((تهیهٔ آبهای صنعتی به منظور جلوگیری از اثر خورندگی آن))

تهیه کننده :

تقی‌هادیزاده فارغ التحصیل رشته متالورژی دانشکده فنی

استاد راهنما : خانم دکتر سرابی

چکیده :

آب طبیعی‌بطور معمول حاوی‌گازهائی مانند ایندرید کربنیک (CO_2) واکسیژن (O_2) و نیز نمکهای محلول موجود درخاک میباشد. مصرف این آب درصنایع ومصارف مهندسی باعث تولید اشکالاتی چون: تشکیل قشر ورسوبات درمجاری، ایجاد کف، تولید لجن، وخوردگی وسائل درتماس با آب مثل دیگهای‌گرم کننده- لوله‌ها- وتوربین مینماید. دراین مقاله‌آماده کردن آب ازجهت جلوگیری ازاثر خورندگی آن بررسی میشود. دراینجا عامل مهم‌خورندگی گازهای محلول در آب است، خصوصاً اکسیژن و انیدرید کربنیک، و راه جلوگیری ازآن بررسی روشهائی است که بتوان این‌گازها راازآب حذف کرد. دراینمورد دستگاههائی طرح شده که بطرق مکانیکی تولید شرایطی میکند که درآن حلالیت‌گازها به حداقل رسیده ازآب خارج شوند. این وسائل بانام هواگیر (deaerator) شناخته میشود و از سال ۱۹۳۰ بطور مستمر همراه با دستگاههای تهیه بخار وآب‌گرم مصرف داشته ومرتباً تکامل یافته است .

مقدمه :

دربسیاری ازصنایع ومصارف مهندسی، وجود آب مناسب، بصورت آب سرد یاگرم ویابخار، ضروری وشرط ادامهٔ کار است. آب طبیعی ندرتاً بصورت خالص دیده میشود. زیرا اکثر موادکم وبیش درآن محلول بوده وآنرا آلوده میسازد. برف وباران که عامل اصلی تشکیل رودخانه - چشمه - دریاچه - وسایر منابع تأمین آب میباشد ، ضمن بارش ، گازهای موجود هوا مثل: انیدرید کربنیک(CO_2)-اکسیژن (O_2)- وازت (N_2) رادرخود حل میکند. یعنی‌آب‌حاصل را نمیتوان یک ترکیب سادهٔ شیمیائی ازدوقسمت هیدرژن ویک قسمت اکسیژن دانست. بلکه مجموعه‌ایست ازمواد محلول معدنی وآلی. چنین آبی ضمن مصرف تولید اشکالاتی‌میکند. مانند: تشکیل قشر ورسوبات، که مانع جریان آب وکار صحیح دستگاه است- کف کردن آب- تولید لجن- وخوردگی وازبین بردن وسائل فلزی که باآن درتماس است. مثل: دیگهای‌گرم کننده- لوله‌ها- توربین وغیره.

دراینجا آماده کردن آب تنها ازجهت جلوگیری ازاثر خورندگی آن بررسی میشود. بدیهی است عملیات دیگری هم برای رفع سایر عیوب روی آب انجام میشود که دراین مقاله ذکری نشده است. درمورد فلز خوردگی عامل اصلی، گازهای محلول موجود درآبست. خصوصاً اکسیژن وانیدرید کربنیک . وراه جلوگیری ازآن ، بررسی روشهائی است که این گازها رابتوان ازآب حذف کرد. دراینمورد دستگاههائی طرح شده که بطرق مکانیکی تولید شرائطی میکند که درآن حلالیت گازها به حداقل رسیده ازآب خارج شوند. این وسائل با نام: هواگیر (deaerator) شناخته میشود. وازسال ۱۹۳۰ به بعد بطور مستمر همراه با دستگاههای تهیه آبگرم وبخار، مصرف داشته ومرتباً تکامل داده شده است. ضمناً برای حذف گازهای آب، درموارد خاصی که اشاره خواهد شد، میتوان ازمواد شیمیائی استفاده کرد.

ـ فلزخوردگی (corrosion) :

خوردگی تجهیزات فلزی صنایع، علیرغم تحقیقات وکوششهائی که درجهت کاهش آن صورت میگیرد، باز رقم بزرگی است. عوامل فلز خوردگی متعددند وازاینرو کنترل آن مشکل است. گرچه سعی شده آنها راطبق قواعدی منظم کنند. ودرنتیجه امروز بطور مؤثرتری ازسابق میتوانند ازاثر خوردگی آنها جلوگیری کنند، ولی باز نتیجه کامل نمیدهد.

با پیشگیریهای زیر میتوان اثر خورندگی را کاهش داد:

۱ـ اقدام درجهت بالا بردن کیفیت ساختمانی فلز.

۲ـ محافظت کاتدی.

۳ـ محافظت سطحی فلز ، با استفاده از پوشش های حفاظتی

٤ـ کنترل محیط مجاور با سطح فلز.

٥ـ انتخاب فلز مناسب با شرائط کار .

ازنظر کاهش اثر درخورندگی آبهای صنعتی، که دردیگهای تهیه آبگرم وبخار ویا سیستمهای گرم یا سرد کننده و نیز سایر موارد، مصرف دارند، طریقه مؤثرتر استفاده ازروش ٤ یعنی تغییر کیفیت آب میباشد. ودرموارد خاص روش ٥ یعنی انتخاب فلز مقاوم نیز باینکار کمک میکند.

ـ چگونگی خورده شدن آهن در آب :

ازخیلی وقت پیش، معلوم شده است که فلزات درمحیط آبی، درنتیجهٔ یک مکانیسم الکترو شیمیائی، خورده میشوند. روی یک قطعهٔ فلزی که خورده میشود، محلهای آندی وکاتدی وجود دارد. درمحل آندی، اکسیداسیون صورت میگیرد. ودرمحل کاتدی، عمل احیاء انجام میشود. درخوردگی، فعل‌وانفعال آندی است که سبب انحلال فلز میگردد:

$$M \rightleftharpoons M^{z+} + z\bar{e} \qquad (۱)$$

ودوفعل وانفعالی که معمولا درکاتد رخ میدهد، عبارتنداز: احیاء اکسیژن ،یا احیاء یون هیدرژن:

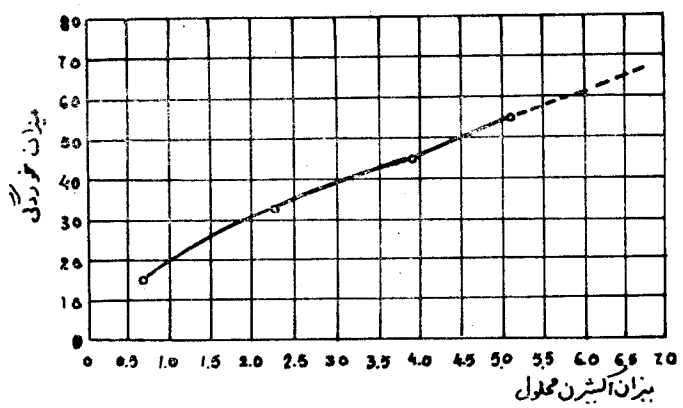
$$O_۲ + ۲H_۲O + ٤\bar{e} \rightleftharpoons ٤\overline{OH} \qquad (۲)$$

$$۲H_+ + ۲\bar{e} \rightleftharpoons H_۲ \qquad (۳)$$

اگر واکنشهای اکسیداسیون واحیاء، بطور یکنواخت درتمام سطح فلز صورت گیرد، سبب خوردگی یکنواخت میشود. ولی درحالات دیگری که فعل‌وانفعالات مربوطه درمحلهای آندی وکاتدی تمرکز داشته وجابجا نشود ، موجب خوردگی موضعی میگردد. ازآنجا که واکنش ۳ بیشتر درمحلهای اسیدی ویا درمورد فلزات غیرنجیب صادق است، اکثر خوردگی تأسیسات رامیتوان ناشی ازواکنش ۲ دانست. واز اینجا مشخص میشود که اکسیژن محلول عامل مهمی درخورندگی است. ودرغیاب آن، مقدار کمتری ازفلز درآند بصورت محلول درمیآید .

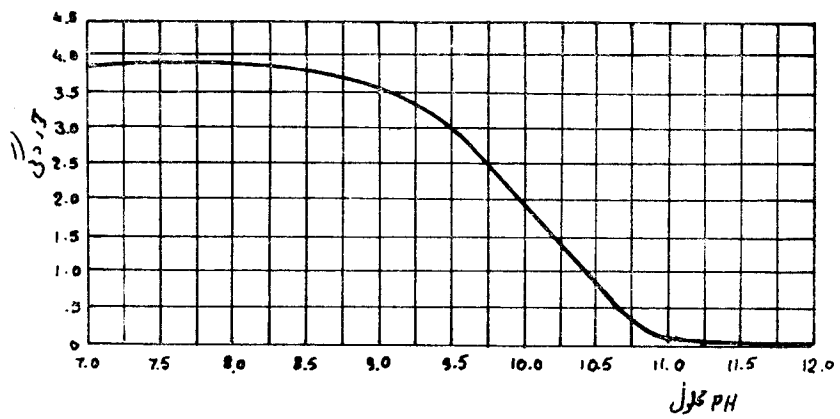
ـ رابطه بین اکسیژن محلول و اثر خورندگی آب :

طبق آنچه‌گفته شد، اکسیژن محلول درآب نقش مهمی درقابلیت خورندگی آن دارد . آبها عملا بطورطبیعی حاوی اکسیژن بوده وکم وبیش خورنده هستند. شکل ۱ منحنی تغییرات خوردگی را برحسب مقادیر مختلف اکسیژن محلول، نشان میدهد:



شکل ۱

البته مقدار خوردگی تنها تابع اکسیژن‌محلول‌نبوده، به عوامل دیگری مثل:میزان غلظت‌یونهای‌هیدرژن، یعنی PH آب- وجود قشر محافظ- حرارت عمل- شرائط‌کار وغیره نیز بستگی داردمنحنی شکل ۲ رابطهٔ PH آبرا بامیزان خوردگی نشان میدهد:



شکل ۲

چنانچه‌گفته شد، هرچه PH کمتر باشد، مقدار خوردگی بیشتر است .

ـ رابطه بین انیدرید کربنیک و اثر خورندگی آب :

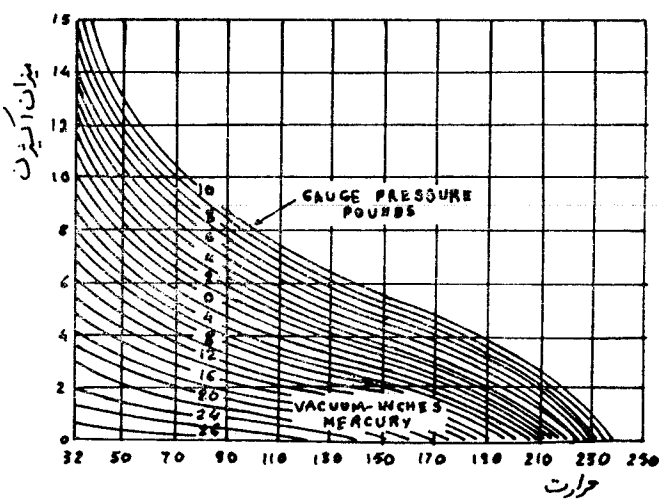
انیدرید کربنیک‌بعداز اکسیژن مهمترین‌گاز مجلول‌درآب‌است که بصورت‌اسید کربنیک (H_2CO_3) که ازعوامل خورنده محسوب میشود. درصیاید اگر مقدار انیدرید کربنیک کم باشد اثری نشان نمیدهد، زیرا آب مصرفی دیگها اکثراً حالت قلیائی داشته میتواند اسیدی بودن آنرا خنثی کند. ولی وجود مقدار زیاد اسید کربنیک، یا بیکربنات که دراثر حرارت به اسید مبدل میشود، میتواند باعث سوراخ شدن شدید لوله‌ها ودیگ باشد. حتی اگر درخود دیگ هم‌خوردگی پیش

نیاید، باز انیدرید کربنیک جدا شده ازآب، همراه بخار رفته ممکنست خوردگی قابل ملاحظه‌ای در توربینها ـ وسایر قسمتها ایجاد کند. خوردگی لوله های بخار و کندانسورها هم معمولا بهمین علت میباشد.

هواگیری آب مصرفی (deaeration of feedwater) :

معلوم شد که وجودگازهائی چون اکسیژن وانیدرید کربنیک، به قابلیت خورندگی آن کمک میکنند. ومیزان خوردگی رابطهٔ مستقیم با میزان‌گازها دارد. ضمناً دردرجه حرارت بیشتر میزان صدمه زیادتراست. درین میان رلPHنیز مهم است. زیراPHبالا میتواند کمک به‌تشکیل قشر محافظ روی سطح فلز کند. ویااینکهPH کم چنین قشری را ازبین‌برده وزمینه رابرای زنگ زدن آماده میسازد.

گازهائی چون: اکسیژن- انیدرید کربنیک- وازت، که ازطریق اتمسفر وارد آب میشوند، تحت درجه حرارت و وفشار مشخص، تاحد معینی قابلیت نفوذ وانحلال دارند. میزان انحلال هوا درآب، ازقانون دالتون وهانری تبعیت میکند. طبق این قانون، میزان حلالیت یک‌گاز دریک مایع، تناسب مستقیم با فشار جزئی‌گاز ،وتناسب معکوس بادرجه حرارت دارد. منحنی‌های شکل ۳ مشخص آنستکه هرچه فشارکمتر ودرجه حرارت بیشتر باشد، مقدار اکسیژنی که ازهوا وارد آب میشود، کمتر است:



شکل ۳

میزان انحلال هوا به طبیعت آب هم وابسته است. چنانچه هرچه غلظت الکترولیت درآب بیشتر باشد، میزان انحلال اکسیژن کمتر است. مثلا قابلیت جذب اکسیژن برای آب دریا، کمتر ازآب معمولی است.

سرعت جذب‌گاز، تابع سطح تماس‌مایع با گاز است. مثلاتلاطم وبهم‌خوردن آب، موجب‌تماس بیشتر وانحلال زیادترگاز است.

میتوان به آب شرائط مناسبی ازنظر درجه‌حرارت وفشار اعمال کرد تا درآن حالت،گازها نامحلول شده وازآب جدا شوند. مسئلهٔ حذف ایندرید کربنیک مشگلتر وپیچیده‌تر ازحذف اکسیژن است. زیرا این‌گاز درآب به سه صورت میتواند موجود باشد:-اسید کربنیک (H_2CO_3) -بیکربنات HCO_3 - وکربنات معمولی CO_3 اسید کربنیک به‌سادگی به‌انیدرید وآب تجزیه میشود:

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H_2O + CO_2 \qquad (٤)$$

ودراینحال میتوان با حرارت دادن آب، آنرا بآسانی خارج کرد. پس تنها آن مقادیرکربنات وبیکربنات راکه دراثر حرارت‌به انیدرید تجزیه شده باشد میتوان ازآب خارج کرد. میزان تجزیه به:PHآب- مقدار فشار بخار درسطح‌آب وغیره بستگی

دارد. به دلائل فوق ونیز قابلیت انحلال زیاد CO_2 درآب، نمیتوان با استفاده ازدستگاههای هواگیر، CO_2 رابه اندازهٔ O_2 حذف کرد.

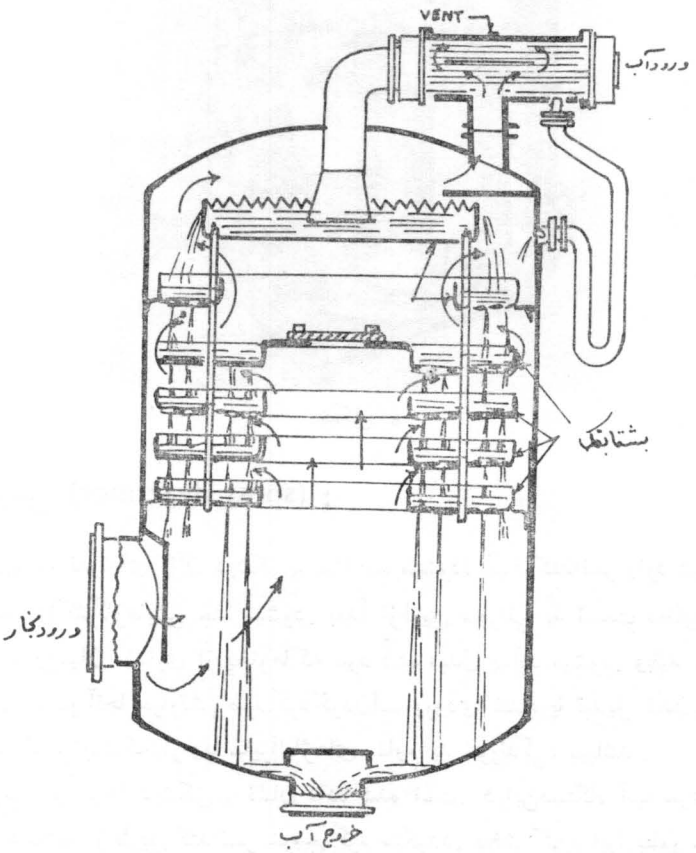
گاز آمونیاك(NH_3) درآب، بسادگی بصورت NH_4OH حل میشود. وقابلیت‌حل‌آن بیش از O_2وCO_2 است. این هیدروکسید برآلیاژهای آهن اثری ندارد مگر اینکه به غلظت زیاد باشد. ولی املاح‌آمونیاك روی مس و آلیاژهای آن مؤثرند. شرائط وخصوصیات هواگیر در موردآمونیاك هم صادق است.

حذف‌گازهای آب مبتنی است بر استفاده از روشهای: مکانیکی - حرارتی - شیمیائی- ویا ترکیبی از اینها. طرقی که عمل میشود، حرارت دادن آب درگرم‌کننده‌های باز یا مجاورتی (open or contact) است ویا درانواع خاصی که هواگیر (deaerator) نامیده می‌شود.

تمام این دستگاهها براساس عبور بخار وآب از قسمتهای مشخص دستگاه، کار میکند. جریان بخار وآب ممکنست همجهت یا متقابل باشد. طریقهٔ تماس‌آب با بخار، از طریق بشقابکها، ویاپاشیده شدن‌آب به اتمسفری از بخار، تأمین می‌شود.

- گرمکن باز (open heater) :

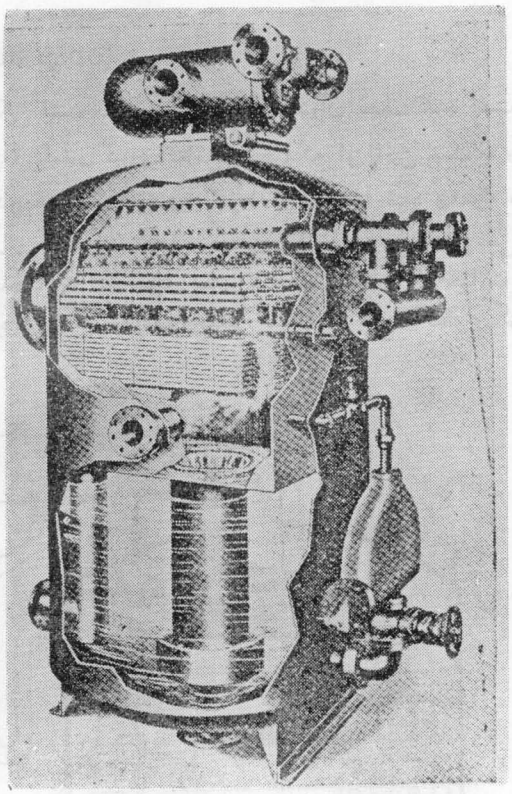
این دستگاه شامل تانکی است که چندین بشقابک درآن نصب شده است. آب ازبالا وارد شده واز طریق بشقابکها به پائین میرسد. وضمن پائین‌آمدن دراثر تماس بابخارکه از پائین دستگاه وارد میشود، گرم‌میشود. ازآنجاکه قابلیت حل‌گازها، تابع معکوس درجه حرارت است، گازها ازآب جدا شده وهمراه مقدارکمی بخار به‌اتمسفر فرستاده میشود. مثلاباگرم کردن‌آب تا $100^{\circ}C$ اکسیژن محلول‌آن به 0.43 P.P.m/. کاهش می‌یابد. (هرP.P.mمعرف۱گرم در یکمتر مکعب است). بیشترگرم کننده‌ها به‌کندانسری مجهزند تاحتی‌المقدور از حرارت بخار وگاز خروجی استفاده شود. درین کندانسرها حرارت‌گازهای خروجی به‌آب ورودی منتقل میشود. مقطع یک‌نوع گرم‌کن بشقابکدار با جریان متقابل در شکل ٤ دیده می‌شود.



شکل ٤

ـ هواگیر گرم کننده (deaerating heater):

اصول دستگاه هواگیر شبیه به‌گرمکن بازاست. ولی هواگیر طوری طراحی شده، که میتوان به حذف کامل اکسیژن، و کاهش قابل ملاحظه دراندرید کربنیک و سایرگازها، مطمئن بود. تدابیری که دراینمورد به کار رفته‌عبارتند از : تأمین سطح تماس کامل‌آب بابخار از طریق بشقابکهای اضافی وسایر وسائل ـ زمان کافی تماس، برای حذف کامل گازها.ـ وسائل لازم جهت حذف‌گازهای جدا شده.ـ ونیز امکان کارکردن دستگاه تحت خلاء. تدابیر فوق امکان میدهد که مقدار اکسیژن‌آبرا به صفر نزدیک کنند. (کمتر از ۰/۰۰۰۰۰۳P.P.m). هواگیر شکل ٥ ازین‌نوع میباشد.درین‌دستگاه بخار به قسمت‌گرم کننده وارد شده وازآنجا تمام صفحات‌را دربر می‌گیرد. وسرانجام همراه باگازهای جدا شدهٔ‌آب، به کندانسر می‌رود. قسمت زیرین دستگاه محل تجمع آبهای آماده شدهٔ بی‌گاز است. چنین‌آبی آماده برای مصرف دردیگهای تهیه‌آب‌گرم یا بخار میباشد.

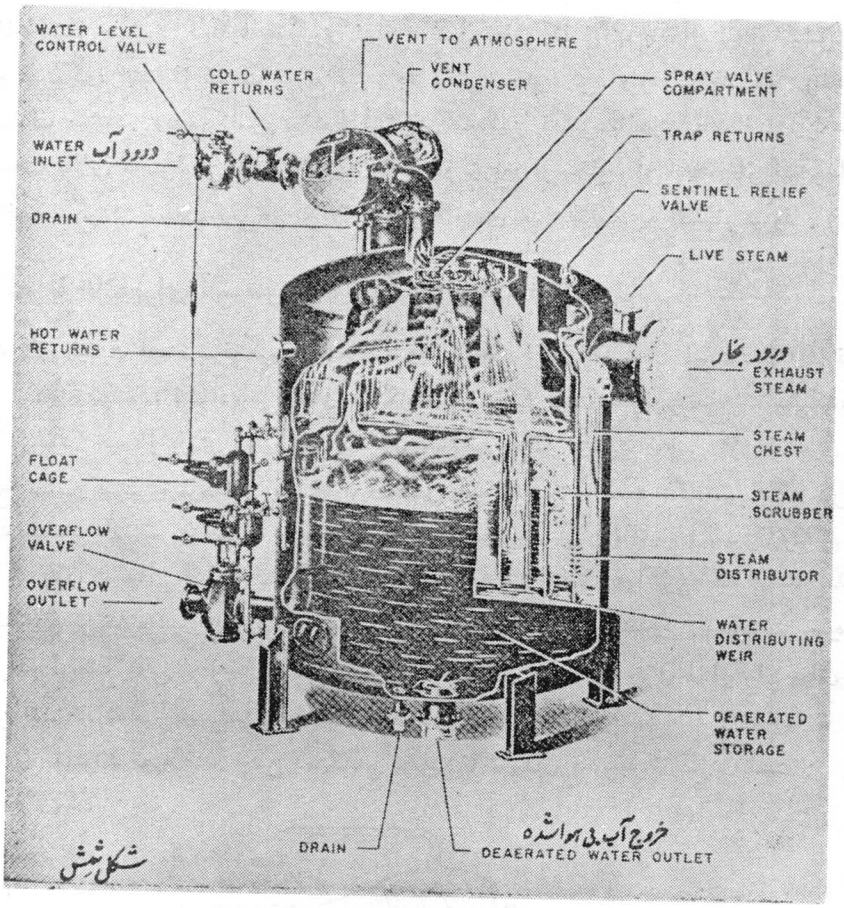


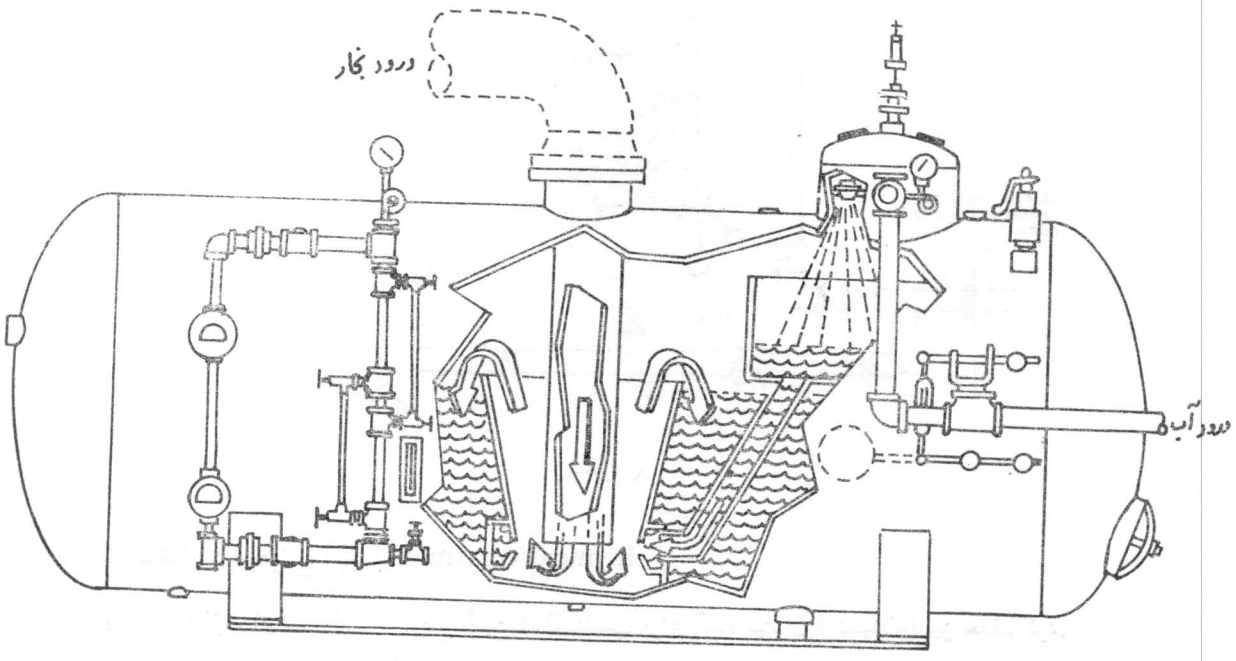
شکل ٥

ـ هواگیر دوشی (spray deaerator) :

دراین‌نوع هواگیر، که نمونه‌ای ازآن درشکل٦ مشاهده میشود، آب‌از کندانسر وارد شیر پاشنده میشود. وازآنجا درگرمکن اولیه پاشیده شده واکثرگازهایش جدا میشود. بعداً ازطریق مجرائی به قسمت مخلوط‌کننده بابخار رفته وبقیه گازهایش حذف میگردد. درین‌میان مقداری از بخارها که سرد شده مبدل به‌آب میشود. وبقیه همراه باگازهای آب به قسمت‌گرمکن اولیه میرود. که در آنجا حرارتش صرف‌گرم کردن‌آب ورودی شده، با تبدیل شدن‌به‌آب، به‌گرمکن برمیگردد. لوله های مصرفی دستگاه، ازمس‌آرسنیک‌دار ویا سایرآلیاژهای مقاوم به خورندگی، میباشد .

کاملترین نوع هواگیرها درشکل٧ نشان داده شده است. دراین‌دستگاه آب سرد ورودی ابتدا به قسمت پاشنده وارد میشود. این قسمتها از طریق کندانسر خروجی‌گرم میگردد. پخش کن، آبرا بطور مخروطی، به اتمسفر بخار گرم‌کن اولیه می‌پاشد. قبل‌از اینکه آب به‌پائین برسد، اکثر گازهایش‌حذف میشود. سپس این آب گرم شده به بخش


WATER LEVEL CONTROL VALVE
VENT TO ATMOSPHERE
COLD WATER RETURNS
VENT CONDENSER
SPRAY VALVE COMPARTMENT
WATER INLET
ورود آب
TRAP RETURNS
SENTINEL RELIEF VALVE
DRAIN
LIVE STEAM
HOT WATER RETURNS
ورود بخار
EXHAUST STEAM
STEAM CHEST
FLOAT CAGE
STEAM SCRUBBER
OVERFLOW VALVE
STEAM DISTRIBUTOR
OVERFLOW OUTLET
WATER DISTRIBUTING WEIR
DEAERATED WATER STORAGE
DRAIN
خروج آب بی هوا شده
DEAERATED WATER OUTLET
شکل شش


ورود بخار
ورود آب

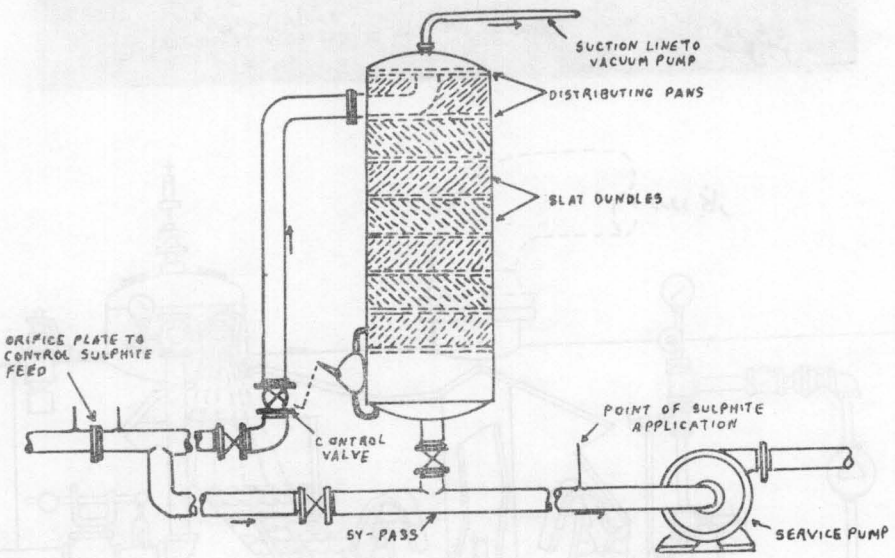
شکل ۷

مخلوط شونده بابخار، منتقل میشود. درآنجا هواگیری نهائی، ضمن تماس کامل آب بابخار، انجام میشود. جریانی که بخار طی میکند بدین قرار است که، ابتدا از قسمت توزیع کننده به بخش مخلوط کن، وارد میشود. که درآنجا باآب ورودی از گرمکن اولیه، مصادف میشود. وبطور کامل مخلوط میشوند. که این تماس، گازهای باقیماندهٔ آبرا جدا می کند وآب تصفیهٔ شده، از قسمت بالای مخلوط کن سرریز میشود. پس از خروج از مخلوط کن، بخار از آب جداشده وباگذشتن از گرمکن اولیه، کندانسه میگردد. قسمت کمی هم از بخار، همراه گازهای جداشدهٔ آب، به اتمسفر میرود .

ـ هواگیر با خلاء برای آب سرد (vacuum deaerator) :

وقتیکه لازم نیست آب مصرفی گرم شده باشد، ویا حرارت دادن آن عملی نیست، از این نوع هواگیر، که نمونهٔ آن در شکل ۸ دیده میشود، استفاده می کنند. دستگاه شامل تانکی است همراه با صفحات مشبک، که بکمک پمپی درآن تولید خلاء میشود. آب از بالای روی این صفحات مشبک ریخته میشود وسپس از یک سری شبکه های چوبی بمنظور ایجاد سطح تماس بیشتری میگذرد. پس ازین مراحل آب به مخزن ته دستگاه میرسد که درآنجا آب در سطح مشخصی نگهداشته میشود وآب سرریز آن به خطوط توزیع منتقل میشود. برای تکمیل اکسیژن زدائی میتوان ازسولفیت سدیم استفاده کرد که بطور شیمیائی آنرا حذف میکند. یک لولهٔ خلاء دربالای هواگیر به کارگذاشته شده است تاگازهای جدا شده را خارج کند وهمین خلاء آب را بدرون هواگیر می کشد. میزان این خلاء حدود ۶۰ سانتیمتر جیوه میباشد.

هواگیر در ارتفاع کافی از زمین نصب میشود تا تحت شرائط خلاء بتوان فشار کافی برای جریان یافتن آب داشت. نوعی ازین دستگاه که آب میسی سی پی را برای مصرف کارخانه ای تأمین می کند ، روزانه تا ۴ میلیون گالن آب (تقریباً ۱۴ متر مکعب) میتواند تهیه کند. چنین دستگاهی بخوبی تا ۱۵ سال قادر به کار کردن است .



شکل ۸

ـ تدارک شیمیائی آب (chemical treatment) :

با استفاده از مواد شیمیائی، علاوه برتأمین PH مناسب برای آب، میتوان اکسیژن را نیز حذف کرد.

قسمت اخیر، یعنی حذف اکسیژن در صورتی عملی است که:

۱- آب قبلا هواگیری شده باشد ولی بازهم دارای مقادیری اکسیژن باقیمانده باشد. مثل آب حاصله از هواگیر با خلاء

۲- شرائط بعدی کار، ازنظر درجهٔ حرارت وفشار، طوریست که احتیاجی به حذف کامل اکسیژن نیست. دراینحال می‌توان اصلا باهواگیر کار نکرده، مستقیماً از مواد شیمیائی استفاده کرد.

۳- به‌جای هواگیر، بعلت بالابودن کیفیت‌آب از نظر قلت‌گازهای محلول ویا کم‌بودن میزان آبیکه باید هواگیری شود مواد شیمیائی مصرف شده باشد.

برای تدارك‌آب، موادآلی ومعدنی زیادی مصرف میشود که مادهٔ شیمیائی مصرفی‌را باید با دقت کافی، باتوجه به ترکیب شیمیائی‌آب وشرائط کار دیگ وتأسیسات، انتخاب نمود.

ـ تدارك شیمیائی برای تأمین حالت قلیائی آب :

خورده شدن‌آهن درآب، بطور قابل ملاحظه تابع کاهش PH است. پس‌طبیعی است که میتوان با قلیائی کردن آب، این نقص شیمیائی‌را برطرف ساخت، ضمناً باباالارفتن درجه حرارت PH آب کم شده، کمک به‌خورندگی‌میکند. بادرجه حرارتی که‌آب دیگ‌گرم کننده‌دارد، PH آب باید بالاتر از ۸/۵باشد تا تأسیسات‌از خورندگی مصون بماند، بسیاری تأسیسات در PH برابر ۱۱٫۲-۱۰٫۲ بخوبی کار میکنند. وقتی برای نرم کردن آب، از فسفات استفاده شده باشد، PH باید بقدرکافی بالا باشد تا از تولید ترکیبات غیر محلول مثل‌تری کلسیم فسفات یاهیدروکسی‌آپاتیت، جلوگیری شود. اگر PH خیلی بالاباشد، در درجه حرارت وفشار زیاد، ممکنست خود باعث خورندگی شود،چنانچه دربعضی موارد که PH بیش از ۱۰/۵ بوده، دربخار تولید شده، وجود هیدرژن که نشانهٔ‌خوردگی است، به‌اثبات رسیده است. واکنشهای زیر معرف چگونگی عمل است:

$$Fe + H_2O \rightleftharpoons FeO + H_2 \qquad (۵)$$

$$FeO + 2NaOH \rightleftharpoons Fe(ONa)_2 + H_2O \qquad (۶)$$

حد قلیائی بودن تابع فشار دیگ‌وسایر شرائط‌است. غلظت قلیائی کمتر از ۸۰ P.P.m نمیتواندخیلی مفیدباشد. معمولا قلیائی کردن‌را، با افزودن‌سود تأمین میکنند. اینکار بعد از هواگیری‌باید انجام شود،تا از ثابت کردن CO_2، که درهواگیر خارج میشود، جلوگیری شود. حسن دیگر سود ، اینست که مانع تشکیل رسوبات‌سیلیکات کلسیم است. برای قلیائی کردن نمیتوان کربنات سدیم مصرف کرد، زیرا دردیگ به انیدرید تجزیه شده، باعث خوردگی کندانسر میشود.

ـ هواگیری شیمیائی (chemical deaeration) :

در موارد خاصی که اشاره‌شد، میتوان تنها به هواگیری شیمیائی‌اکتفا کرد. ساده‌ترین روش این کار استفاده‌از تانکی حاوی ورقه‌های‌آهنی است، که آب باگذشتن از آن، اکسیژن‌محلولش صرف ترکیب بااین ورقه‌ها میشود. ولی به علت ظرفیت کم دستگاه وسرعت کم واکنش، درطرحهای امروزی نمی‌تواند مصرف داشته باشد. از جمله مواد شیمیائی که‌برای هواگیری شیمیائی بکار میرود میتوان هیدروکسیدفرورا نام‌برد. برای‌اینکار سولفات‌فرو وسودرا به‌محصول تقطیر (condensate) گرم اضافه می‌کنند . عمل در تانکی انجام میشود که به‌کمک پره‌هائی محلول خوب مخلوط میشود. ترکیبات مختلفهٔ سولفورهم بااکسیژن ترکیب میشود. امروزه سولفیت سدیم مؤثرترین ماده برای هواگیری شناخته شده ومصرف دارد. سولفیت‌را به‌کمک‌یک پمپ کوچک مرتباً به‌دیگ اضافه می‌کنند، تا غلظت‌آن درحد کافی برای محافظت یعنی درحد ۱۰-۱۵ P.P.m ثابت بماند.

انجام واکنش چنین است:

$$Na_2SO_3 + \frac{1}{2}O_2 \rightleftharpoons Na_2SO_4 \qquad (۷)$$

املاح کبالت، مس، وسایر فلزات سنگین رل کاتالیزوررا دراین عمل دارند، خصوصاً در مواردیکه مقدار سولفیت کم ویا درجهٔ حرارت پائین باشد، به‌انجام واکنش کمک میکند.

از دیگر مواد مصرفی میتوان هیدرازین (N_2H_4) را نام برد. که طبق فعل‌وانفعال‌زیر بااکسیژن ترکیب می‌شود :

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

ازآنجاکه بعلت خروج ازت، هیچ‌مادهٔ شیمیائی به‌آب افزوده نمیشود، مصرف هیدرازین روبه‌افزایش است . بعلت قابلیت اشتعال هیدرازین، سعی‌میشود آنرا به صورت فسفات ویا سایر املاح قابل استفاده دردیگ،درآورند .

ـ استفاده از پاسیوکننده‌ها و ممانعت‌کننده‌ها (passivators and inhibitors) :

پاسیویته یک حالت غیر فعال الکتروشیمیائی فلزات در برابر خورندگی است . این حالت‌را بعضی بعلت تولید قشر اکسید محافظ وعده‌ای دیگر به سبب وجود قشر نازکی از اکسیژنی‌که جذب شیمیائی فلز شده وباعث‌کندی انحلال آنداست میدانند. پاسیوکننده‌ها موادا کسیدکنندهٔ معدنی مانند : کرمات ـ نیتریت ـ وموالیبدات، هستند. برای مؤثر بودن پاسیوکننده باید غلظت‌آن از یک حد معین بیشتر باشد، وگرنه ممکنست حتی خود آن باعث خورندگی شود. کرماتها بعنوان پاسیوکننده در مدارهای خنک‌کننده‌آب مثل رادیاتور اتومبیل، ونیز درانبارهای نفتی، بکار میرود.

ممانعت‌کننده‌ها ترکیبات‌آلی هستندکه در سطح فلز جذب شده، سبب‌کاهش‌خورندگی می‌گردند. این مواد باعث‌کندی واکنش‌کاتدیاآندو یاهردو میگردد. عدهٔ زیادی از ممانعت‌کننده‌ها از نوع آمین‌های آلی هستند.

ـ منابع :

1- Sheppard T. Powell: "water conditioning for industry" Mc graw-hill Inc., NewYork, 1954.

2- Frank N. Speller: "Corrosion, causes and Prevention" Mc graw-hill Inc., NewYork, 1951.

3- Herbert H. uhling:, "Corrosion and corrosion control»" Second edition, Johnwiley Inc., NewYork 1971.

٤ـ کروزیون ، نوشته خانم دکتر سرابی

٥ـ اطلاعات موسسه پوسوتیت