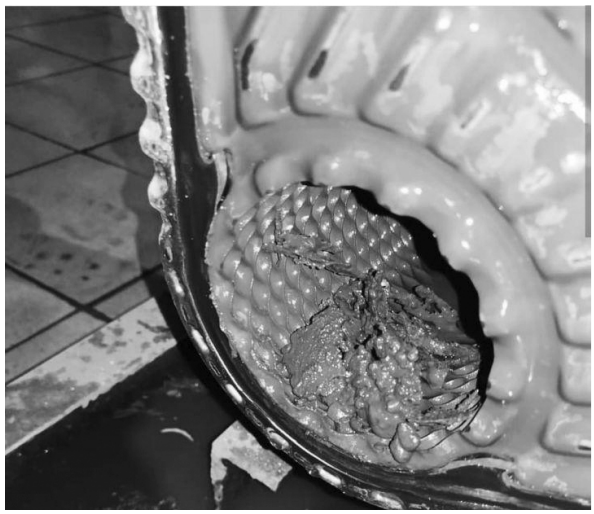
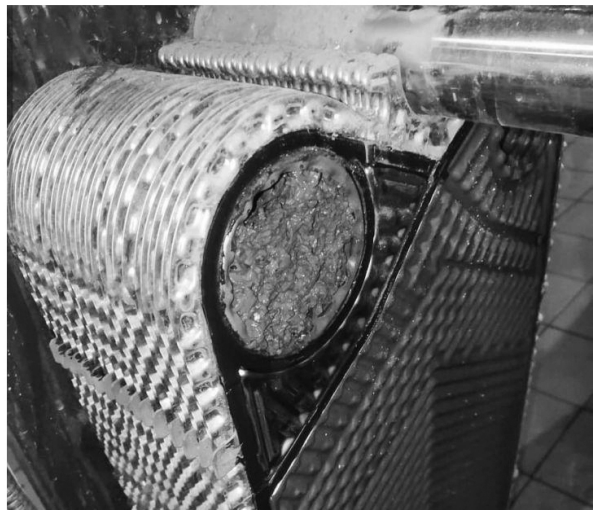
بهینه سازی رسوب‌زدایی مبدل‌های حرارتی با استفاده از روش‌های شیمیایی و مکانیکی

● **حامد اسلامی نمین، حمید رضا رشیدی**
بندر امام خمینی(ره)، منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی، سایت ۴، پتروشیمی خوزستان

چکیده:
مبدل های حرارتی یکی از تجهیزات حیاتی در واحد فرآیندی می باشند که کارکرد مناسب آنها نقش تعیین کننده ای در کاستن از هزینه های تولید دارد. یکی از مشکلات اصلی در استفاده از این تجهیزات، پدیده رسوب گذاری می باشد که باعث کاهش راندمان حرارتی مبدل شده و علاوه بر افزایش هزینه تولید باعث کاهش کیفیت یا مقدار محصولات تولید شده نیز می گردد. بدیهی است که در بیشتر موارد جلوگیری از تشکیل رسوب غیر ممکن است ولی با اتخاذ تدابیر مناسبی مانند تمیز کاری مبدل ها در فواصل زمانی مناسب و همچنین کاستن از عوامل ایجاد رسوب تا حد ممکن می توان زیانهای ناشی از این پدیده را به مقدار حداقل رساند. انتخاب بهینه ترین روش تمیز کاری مبدل یکی دیگر از عواملی است که می تواند علاوه بر کاهش هزینه ها عمر مبدل ها را نیز افزایش دهد. مهمترین عاملی که در انتخاب روش تمیز کاری باید بدان توجه کرد نوع و مقدار رسوبات ایجاد شده در مبدل می باشد.

واژه های کلیدی: مبدل حرارتی، تمیزکاری، روشهای شیمیایی، روشهای مکانیکی.

۱- مقدمه

در صنایعی مانند نفت، گاز و پتروشیمی همواره سعی بر این است با استفاده از روش های مختلف از بروز مشکل تشکیل رسوب در تجهیزاتی مانند مبدل های حرارتی پیشگیری شود. اگر چه در این زمینه هزینه های زیادی صرف مصرف مواد شیمیایی و افزودنی ها جهت جلو گیری از رسوب گذاری می شود، امّا اکثر مبدل های مورد استفاده در صنعت به دلیل عدم رعایت دستور العمل های عملیاتی یا عدم سازگاری با مواد شیمیایی و یا به دلیل کیفیت پائین آبهای مناطق مختلف به نوعی در معرض رسوب گذاری قرار می گیرند. این رسوبات بیشتر در لوله ها یا تیوب های مبدل ها تشکیل می شوند و باعث کاهش انتقال حرارت در مبدل می گردد که در نتیجه آن هزینه های تولید افزایش می یابد. برای کاستن اثرات ناشی از پدیده رسوب، عملکرد مبدل بایستی پیوسته تحت نظر قرار گیرد و همچنین در فواصل زمانی معیّن تمیز کاری مناسب مبدل ها انجام شود.

۲- رسوب گذاری مبدل ها و اثرات آن

در فرآیند های صنعتی رسوب ها انواع مختلفی دارند که برخی از آنها در زیر ذکر شده است:

- رسوب ذرات ریز معلق
- رسوب گذاری ناشی از خوردگی
- رسوب گذاری بیولوژیکی

• رسوب گذاری به علت تشکیل کریستال های جامد
• رسوب گذاری در اثر یک واکنش شیمیایی
• رسوب کذاری در اثر انجماد

در بسیاری از موارد رسوب ایجاد شده ناشی از یک عامل نمی باشد. ولی معمولا یکی از عوامل به عنوان مهمترین عامل در ایجاد رسوب می باشد. به دلیل اینکه ایجاد پدیده رسوب در مبدلها گریز ناپذیر است بر اساس توصیه انجمن تولید کنندگان مبدل های پوسته لوله (TEMA) همواره مقداری مجاز برای رسوب در طراحی مبدل ها در نظر گرفته می شود تا ایجاد رسوب تا حد مجاز تاثیر زیادی در فرآیند تولید نداشته باشد. اما در تمامی موارد باید تمیزکاری مبدل در فواصل زمانی مناسب جهت کاهش هزینه ها و جلوگیری از مشکلات فرآیندی صورت گیرد[۱،۲].

۲-۱- در نظر گرفتن عملکرد مبدل ها در طراحی آنها

استاندارد انجمن تولید کنندگان مبدلهای پوسته لوله (TEMA) شامل روشهایی برای محاسبات انواع مختلف مبدل های پوسته و لوله می باشد. معادله مشهور فوریه رابطه مناسبی برای محاسبه ضریب انتقال حرارت در مبدل ها است:

$$U_{eff} = \frac{W \times C_P (t_2 - t_1)}{A \times LMTD} \qquad (۱)$$

که در آن متوسط اختلاف دمای لگاریتمی برابر است با

$$LMTD = F \times \frac{\Delta T_{high} - \Delta T_{low}}{log\left[\frac{\Delta T_{high}}{\Delta T_{low}}\right]} \qquad (۲)$$

در این رابطه ΔT_{high} بیشترین اختلاف دما و ΔT_{low} کمترین اختلاف دما و F ضریب متوسط اختلاف دمای لگاریتمی با توجه به شکل مبدل می باشد.

در استاندارد انجمن تولید کنندگان مبدل های پوسته لوله (TEMA) برای تعین مقدار F ازدو فاکتور تعریف شده بنامهای P که که کارایی دمایی خوانده می شود و R استفاده می شود که بصورت زیر تعریف می شوند.

شرکت صنعتی سانتیگراد

طراحی ، ساخت ، نصب و خدمات
■تجهیزات تهویه و تصفیه هوای صنعتی
●صنایع نساجی
●مترو
●صنایع پودری

■تجهیزات انتقال و توزیع هوا
●صنایع نفت ، گاز ، پتروشیمی و نیروگاه
●مبدل های هواخنک

شیراز - شهرک صنعتی بزرگ - فاز ۲ - میدان بهره وری (ششم) - خ . بهره وری - خ. ۴۰۳
تلفن:۷۷۴۲۶۵۳-۰۷۱۳۷۷۴۲۷۹۵ فکس:۰۷۱۳۷۷۴۲۷۹۶
info@centigradeindustries.com

$$P = \frac{(t_2 - t_1)}{(T_1 - t_1)} \qquad (۳)$$

$$R = \frac{(T_1 - T_2)}{(t_2 - t_1)} \qquad (۴)$$

پس از محاسبه مقادیر P و R می توان مقدار فاکتور F را از طریق جداول مربوطه به دست آورد.
با داشتن ضریب انتقال حرارت حقیقی (U_{eff}) مبدل و مقایسه آن با ضریب انتقال حرارت محاسبه شده در طراحی مبدل (U_{des}) می توان مقاومت ناشی از پدیده رسوب را بصورت زیر محاسبه کرد.

$$R_f = \frac{1}{U_{eff}} - \frac{1}{U_{des}} \qquad (۵)$$

مقدار R_f محاسبه شده از رابطه بالا تاثیر تشکیل رسوب را در هر دو طرف داخل و خارج لوله ها نشان می دهد۱،۲،۳[و۴].

۲-۲- زمانهای مناسب تمیزکاری مبدل ها

با توجه به اینکه مبدل ها بخشی از فرآیند می باشند در صورت تشکیل رسوب جهت حفظ مقدار حرارت منتقل شده دمای سیال گرم بایستی افزایش یابد. این افزایش دما می تواند منجر به افزایش هزینه انرژی ورودی به فرآیند یا کاهش میزان تولید گردد که در هر دو حالت هزینه هایی را به فرایند اعمال می کند که هزینه رسوب گذاری گفته می شوند. واضح است که برای اتخاذ تصمیمات مناسب اقتصادی این هزینه ها بایستی در زمانهای مختلف و متناسب با مقاوت انتقال حرارت ناشی از پدیده رسوب محاسبه گردند.
در سال ۱۹۸۱ " ما " [۱] و " ایپستین" [۲] نشان دادند که چگونه فواصل زمانی تمیز کاری مناسب را می توان با مدلسازی متوسط هزینه ناشی از دست دادن زمان به دلیل تمیز کاری و همچنین هزینه های تمیز کاری با سرعت تشکیل رسوب به دست آورد بطوری که هزینه ها به کمترین مقدار خود برسد[۵،۶].
بطور کلی زمان تمیز کاری را باید با در نظر گرفتن تاثیر رسوب بر فرآیند محاسبه کرد و به یک مقدار بهینه دست یافت. تمیز کاری در فواصل زمانی کم باعث افزایش زمان از سرویس خارج بودن

مبدلها می شود، بنابر این علاوه بر افزایش هزینه های تمیزکاری به دلیل کاهش محصولات مقدار درآمد یک مجتمع تولیدی را نیز کاهش می دهد. همچنین در صورتی که تمیز کاری در فواصل زمانی طولانی صورت گیرد به دلیل افزایش رسوبات، نیاز به انرژی جهت حفظ دمای سیالات افزایش می یابد. علاوه بر آن در مواردی گرفتگی بیش از حد مبدل ها تولید یک مجتمع را نیز می تواند مختل کند.

۳- روشهای تمیزکاری مبدل های حرارتی

تمیز کاری تیوب های مبدل هایی حرارتی برای افزایش کارایی مبدل هایی که دچار پدیده رسوب شده اند بایستی در فواصل زمانی معین انجام گیرد. هرزمان که رسوبها تمیز می شوند سطح داخلی تیوب به حالت اولیه خود که در واقع سطح فلز است بر می گردد و باعث افزایش زمان عمر تیوب میگردد. بعد از تمیز کاری لایه نازکی از اکسید در سطح تیوب تشکیل می گردد که خود به عنوان عامل جلوگیری از خورندگی عمل می کند.

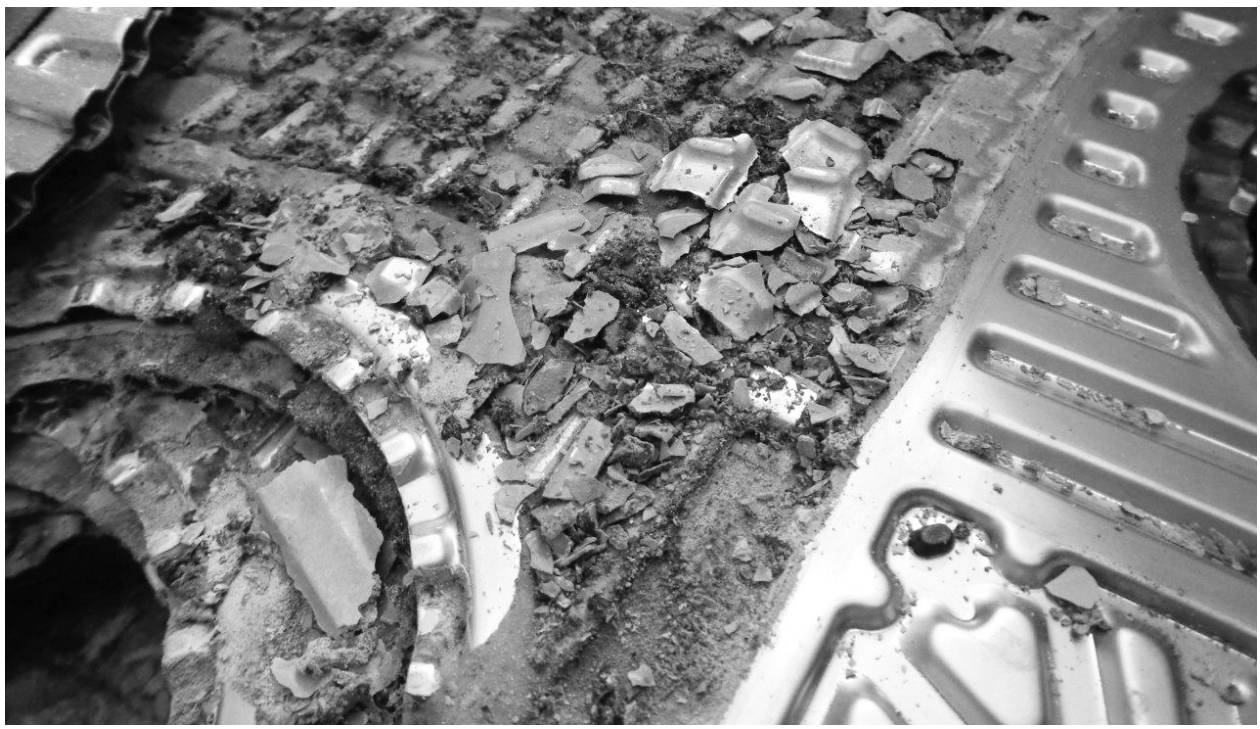
تمیزکاری تیوب های مبدل های پوسته لوله فقط در صورتی انجام می‌گیرد که مبدل در سرویس نباشد. روشهای مختلفی برای تمیز کاری اعم از شستشوی مکانیکی و شستشوی شیمیایی استفاده میشود.

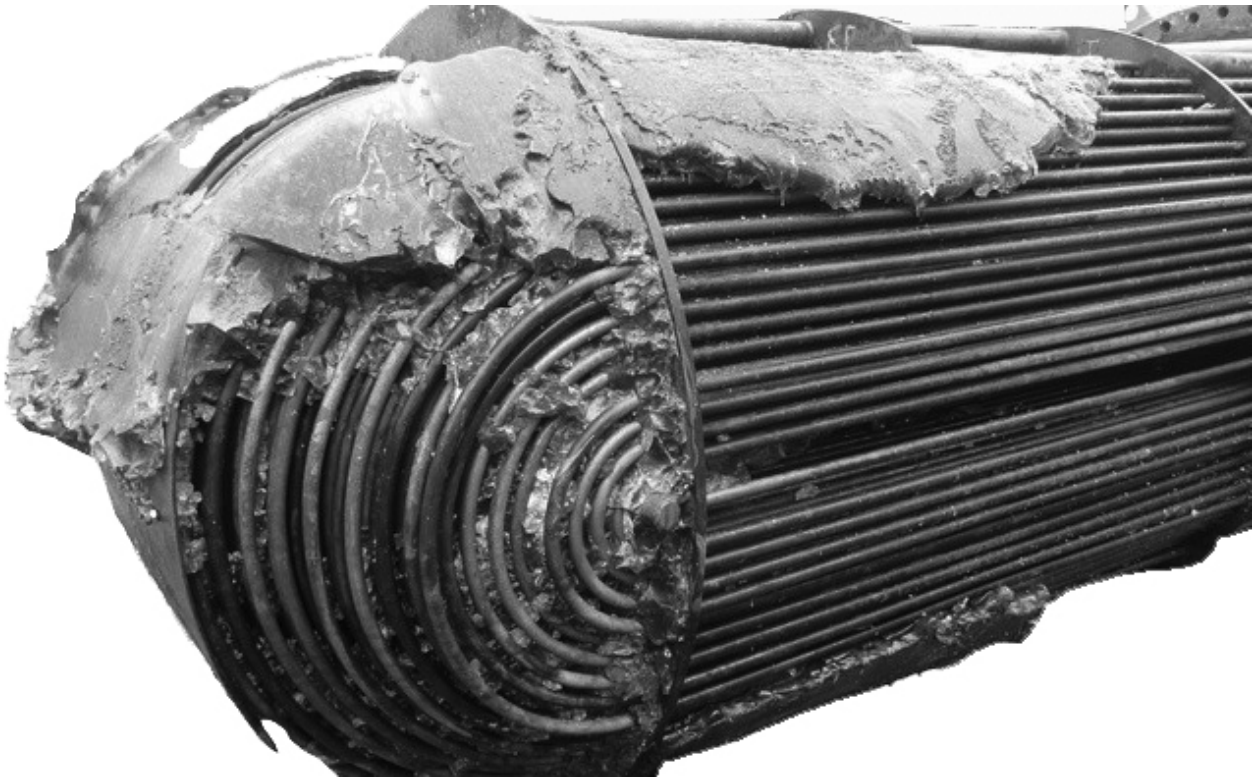
۳-۱- شستشوی شیمیایی

هنگام بروز نقص یا کاهش انتقال حرارت در مبدل ها پس از خارج کردن مبدل از سرویس، بایستی آزمایشات شیمیایی لازم با توجه به شرایط فرآیند بر روی نمونه های موجود از رسوبات انجام شود تا نوع رسوبات اعم از رسوب ناشی از سیال فرآیندی و یا رسوبات ناشی از خوردگی مشخص گردد. پس از مشخص شدن نوع رسوب، مبدل ها توسط تجهیزات خاص مورد استفاده تحت شستشو قرار می گیرند. این تجهیزات معمولاً از چند مخزن با پوشش های مخصوص ضد خوردگی ساخته می شوند که متناسب با نوع فرایند شستشو با مواد شیمیایی مناسب پر شده و با لوله هایی به هم متصل میباشند. برای برقراری جریان، پمپ هایی در نظر گرفته شده که با لوله های انعطاف پذیر (Flexible pipes) به مبدل مورد نظر متصل می شوند و عمل چرخش(Circulation) مواد شوینده را انجام می دهند.

مواد و محلولهای مختلفی از قبیل قلیاها، اسید ها، باز دارنده های خوردگی، محلولهای مرطوب کننده و حلال های آلی در شستشوی شیمیایی صنعتی مورد استفاده واقع می شوند. انتخاب نوع حلال با توجه به جنس فلز و آلیاژ، میزان حلالیت رسوب و همچنین هزینه اقتصادی آن انجام می پذیرد[۸].

برخی حلال های شیمیایی و کاربرد های آنها در زیر ذکر می شود:





- محلول های Boil – out : برای زدودن آلودگی های آلی از مبدل ها و برداشتن رسوبات سخت و در مواردی که رسوبات به دلایل مختلف حاوی روغنهای روان کننده، گریس و رنگ می باشد استفاده می شوند. از انواع این محلول ها می توان به محلول سود و بی کربنات سدیم، مخلوط تری سدیم فسفات و دی سدیم فسفات، و متا سیلیسیلات سدیم اشاره کرد.

- پرمنگنات قلیایی: در شستشوی رسوبات پلیمری و قیری استفاده میگردد امّا باید توجه داشت که این محلول بر روی فولاد اثر خوردگی دارد.

- محلول های اسیدی: این گونه محلول ها مناسب ترین محلول ها برای حل کردن اکسیدهای معدنی و نمک های اسید ضعیف هستند. نکته بسیار مهم در کاربرد اسیدها اثر بالای خورندگی آنها بر فلزات است که این امر کاربرد آنها را در شستشوی مبدل ها به حداقل رسانده است. در برخی موارد توصیه شده است از اسیدهای ضعیف آلی استفاده شود که فعّالیّت یون هیدروژن آنها کمتر از اسیدهای معدنی است مانند اسید هیدروکسی استیک، اسید اگزالیک و اسید سیتریک.

- محلول های قلیایی: برای خنثی سازی باقیمانده اسیدهای حاصل از شستشوی شیمیایی و کمک به رویین سازی سطح فلز شستشو شده استفاده می شود. در مواردی که فلزهای آلومینیوم، سرب و روی به کار رفته نباید استفاده شود.

- آمونیوم بی فلئورید (NH4HF4): با اضافه کردن این ماده به مقدار کمی اسید هیدروکلریک، رسوبات سیلیکاتی ناشی از آب نظیر آکمیت (Na2O.Fe2O3.4SiO2)، آنالیست (Na2O.Al2O3.4SiO2) و منیزیم ارتو سیلیکات هیدرات را می توان از تیوب های مبدل پاک کرد.

- گلوکونات سدیم (Sodium Gluconate): این محلول توانایی روغن زدایی و زنگ زدایی را همزمان دارد که به طور موفقیت آمیزی در چندین مورد آزمایش شده است.[۹]

در اکثر موارد شستشو با حلال های شیمیایی پسماندهای خطرناکی را به همراه می آورد که جابه جایی و دفع آنها را از محل شستشو با خطرات زیادی همراه است و اثرات زیست محیطی مخربی را نیز می تواند در بر داشته باشد. همچنین در این روش، جداسازی رسوبات بطور کامل صورت نمی گیرد و به روش های مکمل مکانیکی جهت تکمیل تمیز سازی و خارج کردن باقیمانده آنها نیاز است

۳-۲- شستشوی مکانیکی

بیشترین روشی که برای تمیزکاری مبدل انتخاب می شود روش مکانیکی است[۷]. از میان روشهای مختلف استفاده از آب فشار

بالا یکی از انتخابهای متداول می باشد. به دلیل اینکه جت آب به آرامی لوله ها را تمیز می کند این روش وقت گیر می باشد. ولی باید دقت کرد که در این روش تمیز کاری به آرامی و با دقت انجام گیرد چرا که در غیر این صورت می تواند باعث تخریب تیوب ها و یا تیوب شیت گردد. که اکثر این تخریب ها بعد از در سرویس قرار دادن مجدد مبدل آشکار می گردد.

مهمترین ابزاری که برای تمیزکاری مکانیکی مبدل هایی که در سرویس نیستند بکار می رود تمیز کننده های پلاستیکی هستند که Pig نامیده میشوند. این تمیز کننده ها در صورتی که مبدل دارای رسوب نرم باشد کاربرد بیشتری دارند. برسهای تمیز کاری نیز برای جدا کردن رسوبات نرم مناسب هستند این ابزارها رسوبات بیولوژیکی را بهتر تمیز کاری می کنند. همچنین در صورتی که تیوب ها سایز کوچکتری داشته باشند یا دارای پوشش هایی از نوع اپوکسی باشند می توان از این نوع تجهیزات استفاده کرد. شکل ۱ نمونه هایی از این تمیز کننده ها را نشان می دهد.

شکل ۱- برسهای تمیز کننده

برای تمیزکاری رسوبات سخت تر از تمیز کننده های فلزی استفاده می شود. شکل ۲ نمونه هایی از تمیزکننده های فلزی را نشان می دهد. این تمیز کننده ها شامل قطعات فلزی U شکل هستند که بر روی هم سوار می شوند. طرز قرار گرفتن این قطعات بر روی هم به صورتی است که در مجموع تمامی سطح داخلی تیوب را به یکباره تمیزکاری کند. این قطعات از یک انتها به یک قطعه پلاستیکی و یا لاستیکی متصل می شوند و این امکان را بوجود می آورند که از جت آب نیز بطور همزمان جهت تمیز کاری بهتر استفاده شود.

شکل ۲- تمیز کننده های فلزی

آب مورد استفاده در تمیز کاری توسط یک دستگاه جت که آب را از طریق یک پمپ قابل حمل با فشارهای مختلف تامین می کند، به درون تیوبهای مبدل تزریق می شود. قابل حمل بودن این تجهیزات این امکان را بوجود می آورند که بتوان از آنها در قسمتهای مختلف یک واحد تولیدی استفاده کرد. در بیشتر موارد فشار آب مورد استفاده در حدود ۳۰۰ Psig میباشد فشارهای بالاتر امکان تخریب مبدل را بوجود می آورد. در برخی از سیستمهای تمیز کاری از مخلوط آب و هوا جهت تمیز کردن استفاده می شود به دلیل اینکه امکان افزایش حجم یا به عبارتی انبساط هوا زیاد است استفاده از این روش خطراتی به دنبال دارد. نمونه ای از دستگاههای تزریق کننده آب پر فشار در شکل ۳ و پمپ مخصوص به آن در شکل ۴ نشان داده شده است.

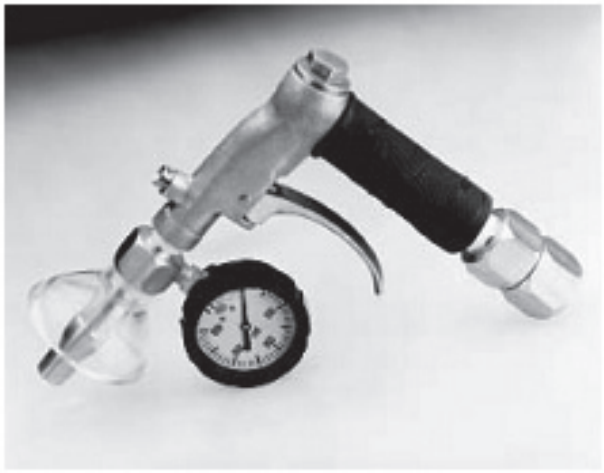
مزیّت دیگر استفاده از آب به عنوان تمیز کننده این است که می توان رسوبات جدا شده را جمع آوری کرد و پس از خشک کردن با آنالیز آنها به منشاء آنها دست یافت و تا حد امکان سعی در بر طرف کردن عوامل ایجاد کننده رسوب نمود.

با افزایش سطح تماس تجهیزات تمیز کننده می توان کارایی آنها را افزایش داد به عنوان مثال تمیز کننده هایی که دارای ۶ کاردک هستند (Hex cleaner) همانند آنچه در شکل ۵ مشاهده می شود بهتر از تمیز کننده هایی با ۲ کاردک عمل می کنند. استفاده از تمیز کننده های با سطح تماس زیاد نه تنها زمان تمیزکاری را کاهش می دهد بلکه در مورد رسوباتی که شامل چندین نوع رسوب مختلف هستند نیز بسیار مناسب تر می باشند.

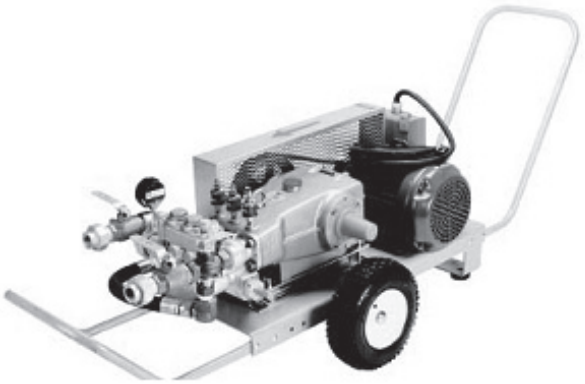
برای تمیزکاری رسوبات کلسیکی که بسیار سخت هستند و حتی تمیز کاری آنها با استفاده از اسید نیز مشکل است از تمیز کننده های ویژه ای استفاده می شود. همانگونه که در شکل۶ نشان داده شده این تمیز کننده ها از یک بدنه تفلونی که چندین تیغه برنده چرخشی به آن متصل شده تشکیل شده اند. زاویه قرارگیری این تیغه ها طوری طراحی شده که بیشتر بازده تمیز کاری را داشته باشند. این تمیزکننده ها بطور گسترده برای تمیزکاری رسوبات کلسیکی کندانسورها و مبدل های بخش سرویس های جانبی(utility) مورد استفاده قرار می گیرند.

در برخی مبدل ها که تیوب ها بصورت U شکل هستند از تمیز کننده های قابل انعطاف خاصی برای تمیز کاری رسوبات نرم استفاده می شود. در شکل ۷ یک نمونه از تمیز کننده های انعطاف پذیر نشان داده شده است.

رسوبات نرم را می توان توسط برس های مخصوص به همراه آب یا شوینده ها نیز تمیز کاری کرد. رسوبات سخت تر نیازمند استفاده از مته به همراه آب می باشند که آب علاوه بر کمک در تمیزکاری به عنوان سرد کننده مته و جلوگیری کننده از تخریب مبدل عمل می کند. برای رسوبات بسیار سخت که جدا سازی آنها بسیار مشکل است. از فشار بالای هوا استفاده می شود که توسط یک کمپرسور تامین می شود با استفاده از مته های مناسب و برسهای ویژه رسوبات تیوب ها جداسازی می گردند. شکل۸ یک نمونه از این تجهیزات را نشان میدهد.



شکل ۳- تزریق کننده آب پر فشار



شکل۴- پمپ آب پرفشار

شکل ۵- تمیز کننده Hex

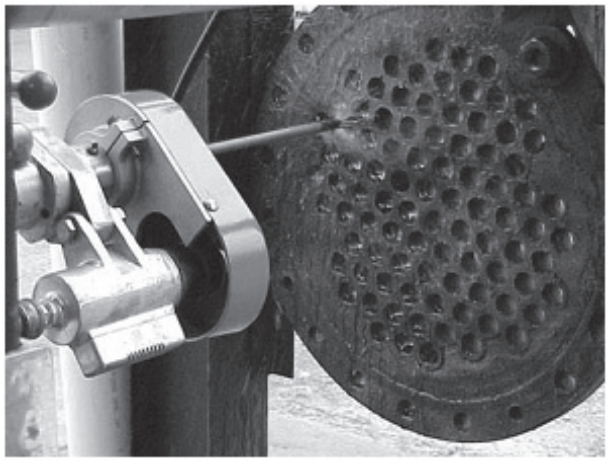
۴- نتیجه گیری

از آنجا که مبدلهای پوسته و لوله از جمله بخشهای اساسی یک

فرآیند محسوب می شوند و شرایط عملکرد آنها تاثیر قابل توجهی در وضعیت اقتصادی یک مجتمع دارد، برای انتخاب یک روش مناسب جهت تمیز کاری و در نتیجه افزایش کارایی و بازده مبدل ها باید تمهیدات ویژه ای در نظر گرفت. روش انتخاب شده از بین روشهای مکانیکی و شیمیایی علاوه بر کارایی مناسب بایستی کمترین صدمه را به مبدل وارد آورد تا هزینه های تعمیر و نگهداری مبدل کاهش یابد. اگر چه با شستشوی شیمیایی می توان نسبت به رسوب زدایی مبدل ها اقدام نمود ولی همواره سعی بر این است که از حداقل مواد شیمیایی و خطرناک استفاده شود. مشکل اصلی در روش شستشوی شیمیایی هزینه بالا و اثرات زیست محیطی مواد دور ریز می باشد. همچنین در این روش، جداسازی رسوب ها بطور کامل صورت نمی گیرد و به روش های مکمل مکانیکی جهت تکمیل تمیز سازی نیاز است. علاوه بر این جهت افزایش کارایی مبدلها در مواجهه با مشکل تشکیل رسوب، داده های تجربی بایستی در یک دوره از عملکرد مبدل جمع آوری گردد تا با تجزیه و تحلیل آن، زمان مناسب برای تمیز کاری و همچنین روش مناسب جهت آن انتخاب شود.

شکل۶- تمیز کننده رسوبات سخت کلسیکی

شکل ۷- تمیز کننده انعطاف پذیر



شکل ۸- یک نمونه مته تمیز کننده

تشکر و قدردانی

با تشکر فراوان از جناب آقای مهندس ذوالفقاری مدیریت محترم عامل و جناب آقای مهندس علیزاده نیا سرپرست تحقیق و توسعه پتروشیمی خوزستان که در تهیه این مقاله نویسندگان را صمیمانه یاری نمودند. همچنین از زحمات جناب آقای مهندس طوسی تشکر و قدر دانی می نمائیم.

مراجع

1- TEMA (1988). Standards of the Tubular Exchanger Manufacturers Association, 7th ed., Tarrytown NY

2- Hewitt, G. F., G. L. Shires, and T. R. Bott (1994). Process Heat Transfer, CRC Press, Boca Raton ,FL.

3- Nagle, W. M. (1933). "Mean Temperature Differences in Multipass Heat Exchangers", Industrial Engineering Chemistry, Vol. 26, pp. 604-608

4- Underwood, A. G. V. (1934). "The Calculation of the Mean Temperature Difference in Multi-Pass Heat Exchangers" Journal of the Institute of Petroleum Technology, Vol. 25, p. 145

5- Ma, R. S. T., and N. Epstein (1981). "Optimum Cycles for Falling Rate Processes," The Canadian Journal of Chemical Engineering, Vol. 59, October, pp. 631–633

6- Bowman, R. A., A. C. Mueller, and W. M. Nagle (1940) ASME Transactions, Vol. 62, pp. 283–294

7- Stiemsma, R. L., G. K. Bhayana, and R. D. Thurston (1994). "Performance Enhancement by an Innovative Tube Cleaning Application Proceedings of IJPGC 1994, Phoenix, AZ American Society of Mechanical Engineers, New York, PWR-25-1994, pp. 7–1

8- Rabald , E. 1968. Corrosion guide. New York: Elsevier Publishing Co.

9- Martin, R.C. and Abel, Copper and iron containing scale removal form ferrous metal. U.S Patent No.2959555

مروری بر مبدل‌های حرارتی تیتانیومی

علی شیرودی

استفاده از مبدل‌های حرارتی تیتانیومی در صنایع شیمیایی بدلیل مقاومت خوردگی تیتانیوم (عدم نشتی بدلیل خوردگی) روش بسیار مقرون به صرفه‌ای می‌باشد. در ذیل اطلاعات تکمیلی در خصوص مشخصات و خواص مکانیکی تیتانیوم و اینکه چگونه استفاده از مبدل حرارتی تیتانیومی راه حل مناسبی برای جلوگیری از خوردگی در سیستم می‌باشد، ارائه می‌گردد.

چرخه عمر مبدل‌های حرارتی تیتانیومی

استفاده از مبدل‌های حرارتی تیتانیومی در طول چرخه عمر سیستم بسیار مقرون به صرفه می‌باشد. درصورت نگهداری و سرویس مناسب این نوع مبدل‌ها می‌توانند تا دهه‌ها کار کنند.

مبدل‌های حرارتی تیتانیومی می‌توانند:

- در مقایسه با سایر فلزات مدت زمان بیشتری تحت سرویس باشند
- باعث حذف هزینه‌های ناشی از عدم سرویس بدلیل خرابی شوند
- مقاومت خوردگی بالا ارئه دهند
- انتقال حرارت بسیار مناسب و کارآمد ارائه دهند.
- با قابلیت انتقال بخار با فشار بالا سطح مورد نیاز را کاهش دهند.
- با استفاده از جوشکاری در ساخت کل مبدل، امکان شکسته شدن در حین حمل، نصب و سرویس حذف می شود

طراحی مبدل‌های حرارتی تیتانیومی

- این نوع مبدل‌ها کاملا می‌توانند منطبق بر نیاز صنعت طراحی و ساخته شوند. بر اساس خواص مکانیکی مورد نیاز می‌توان از روش‌هایloose-lined, solid, explosive clad tube sheet استفاده کرد.
- تجهیرات تحت فشار تیتانیومی مطابق با استانداردهای جهانی و کدهای مربوطه در ساخت مخازن تحت فشار می‌باشند.
- ساخت مبدل‌هایی با قطر ۱۲۰ اینچ و طول ۳۰۰ اینچ با وزن ۲۰۰ تن از جنس تیتانیوم امکان‌پذیر می‌باشد.

مقاومت خوردگی تیتانیوم

تیتانیوم از دسته فلزاتی هست که در طبقه مقاومت به خوردگی بالا قرار می‌گیرند.(CRAs) سرویی در محیط‌های کاهنده، اکسیدی، در حضور کلراید، دمای بالا تا۶۵۰ درجه سانتیگراد با وجود این دسته از فلزات امکان پذیر اشد. تیتانیوم در استفاده از مبدل‌های حرارتی صنایع شیمیایی، پتروشیمی، نفت و گاز و ... استفاده می‌شود. در این نوع فرایندها سیال‌ها بسیار خورنده در دما و فشار بالا در تماس با سطح تجهیزات قرار می‌گیرند.

Petro Kimia Arvin Co.
Engineering,Procurement & Construction

SPECIAL FIXED EQUIPMENT

Headquarter: Unit 4, No 38, Khoramshahr St, North Sohrevardi, Tehran, Iran
Workshop 1: Andisheh st, Pouya st, Sazandegi 2 st, Third industrial zone, Ahvaz, Iran

Tel: +98 21 88536617 Fax: +98 21 88536618 Web: www.pkarvin.com E-mail: info@pkarvin.com