حلال مناسب در اسیدشویی (شستشو شیمیایی) دیگ و بویلر بخار :

با عنایت به اینکه وجود ناخالصی های متعدد در آب سبب بروز اشکال و ایجاد رسوب در دیگ های بخار می گردد لذا مقوله اسید شویی یا شستشوی **دیگ بخار** با مواد شیمیایی همیشه از اهمیت زیادی برخوردار می باشد

لذا در این مطلب سعی شده است در مبحث اسید شویی بویلر های بخار و معرفی حلال های مناسب مباحثی مفید برای علاقه مندان ارائه گردد:

حلالهاي متداول عبارتند از:

- اسيدكلريدريك
- اتيلن دي آمين ترا استيك اسيد (EDTA)
- اسيد سيتريك، اسيد هيدروكسي استيك
- اسيد فرميك (به‌همراه تيواوره)
- برومات آمونيوم و پرسولفات آمونيوم كه به‌عنوان ماده كمكي‌شست وشو دهنده مس است.

البته HCl و EDTA از معمول ترين حلالها به‌شمار مي‌روند، و از اين رو توضيح مفصل‌تري در مورد آنها ارايه خواهد شد.

www.Mboiler.com

اسيد كلريدريك (HCl):

اسيد كلريدريك سالهاست كه حلال عمده براي شستشو شيميايي **دیگ بخار** ، اسيد كلريدريك است.

روش متداول براي استفاده از اين ماده آن است كه ديگ بخار با محلول ۵ تا ۱۰ درصد آن كه داراي دماي حدود ۱۵۰ تا ۱۶۰ درجه فارنهايت است، پر شود.

از معايب عمده‌استفاده از اين اسيد نياز به سيستم موقت چرخش محلول است. از اين اسيد در حالت ساكن نمي‌توان استفاده كرد.

همچنين‌حبابهاي نيتروژن نيز مي‌تواند سبب اختلاط شود. به‌دليل وجود خوردگي، تزريق يك بازدارنده خوردگي توام با اسيد، ضروري است

همچنين از آنجا كه اين ماده شيميايي، بسيارقوي است، زمان و تعداد مراحل شستشو بايد به چندين ساعت محدود شود.

رسوبات معمولا طي چند ساعت ازبين مي‌روند.

HCl محتوي ۰/۲۵ تا ۱ درصد آمونيوم با فلوراید (ABF يا F.HF٤NH) معمولا براي حذف رسوبات سيليسي ترجيح داده مي‌شود.

تركيب ABFبه اسيد فلوريدريك HFتبديل مي‌شود.

و به همين دليل اين ماده يكي از چندين ماده شيميايي است كه براي حذف سيليكاتها بسيار موثراست.

اگر غلظت مس، زير ۰/۳ درصد باقي بماند، محلول HClبا تيو اوره دو درصد $CS_{٤}^{٢}NH$ قادر به حذف آن خواهد بود.

اين تركيب از HCl و $CS_{٤}^{٢}NH$ حلال خوبي براي شستشوي لايه هاي پوشيده شده با مس است.

غلظت هاي بيشتر مس نيازمند مرحله شستشوي جداگانه‌اي است، كه با آمونيوم برمات (NH_4BrO_3) ياآمونيوم پرسولفات [$(NH_4)_2S_2O_8$] با غلظت ۱ تا ۳ درصد براي اكسيداسيون و حل كردن آن انجام مي‌شود.

غلظت اسيد آزاد در محلول شستشوي HCl زير دو درصد كارا نبوده و اگر استفاده شود بشدت ضعيف شده و بايد تخليه و اسيد تازه جايگزين آن شود.

در شست وشوي با محلول اسيد و تيو اوره، غلظت آهن و مس نبايد به ترتيب از ۱/۵ تا۳ درصد فراتر رود، زيرا در غير اين صورت عمل رسوب گذاري مجدد انجام مي‌شود.

به همين دليل استفاده از اين اسيد نياز به پمپ چرخش دارد.

سرعت چرخش محلول نبايد از ۰/۸ m/s بيشتر شود.

استفاده از HCl داراي چندين مزيت است كه از جمله مي‌توان به عملكرد و تاثير سريع بر رسوبات و قابليت حذف مناسب رسوبات اكسيد آهن پوشيده شده با مس اشاره كرد.

در صورتي كه رسوبات سيليسي طي فرآيند قلياشويي قبل از اسيدشويي به سيليكاتهاي محلول مانند سيليكات سديم تبديل شوند، استفاده از HCl مي‌تواند به حل كردن اين نوع رسوبات كمك كند.

از مزاياي ديگر HCl ارزان بودن آن در ايران است.
اين اسيد در بويلرهاي كوچك كه انجام سيركولاسيون با محدوديت مواجه است، خوب عمل نمي‌كند.

قابل ذكر است كه اين ماده شيميايي، بسيار خطرناك و خورنده است و بايد موارد ايمني را مورد توجه قرار داد.

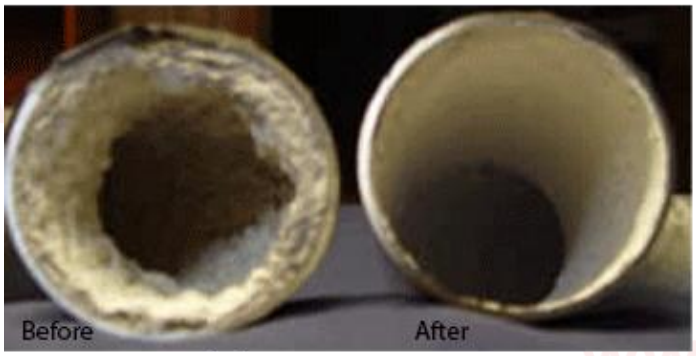
براي حفاظت از ديگ بخار، محلول شستشو بايد تخليه شده و خنثي سازي و آبكشي بويلر انجام شود تا از خوردگي ناشي از اكسيژن هوا جلوگيري بعمل آيد.

اسيد باقي مانده مي‌تواند سبب تخريب شديد بويلر در هنگام راه‌اندازي مجدد شود.

بنابراين يك شستشو با قلياي گرم قبل از راه‌اندازي، ضروري است و براي اين منظور بايد مشعلهاي راه‌انداز روشن باشد.
در انتها نيز بايد توجه داشت كه پساب شستشو شيميايي بويلربخار يك فاضلاب خطرناك است.

در برخي واحدها اين فاضلاب دراستخرهايي با آهك، خنثي شده و يونهاي فلزي آن رسوب مي‌شود و در برخي ديگر فاضلاب به خارج واحد و در مناطق مجاز و قابل اطمينان تخليه و دفع مي‌شود.

حلال (EDTA) :



هم اكنون تعداد زيادي از شستشو شيميايي توسط حلال (EDTA) انجام مي‌شود .

(EDTA) جزو تركيباتي از گروه كيلانت ها است كه به شدت در تشكيل كمپلكس كاتيون هاي دو و سه ظرفيتي موثر است.

اين ارتباط پيوندي ازطريق نيتروژن و نيمي از اتمهاي اكسيژن موجود در ملكول EDTAايجاد مي‌شود و ساختمان يونها به صورت يك قفس است.

در اغلب روشها، عمدتا از ترا آمونيوم (EDTA) استفاده مي‌كنند كه در اين ماده دو اتم از چهار اتم هيدروژن موجود، در آخر ملكول (EDTA) با يونهاي آمونيوم (NH4+) جايگزين شده‌اند.

آمونياك، يك ماده قلياي بوده و عمدتا شستشو (EDTA) در pH بين ۹تا ۹/۵ انجام مي‌شود.

تاثير ترا آمونيوم EDTA بر روي رسوبات، كمتر از HCl است.

www.Mboiler.com

بنابراين براساس تجربه، بويلرهابا يك محلول پنج درصد پر شده و سپس‌توسط مشعل ها تا دماي ۲۷۵درجه فارنهايت‌گرم مي‌شوند.

اين عمل سبب افزايش فعاليت اين ماده مي‌شود.

در واحدهاي با گردش طبيعي پس ازگرمايش اوليه به‌طور مرتب، ديگ بخار تا دماي ۲۴۰ درجه فارنهايت خنك شده و مجددا تا دماي ۲۷۵درجه گرم مي‌شود تا گردش طبيعي انجام شود.

عموما پيمانكاران شستشو بويلر، به‌جاي گرم و سرد كردن از يك پمپ خارجي (كه قبل از عمليات شستشو نصب شده است) براي گردش‌حلال از پايين ترين جمع كننده تا درام بالا استفاده مي‌كنند.

مرحله حذف آهن توسط (EDTA) ممكن است به‌منظور پايدار شدن غلظت آهن از ۱۲تا ۳۶ ساعت به‌طول انجامد.

غلظت (EDTA) آزاد نبايد به زير ۰/۴ درصد كاهش يابد و درصورتي كه اين غلظت به نزديك اين عدد برسد بايد بخشي از حلال، تخليه شده وحلال جديد اضافه شود.

پس از تكميل مرحله حذف آهن، سيستم تا دماي۱۵۰درجه فارنهايت سرد مي‌شود.

سپس يك‌اكسيد كننده مثل هوا، با نيتريت سديم، اكسيژن يا پراكساید هيدروژن به محلول،تزريق مي‌شود تا حذف مس انجام شود.

اين مرحله عموما كوتاهتر از مرحله حذف آهن بوده و ممكن است سه تا هشت ساعت به طول انجامد.

اين ماده اكسيد كننده، مس را به درجه اكسيداسيون ۲+ مي‌رساند تا با (EDTA) كمپلكس تشكيل دهد.

در مورد مزاياي استفاده از تترا آمونيوم (EDTA) مي‌توان گفت كه اين ماده از خورندگي كمتري نسبت به‌HCl برخوردار بوده و در pH قلمايي عمل مي‌كند.

بنابراين اگر بخش كوچكي از اين ماده بعد از شستشو و آب‌كشي در ديگ بخار باقي بماند هيچ صدمه‌اي به لوله‌هاي بويلر بخار نمي‌زند.

در ضمن اين ماده‌مثلHCl خطرناك نيست، اگر چه بوي آمونياك آن آزار دهنده است.

از معايب اين ماده مي‌توان به نياز به گرم بودن محلول هنگام فرآيند شستشو اشاره كرد.

www.Mboiler.com

يادآوري مي‌شود معمولا در طي فرآيند شستشو شيميايي با هر نوع اسيد و حلالي مجاز به روشن نگاه داشتن مشعلهاي بويلر بخار براي گرم كردن نيستيم.

زيرا گرماي موضعي درسطح لوله هاي در تماس با اسيد به شدت خوردگي به وجود مي‌آورد .
(EDTA) يكي از حلال هايي است كه از آن به صورت ساكن مي‌توان براي شستشوي اسيدي استفاده كرد.
بنابراين اين پديده جزو مزاياي اين اسيد است نه معايب آن. اگر چه (EDTA) به خطرناكي HCl نبوده ولي به‌دليل دماي بالاي آن بايد موارد ايمني، مورد توجه قرار گيرد.

اگر دماي بويلر به بيش از۳۰۰درجه فارنهايت برسد (EDTA) تجزيه مي‌شود. در صورت داغ شدن، حجم آب بويلر بخار زياد مي‌شود و بايد بخشي از آن تخليه شود و اين كار بايد در زير يك پوشش نيتروژن انجام شود.
آخرين مورد نيز آنكه (EDTA) از HCl گرانتر است.
با اين كه تعداد معايب آن نسبتا زياد به‌نظر مي‌رسد، اما مزاياي موجود، معايب آن را مي‌پوشاند كه عمده ترين آن خوردگي كم و توانايي بالاي آن در اغلب موارد است.

توانايي حذف رسوبات مس با همان حلال، هنگام استفاده از اكسيژن كمكي يا هوا از ديگر مزاياي مهم آن است.
تركيب ديگر (EDTA) ، تركيب دي آمونيومي آن است. اين حلال براي pH پنج تا ۶ تنظيم مي‌شود، از فعاليت بيشتري نسبت به تترا‌آمونيوم EDTA برخوردار بوده و فقط بايد دماي آن تا ۲۰۰ درجه فارنهايت گرم شود تا تاثير مناسبي داشته باشد.

به هرحال كاهش دما، توانايي اين ماده در گردش طبيعي آن در بويلر بخار را كاهش خواهد داد.

www.Mboiler.com

حلال اسيد سيتريك:

اسيدسيتريك نيز مانند (EDTA) سبب اتصال يونهاي آهن و مس مي‌شود.

فرآيند شستشو با اسيد سيتريك شبيه فرآيند (EDTA) است.

دو نوع از اين حلال به‌صورت مونوآمونيومي و دي آمونيومي مورد استفاده قرار مي‌گيرد.

در اوليpH محلول حدود ۳/۵ تا ۴ و دماي بهينه در محدوده ۱۸۰تا ۲۰۰ درجه فارنهايت است.

حلال دي‌آمونيوم سيتريك اسيد داراي‌pH بالاتري (درحدود ۵ تا ۶) بوده و تاثيرگذاي كمتري برروي رسوبات دارد.

از اين رو دماي بالاتر (۲۴۰ تا ۲۷۵ درجه فارنهايت) براي عملكرد بهينه مورد نياز است.

اسيد سيتريك به‌قدرت (EDTA) نيست.

اين ماده در برخي موارد براي شستشو اسيدي توصيه مي‌شود. و بيشتر در بويلرهاي بخار كه محدوديت خوردگي آلياژ توسط ساير اسيدها وجود داشته باشد از آن استفاده مي‌شود.

استفاده از اين ماده براي شستشو اوليه بويلرهاي بخار بازيافت حرارت از كابردهاي اين حلال است.

اسيدسيتريك مانند (EDTA) يك ماده آلي است و مي‌تواند پس از انجام مراحل شستشو، درصورت مجاز بودن از نظر زيست محيطي، باحرارت تبخير شود.

اسيد هيدرواكسي استيك و اسيدفرميك، اسيد هيدرواكسي استيك ($C_2H_5O_3$) و اسيد فرميك ($C_2H_2O_2$) از اسيدهاي قوي آلي است كه در شستشو بويلرهاي يك بار گذر بخار مورد استفاده قرار مي‌گيرند.

همان‌طور كه قبلا اشاره شد، درشستشوي واحدهاي يك بار گذر، سوپرهيترها و ري هيترها نيز، مورد شستشو قرار مي‌گيرند.

اسيد كلريدريك به دليل آسيب رساني يون كلر به لوله هاي فولادي در اين مناطق قابل استفاده نيست.

www.Mboiler.com

تركيب اسيد هيدروكسي استيك و اسيدفرميك يك راه حل بسيار خوب براي اين موضوع است. در شروع كار، غلظت ۲درصد از اسيد هيدروكسي استيك و يك درصد اسيد فرميك متداول بوده و دماي بهينه از ۸۰ تا۲۰۰ درجه فارنهايت است.

اين اسيدها خطرناكند، بنابراين پيش بيني هاي احتياطي و ايمني لازم در برابر آنها بايد همانطور كه براي ديگر محلولها رعايت مي‌شود در نظرگرفته شود.

مشکلات دفع فاضلاب در اسیدشویی دیگ بخار :

فاضلاب ناشي از فرآيندهاي شستشو و اسید شویی در دیگ و بویلر بخار ، مجوز دفع در محيط زيست را ندارند، مگر آنكه به مقدار لازم تصفيه شوند، كه هزينه تصفيه بر كل هزينه عمليات افزوده خواهد شد.

در مورد بعضي از حلال ها، استانداردهاي زيست محيطي، اجازه تبخير آنها در بويلر بخار را مي‌دهد كه اين مزيت خوبي براي حلالهاي آلي است، كه به راحتي تبخير شده و براي بويلر نيز مشكل خوردگي ندارند.

www.Mboiler.com

در برخي واحدها، فاضلاب ها به استخرهاي خنثي سازي هدايت مي‌شوند. اين كار بيشتر در مورد فاضلابهاي با محلول HCl انجام مي‌شود.

اين فاضلاب ها به استخرهايي هدايت مي‌شوند كه در آنجا شير آهك تزريق شده و سبب افزايشpH و ته نشيني فلزات سنگين مي‌شود.

تصفيه شير آهك براي فاضلابهاي محتوي زائدات كيلانتي از اثر كمتري برخودار است، زيرا كيلانتها تركيبات فلزي خود را با قدرت زيادي حفظ مي‌كنند.

دربرخي موارد دفع محلي رسوبات، مجاز نبوده و اين موضوع باعث محدود شدن انتخاب نوع حلال، مي‌شود.

منابع :

-1نفري، محمدرضا - شستشوی شيميايي دستگاههاي صنعتي - انجمن‌خوردگي ايران - سال ۱۳۷۹

2-Buecker, B."A Step-by-Step Guide toChemical Cleaning of Boilers" Chem.Eng. Progress, Sep. 96

3-Buecker, B."Select the Proper BoilerCleaning Solvent"Chem.Eng.Progress,Oct.20014-Herman,K.W.&Gelosa,L.R., WaerTreatment for Heating and ProcessSteam boilers, Power Eng., April 1973.

-سايت شركت بخارپويان