

آبکاری برقی Electroplating

تعریف آبکاری

یک فرآیند شیمیایی یا برقی - شیمیایی سطحی می باشد. در این فرآیند یک لایه فلزی (به ندرت غیر فلزی) روی ماده اصلی می نشیند. در اصل دو نوع فلز مختلف (الکترودها) در یک مایع رسانا (الکترولیت) غوطه‌ور و از خارج به وسیله یک منبع جریان مستقیم به یکدیگر متصل می شوند. کاتیون‌های دارای بار مثبت الکترولیت (برای مثال مس دو ظرفیتی) به طرف کاتد منفی می روند و در آن جا دو الکترون جذب و احیاء و تبدیل به فلز خنثی می شود (مس 2 ظرفیتی + 2 الکترون ← مس). این فلز روی کاتد (ماده‌ای که باید آبکاری شود) به شکل یک پوشش نازک رسوب می کند. در آنند با بار مثبت، به وسیله اکسید شدن به شکل کاتیون‌های با بار مثبت وارد مایع رسانا می شود (مثلاً، مس ← مس 2 ظرفیتی با بار مثبت + 2 الکترون).

مصارف

آبکاری اجزاء و دستگاه‌ها در تمام زمینه‌های فن آوری مورد استفاده قرار می گیرد. هدف از آبکاری سه مورد است: الف) حفاظت از مواد در برابر خوردگی (برای مثال به وسیله یک پوشش نیکلی) ب) بهبود خصوصیات سطح (برای مثال به وسیله پوشش با کروم سخت) ج) دستیابی به زیبایی مطلوب (برای مثال به وسیله آبکاری با نقره یا طلا) به مفهوم محدودتر گالوانیزه کردن دو زمینه اصلی آبکاری (رسوب الکترولیتی لایه‌های فلز) و هنر گالوانوپلاستیک (تولید الکترولیتی اشیای فلزی) را در برمی گیرد. در فرآیند دوم قالب‌ها (برای مثال گچ یا پلاستیک) با به کار گیری گرافیت رسانا می شوند و به عنوان کاتد متصل می شوند به طوری که فلز بتواند روی آن‌ها رسوب کند. در سال‌های اخیر روش آنند کردن آلومینیوم (Eloxation) خیلی مهم شده است. در این فرآیند قطعات آلومینیومی در اسید سولفوریک رقیق غوطه‌ور می شوند و به عنوان آنند به کار می روند. در این حالت به جای تشکیل یون‌های مثبت آلومینیوم به وسیله اکسید شدن، رسوب اکسید آلومینیوم هنگام پیدایش اتم‌های اکسیژن در آنند مانند لایه اکسید می چسبند. با استفاده از اسید سولفوریک به عنوان الکترولیت قسمتی از اکسید تشکیل شده حل و سطح لایه متخلخل می شود. مواد رنگی یا مواد حساس به نور را می توان در این سوراخ‌ها رسوب داد (تولید صفحات اساسی).

فرآیندها

برای دستیابی به رسوب گالوانیکی مطلوب قطعات کار باید به طور کامل تمیز شوند. این کار را می توان به روش مکانیکی سایش، برس زدن و براق کردن و یا به روش شیمیایی یا الکتروشیمیایی یا حلال‌های چربی آلی یا محلول‌های آبی قلیایی، یا چربی‌زدایی الکترولیتی انجام داد. در این فرآیند آخر چربی موجود روی قطعه کار را در ظروفی که حاوی (قسمتی) سیانید و قلیایی غلیظ هستند، به وسیله هیدروژن یا اکسیژنی می‌زدایند که از طریق الکترولیتی تشکیل می‌شود. نتیجه نهایی سطوح فلزی عادی از اکسید و چربی است (مرسوم به سطوح فلزی سفید) بعد از مراحل شستشو گالوانیزه کردن واقعی انجام می‌شود. محلول‌های الکترولیت ممکن است اسیدی، قلیایی یا سیانیدی/قلیایی باشند.

اصول فرآیند گالوانیزه کردن به این قرار است: تمیز کردن مکانیکی قطعه کار ← چربی زدایی کلی با هیدروکربن‌های آلی ← پاک‌شویی در اسیدهای غلیظ یا قلیایی ← شستشو، خنثی‌سازی ← گالوانیزه کردن ← شستشو (شستشوی اولیه و شستشوی نهایی) ← خشک کردن.

یک روش موثر همراه با صرفه‌جویی در مصرف آب، مثلاً با استفاده از اصل برگشت آب دارای اهمیت زیاد است، زیرا فرآیند محلول‌های رقیق بسیار مشکل‌تر از محلول‌های غلیظ می‌باشد. اثر شستشو را می‌توان با دمیدن هوا زیادتر کرد.

مخاطرات و پیشگیری از آنها

در هر یک از مراحل فرآیند گالوانیزه کردن خطرهای مختلفی به علت استفاده از محلول‌های مواد محرک و شیمیایی سمی، اسیدهای غلیظ و قلیایی‌ها و همچنین بخارهای آن‌ها وجود دارد. به علاوه تماس با گردوغبار مواد و گازها و بخارهای حلال‌های آلی مورد استفاده برای تمیز کردن نیز خطر آفرین هستند. خطر دیگر جریان برق می‌باشد. قاعده بر این است که وسایل گالوانیزه کردن در اتاق‌های بالا نصب شوند و مجهز به تهویه خوب باشند. دستگاه تهویه باید طوری باشد که هوای خارج شده به طرف پایین رانده شود و هوای تازه از بالا وارد شود.

هنگام تمیز کردن مکانیکی قطعه کار، مثلاً صیقلی کردن و پرداخت با خمیرهای مخصوص، یا چرخ‌های ساییده غبار فلزی یا اکسیدی تشکیل می‌شود که باید به وسیله مکش مستقیماً از منبع تولید برداشت شوند. غبار آلومینیوم باید در یک محفظه مرطوب جمع‌آوری تا از انفجار احتمالی جلوگیری شود. آهن و آلومینیوم را باید در واحدهای جداگانه نرم کرد. افرادی که در فرآیند مکانیکی کار می‌کنند، غالباً به علت کار کردن در حالت ایستاده و اثر جریان هوا از دردهای روماتیسمی شکایت دارند. به علاوه جراحات مکانیکی دست‌ها و چشم‌ها، همچنین آثار محرک و سمی روی پوست یا بروز حساسیت پوستی را باید انتظار داشت. باید از عینک و مواد محافظ پوست استفاده کرد. اصول کلی مهندسی انسانی، بخصوص در طراحی واحدهای صیقل کاری و پرداخت باید رعایت شود.

در چربی‌زدایی قطعات کار، که قسمتی با حلال‌های آلی کرم (مثلاً، هیدروکربن‌های کلردار) انجام می‌گیرد، خطر مسمومیت از راه تنفس بخارها تماس با پوست یا از راه دهان وجود دارد. آثار تجمع در بدن بخصوص خطرناک است. در مورد مسمومیت حاد ابتدا آثار بیهوشی ظاهر می‌شود و در مرحله نهایی منجر به فلج شدن دستگاه تنفس می‌شود. در مسمومیت مزمن آثار دستگاه اعصاب مرکزی و آسیب کبدی آشکار می‌شود. حفاظت باید به وسیله مکیدن بخارهای حلال، که سنگین‌تر از هوا هستند، از پایین یعنی محل تجمع آن‌ها انجام شود. حمام‌های چربی‌زدایی باید طوری نصب شوند که یک ناحیه ایمن 80 تا 100 سانتی‌متری بین منطقه تنس کارگر و لبه ظرف وجود داشته باشد. تهویه ریوی روی میز برای انجام عملیات بعد از زدایش چربی ضروری است. اثر تماس مواد زداينده چربی را با پوست باید در نظر داشت. به هیچ عنوان نباید از بنزن برای از بین بردن چربی استفاده شود.

در فرآیند اسید شویی خطر اصلی را اثر خوردگی اسیدهای غلیظ و قلیایی‌ها روی پوست و مخاط به وجود می‌آورند. گازهای ازت حاصل از اسید نیتریک بعد از یک دوره نهایی چندین ساعته می‌توانند سبب مسمومیت جدی همراه با برونشیت، پنومونی و ورم ریوی شوند. در چنین مواردی درمان در بیمارستان همیشه ضروری است.

اثر خوردگی اسید فلئوئوریک روی پوست و مخاط، که اغلب تا چند ساعت بعد از تماس حس نمی‌شود، می‌تواند منجر به جراحات خیلی جدی شود.

کمک‌های اولیه هنگام سوختگی با اسید یا قلیا، حتی سوختگی چشم‌ها همیشه شامل شستشو با آب فراوان است و درمان اختصاصی باید فوری شروع شود.

معمولاً قلیاها بیشتر از اسیدها سبب ضایعات پوستی می‌شوند. برای جلوگیری از آسیب‌های اسیدها و قلیاها غلیظ باید متوجه گرمای ناشی از واکنش بود. همیشه باید اسید را در آب ریخت و دائماً به هم زد، نه برعکس. این کار بخصوص شامل اسید سولفوریک غلیظ می‌شود.

حمام‌های حاوی سیانید در چربی‌زدایی الکترولیتی زیاد به کار برده می‌شود. سیانیدها با اسیدها واکنش می‌کنند و اسید پروسیک فرار با سمیت بالا تولید می‌کنند. غلظت کشنده آن در هوا 300 تا 350 پی‌پی‌ام است. جذب سیانیدها از راه پوست یا دهان نیز ممکن است مسمومیت ایجاد کند. کمک‌های اولیه شامل انتقال فرد مسموم به هوای آزاد، بیرون آوردن لباس‌های آلوده، شستشوی پوست با آب و در صورت امکان استنشاق اکسیژن و شکستن آمپول نیتريت‌آمیل و گرفتن جلوی بینی بیمار می‌شود.

برای جلوگیری از مسمومیت اتفاقی با سیانید لازم است کار به طور دقیق و رعایت شرایط ایمنی انجام شود. غذا نباید رور میز کار خورده شود. دست‌ها و لباس‌ها باید همیشه کاملاً تمیز باشند.

در خود حمام‌های گالوانیک خطرهای زیادی وجود دارد. آثار اسید کرومیک و نمک‌های آن و همچنین ترکیب‌های نیکل باید فوری درمان شود. در آبکاری با کروم باید بین آبکاری تزئینی با کروم (0.5-0.1 میکرون) به وسیله لایه واسطه مسی نیکل و آبکاری سخت با کروم (ضخیم‌تر از 10 میکرون) بدون لایه واسطه تفکیک قائل شد. کروم از الکترولیت‌های حاوی ترکیبات کروم شش ظرفیتی رسوب می‌کند. این ترکیب‌ها سبب سوختگی، زخم و آگزای پوست و مخاط و سوراخ شدن دیواره بینی می‌شوند. آسم ریوی نیز ممکن است بروز نماید. تا به حال به طور واضح ثابت نشده که خطر سرطان در صنعت آبکاری با کروم افزایش می‌یابد یا نه. در ظاهر خطر تماس با کرومات در آبکاری سخت با کروم بیشتر از آبکاری با کروم برای تزئین است.

نمک‌های نیکل نیز می‌تواند سبب آلرژی دیر علاج با تحریک سمی پوست بشوند و بعضی از ترکیبات نیکل برای انسان‌ها به عنوان سرطان‌زا در نظر گرفته می‌شوند. البته تا به حال افزایش تومورهای بدخیم در کارخانه‌های گالوانیک مشاهده نشده است، اگر چه تراکم نیکل در ادرار کارگران وجود تماس را مشخص می‌سازد. به طور کلی اشخاصی که دارای سابقه آلرژی و بیماری ریوی هستند نباید در کارگاه‌های آبکاری کار کنند.

موقع کار کردن در حمام‌های آبکاری، باید از لباس‌های ضد اسید و دستکش‌ها، کفش‌های ایمنی و عینک‌های دوردار استفاده شود. استفاده مرتب از مواد محافظ پوست توصیه می‌شود. برای بهبود کیفیت هوای مجاور حمام‌های آبکاری، روش انتخابی تهویه خارج کننده قوی همراه با پوشاندن حمام‌ها برای کاهش سطح آن‌ها می‌باشد. در صورت امکان تهویه خارج کننده حمام‌های سیانید، اسید قلیا بهتر است به طور جداگانه نصب شوند.

موثرترین روش، تهویه در لبه حمام است. اثر مکش را می‌توان به وسیله دمش هوا در لبه حمام افزایش داد. ارزش متوسط مقدار هوای خارج شده در هر دسی متر مکعب سطح حمام 1800-2700 متر مکعب در ساعت است. در بسیاری از موارد، می‌توان حمام‌ها را به وسیله اجسام کروی پلاستیکی شناور یا گذاردن لایه‌های فوم پوشاند. در نتیجه تجزیه آب هنگام تجزیه الکتریکی، هیدروژن مخلوط با هوا روی سطح حمام جمع و می‌تواند ایجاد انفجار کند. در این جا هم تهویه مکنده بادی به عنوان یک اقدام حفاظتی ضروری در نظر گرفته شود.

کارگاه‌های گالوانیک محل‌های مرطوبی هستند، بنابراین در موقع طراحی آن‌ها، کف‌ها را باید غیر لغزنده انتخاب کرد، و بهترین راه حل استفاده از کف‌های پلاستیکی است. قطعات کار باید به داخل حمام‌ها چکه کنند تا کف کارگاه لغزنده نشود. برای پیشگیری از حوادث الکتریکی، مقررات محلی باید باید اکیداً رعایت گردد. از کلیه‌های دستگاه‌های الکتریکی به طور صحیح نگهداری شود. به علاوه نظارت بر محیط و در صورت امکان نظارت زیست‌شناختی توصیه می‌شود.