

آند مس فسفر دار برای آبکاری مس اسیدی

برگردان:

محمد رضا فرشچی

جواد یوسفی

شرکت نیکاب شیمی

سوال: علت استفاده از آند مس فسفر دار در آبکاری مس اسیدی چیست و در صورت استفاده از آن روند آبکاری چقدر بهبود می یابد؟

جواب: آندهای مس از کاتدهای مس خالص بیشتر از ۹۹/۹۹٪ مس، نقره و فسفرهای آلیاژی تولید می شوند. ناخالصی های فلزی اضافی در محلول حل می شوند و می توانند در حمام آبکاری جمع شده یا روی قطعات آبکاری شده رسوب کنند. ناخالصی های فلزی می توانند بر تنش موجود در پوشش، براقی پوشش، مصرف مواد براق کننده آلی و همچنین کنترل فرآیند تأثیر بگذارند. ناخالصی ها همچنین بر مرز دانه های آند مس و نحوه حل شدن آند تأثیر می گذارند که این امر می تواند منجر به آزاد شدن ذرات مس در محلول آبکاری و در نتیجه زبری شود. همچنین با حل شدن آندها لجن بیش از حدی تشکیل می شود که منجر به کور شدن آندها، تغییرات بیش از حدکیسه آندی، خرابی و بیش از حد خورده شدن آندها می شود. در اینجا چند مورد اصلی برای شناخت در مورد آندهای مس فسفر دار آورده شده است:

آلیاژ فسفر: فسفر به طور هدفمند به آندهای مس وارد می شود که برای استفاده در آبکاری مس اسیدی طراحی شده است. با حل شدن آند، بخاطر وجود فسفر یک فیلم سیاه روی آند تشکیل می شود. این فیلم از افتادن قطعات ریز مس به عنوان لجن از سطح آند جلوگیری می کند و همچنین باعث کاهش خوردگی شیمیایی آند توسط اسید سولفوریک در زمان قطع بودن جریان می شود. آندها با ساختار دانه ای بزرگ در نهایت یک فیلم سیاه ایجاد می کنند، اما این فیلم چسبنده نخواهد بود و به سرعت به لجن تبدیل می شود. لجن حاوی فلز قابل استفاده است که اکنون تنها یک منبع زبری است و می تواند کیسه های آند را ببندد، که در این صورت نیاز به تعویض مکرر دارند. مشخصات محتوای فسفر به طور معمول ۰/۴۰٪ تا ۰/۶۵٪ است. با این حال، بهتر است دامنه ای با دقت کنترل شده بیشتری از ۰/۵۱٪ تا ۰/۵۹٪ باشد. از نظر متالورژی، ناخالصی ها یا اجزا هدفمند (مانند فسفر) در مرز دانه ها واقع می شوند. بنابراین، فسفر مورد نیاز برای آبکاری مس اسیدی به طور مساوی در آندهای ریزدانه توزیع می شود. توزیع فسفر به همان اندازه مقدار فسفر مهم است. زمان تشکیل فیلم سیاه روی آند مس فسفر دار را می توان با استفاده از تست خوردگی آزمایشگاهی برای مواد آندی اندازه گیری کرد. یک آند با مقدار و توزیع مناسب فسفر در حدود ۳۰ دقیقه فیلم سیاه را تشکیل می دهد. برای آندهای ضعیف شش ساعت یا بیشتر طول می کشد تا یک فیلم سیاه تشکیل شود و فیلم همچنان از بین می رود، و لجن بیش از حد و پوسته های فلزی را نیز ایجاد می کنند.

ساختار دانه: ساختار دانه مس یکی از مهمترین و در عین حال کم شناخته ترین ویژگی فیزیکی آند است. ساختار دانه یکنواخت باعث آبکاری بهتر می شود. روش های ساختاری، ساختار دانه را تعیین می کنند. ریخته گری مس ساده ترین و کم هزینه ترین روش ساخت است. با این حال، مس های ریخته گری شده نمی توانند ساختار دانه ای ریز مورد نیاز را برای بهترین عملکرد آند تولید کنند. هرچه سرعت ریخته گری بیشتر باشد، اندازه دانه بزرگتر خواهد بود. آندهای ریز دانه بعد از ریخته گری نیاز به نوعی آماده سازی بعدی نیز دارند. معمولاً این شامل اکستروژن گرم یا آهنگری گرم است. هنگامی که مس تحت فشار و دمای بالا تشکیل می شود، ساختار دانه ای به اندازه بسیار ظریف و یکنواختی تشکیل می شود. وقتی مس خنک می شود، ناخالصی های موجود در داخل بلور را به مرز بین بلورها دفع می کند. رشد دانه ها نیز اثر مشابهی را ایجاد می کند و بیشتر ناخالصی ها را به مرز دانه ها دفع می کند. مقاومت فیزیکی و شیمیایی مرز دانه ضعیف تر از قسمت های داخلی دانه یا بلور است. در طی فرآیند آبکاری دانه ها می توانند کنده شوند و به عنوان شن و ماسه یا گرد و غبار از آند دور شوند. وقتی شن وارد محلول شود میتواند به سطح کاتد برسد، که این ذرات می توانند باعث برجستگی یا زبری شوند. وقتی ذرات توسط کیسه های آند گیر می افتند، لجن



پد فیلتر در سمت چپ در یک آزمایش استاندارد ۰/۰۰۴ گرم لجن تولید می کند. پد فیلتر در سمت راست از شرکت دیگر ۰/۰۱۸ گرم لجن تولید کرده است که ۴/۵ برابر بیشتر است. ناخالصی های بیشتر باعث لجن بیشتری، نگهداری کیسه آندی بیشتر و همچنین باعث زبری پوشش تولید شده می شود.

تمیز کردن: هدف از تمیز کردن، از بین بردن روغن های تولید شده، دوده، لبه تیز و اکسید نشدن سطح آند است. روغن ها، دودها و اکسیدهای سطح آند می توانند منجر به انحلال غیر یکنواخت آند، افزایش لجن تشکیل شده و افزایش ذرات مس آزاد شده شوند. تمیز کردن ضعیف همچنین می تواند آلودگی های ناخواسته را به محلول آبکاری وارد کند. روش ترجیحی برای تمیز کردن آند مس استفاده از محلول قلیایی است که خاک ها و اکسیداسیون را از بین می برد. این امر یک سطح تمیزی را ایجاد می کند که به راحتی فیلم سیاه مورد نظر برای آبکاری را تشکیل می دهد. این روش همچنین می تواند احتمال پسماند اسیدی را که روی آند مس باقی مانده است که منجر به خوردگی سبز یا سیاه در سطح آند می شود را از بین ببرد.

روش ترجیحی برای رفع مشکل، بسیار کند است و خوردگی آند به صورت ملایم انجام می شود تا سطح آن خرد نشود و مانند تمیز کردن ارتعاشی سخت کار کند. تمیز کردن ارتعاشی می تواند ذرات آلودگی کپسوله شده روی سطح مس را به جریان بیندازد و همچنین می تواند پوسته هایی تولید کند که گاهی اوقات در پایین ظرف آند دیده می شود یا حتی پس از قرار گرفتن در معرض تست نوار الکتریکی سیاه در سطح آند قابل مشاهده است. این آزمایش با استفاده از فشار محکم انگشت انجام می شود برای این کار نوار الکتریکی سیاه را به آند بچسبانید سپس آن را سریع جدا کنید. پوسته ها می توانند به محلول آبکاری وارد شوند و باعث زبری، بسته شدن کیسه آند و هدر رفتن مس شوند.

خروجی ها، یون های مس، ذرات مس و لجن: هدف هر آند انحلال پذیر تولید یون های فلزی در محلول آبکاری است، برای این مورد مس طبق واکنش رو به رو به حالت کاتیونی خود تبدیل می شود. $[Cu - 2e = Cu^{++}]$ ذرات فلزی و لجن به عنوان آلودگی های ناخواسته هستند. لجن های آندی سنگین به معنی خرابی و هزینه بسیاری برای تعویض کیسه ها، تخلیه مخازن و از بین بردن لجن است. لجن ذرات غیر یونی یا آلودگی معلق در محلول، در کیسه های آندی گیر افتاده و یا در اثر ته نشین شدن آن ها در کیسه یا مخزن آبکاری تشکیل می شود. ذرات ممکن است بزرگتر، هم اندازه یا کوچکتر از منافذ کیسه باشند.

ذرات بزرگتر به پایین کیسه می افتند و باعث هدر رفتن مس می شوند. ذرات کوچکتر می توانند به منافذ کیسه نفوذ کرده و در محلول آبکاری وارد و باعث زبری قطعات آبکاری شده شوند. آنهایی که اندازه متوسط دارند تمایل دارند وارد منافذ کیسه آند شده و به سرعت کیسه را کور کنند که باعث خرابی کیسه و در نتیجه تعویض کردن آنها شوند. آندهای با خلوص بالا مس با اندازه دانه کوچک و توزیع یکنواخت تر فسفر منجر به انحلال ثابت فلز مس، به یون های مس در الکترولیت آبکاری می شوند. آندهایی با کیفیت و خلوص بالا و ساختار دانه ای یکنواخت کوچک تر، باعث تشکیل سریع فیلم سیاه، عدم خوردگی سبز یا سیاه بر روی سطح یا در ترک ها، و عدم به وجود آمدن پوسته می شوند.

هزینه ها، آندهای مس، تغییر کیسه های آند، توزیع آبکاری و مرجوعی ها: همه آندهای مس یکسان نیستند. آند مس یک محصول تولیدی است. اکثر تولیدکنندگان از روش های مختلفی استفاده می کنند و این تفاوت ها منجر به محصول نهایی متفاوتی می شود. هزینه کل شامل تمام هزینه های استفاده شده برای یک محصول است. در مورد آندهای مس فسفردار (علاوه بر هزینه آندها)، هزینه ها شامل کیسه های آند، خرابی در زمان تخلیه، دفع لجن، توزیع پوشش ضعیف هنگام بسته شدن کیسه های آندی و مرجوعی ها می شود. نتیجه گیری: کیفیت، هزینه های خود را جبران می کند. آند با کیفیت بهتر، هزینه های عملیاتی کمتری دارد.

منبع:

1. ANDRÉ DEPEW "Phosphorus Copper Anodes for Acid Copper Plating" Products Finishing Mag, pp 34-35, APRIL 2020.

