند شکافهای کوچکی را در آن ایجاد کند که از درون آن سوراخها آب دیگ بخار نشت نماید و تحت چنین شرایطی تغلیظ املاح موجود در آب در آن نقطه صورت گرفته و غلظت مورد نیاز جهت حمله به فلز دیگ بخار فراهم می گردد.

غلظت های عادی املاح خوردنده در آب دیگ بخار نمی توانند نقشی در شکنندگی داشته باشند، اما غلیظ شدن املاح در نواحی نشت می تواند غلظت سود سوزآوررا به حدود 65000 تا 500000میلی گرم درلیتربرساند که معمولاً شکنندگی قلیائی دراین غلظت می تواند انجام گیرد.

در نواحی اتصال لوله ها به دیگ بخار بیشترین کشش در فلز انجام گرفته و این نواحی معمولاً نقاطی هستند که شکنندگی قلیائی در آنها انجام می گیرد. **توجه شود که از سه عامل بیان شدهٔ بالا کافی است که فقط یکی وجود نداشته باشد، تا شکنندگی قلیائی اتفاق نیفتد** و در واقع حضور سه عامل بالا بصورت همزمان ایجاد حالت شکنندگی قلیائی می کند. از آنجا که افرادی که در زمینهٔ تأسیسات تولید بخار کار می کنند، کنترل کمی بر روی عوامل نشت و کشش در فلز دارند، بنابراین **عاملی که می تواند امتمال شکنندگی قلیائی را تعیین کند، آب تغلیظ شده از دیگ بخار است.**

اگر آب دیگ بخار تمایل به شکنندگی داشته باشد، با بوجود آمدن نشت و کشش، امتمال شکنندگی قلیائی زیاد است.

برای جلوگیری از ایجاد حالت شکنندگی قلیایی در دیگ بخار باید بصورت زیر عمل کرد:

اگر آب دیگ بخار خاصیت شکنندگی داشته باشد، باید اقدامات لازم برای محافظت از دیگ بخار در برابر شکنندگی بعمل آید. نیترات سدیم ترکیبی است که برای جلوگیری از شکنندگی قلیائی در سیستمهای فشار پایین بکار می رود. با وجودیکه نیترات در خیلی از آبهای طبیعی موجود است ولی **برای جلوگیری از شکنندگی قلیائی باید نسبت معینی از نیترات سدیم به قلیائیت سود سوزآور در آب دیگ بخار موجود باشد.** نسبت پیشنهادی از نیترات سدیم به قلیائیت سود سوز آور در آب دیگ بخار با توجه به فشار دیگ بصورت زیر است:

فشار دیگ بخار (Psi)	نسبت (NaNO3)/(NaOH)
تا 250	0.20
تا 400	0.25
تا 1000	0.05-0.40

استفاده از نیترات سدیم حتی تا فشارهای 1200پوند بر اینچ مربع (حدوداً 82 اتمسفر) نیز موفقیت آمیز است و ضمناً توجه شود که بهر حال در بیشتر سیستمهای بخاری که در فشار های بیان شدهٔ بالا کار میکنند، تصفیه داخلی که معمولاً تزریق فسفات و کنترل نهایی PH است اگر با دقت صورت گیرد، تمایل به شکنندگی بدلیل جلوگیری از غلظت زیاد هیدروکسید سدیم آزاد در آب دیگ بخار، حذف می گردد. گاهی نیز برای اینکه PH آب دیگ بخار بیش از حد پایین (نامطلوب) نباشد، از ماده ای بنام توی سدیم فسفات استفاده می شود تاPH آب دیگ بخار را به حد مطلوب و مناسب برساند.

پایان

HARARAT GOSTAR