



پودمان ۲

رسوب زدایی تجهیزات

لوله‌های انتقال دهنده سیالات در صنایع گوناگون در معرض تشکیل رسوبات مختلف می‌باشند. این تجهیزات در بسیاری از صنایع به ویژه پالایشگاه‌ها، صنایع پتروشیمی، شیمیایی، غذایی، کاغذسازی، نیروگاهی، قند و شکر و... استفاده وسیعی دارند. تشکیل رسوب و افزایش ضخامت آن با گذشت زمان، غالباً همراه با ایجاد اختلال در فرایند انتقال سیال یا عملکرد بهینه دستگاه می‌باشد. بنابراین حذف رسوبات از سامانه و انجام عملیات رسوب‌زدایی به شکل مؤثر، دارای اهمیت حیاتی در صنعت می‌باشد. حجم بالای رسوبات، استحکام و سختی زیاد آنها، فرایند رسوب‌زدایی را به عملیاتی دشوار و پرهزینه تبدیل می‌نماید که انجام با کیفیت و پرسرعت آن نیازمند به کارگیری تجهیزات نوین می‌باشد.

استفاده از فناوری‌های نوین، کاهش هزینه، افزایش راندمان تولید، حفظ محیط زیست، کاهش مصرف انرژی و... را به دنبال داشته و سهم عمده‌ای در توسعه و برپا نگه داشتن صنایع دارند. یکی از این موارد، سامانه‌های مختلف نگهداری و تعمیر می‌باشد که از جمله آنها می‌توان فناوری‌های تمیزکاری را نام برد. روش تمیزکاری جهت رفع موانع و لایه‌های نامناسب در لوله‌هایی که محل عبور یا نگهداری سیال رسوب‌زا هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد و عمدتاً هدف رسوب‌گیری در داخل لوله‌ها می‌باشد.

مرحله ۱: پیشگیری از تشکیل رسوب

فعالیت ساخت یافته ۱: بیان مفهوم رسوب و چگونگی تشکیل رسوب با پرسش، بحث گروهی، نمودار، تصویر و نمایش فیلم

فکر کنید



به نظر شما چرا پس از مدتی، جریان خروجی آب شیرهای کتری و سماور کاهش می‌یابد؟

○ پاسخ: در اثر جوشیدن آب برخی از نمک‌های محلول در آب به صورت نامحلول با رسوب تشکیل شده و در کف ظرف و مسیرهای خروجی آب نشست می‌کنند. با تکرار این عمل لایه‌های رسوب بر روی یکدیگر تجمع یافته و موجب مسدود شدن تدریجی شیرهای کتری و سماور می‌شود.

بحث گروهی



در رابطه با تصاویر زیر با دوستان خود گفت‌وگو کنید.



راهنمایی: در همه تصاویرها، تجهیزاتی که به‌طور پیوسته با آب در تماس هستند (سماور، دوش حمام، لوله انتقال آب گرم و مبدل حرارتی) و در آنها رسوب تشکیل شده، مشاهده می‌شود. هنرآموزان با توجه به نوع تصویر از هنرجویان، سؤالاتی مرتبط با میزان رسوب، دمای آب و مدت زمان کارکرد و... پرسیده شود.

بحث گروهی



به نظر شما تشکیل رسوب چه مشکلاتی را ایجاد می‌کند؟

هدف: با ارائه این بحث و پاسخ‌های هنرجویان زمینه لازم برای آموزش معایب تشکیل رسوب فراهم گردد.

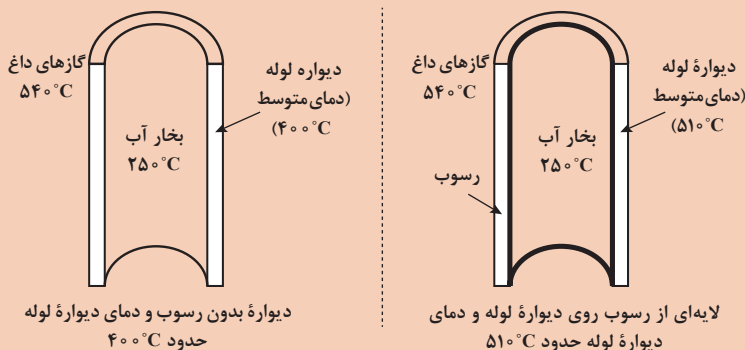
○ پاسخ: معایب تشکیل رسوب شامل موارد مختلف می‌باشد از جمله، ایجاد اشکال در انتقال حرارت، تنگ شدن یا گرفتگی مسیر جریان‌های عبوری، غیربهداشتی بودن، ظاهر نازیبا، اتلاف انرژی، خوردگی در تجهیزات صنعتی، کاهش دبی سیالات عبوری و....

فعالیت ساخت یافته ۲: بیان معایب تشکیل رسوب در سامانه‌ها با استفاده از پرسش، تحقیق، تصویر و نمایش فیلم

پرسش



با توجه به شکل ۲ تشکیل رسوب بر روی دمای دیواره لوله چه تأثیری دارد؟ توضیح دهید.



○ پاسخ: تشکیل رسوب باعث کاهش انتقال حرارت و اتلاف انرژی می‌شود. در این شکل، اتلاف انرژی خود را به صورت تجمع حرارت در جداره لوله نشان می‌دهد، به طوری که دمای جداره لوله از 40°C به 51°C درجه سلسیوس افزایش می‌یابد.

فعالیت ساخت یافته ۳: مقایسه ظرف‌های با رسوب و بدون رسوب در کارگاه به صورت عملی



مقایسه ظرف با رسوب و بدون رسوب

ظرف استفاده شده	ظرف نو	تفاوت
		تشکیل رسوب
دارد	ندارد	
ندارد	دارد	زیبایی
بیشتر	کمتر	وزن
خروجی آب کم	خروجی آب بیشتر	دبی آبی خروجی
		کیفیت آب خروجی
		بهداشت
		میزان مصرف انرژی
		زمان جوش آمدن
		...

راهنمایی: برای انجام این فعالیت، ظرف‌های کاملاً مشابه نو بدون رسوب و استفاده شده و با رسوب تهیه کرده و از نظر موارد ذکر شده در جدول بالا مورد بررسی قرار داده و نتایج آن در جدول ثبت شود.

لازم به ذکر است نتایج این مقایسه در صورتی قابل استناد است که ظرف‌های مورد بررسی از تمامی جهات مانند جنس، مدل و اندازه یکسان بوده و تنها تفاوت بین آنها بدون رسوب بودن و داشتن رسوب در آنها باشد.

در صورتی که دو ظرف کاملاً مشابه با شرایط گفته شده در دسترس نباشد، پیشنهاد می‌شود که ابتدا، دو ظرف کاملاً یکسان تهیه شده، در یکی از آنها مقداری آب گل‌آلود ریخته شود و با حرارت‌دادن، لایه‌های رسوبی بر روی آن ایجاد کنند و این کار چند بار تکرار شود تا لایه رسوبی قابل مشاهده ظاهر شود و سپس با ظرف اولیه، مقایسه گردد.

فعالیت ساخت یافته ۴: بیان روش‌های پیشگیری از تشکیل رسوب (ته‌نشینی، صاف کردن، هوازدایی، روغن‌زدایی، زیر آب‌کشی و نرم کردن آب مصرفی) با کمک تصویر و نمایش فیلم

مهم‌ترین روش برای پیشگیری از تشکیل رسوب، بهبود کیفیت آب مصرفی در صنایع مختلف می‌باشد. این روش به صورت‌های مختلف انجام می‌شود که عبارت‌اند از:

- ✓ ته‌نشینی
- ✓ صاف کردن
- ✓ هوازدایی
- ✓ روغن‌زدایی
- ✓ استفاده از روش زیرآب‌کشی^۱
- ✓ نرم کردن آب مصرفی

در مورد روش‌های ته‌نشینی، صاف کردن، هوازدایی و روغن‌زدایی در بخش‌های مربوطه اطلاعات تکمیلی ارائه شده است. در ادامه روش‌های «زیرآب‌کشی» و «نرم کردن آب مصرفی» ارائه خواهد شد.

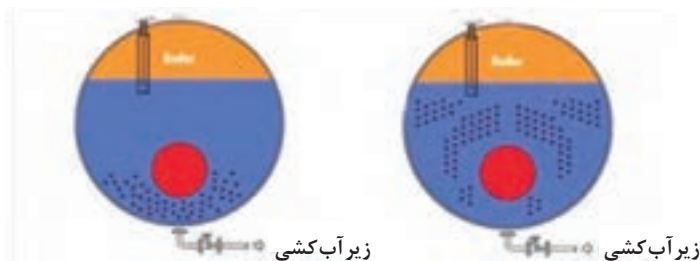
زیرآب‌کشی در بویلر

به عملیات خارج کردن آب بویلر از کف دیگ بخار، زیرآب‌کشی می‌گویند. این کار به سه منظور صورت می‌گیرد.

۱ کنترل برخی متغیرهای درون آب دیگ بخار: این پایش به این منظور انجام می‌شود تا بتوان میزان رسوب، پدیده انتقال و یا خوردگی را بررسی کرد و در عین حال، بهینه‌ترین حالت از نظر صرفه‌جویی در مصرف انرژی و آب را محاسبه کرد.

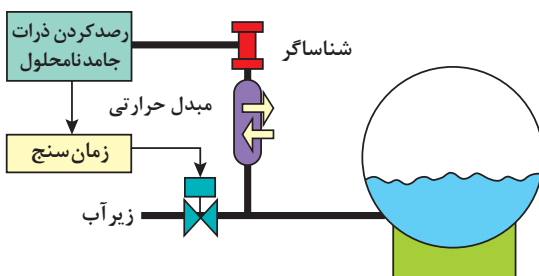
۲ خارج کردن مواد معلق موجود در دیگ بخار: همواره به همراه آب ورودی به مخزن بویلر، مقادیری از ناخالصی‌ها و ذرات معلق نیز وارد مخزن می‌شوند. با خارج کردن بخار آب از سامانه، غلظت این مواد در درون مخزن رفته رفته بیشتر شده و نیاز است تا از طریق زیرآب‌کشی در زمان مناسب، از غلظت ذرات معلق موجود در آب بویلر کاسته شود. ماده بهینه‌ساز آب بویلر، نقش مهمی در کاهش غلظت ذرات معلق دارد، زیرا این ماده علاوه بر اینکه از نشست ذرات به جداره‌ها جلوگیری می‌کند و مانع تشکیل رسوب می‌شود، با ایجاد پیوند بین ذرات معلق و تشکیل مواد سنگین‌تری که به راحتی ته‌نشین می‌شوند، عملیات زیرآب‌کشی را بهینه می‌کند.

۱- Blowdown



مقایسه استفاده از ماده مناسب بهینه‌ساز آب بویلر و عدم استفاده از آن

۳ تخلیه کامل آب درون دیگ: به‌منظور بررسی سالیانه مخزن و یا عملیات زدودن رسوبات احتمالی، می‌توان از زیرآب‌کشی استفاده کرد. شیوه عملیات زیرآب‌کشی به دو شکل خودکار و دستی صورت می‌گیرد. در حالت خودکار که در شکل زیر قابل مشاهده است، دستگاه پس از اندازه‌گیری یکی از متغیرهایی که برای کنترل غلظت مواد درون دیگ استفاده می‌شود، به‌صورت خودکار زیرآب‌کشی را انجام می‌دهد. در حالت زیرآب‌کشی دستی، شخص کاربر به‌صورت دستی و در بازه‌های زمانی مشخص عملیات زیرآب‌کشی را انجام می‌دهد.



روش‌های کاهش میزان زیر آب‌کشی بویلر:

با کاهش میزان زیر آب‌کشی، می‌توان صرفه‌جویی زیادی در مصرف انرژی و آب مصرفی انجام داد. از این رو اقدامات زیر که می‌تواند مقدار زیر آب‌کشی را کاهش دهد ضروری به نظر می‌رسد:

- ۱ کیفیت آب ورودی:** هر چه کیفیت آب ورودی بالاتر باشد و ذرات محلول کمتری به همراه آب وارد دیگ بخار شود، تجمع ذرات نیز کمتر خواهد بود و میزان زیر آب‌کشی نیز کاهش خواهد داشت.
- ۲ کیفیت ماده بهینه‌ساز بویلر:** ماده افزودنی به بویلر می‌تواند علاوه بر جلوگیری از نشست رسوب بر روی جداره‌های دیگ، به ته‌نشینی مواد در انتهای بویلر کمک کند. با تجمع ذرات نامحلول در انتهای بویلر و خروج این مواد توسط زیر آب‌کشی، کیفیت آب درون مخزن در شرایط بهینه‌تری قرار خواهد گرفت.

روش‌های اندازه‌گیری غلظت مواد درون بویلر و زمان زیر آب‌کشی:

با استفاده از چندین روش مختلف و اندازه‌گیری متغیرهای مختلف می‌توان به میزان غلظت مواد در درون مخزن دیگ پی‌برد و میزان و یا زمان مناسب زیر آب‌کشی را محاسبه کرد.

- ۱ اندازه‌گیری کل مواد جامد محلول TDS^۱، سختی کل TH^۲ و یا هدایت الکتریکی:** با اندازه‌گیری این دو کمیت و مقایسه آن با مقادیر مربوط به آب ورودی به سامانه، می‌توان چرخه تغلیظ و یا زمان زیر آب‌کشی را محاسبه کرد.
- ۲ کلر:** در صورتی که کلر در آب ورودی وجود داشته و میزان آن قابل اندازه‌گیری باشد، می‌تواند به عنوان یکی از بهترین متغیرهای اندازه‌گیری چرخه تغلیظ مورد استفاده قرار گیرد. زیرا کلر موجود در آب نه ته‌نشین می‌شود و نه به همراه بخار از سامانه خارج می‌گردد.
- ۳ سیلیس، قلیائیت، سدیم، لیتیوم و مولیبدات:** در شرایط خاص و در مواردی که برخی متغیرهای معمول قابل اندازه‌گیری، قابل استناد نباشند، می‌توان از اندازه‌گیری این مواد برای به‌دست آوردن میزان غلظت آب درون دیگ استفاده کرد.
- ۴ چگالی:** چگالی آب دیگ بخار متناسب با مواد جامد محلول است و با افزایش غلظت مواد درون دیگ بخار، چگالی آب درون دیگ نیز افزایش می‌یابد. اما از آن جایی که اندازه‌گیری مقدار چگالی آب با دقت بالا معمولاً دشوار است، این روش کمتر در محاسبه غلظت مواد در آب بویلر استفاده می‌شود.

۱- TDS: Total dissolved solids

۲- TH: Total Hardness

فعالیت ساخت یافته ۵: بررسی میزان رسوب ایجاد شده در چند نمونه آب در کارگاه به صورت عملی

فعالیت عملی ۲



بررسی میزان رسوب ایجاد شده در چند نمونه آب در کارگاه به صورت عملی

روش کار:

سه ظرف و سه گرمکن الکتریکی کاملاً یکسان انتخاب کنید. مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید:

- ۱ حدود دو لیتر آب مقطر، آب شهر و آب رودخانه (به طور جداگانه) درون هر کدام از ظرف‌ها بریزید.
- ۲ ظروف حاوی آب‌های مختلف را به طور هم‌زمان، بر روی گرمکن‌ها با سرعت حرارتی یکسان قرار دهید.
- ۳ گرمکن‌ها را روشن کرده و اجازه دهید که حدود دو ساعت آب درون آنها بجوشد.
- ۴ پس از سرد شدن تجهیزات، مشاهدات خود را در مورد میزان رسوب تشکیل شده بر سطح داخلی ظروف یادداشت کنید.

راهنمایی: برای انجام این آزمایش حتماً از نمونه آب‌های دارای نمک‌های محلول زیاد در کنار آب شهر و آب مقطر استفاده نمایید. همچنین در صورت امکان مدت زمان حرارت دادن را افزایش دهید تا تشکیل رسوب در نمونه‌ها مشاهده گردد. طبیعی است که ظرف حاوی آب رودخانه نسبت به آب شهر، و آب شهر نسبت به آب مقطر رسوب بیشتری ایجاد می‌کند.

فعالیت ساخت یافته ۶: صاف کردن آب به روش ته‌نشینی در کارگاه به صورت عملی

فعالیت عملی ۳



صاف کردن آب به روش ته‌نشینی

روش کار:

مقداری آب رودخانه یا آب جوی محله خود را (با رعایت اصول بهداشتی) درون ظرف مخروطی مدرج آزمایشگاهی بریزید. به دقت به آب درون ظرف مخروطی و ذرات جامد معلق آن نگاه کنید. عمل رصد کردن آب را به مدت یک ساعت ادامه داده و مشاهدات خود را یادداشت کنید.

راهنمایی: در صورتی که آب حاوی مواد معلق در دسترس نبود، با ریختن مقداری از مواد جامد مختلف مانند خاک رس یا نمونه‌هایی مشابه در آب، نمونه‌هایی برای آزمایش تهیه نمایید.

عمل رصد کردن آب به معنی بررسی کیفی و چشمی شفافیت آب و تجمع ذرات جامد در انتهای ظرف مخروطی نسبت به زمان می‌باشد.

فعالیت ساخت یافته ۷: صاف کردن آب به روش روغن زدایی در کارگاه به صورت عملی

فعالیت عملی ۴



صاف کردن آب به روش روغن زدایی

روش کار:

مقداری آب آلوده به مواد چرب و روغنی را به درون قیف جداکننده بریزید. چه می بینید؟

بدون اینکه به قیف و محتویات آن دست بزنید، پس از یک ساعت مشاهدات خود را با ذکر دلیل یادداشت کنید.

چگونه می توانید روغن و چربی را از آب جدا کنید؟
چگونه می توانید روغن و چربی را از آب بهتر جدا کنید؟



راهنمایی: برای تهیه این نوع آب آلوده، از پساب آشپزخانه و یا تعمیرگاه های خودرو و یا اختلاط مقداری آب و روغن استفاده شود.

○ پاسخ: برای جداسازی فاز روغنی از فاز آبی می توان مخلوط را در یک ظرف استوانه ای ریخته و اجازه داده شود که دو فاز از هم جدا شوند، سپس آنها را به آرامی جدا نمایید.

برای جداسازی بهتر از ظرف با کف مخروطی مانند قیف دکانتور استفاده شود. هنرآموزان پس از انجام آزمایش می توانند سؤالاتی از قبیل تشخیص فاز سبک و سنگین، چگونگی جداسازی فازها و در صورت داشتن فرصت کافی محاسبات مربوط به درصد جدایی آب و روغن را از هنرجویان داشته باشند.

فعالیت ساخت یافته ۸: انجام هوازدایی آب در کارگاه به صورت عملی

فعالیت عملی ۵



روش هوازدایی آب

روش هوازدایی آب را با دو روش فیزیکی و شیمیایی مطابق مراحل زیر انجام دهید.

الف) روش فیزیکی



مقداری آب معمولی را درون بشری بریزید. محتویات بشر را حرارت دهید. با جوشش آب، گازهای محلول در آن خارج می‌شوند. چگونه ثابت می‌کنید که آب درون بشر گاز کربن‌دی‌اکسید خود را از دست داده است؟

○ پاسخ: مقداری از آب حرارت دیده را وارد لوله آزمایش حاوی آب آهک کنید اگر کدر شد، وجود CO_2 در آب را نشان می‌دهد. شناسایی گاز اکسیژن توسط دستگاه‌های خاص انجام پذیر است.

ب) روش شیمیایی

مقداری آب معمولی را درون بشری بریزید. حدود ۱/۰ گرم سدیم سولفیت به آب اضافه کرده و آن را به خوبی هم بزنید. اجازه دهید که واکنش شیمیایی ترکیب سدیم سولفیت با اکسیژن انجام شود.

سدیم
سولفیت



راهنمایی: در ادامه مقداری کلسیم کلرید را تا حدی اضافه نمایید که رسوب سفید رنگ کلسیم سولفات تشکیل شود. تجمع رسوب در پایین بشر، نشان از هوازدایی آب است.

فعالیت ساخت یافته ۹: ساخت صافی شنی در کارگاه به صورت عملی

فعالیت عملی ۶



ساخت صافی شنی

هنرجویان به صورت گروهی و با استفاده از وسایل و امکانات موجود صافی شنی مطابق روش کار کتاب تهیه نمایند.

سپس دستگاه صافی شنی هر گروه را با گروه‌های دیگر مقایسه کرده و تفاوت‌ها و تشابهات آنها را در جدولی مشابه جدول زیر یادداشت نمایند.

گروه دانش‌آموزی	جنس مخزن	حجم مخزن (سانتی‌متر مکعب)	وزن سنگ‌دانه‌ها	ارتفاع لایه‌ها ...
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				

فعالیت ساخت یافته ۱۰: بررسی عملکرد صافی شنی ساخته شده در کارگاه به صورت عملی

فعالیت عملی ۷



بررسی عملکرد صافی شنی ساخته شده

حدود ۵ لیتر آب گل‌آلود تهیه کرده و مراحل زیر به دقت انجام شود:

(الف) ۲۰۰ میلی‌لیتر از آب گل‌آلود درون بشری ریخته و در کنار میز کار نگهداری شود.
(ب) آب گل‌آلود باقی‌مانده به آرامی از بالای دستگاه صافی شنی ساخته شده، وارد شود.

(ج) آب‌های صاف شده از انتهای دستگاه صافی جمع‌آوری شود.

(د) ۲۰۰ میلی‌لیتر از آب صاف شده درون بشری مشابه بشر اول ریخته شود.

(ه) محتویات این دو بشر با یکدیگر مقایسه شده و نتایج مقایسه در جدولی یادداشت و ثبت شود.

هنرآموزان از جدول پیشنهادی زیر برای ثبت نتایج مقایسه استفاده نمایند.

بشر	شفافیت	رنگ	بو	...
نمونه آب گل‌آلود				
نمونه آب صاف شده				

مرحله ۲: رسوب‌زدایی مکانیکی

فعالیت ساخت یافته ۱۱: معرفی رسوب‌زدایی، اهمیت آن در صنعت، انواع

رسوب‌ها و روش‌های رسوب‌زدایی

راهنمایی: هنرآموزان با معرفی دقیق رسوب‌زدایی مکانیکی، اهمیت آن را در صنعت، برای هنرجویان با کمک تصویر و فیلم شرح دهند.

فعالیت ساخت یافته ۱۲: بیان چگونگی حذف رسوب به روش تغییر مسیر ورودی

و خروجی با کمک تصویر و نمایش فیلم

راهنمایی: به دلیل امکانات محدود هنرستان‌ها در انجام این فعالیت از نمایش فیلم مربوط به تغییر مسیر ورودی و خروجی برای آموزش این روش تمیزکاری استفاده شود.

فعالیت ساخت یافته ۱۳: بیان رسوب‌زدایی مکانیکی به روش جت آب، هیدروفورز

مکانیکی، فشنگی ساینده و معایب هر روش با استفاده از تصویر و نمایش فیلم

در صنایعی مانند نفت، گاز و پتروشیمی همواره سعی بر این است با استفاده از روش‌های مختلف از بروز مشکل تشکیل رسوب در تجهیزاتی مانند مبدل‌های حرارتی پیشگیری شود. اگر چه در این زمینه، هزینه‌های زیادی جهت جلوگیری از رسوب‌گذاری می‌شود، اما در صنعت، بیشتر مبدل‌های حرارتی، به دلیل عدم رعایت دستورالعمل‌های عملیاتی یا عدم سازگاری با مواد شیمیایی و یا به دلیل کیفیت پایین آب‌های مناطق مختلف، به نوعی در معرض رسوب‌گذاری قرار می‌گیرند. این رسوبات بیشتر در لوله‌های مبدل‌ها تشکیل می‌شوند و باعث کاهش انتقال حرارت در مبدل می‌گردد، که در نتیجه آن هزینه‌های تولید افزایش می‌یابد. برای کاستن اثرات ناشی از پدیده رسوب، عملکرد مبدل بایستی پیوسته تحت نظر و تمیزکاری قرار گیرد و همچنین در فواصل زمانی معین مناسب مبدل‌ها انجام شود.

نمایش فیلم



نمایش فیلم طرز استفاده از روش‌های جت آب، هیدروفورز مکانیکی، فشنگی ساینده اجرا شود.

مرحله ۳: رسوب‌زدایی شیمیایی

فعالیت ساخت یافته ۱۴: بیان رسوب‌زدایی شیمیایی و معرفی انواع مواد رسوب‌زدای شیمیایی با استفاده از تصویر و نمایش فیلم

راهنمایی: رسوب‌زدایی شیمیایی به سه روش اسیدی، بازی و استفاده از مواد کمپلکس‌ساز (اتیلن دی آمین تترا استیک اسید) صورت می‌گیرد. هنرآموزان با معرفی دقیق رسوب‌زدایی شیمیایی، اهمیت آن را در صنعت برای هنرجویان با کمک تصویر و فیلم شرح دهند.

فعالیت ساخت یافته ۱۵: تهیه ماده رسوب‌زدای شیمیایی در کارگاه به صورت عملی

فعالیت عملی ۸



تهیه ماده رسوب‌زدای شیمیایی

در وسایلی مانند سمارو و کتری که در آنها آب جوش تهیه می‌شود، کلسیم بی‌کربنات و منیزیم بی‌کربنات محلول در آب در اثر حرارت، به کربنات‌های محلول تبدیل می‌شوند و در داخل ظرف رسوب می‌کنند و به تدریج مقدار این رسوب، که جرم سماور نامیده می‌شود، افزایش می‌یابد. برای از بین بردن آن، از روش‌های مختلف استفاده می‌شود. یکی از این راه‌ها، تهیه پودر رسوب‌زدای قلیایی است.

وسایل و مواد لازم:

بشر، همزن، ترازو، نمک طعام، سدیم هیدروکسید، پتاسیم کربنات، پوست بلوط
روش کار:

۱۰ گرم نمک طعام، ۲ گرم سدیم هیدروکسید، ۵/۵ گرم پتاسیم کربنات و ۲/۰ گرم پوست بلوط را دقیقاً وزن نموده و با هم مخلوط کنید و به وسیله آسیاب آن را خوب نرم کنید و آنها را داخل بشر ریخته و هم بزنید. پودر به دست آمده برای از بین بردن جرم سماور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

راهنمایی: هنرجویان هر گروه، ظرف‌های دارای رسوب (کتری، سماور) را با خود آورده و با نمونه‌های رسوب‌زدای شیمیایی تهیه شده در کارگاه و با رعایت نکات ایمنی، عمل رسوب‌زدایی را انجام دهند.

فعالیت ساخت یافته ۱۶: انجام رسوب‌زدایی شیمیایی و مقایسه رسوب‌زداهای مختلف در کارگاه به صورت عملی



مقایسه رسوب‌زدایی شیمیایی

روش کار:

- ✓ سه ظرف کاملاً یکسان که دارای مقداری رسوب باشند، انتخاب کنید.
 - ✓ در هر کدام از آنها حدود ۲ لیتر آب معمولی بریزید.
 - ✓ حدود ۵ گرم از سه نوع ماده شیمیایی مختلف (مانند سرکه، جرم‌گیر تجاری و یک نمونه جرم‌گیر آزمایشگاهی)، به هر کدام از ظروف اضافه کنید.
 - ✓ بر روی هر ظرف نام ماده استفاده شده را بنویسید.
 - ✓ به مدت ۲-۴ ساعت، ظروف را به همراه محتویات آنها حرارت دهید.
 - ✓ بگذارید تا تمام مواد و وسایل به دمای محیط برسند.
 - ✓ محتویات هر کدام از ظروف را صاف کنید.
 - ✓ با استفاده از ترازو، جرم رسوبات جمع‌آوری شده را اندازه‌گیری کنید.
 - ✓ کدام ماده برای حذف رسوب مناسب‌تر بوده است؟
- راهنمایی: جهت مقایسه بهتر و دقیق‌تر، سه ظرف مورد سنجش، باید از هر نظر یکسان باشند.

فعالیت ساخت یافته ۱۷: شرح ساختمان دیگ‌های بخار، چگونگی عملکرد و معرفی انواع آن با نمایش تصویر و فیلم

بیشتر بدانید

دیگ‌های بخار مخازن تحت فشاری هستند که برای گرم کردن سیالات استفاده می‌شوند. وجود نمک‌ها و مواد محلول در آب دیگ، باعث می‌شود که در دیواره فلزی، لوله‌ها و اتصالات دیگ بخار، بعد از مدتی رسوب گرفته و کارکرد آن را دچار اشکال کند. برای برطرف کردن این رسوبات روش‌های مختلفی وجود دارد که اسید شویی دیگ بخار یکی از آنها است.

آب تغذیه دیگ بخار، باید عاری از سختی باشد. گاهی به سبب کوتاهی و یا بهره‌برداری نادرست از دستگاه سختی‌گیر و یا عدم احیا به موقع رزین‌ها، مقداری سختی وارد آب تغذیه دیگ می‌شود. افزایش دمای آب در دیگ بخار، حلالیت نمک‌های آب را کاهش می‌دهد. آب مجاور سطوح گرم اشباع شده و شرایط رسوب‌گذاری مواد کم محلول، فراهم می‌شود.

رسوب ایجاد شده در دیگ بخار، عایق حرارت می‌باشد. اگر جداره لوله‌ای توسط رسوب پوشیده شود، راندمان حرارتی دیگ افت می‌کند. در نتیجه، جذب حرارت از گازهای حاصل از احتراق کاهش می‌یابد، انرژی هدر می‌رود و تولید بخار کم می‌شود. به منظور جبران کاهش تولید بخار، سوخت و بار حرارتی دیگ افزایش می‌یابد. تحت این شرایط، لوله‌ها گداخته شده و مقاومت خود را از دست می‌دهند. دیگ‌های بخار قیمت بالایی دارند و هزینه تعمیر و نگهداری آنها بسیار بالاست، اما این هزینه‌ها در مقابل خساراتی که در صورت عدم سرویس توسط دیگ بخار به وجود می‌آید ناچیز می‌باشد.

امروزه روش‌های شیمیایی، کارآمدترین روش‌های رسوب‌زدایی دیگ بخار و جرم‌گیری محسوب می‌شوند و عموماً از ترکیباتی که ساختار اسیدی دارند، استفاده می‌شود. البته در رسوب‌زدایی دیگ بخار، علاوه بر روش‌های شیمیایی، از روش‌های رسوب‌زدایی مکانیکی توسط ضربه‌زدن با چکش نیز استفاده می‌شود.

شست‌وشوی شیمیایی دیگ بخار به سه منظور انجام می‌گردد:

۱ شست‌وشوی شیمیایی قبل از راه‌اندازی اولیه دیگ بخار:

برای دیگ‌هایی که نو هستند و به منظور تمیزکردن روغن، گریس و سایر ذرات به جای مانده در زمان ساخت می‌باشد. این شست‌وشوی شیمیایی معمولاً یک جوشش قلیایی است که ترکیبی از سود سوزآور، کربنات کلسیم و تری سدیم فسفات است.

۲ اسیدشویی دیگ بخار بعد از راه‌اندازی:

به علت رسوب بستن دیگ بخار انجام می‌شود و مواد تشکیل‌دهنده آن هیدروکلریک اسید و ترکیبات اضافه شده به آن می‌باشند. مواد افزودنی به اسید موجب می‌شود از آسیب به فلز جلوگیری شده و مراحل اسیدشویی بهتر انجام گردد.

۳ شست‌وشوی شیمیایی قسمت دود:

این شست‌وشو قلیایی بوده و بعد از راه‌اندازی دیگ بخار برای از بین بردن ترکیبات اسیدی سوخت‌های مایع در قسمت‌های دود دیگ انجام می‌شود. سوخت‌هایی که در دیگ‌ها استفاده می‌گردند، بیشتر سوخت‌های گاز یا مایع (گازوئیل مازوت) هستند. این سوخت‌ها اصولاً تولید دوده یا خاکستر می‌کنند و خاکستر آنها دارای ترکیباتی خواهد بود که در سوخت وجود داشته و در موقع سوختن به تعدادی ترکیبات جدید تبدیل می‌گردند. به عنوان مثال گوگرد موجود در مازوت به صورت S بوده که با اکسیژن ترکیب شده و به گوگرد دی‌اکسید تبدیل می‌شود و گوگرد دی‌اکسید در مجاورت اکسیژن اضافی تبدیل به SO_۲ می‌شود. از طرفی هیدروژن موجود در سوخت با اکسیژن ترکیب شده و تولید آب می‌کند و آب با SO_۲ ترکیب شده

و تولید سولفوریک اسید می‌کند. سولفوریک اسید باعث خوردگی لوله‌ها می‌گردد.

فعالیت ساخت یافته ۲۰: انجام شست‌وشوی اسیدی دیگ‌های بخار با نمایش فیلم و مشاهده عملی

راهنمایی: این فعالیت می‌بایست با هماهنگی تأسیسات حرارتی (موتورخانه) هنرستان و در زمان تعمیرات سالانه صورت پذیرد. هنگام اسیدشویی دیگ بخار توسط کارکنان و یا مهندسين مربوطه، و به همراه معلم درس توضیحات لازم داده شود. به دلیل حساسیت کار توصیه نمی‌شود این فعالیت توسط هنرجو انجام گیرد، چرا که نیاز به آموزش‌های عملی بیشتری وجود دارد.

بیشتر بدانید

رسوب‌زدایی دیگ‌های بخار

رسوب‌های جداره و لوله‌های دیگ بخار به روش مکانیکی و یا شیمیایی پاک می‌شوند. به‌طور معمول مواد شیمیایی که برای این منظور به کار می‌روند، پایه اسیدی دارند. برای جلوگیری از اثرات نامطلوب اسید بر روی فلز به آنها موادی به نام باز دارنده^۱ می‌افزایند. مخلوط یک اسید و بازدارنده تحت عنوان رسوب‌زدا در بازار عرضه می‌شود. اسید به کار رفته در این مواد، بسته به جنس و حساسیت دستگاه‌ها ممکن است، معدنی، آلی و یا مخلوطی از هر دو باشد.

برای رسوب‌زدایی، محلول ۵ تا ۸ درصد رسوب‌زدا به کمک پمپ از قسمت فوقانی وارد دیگ بخار می‌شود و از لوله تخلیه در قسمت تحتانی خارج و به تانک بر می‌گردد. شیر خروجی هوای دیگ بخار، برای خروج گازها باز می‌باشد. شست‌وشوی دیگ بخار تا ثابت ماندن غلظت اسید ادامه می‌یابد. غلظت اسید با استفاده از محلول سود یک نرمال، تنظیم می‌شود. میزان مصرف اسید، بستگی به حجم دیگ بخار و مقدار رسوب دارد.

در صورتی که رسوب سولفاتی و سیلیسی در دیگ بخار وجود داشته باشد، به همراه رسوب‌زدا، از NH_4HF_2 آمونیوم بی‌فلوراید استفاده می‌شود. باید توجه داشت از مخلوط این ماده با مواد دیگر موجود در دیگ، فلئوئوریک اسید تولید می‌گردد که ماده‌ای سمی و خطرناک است. بنابراین رعایت نکات ایمنی در حین کار الزامی است.

عملیات رسوب‌زدایی در دمای پایین‌تر از 60°C انجام می‌گیرد، تا ماده محافظ تجزیه نشود و خاصیت خود را حفظ نماید. پس از خاتمه رسوب‌زدایی و شست‌وشو با آب، برای خنثی کردن باقی‌مانده اسید، دیگ بخار را با محلول ۵٪ یک خنثی‌کننده،

۱- Inhibitor

که ماده‌ای قلیایی می‌باشد، پر می‌کنند. این محلول تا دمای جوش گرم می‌شود، سپس دیگ تخلیه و دوباره با آب گرم شست‌وشو می‌گردد. دیگ بخار را نباید پس از رسوب‌زدایی خالی و بدون آب نگهداری کرد. اگر دیگ بخار پس از شست‌وشو وارد خط تولید نمی‌شود، با انتخاب یکی از روش‌های نگهداری در کتاب راهنمای دیگ بخار، در برابر عوامل محیطی محافظت شود.

حلال‌های متداول برای اسیدشویی دیگ بخار عبارت‌اند از: هیدروکلریک اسید، اتیلن‌دی‌آمین تترا استیک اسید (EDTA)، سیتریک اسید، هیدروکسی استیک اسید، فرمیک اسید (به‌همراه تیواوره)، برومات آمونیوم و پرسولفات آمونیوم که به‌عنوان ماده‌ی کمکی شست‌وشو دهنده‌ی مس است. البته HCl و EDTA از معمول‌ترین حلال‌ها به‌شمار می‌روند.

هیدروکلریک اسید

حلال عمده برای شست‌وشو شیمیایی دیگ بخار، هیدروکلریک اسید است. روش متداول برای استفاده از این ماده آن است که بویلر با محلول ۵ تا ۱۰ درصد آن که دارای دمای حدود ۱۵۰ تا ۱۶۰ درجه فارنهایت است، پر شود. از معایب عمده استفاده از این اسید نیاز به سامانه‌ی موقت چرخش محلول است. از این اسید در حالت ساکن نمی‌توان استفاده کرد. همچنین حباب‌های نیتروژن نیز می‌توانند سبب اختلاط شوند. به‌دلیل وجود خوردگی، تزریق یک بازدارنده‌ی خوردگی توأم با اسید، ضروری است. از آنجا که این ماده‌ی شیمیایی، بسیار قوی است، زمان و تعداد مراحل شست‌وشو باید به چندین ساعت محدود شود. رسوبات معمولاً طی چند ساعت از بین می‌روند.

استفاده از HCl دارای چندین مزیت است که از جمله می‌توان به عملکرد و تأثیر سریع بر رسوبات و قابلیت حذف مناسب رسوبات اکسید آهن پوشیده شده با مس و رسوبات سیلیسی اشاره کرد. از مزایای دیگر HCl ارزان بودن آن در ایران است. این اسید در دیگ‌های کوچک که انجام چرخش آن با محدودیت مواجه است، خوب عمل نمی‌کند. قابل ذکر است که این ماده‌ی شیمیایی، بسیار خطرناک و خورنده است و باید موارد ایمنی را مورد توجه قرار داد.

برای حفاظت از دیگ بخار، محلول شست‌وشو باید تخلیه شده و خنثی‌سازی و آبکشی نیز انجام شود. اسید باقی‌مانده می‌تواند سبب تخریب شدید دیگ بخار در هنگام راه‌اندازی مجدد شود. بنابراین یک شست‌وشو با قلیای گرم قبل از راه‌اندازی، ضروری است.

در انتها نیز باید توجه داشت که پساب شست‌وشوی شیمیایی دیگ بخار یک فاضلاب خطرناک است. در برخی واحدها این فاضلاب دراستخرهایی با آهک، خنثی شده و یون‌های فلزی آن رسوب می‌شود و در برخی دیگر، فاضلاب به خارج واحد و در مناطق مجاز و قابل اطمینان تخلیه و دفع می‌شود.

رسوب‌زدایی مبدل‌ها

برای برطرف کردن رسوب‌های داخل مبدل گرمایی از کلریدریک اسید یا جوهرنمک ۲۰٪ استفاده می‌شود.

نکته ایمنی



نکته مهم: در زمان استفاده از اسید، این است که باید ظرف‌ها همیشه به صورت در بسته نگهداری شوند. زیرا گازهای حاصله باعث بروز مشکل در دستگاه تنفسی می‌گردد و باید از هرگونه پاشش و ریختن آن بر روی سطوح دیگر جلوگیری شود. چنانچه پاششی اتفاق افتاد، سریعاً محل آلوده با آب شست‌وشو شود.

رسوب‌زدایی ثقلی

ابزار و وسایل لازم

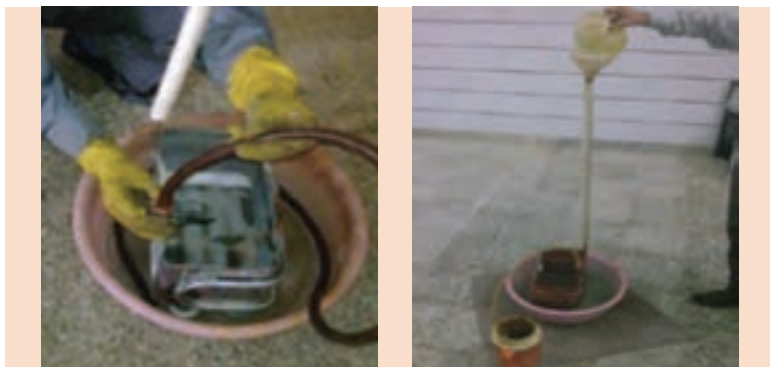
مقدار	مواد و وسایل مورد نیاز
۱ عدد	لوله پلی پروپیلن (۲۰ میلی‌متر در یک متر)
"۲	اتصال پلی پروپیلن یک سر درنده توپیچ
"۳	شلنگ لاستیکی
"۲	قیف پلاستیکی متوسط
"۱	ظرف پلاستیکی مناسب برای جمع‌آوری اسید خروجی از مبدل
"۱	مبدل گرمایی رسوب‌دار
"۱	تشت پلاستیکی بزرگ برای ریختن آب و قرار دادن مبدل در آن
۲ لیتر	جوهر نمک ۲۰٪ (کلریدریک اسید)

رسوب‌زدایی مبدل گرمایی (آبگرمکن) به روش ثقلی به صورت زیر انجام می‌شود:

۱ مبدل گرمایی را از محل خود خارج نموده و آب موجود در آن تخلیه شود. به این ترتیب که یک طرف مبدل را در محل تخلیه آب قرار داده و از طرف دیگر توسط فشار هوا (دمیدن یا فوت کردن) آب مبدل تخلیه شود.



۲ به یک طرف لوله مبدل شیلنگ لاستیکی و طرف دیگر لوله پلاستیکی نوع پلی پروپیلن (PP) متصل شود. لوله پلاستیکی باید از سطح مبدل گرمایی دارای ارتفاع مناسبی (حدود یک متر) باشد که در بالای این لوله یک قیف قرار می‌گیرد. مبدل را در تشت پلاستیکی بزرگ که درون آن به مقدار کافی آب باشد، قرار می‌دهند تا چنانچه محلول رسوب‌زدایی سرریز کند یا پاششی داشته باشد، تغییر رنگ روی مبدل گرمایی ایجاد نشود. اگر در فصل سرما این فعالیت صورت می‌گیرد، بهتر است از آب گرم استفاده شود تا رسوب‌زدایی سریع‌تر انجام گردد.



رسوب‌زدایی مبدل با محلول اسیدی به صورت ثقلی

۳ مقدار اسید از طریق قیف در مبدل ریخته شود تا از طرف دیگر آن، درون ظرف دیگری بیرون بریزد. وجود کف به همراه اسید خروجی، بیانگر حل شدن رسوب درون مبدل در اسید است. برای رسوب‌زدایی کامل، اسید درون ظرف دوم، دوباره از طریق قیف، در مبدل ریخته شود و این عمل چندین بار تکرار شود تا محلول خروجی از مبدل بدون کف باشد.

نکته قابل توجه اینکه در لحظه اول که اسید وارد مبدل می‌شود به دلیل واکنش شیمیایی، پاشش شدیدی از بالای قیف ایجاد می‌شود که در صورت عدم توجه، باعث ایجاد خسارت می‌شود. دقت کنید به محض ریختن اسید داخل قیف ته ظرف را روی قیف قرار دهید که پاششی ایجاد نشود و بعد از این که تمام اسید داخل مبدل ریخته شد، چندین بار این عمل را تکرار شود تا کاملاً تمام رسوب داخل مبدل گرفته شود و اسید هیچ‌گونه کفی نداشته باشد. هر چه اسید چرخش بیشتری داشته باشد، کف خروجی کمتر شده و زمانی که کاملاً رسوب مبدل گرفته شد، دیگر هیچ‌گونه کفی همراه اسید خارج نمی‌شود.



ریختن اسید داخل مبدل جهت رسوب‌زدایی

۴ بعد از رسوب‌گیری کامل باید مبدل گرمایی را با آب کاملاً شست‌وشو داده و در جای خود نصب نمود.



- ✓ در جریان رسوب‌زدایی از ماسک، لباس کار، دستکش و عینک استفاده کنید.
- ✓ در حین ریختن اسید از پاشش آن بر روی زمین، لباس کار و اعضای بدن جلوگیری کنید.
- ✓ در صورت پاشیدن اسید بر روی اعضای بدن آن را فوراً با آب بشویید.

مراحل انجام کار:

- ۱ مبدل گرمایی را از محل خود بروی آبگرمکن جدا نموده، رسوب‌زدایی کنید.
- ۲ قبل از شروع به رسوب‌گیری مبدل را بررسی و از نظر دوده و گرد و غبار تمیز کنید.
- ۳ وسایل رسوب‌زدایی را شست‌وشو و در محل امن قرار دهید.

تمرین‌های پایان پودمان ۲:

هنرآموزان گرمایی با توجه به سطح کلاس تمرین‌های تئوری و عملی مرتبط با پودمان رسوب‌زدایی تجهیزات را مطرح نمایند.

ارزشیابی شایستگی رسوب‌زدایی تجهیزات

<p>شرح کار: چگونگی استفاده از تجهیزات کارگاهی را بداند و کار داده شده را با دقت انجام دهد. هنگام کار مراقب باشد که دستگاه صدمه نبیند. پس از انجام کار وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.</p>		
<p>استاندارد عملکرد: انجام عملیات رسوب‌زدایی از دستگاه، مطابق دستور کار تعمیراتی، در شرایط ایمن کاری، و بدون صدمه زدن به بدنه دستگاه و ابزارآلات کار</p>		
<p>شاخص‌ها: - رعایت مسائل ایمنی حین کار - انجام کار طبق دستورالعمل</p>		
<p>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: شرایط مکان: کارگاه شرایط دستگاه: سرویس شده زمان: یک جلسه آموزشی ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی</p>		
<p>معیار شایستگی:</p>		
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳
۱	پیشگیری از تشکیل رسوب	۲
۲	رسوب‌زدایی مکانیکی	۱
۳	رسوب‌زدایی شیمیایی	۱
	<p>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:</p> <p>۱- ایمنی: انجام کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی</p> <p>۲- نگرش: صرفه‌جویی در آب مصرفی مبدل‌ها</p> <p>۳- توجهات زیست‌محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام کار بدون ریخت و پاش</p> <p>۴- شایستگی‌های غیرفنی: ۱- اخلاق حرفه‌ای ۲- مدیریت منابع ۳- محاسبه و کاربست ریاضی ۵- مستندسازی: گزارش نویسی</p>	۲
	میانگین نمرات	*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.