

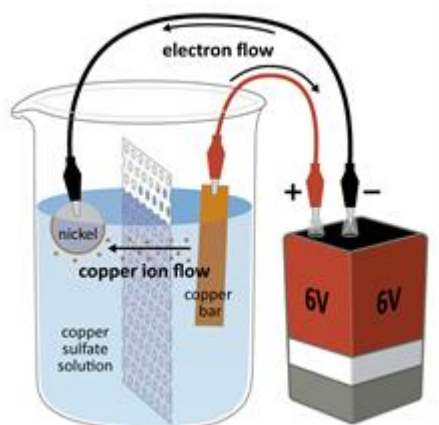
آبکاری الکتریکی نانویی

۱- هدف

آشنایی با تجهیزات در علوم و فناوری نانو

۲-مقدمه

آبکاری الکتریکی یک روش الکتروشیمیایی برای سنتز لایه های نازک فلزی روی زیرلایه های رسانا است. از مزایای این روش می توان به توانایی رسوب دهی فلزات خالص، آلیاژهای مختلف، مواد کامپوزیتی و هم چنین توانایی لایه نشانی در دمای اتاق اشاره کرد. آبکاری الکتریکی، یک فرآیند پوشش دهی لایه نازک روی سطح فلزات مختلف به منظور بهبود و اصلاح خواص سطحی (از قبیل مقاومت به سایش، اکسیداسیون و خوردگی) است. قسمتی که قرار است پوشش روی آن رسوب داده شود، کاتد نام دارد. آند هم معمولاً از جنس فلزی است که قرار است در سمت دیگر آبکاری شود. هر دو جز در محلولی که الکترولیت نام دارد، غوطه ور می شوند. الکترولیت شامل یک یا چندین نمک فلزی محلول و هم چنین یون است که اجازه جریان یافتن الکتریسیته را می دهد. منبع توان (ترانس) جریان مستقیم به آند را تأمین کرده و باعث اکسیداسیون اتم های فلزی موجود شده و اجازه می دهد تا در محلول حل شوند. یون های فلزی حل شده در محلول الکترولیت در فصل مشترک بین محلول و کاتد احیا شده و روی کاتد رسوب می کنند. نرخ انحلال آند برابر با نرخ رسوب گذاری روی کاتد است. با این روش یون های موجود در حمام الکترولیت به طور پیوسته توسط آند ذخیره سازی می شوند. آبکاری یک فرآیند ساده و کم هزینه است که دانشمندان می توانند از آن برای ایجاد لایه های نازک، پوشش ها، نانوسیم ها و سایر ساختارهای نانومقیاس استفاده کنند. دانشمندان از ابزارها و تجهیزات ویژه ای برای کار در مقیاس نانو استفاده می کنند. فرآیند آبکاری می تواند لایه هایی به ضخامت نانومتر از مواد را رسوب دهد. (یک نانومتر یک میلیارد متر است.) محققان می توانند با کنترل دقیق جریان عبوری از مدار، ضخامت لایه آبکاری شده را به طور قابل اعتمادی کنترل کنند.



شکل ۱- آبکاری الکتریکی نانویی

پارامترهای مؤثر بر خواص و ضخامت فیلم نازک سنتز شده با روش آبکاری الکتریکی عبارتند از: ترکیب شیمیایی الکترولیت، پایداری الکترولیت، PH حمام، دمای حمام، سرعت همزدن حمام، چگالی جریان اعمالی به آند و سطح کاتد.

مس تنها یکی از فلزات بسیاری است که برای آبکاری الکتریکی استفاده می شود. نمونه های دیگر شامل روی، طلا، نقره و پلاتین هستند. آبکاری الکتریکی به دلایل مختلفی مانند ایجاد لایه های محافظ نازک روی خودروها یا هواپیماها یا پوشش جواهرات با فلزات گرانبها مانند طلا استفاده می شود. آبکاری به اهداف مختلف انجام می شود.

کاربردها و خصوصیات

حفاظت از خوردگی: آبکاری نانو می تواند از فلزات در برابر عوامل خورنده محیطی محافظت کند و عمر مفید آنها را افزایش دهد .

افزایش مقاومت: این فرآیند می تواند مقاومت فلزات در برابر سایش، خراشیدگی و فشار را افزایش دهد .

بهبود خواص ظاهری: آبکاری نانو می تواند به فلزات جلوه ای براق و زیبا ببخشد و مقاومت آنها در برابر لکه و کثیفی را افزایش دهد.

کاربرد در صنعت

صنعت خودروسازی: آبکاری در تولید قطعاتی مانند سپرها، رینگ ها و اجزای داخلی خودروها برای افزایش مقاومت و زیبایی استفاده می شود.

صنایع هوافضا: آבקاری برای افزایش مقاومت قطعات در برابر خوردگی و سایش در محیط های خاص این صنعت به کار می رود.

صنعت ساخت و ساز: آבקاری با فلزاتی مانند روی (گالوانیزه) برای محافظت از قطعات فلزی در برابر خوردگی در محیط های مرطوب و خورنده استفاده می شود.

صنایع دیگر: آבקاری در ساخت ابزارآلات، تجهیزات پزشکی، لوازم خانگی و سایر صنایع برای بهبود خواص سطحی و افزایش عمر مفید قطعات کاربرد دارد.

۳- تئوری آزمایش:

سولفات مس یا کات کبود یک ترکیب شیمیایی با فرمول CuSO_4 یا ۵ آبه است. این ماده (که در اصل از خانواده نمک ها است) مجموع چند ترکیب است که در میزان آبی پوشیدگی با هم تفاوت دارند. شکل بی آب مس سولفات، پودر سبز کم رنگ یا سفید مایل به خاکستری است؛ در حالی که مس سولفات پنج آبه که رایج ترین شکل این ماده است، به رنگ آبی روشن است.

سولفات مس خاصیت قارچ کشی دارد، دانشمندان موفق به کشف اثر ضد باکتریایی و ضد ویروسی سطوح مس شده اند. یون مس آزاد شده از این سطوح، در عرض چند ساعت کلیه باکتری ها، قارچ ها و ویروس ها را نابود می کند. هیچ میکروارگانیسمی پیدا نشده که بتواند در برابر توانایی یون مس زنده بماند.

این ماده شیمیایی نوعی محرک شناخته شده و برای افرادی که دائماً در مجاورت آن قرار دارد ضرر دارد. مشکلاتی مثل خارش یا اگزماهای پوستی با در تماس قرار گرفتن با این ترکیب به وجود می آید.



شکل ۲- مس سولفات ۵ آبه

۴- روش کار آزمایش

۴-۱- مواد و تجهیزات موردنیاز

- عینک ایمنی، دستکش، ماسک
- بشر شیشه‌ای
- جداکننده پلاستیکی
- باتری
- گیره‌های سوسماری
- میله مسی
- سکه‌های نیکل
- اسفنج (با پد ساینده)
- محلول سولفات مس (برای دستورالعمل‌های آماده‌سازی به زیر مراجعه کنید)

۴-۲- روش انجام آزمایش

قبل از انجام این فعالیت، محلول سولفات مس را آماده کنید:

بطری حاوی ۹۰ گرم سولفات مس پنتاهیدرات ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) را با آب مقطر (تقریباً ۱ لیتر) پر کنید. خوب مخلوط کنید. حجم ظرف الکترولیت هم ۱۰۰ سی سی باشد. (غلظت محلول ۹۰ گرم در لیتر برابر با ۰.۳۶ مولار است.)

دما حدود ۲۰ روی استیرر و محلول را با چند قطره اسید PH محلول را در محدوده ی ۰.۵ تا ۱ تنظیم کنید. سطح الکترود کار و مرجع قبل و بعد از انجام پوشش دهی با آب مقطر شسته و با استون خشک شود.

ایمنی: آزمایش رو زیر هود انجام بدهید و حتما از ماسک، عینک و دستکش استفاده کنید. در این غلظت، محلول سولفات مس برای استفاده با بازدیدکنندگان ایمن است. برای اطلاعات ایمنی خاص در مورد محلول سولفات مس، به برگه اطلاعات ایمنی مواد مراجعه کنید. در تمام مدت انجام این فعالیت، بر بازدیدکنندگان نظارت داشته باشید. به بازدیدکنندگان اجازه نوشیدن محلول را ندهید. برخی از اشیاء در این فعالیت ممکن است برای کودکان خردسال خطر خفگی ایجاد کنند.

نکات: برای نشان دادن اینکه آبکاری الکتریکی به برق نیاز دارد، می توانید سکه و میله مسی را بدون اتصال اولیه به باتری، در محلول نمک فرو ببرید.

مطمئن شوید که سکه و مس را به پایانه های صحیح باتری وصل می کنید. مس همیشه باید به سمت مثبت باتری و سکه به سمت منفی وصل شود.

تقسیم کننده پلاستیکی برای جدا کردن سکه و میله مسی در نظر گرفته شده است. مطمئن شوید که سکه و میله مسی در حالی که به باتری وصل هستند، با هم تماس پیدا نکنند. این کار باعث اتصال کوتاه باتری و تخلیه سریع آن می شود.

برای یک پوشش خوب، سکه و میله مسی باید سطح تمیزی داشته باشند. میله مسی گاهی اوقات یک لایه اکسیداسیون قهوه ای مایل به سبز پیدا می کند که معمولاً می توان آن را با اسفنج پاک کرد. برای تمیز کردن سکه ها می توانید از یک پد شستشوی بدون خش استفاده کنید. برای سکه های کثیف تر ممکن است بخواهید آنها را در سرکه خیس کنید. تیغه مس خالص سطح سکه یا کلید با شوینده چربی زدایی شود.

اگر پوشش مسی خیلی قابل توجه نیست، کمی بیشتر صبر کنید قبل از اینکه سکه و میله مسی را خارج کنید. تمیز کردن: محلول سولفات مس را می توان به طور نامحدود دوباره استفاده کرد. پس از استفاده، محلول را به یک بطری در بسته برگردانید و در مکانی خنک و خشک نگهداری کنید. محلول را آن را در سینک نریزید.



شکل ۳-شمای کلی از آزمایش

۵- پرسش

۱. با استفاده از عینک ایمنی، سکه نیکلی را به سمت منفی باتری (با استفاده از یک گیره سوسماری) و میله مسی را به سمت مثبت (با استفاده از گیره سوسماری دوم) وصل کنید، چه مشاهده می کنید؟
۲. هم نیکل و هم میله مسی را در محلول نمک فرو ببرید. (مطمئن شوید که به یکدیگر برخورد نکنند!) چه چیزی مشاهده می کنید؟
۳. حالا سکه و مس را از محلول نمک خارج کنید. چه چیزی تغییر کرده است؟

طراح: عارفه زارعی شیریان

منابع

1. <https://naabzist.com/product/%D8%B3%D9%88%D9%84%D9%81%D8%A7%D8%AA-%D9%85%D8%B3/#:~:text=%D8%B3%D9%88%D9%84%D9%81%D8%A7%D8%AA%20%D9%85%D8%B3%20%DB%8C%D8%A7%20%DA%A9%D8%A7%D8%AA%20%DA%A9%D8%A8%D9%88%D8%AF,%D8%A8%D9%87%20%D8%B1%D9%86%DA%AF%20%D8%A2%D8%A8%DB%8C%20%D8%B1%D9%88%D8%B4%D9%86%20%D8%A7%D8%B3%D8%AA>.
2. <https://www.nisenet.org/catalog/exploring-fabrication-electroplating>
3. <https://nanoeducation.ir/article-detail/%D8%B1%D9%88%D8%B4/OUIpL1IEZlpKbi9vTjJOS0M4b1Q5dz09/>