

## اسیدشویی

تمیزکاری یکی از متداول ترین فرایندهای صنعتی است. این فرایند در کارهای آبکاری کوچک، در کارخانه‌های تولید اتومبیل، در کارخانه‌های تولید فولاد و در هر کارخانه‌ای که کار شامل استفاده از یک پوشش برای فلز پایه باشد دیده می‌شود. تمیزکاری یک فرایند پوشته بردای است که از طریق آن اکسیدها و جرم‌های یک سطح فلزی به طریق شیمیایی و با غوطه‌ور ساختن آن در یک اسید معدنی رقیق، معمولاً، ولی نه همیشه، اسید سولفوریک یا هیدروکلریک برطرف می‌شوند. هر چند از فرایندهای دیگر جرم‌برداری نیز استفاده می‌شود، اسیدشویی متداول ترین کاربرد را دارد.

## فرآیند تمیزکاری

اگر چه فرایندهای گوناگون اسیدشویی نام‌های مختلفی دارند، این فرآیندها را می‌توان به سه نوع کلی تقسیم‌بندی کرد:

(الف) تمیزکاری ساکن یا تمیزکاری خمره‌ای

(ب) تمیزکاری دسته‌ای

(ج) تمیزکاری پیوسته.

تمیزکاری ساکن یا خمره‌ای، برای مثال اکثراً مربوط به صنعت آبکاری است، در حالی که اسیدشویی دسته‌ای و پیوسته معمولاً مربوط به صنایع تولیدی بزرگ می‌باشد. در اسیدشویی ساکن، محصول در محلول اسید غوطه‌ور می‌شود و معمولاً ساکن باقی می‌ماند، در حالی که محلول در حال حرکت است. در اسیدشویی دسته‌ای چندین قطعه از یک محصول در محلول اسید غوطه‌ور می‌شود و معمولاً در حال حرکت هستند. بالاخره در اسیدشویی پیوسته، محصول معمولاً نوار فولادی است که پیچیده نشده است و در یک جهت افقی یا عمودی از میان مخازن اسید و شستشوی آب یا اسپری‌ها عبور می‌کند. این خط «پیوسته» نامیده می‌شود زیرا نوک نوار پیچیده شده به انتهای نوار قبلی جوش داده می‌شود. ضمن این که خط هنوز کار می‌کند. این کار با استفاده از سوراخ‌های حلقه‌ای یا قسمت‌های بلند ممکن می‌شود که خط را بین قسمت ورودی و قسمت فرآوری به مقدار قابل ملاحظه‌ای شل می‌کند. این سوراخ‌ها و بلندی‌ها از کار انداختن بخش ورودی خط را برای جوش دادن انتهای دو سیم‌پیچ ممکن می‌سازند، ضمن این که عمل اسیدشویی یا عمل‌آوری همچنان ادامه می‌یابد. اسیدشویی تقریباً تا این اواخر از نظر فنی تغییر چندانی نکرده بود، هر چند که در حالی که قبلاً تنها تقریباً از اسیدشویی با اسید سولفوریک استفاده می‌شد، اینک تمایلی وجود دارد که در خطوط اسیدشویی پیوسته از اسیدشویی با اسید هیدروکلریک استفاده شود و باید توجه بیشتری به مشکلات تخلیه پساب اسیدشویی یا بازیابی اسید مبذول گردد. نوع عملیات اسیدشویی عمدتاً بستگی به محصولی دارد که قرار است تمیز بشود. برای مثال، تمیز کردن اسید در کارخانه‌های آبکاری دسته‌ای و اسیدشویی میله‌ها یا صفحات فولادی معمولاً با روش خمره‌ای انجام می‌گیرد. بعضی ورق‌های فولادی و سیم‌پیچ‌های سیمی یا میله‌ای با روش دسته‌ای تمیز می‌شوند، در صورتی که تقریباً تمام نوارهای فولادی با خطوط اسیدشویی پیوسته دارای سرعت زیاد (تا 300 متر در دقیقه) تمیز می‌شوند.

در بعضی خطوط تمیزکاری ساکن، از یک خمره قلیایی چندگانه برای خنثی کردن اسید استفاده می‌شود. هر چند، در اکثر خطوط اسیدشویی در صنایع بزرگ تولید، مخازن آبکشی با آبشویی اسید را برطرف می‌کنند. شیوه استفاده شده مورد توجه مهندسی بهداشت حرفه‌ای است زیرا درجه اسیدپاشی، ظهور گازها و تشکیل بخار به روش به کارگرفته شده بستگی دارد. در اکثر خطوط اسیدشویی چندین مخزن اسید با غلظت‌های مختلف در یک خط یا (مثل مورد اسیدشویی سیم‌پیچ‌های سیمی یا میله‌ای) به سورت نیم دایره پیچیده می‌شوند. مخازن اسید به وسیله مخازن شستشوی آب برای زدودن اسید باقیمانده با به وسیله یک مخزن خنثی کننده قلیایی بعد از انجام شستشو با آب از هم جدا می‌شوند. در اسیدشویی خمره‌ای یا دسته‌ای، برای برداشتن بار از مخزنی به مخزن دیگر، از جرثقیل استفاده می‌شود، در حالی که در اسیدشویی پیوسته نواری، نوار به وسیله غلتک‌های کشنده از میان مخازن حرکت داده می‌شود.

شیمی پایه عمل اسیدشویی هیدروکلریک اساساً با عمل اسیدشویی اسید سولفوریک فرق می‌کند. اسید هیدروکلریک به آسانی بیشتری انواع اکسیدهای گوناگون آهن و جرم را حل می‌کند، در عین حال نسبتاً آهسته‌تر از اسید سولفوریک با فلز پایه واکنش می‌کند. اسید هیدروکلریک بسیار خورنده است و به خاطر فشار بخار زیاد آن نسبت به اسید سولفوریک احتیاج به کنترل بخار دقیق‌تری دارد و توجه بیشتری باید به طراحی سیستم‌های تخلیه و کنترل دود مبذول شود. هر چند، کنترل درست بخار و دود اسید در خطوط پیوسته اسیدسولفوریک نیز ضروری است.

میزان تمیزکاری، و نتیجتاً فلز از دست رفته، بستگی به چند عامل دارد، که تعدادی عوامل عمده عبارتند از: غلظت اسید؛ درجه حرارت محلول؛ زمان شستشو؛ بازدارنده‌های موجود؛ تکان دادن محلول. هر یک از این عوامل می‌توانند مورد توجه مهندسی بهداشت حرفه‌ای باشند؛ زیرا درجه خطر بالقوه، مربوط به روش خاص اسیدشویی را تعیین می‌کند. میزان اسیدشویی و بنابراین میزان ظهور هیدروژن و تشکیل بخار، مستقیماً با غلظت اسید از صفر تا حدود 25 درصد از نظر وزن افزایش پیدا می‌کند. حرارت تأثیر بسیار زیادی بر میزان اسیدشویی دارد. برای مثال، با اسید سولفوریک 15 درصد، افزایش حرارت از 20 تا 100 درجه سانتی‌گراد میزان اسیدشویی را برای هر افزایش 8 تا 11 درجه سانتی‌گراد دو برابر می‌کند. حرارت محلول‌های اسید هیدروکلریک در خطوط اسیدشویی پیوسته از حدود 70 تا 75 درجه سانتی‌گراد با حداکثر غلظت اسید در مخزن خروجی به میزان حدود 15 درصد تغییر می‌کند. در هر حال، در خطوط اسیدشویی پیوسته که از اسید سولفوریک استفاده می‌کنند، از غلظت‌های بالاتر اسید (تا 25 درصد) و حرارت‌های بالا (95 تا 105 درجه سانتی‌گراد) برای تأثیر بر میزان تمیزکاری در یک کدت زمان کوتاه استفاده می‌شود. در هر فرایند اسید شویی، جرم‌برداری در یک مدت زمان معین را می‌توان با استفاده از یک غلظت زیاد اسید در درجه حرارت کم یا یک غلظت کم اسید در درجه حرارت بالا به انجام رساند.

## مواد

چندین اسید معدنی در یک اسیدشویی مورد مصرف قرار می‌گیرد. چنین اسیدهایی مثل اسید سولفوریک، هیدروکلریک، فسفریک، اسید هیدروفلوریک و اسید نیتریک را می‌توان به تنهایی یا به صورت ترکیب‌های گوناگون مورد استفاده قرار داد. برای مثال، در پاک کردن فولاد ضدزنگ وان شستشو ممکن است محتوی محلول‌های رقیق اسیدهای سولفوریک، هیدروفلوریک و نیتریک باشد. تاکنون برای اسیدشویی آلیاژهای فولادی کربن‌دار و پست‌تر، اسید سولفوریک بیشترین استفاده را داشته است همراه با اسید هیدروکلریک که در رده پس از آن به میزان روزافزونی بیشتر مورد استفاده می‌باشد. بازدارنده‌ها به میزان زیادی در محلول‌های اسیدشویی استفاده می‌شوند. یک بازدارنده ماده‌ای است که موقعی که به یک محلول اسید اضافه شود، حمله اسید بر فلز پایه را کم کرده و یا مانع آن می‌شود، بدون اینکه از لحاظ مواد بر روی عمل اسیدشویی اثر بگذارد. چنین موادی در خلال اسیدشویی مقدار کمی از کارآیی خود را از دست می‌دهند، ولی ممکن است در ارتباط با گرما به وسیله حرارت بیش از اندازه فاسد شوند. بازدارنده‌ها شامل مواد گیاهی یا حیوانی تا مواد شیمیایی مصنوعی پیچیده آلی هستند. ویژگی‌های اساسی مورد انتظار از یک بازدارنده عبارتند از این که باید به راحتی در وان شستشو پخش شود، باید از ظهور هیدروژن جلوگیری کند و نباید روی سطح فلزی غشایی باقی بگذارد. بسیاری از بازدارنده‌ها حاوی موادی هستند که سبب تشکیل کف می‌شود. روکش کفی روی وان شستشو از فرار غبار اسید از سطح وان جلوگیری می‌کند.

## مخاطرات و پیشگیری از آنها

از اسیدهای مورد استفاده در عملیات تمیزکاری، یعنی اسید سولفوریک، هیدروکلریک، فسفریک، نیتریک و هیدروفلوریک، دو تای آخر تأثیر بیشتری بر سیستم تنفسی، پوست و چشم‌ها دارند، ولی این اسیدها در اسیدشویی در مقایسه با اسیدهای سولفوریک و هیدروکلریک فقط به میزان بسیار کمی استفاده می‌شوند. خطر بالقوه عمده

اسیدهای هیدروفلوریک و نیتریک واکنش آن‌ها بر سیستم فوقانی تنفسی است. هر چند، این واکنش و نیز واکنش بر چشم‌ها و پوست در غلظت‌های کاملاً کمتر از میزان حد آستانه TLV مربوط به هر اسید اتفاق می‌افتد و در نتیجه معمولاً شدید نیست.

مقادیر حد آستانه زیر توسط ACGIH برای اسیدهای اسیدشویی در سال 1980 تعیین گردیده است:

اسید	( mg / m <sup>3</sup> TLV )
سولفوریک	1
هیدروکلریک	7
هیدروفلوریک	2.5
فسفریک	1
نیتریک	5

در هر حال، چنانچه هنگام حضور دو بخار اسید یا بیشتر آثار تشدیدکننده اتفاق بیافتد، حد آستانه با محاسبه زیر تعیین می‌شود:

$$\frac{C_1}{TLV_1} + \frac{C_2}{TLV_2} + \dots + \frac{C_n}{TLV_n} = 1$$

برای مثال، اگر بخار اسید سولفوریک و نیتریک به ترتیب در غلظت‌های 0.5 میلی‌گرم در متر مکعب و 2 میلی‌گرم در متر مکعب وجود داشته باشد محاسبه بدین قرار خواهد بود:

$$\frac{0.5}{1} + \frac{2}{5} = \frac{4.5}{5}$$

از آنجا که مقدار محاسبه شده کمتر از 1 است. مقدار TLV برای مخلوط بیش از اندازه نبوده است.

سبب عمده گریز مه و غبار یا بخار اسید از مخازن اسید در اسیدشویی تشکیل حباب‌های هیدروژن و بخاری است که بخار اسید را از سطح محلول منتقل می‌کند. میزان تشکیل گاز بستگی به عواملی دارد که قبلاً در مورد آن‌ها بحث شد و میزان اسیدشویی را تعیین می‌کنند. بازدارنده‌های نوع محلول یا نوع کف گریز بخار را کاهش می‌دهند. چنانچه عمل اسیدشویی آهسته باشد، وجود یک بازدارنده به عنوان یک عامل کنترل می‌تواند کاملاً مناسب باشد، ولی در مواردی که این عمل سریع است، تهویه مکانیکی (معمولاً نوع تخلیه موضعی) ترجیح دارد. در جایی که کلاهک باید در طول یک ضلع یا هر دو ضلع مخزن ادامه داشته باشند. اگر در یک جانب جا داده شوند، باید هوا را به میزانی برابر با 60 مترمکعب در دقیقه برای هر متر مربع سطح مخزن از عقب کارگر به سوی مدخل بکشند. در هر حال، در جایی که عرض مخزن بیش از 1.25 متر است مخزن باید محصور بوده و تهویه خروجی داشته باشد، در مورد مخازن خیلی پهن ترجیحاً به وسیله تهویه فشار به جلو - کشش، در مواردی که هوا را از یک جانب به سوی سوراخ تخلیه در مقابل مخزن دمیده می‌شود. در مورد خطوط اسیدشویی پیوسته همین وضع وجود دارد، که میزان تهویه حدود 3 تا 4 مترمکعب در دقیقه برای هر مترمربع سطح باز کاملاً رضایت‌بخش بوده است، به شرط اینکه پوشش‌های مخزن و تمام سیستم محکم بوده و عاری از نشتی باشد.

مواد ساخت مورد استفاده در سیستم‌های تهویه مخزن، سهم مهمی در کاهش خورندگی دارند. به نظر می‌رسد کلرید پلی‌وینیل، پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن برای اسیدهای اسیدشویی نسبت به غلظت‌های رقیق اسید سولفوریک در درجات حرارت بالاتر از 60 درجه سانتی‌گراد مناسب‌تر بوده‌اند. در خطوط اسیدشویی پیوسته اسید سولفوریک در کارخانه‌های

فولادسازی، فایبرگلاس و پلی پروپیلن مناسب بوده‌اند و در خطوط اسید هیدروکلریک پلی استر و فایبرگلاس مناسب بوده‌اند.  
درجایی که کارگران بتوانند روی گذرگاه‌هایی در امتداد بالای مخازن بمانند، باید نرده‌های محافظ تأمین گردد.

www.SabasaSafe.ir