

بهار ۱۳۹۵
ضمیمه نشریه پوششهای سطحی
ویژه صنعت آبکاری و مهندسی سطح

پوششهای
سطحی

ISSN 2228-6268
www.irancoat.ir

Special Issue:
Message Plating

Iran Surface Coatings Magazine



هشتمین نمایشگاه بین المللی

رنگ، رزین، پوششهای صنعتی
مواد شیمیایی و مواد کامپوزیت

با مشارکت صنعت آبکاری

۱۹ تا ۲۲ مرداد ۱۳۹۵

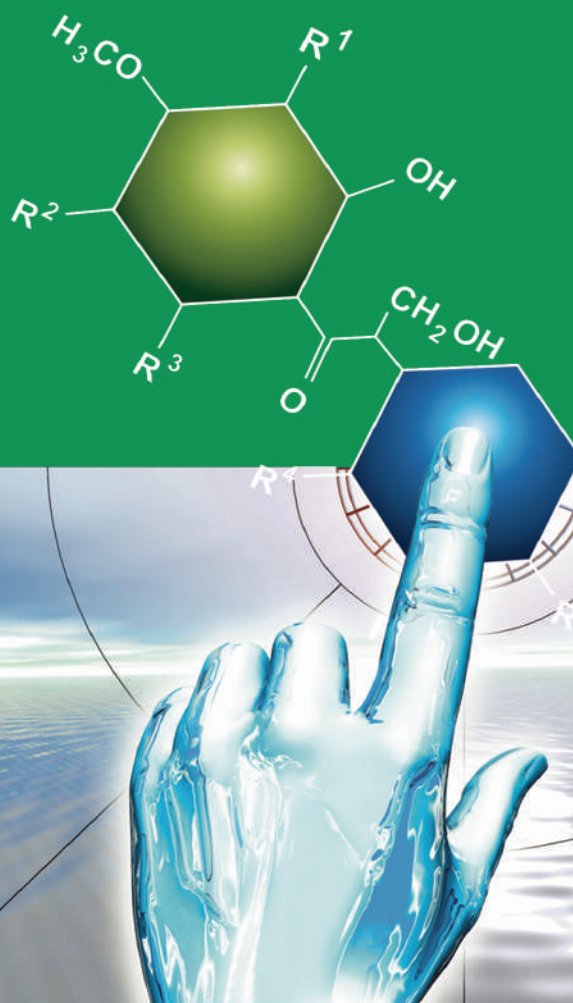
اصفهان



پیام آبکار - ضمیمه نشریه پوششهای سطحی - بهار ۱۳۹۵



نیکاب شیمی



تولید کننده مواد شیمیایی آبکاری و چربیگیر و فسفات‌های صنعتی
مشاوره و راه اندازی خطوط دستی، نیمه اتوماتیک و تمام اتوماتیک آبکاری
مشاوره، طراحی و راه اندازی خطوط تصفیه پساب آبکاری
ارائه دوره های کوتاه مدت آموزش فنی و تخصصی آبکاری

www.nikabchemie.com - info@nikbchemie.com

تلفن: ۶۶۸۲۹۵۵۹ - ۶۶۸۱۰۰۴۹

www.irancoat.ir

فهرست مطالب

۲	سخن سردبیر
	گزارش و مصاحبه
۳	گزارش دوره‌های آموزشی کاربردی آبکاری
۶	پیش نویس نقشه راه صنعت آبکاری
۸	افتتاحیه مجموعه جدید شرکت معین توس
۱۰	نشست معرفی کاربردهای نانوپوشش‌ها در صنعت شیرآلات بهداشتی
۱۲	اخبار کوتاه داخلی و خارجی
	مقالات تخصصی
۲۱	مروری بر کاربرد تکنیک اکسیداسیون پلاسما الکترولیتی در مهندسی سطح
۳۰	بررسی اثر pH، دما و دانسیته جریان بر سرعت و بازده جریان پوشش دهی پالادیوم
۳۶	بررسی درصد یکنواختی پوشش طلا در درجه حرارت و دانسیته جریان ثابت
۴۲	اصول آبکاری الکترولس (۲)
۴۵	معرفی کتب تخصصی
۴۶	تقویم همایشها و نمایشگاه‌های داخلی و بین‌المللی
۴۸	فهرست انگلیسی

ضمیمه نشریه پوششهای سطحی

پیام آبکار

ویژه صنعت آبکاری و مهندسی سطح
بهار ۱۳۹۵

بنیانگذار:

واروژ آقاجانیان

مدیر مسئول و سردبیر:

سینا فضل‌اللهی

هیئت تحریریه:

جلال حسن

محمد شیرازی

محسن تقی‌پور

احسان هرمزی‌نژاد

علیرضا ریحان

حسین نویدی زاده

مریم درویش

کامپیوتر و اینترنت:

پویا پیرزاده

مدیر داخلی:

سودابه فیضی

مدیر اجرایی و ویراستار:

سمیه قویدل

طراح هنری:

فرزاد عبدالخالقی

امور مشترکین:

سمانه سنجری

تماس با ما:

تهران، میدان تجریش، خیابان فناخسرو، ساختمان

ملک، واحد ۸، صندوق پستی ۱۶۷۶۵-۴۹۱

تلفن: ۲۲۸۵۳۳۸۰ و ۲۲۷۴۸۸۱۲

نمابر: ۲۲۷۴۰۸۷۸ و ۲۲۸۵۳۳۸۱

www.irancoat.ir

info@irancoat.ir

لیتوگرافی و چاپ:

چاپ میران

تهران، خیابان سعدی، خیابان منوچهری

بعد از تقاطع لاله زار، کوچه ژاندارک، پلاک ۴

تاریخ انتشار: خرداد ۱۳۹۵

- از کلیه اساتید، صنعتگران و کارشناسان دعوت می‌شود، مقالات خود را در زمینه‌های آبکاری، مهندسی سطح و پوششهای صنعتی، به دفتر نشریه ارسال نمایند.
- حق ویرایش و اصلاح مطالب برای نشریه محفوظ است.
- نقل و اقتباس مطالب این نشریه با ذکر ماخذ، آزاد است.
- نشریه هیچ گونه مسئولیتی در رابطه با محتوای آگهی‌ها ندارد.



شرکت نیکاب شیمی

تولید و عرضه مواد شیمیایی آبکاری

مشاوره و راه اندازی خطوط دستی و اتوماتیک آبکاری

آنالیز و رفع عیوب محلولهای آبکاری

تلفن: ۶۶۸۱۰۰۴۹ - ۶۶۸۲۹۵۵۹

www.nikabchemie.com

سخن سردبیر

با تجهیز آزمایشگاه آبکاری دپارتمان رنگ، آبکاری و پوشش جهاد دانشگاهی صنعتی شریف، دوره های تخصصی آبکاری، به صورت عملی و کاربردی در حال برگزاری می باشد. این دوره ها مورد استقبال کارشناسان صنایع مختلف قرار گرفته است و امیدواریم با توسعه کمی و کیفی دپارتمان، شاهد رشد و اعتلای علمی و فنی شاغلین در این صنعت باشیم. امسال و در مردادماه، هشتمین نمایشگاه بین المللی رنگ و پوشش اصفهان برگزار می شود. با توجه به پتانسیلهای صنعتی استان اصفهان، این نمایشگاه فرصت مغتنمی برای مشارکت و حضور صنایع آبکاری می باشد. به رسم سالهای گذشته، صنایع آبکاری امسال نیز در بخشی مستقل (طبقه همکف سالن ۴۱) در شانزدهمین نمایشگاه بین المللی رنگ و پوشش تهران حضوری یکپارچه خواهند داشت. مطابق با پیش بینی ها و با توجه به رضایت عمومی شرکت کنندگان از نمایشگاه سال گذشته، امیدواریم امسال شاهد مشارکت گسترده تر از طرف شرکتهای آبکاری در این نمایشگاه باشیم.

سینا فضل اللهی

گزارش دوره‌های آموزشی کاربردی آبکاری

با تکمیل و توسعه آزمایشگاه آبکاری دپارتمان رنگ، آبکاری و پوشش جهاد دانشگاهی صنعتی شریف، دوره‌های آموزشی آبکاری به صورت کاربردی و همراه با بخش عملی برگزار می‌گردد.

آزمایشگاه آبکاری، توسط شرکت نیکاب شیمی، تجهیز و به دپارتمان اهدا شده است. شرکت نیکاب شیمی که در زمینه تولید انواع مواد آبکاری و راه اندازی خطوط آبکاری فعالیت می‌کند همچنین تامین مواد شیمیایی مصرفی را هم بر عهده گرفته است که جا دارد این حرکت فرهنگی و آموزشی، مورد تقدیر و تشکر ویژه قرار گیرد.



فهرست مطالب ارائه شده در این دوره عبارت بودند از:

- چرا از هول سل استفاده می‌کنیم؟
- کاربردهای هول سل
- پخش جریان در هول سل
- خواص قابل اندازه گیری پوشش نسبت به چگالی جریان با هول سل
- بررسی پارامترهای موثر در آبکاری توسط هول سل
- تجهیزات مورد نیاز برای تست
- روش تست
- شرایط عملیاتی تست هول سل محلول گالوانیزه اسیدی

دوره تست محلولهای آبکاری - هول سل

دوره آموزشی تست محلولهای آبکاری - هول سل در تاریخ ۷ خرداد در آزمایشگاه آبکاری دپارتمان رنگ، آبکاری و پوشش جهاد دانشگاهی صنعتی شریف با حضور جمعی از کارشناسان صنعت و با تدریس مهندس فرشچی (مدیرعامل شرکت نیکاب شیمی) برگزار گردید.

در این کارگاه تخصصی، شرکت کنندگان با چگونگی انجام تست هول سل بصورت عمومی و عملی آشنا شدند. لازم به ذکر است یکی از بهترین روشهای کنترل پارامترهای محلولهای آبکاری انجام تست هول سل می باشد.



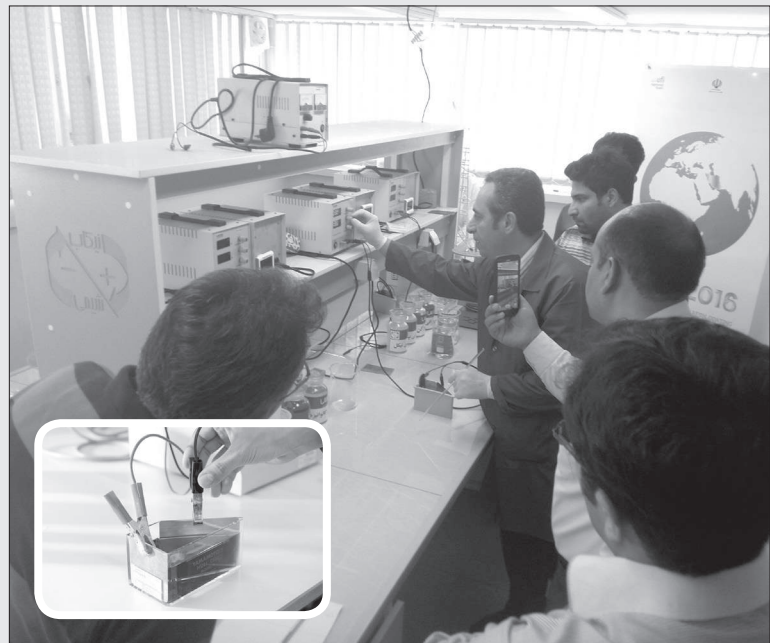
• شرایط عملیاتی تست هول سل محلول نیکل براق

دوره سیاه کاری صنعتی

دوره آموزشی "سیاه کاری صنعتی" در روز جمعه ۳۱ اردیبهشت ماه در محل دیپارتمان رنگ و پوشش جهاد دانشگاهی صنعتی شریف و با تدریس مهندس ریحان (مدیرعامل شرکت ردوکس شیمی و زیست پاک آراد) با حضور جمعی از کارشناسان صنعت برگزار گردید.

فرآیند سیاه کاری برای محافظت قطعات مختلف صنعتی خصوصاً در طی زمان انبارداری و همچنین جنبه های تزئینی و دکوراتیو، دارای اهمیت می باشد. آشنایی با پوششهای تبدیلی اکسیدی و انجام سیاه کاری صنعتی (مورد مصرف در صنایع نظامی، خودرو، قطعه سازی و غیره) و آشنایی با سیاه کاری تزئینی و انجام عملی این پروسه ها از اهداف این دوره بود. در بخش کارگاهی، عملیات





سیاه کاری سرد و گرم به صورت عملی بر روی قطعات مختلف انجام گرفت.

محتوای دوره:

- معرفی سیاه کاری صنعتی و تزئینی؛
- شرح انواع روشها (سرد و گرم) + کاربردها؛
- ارائه فرمول های ساخت وان سیاه کاری؛
- عیب یابی های سیاه کاری سرد و گرم و رفع عیوب؛
- تشخیص نوع سیاه کاری؛
- سیاه کاری و پوششهای آنتیک ترکیبی و کامپوزیتی؛
- ایمنی در واحدهای سیاه کاری؛
- انجام فرآیند سیاه کاری (به صورت عملی)؛
- پرسش و پاسخ.

در این دوره ضمن آموزش علمی و عملی فرآیند، بر روی شناسائی مشکلات پوشش و رفع آنها به صورت کاربردی تکیه گردید. شرکت کنندگان طی این دوره با فرآیند آبکاری نیکل و کرم و انواع آنها و پارامترهای مهم آشنا شده و مهارت شناسائی مشکلات محلول و پوشش و رفع آنها را کسب نمودند.

در این دوره کارشناسانی از شرکتهای ذیل حضور داشتند: لیا شیمی، نیکل کار، نیکاب شیمی، قطعه سازان رزن، یراق سفید، نیلپر، هادیان یراق، آروین گستر، ماشین سازی و ...



با توجه به امکانات فراهم آمده در آزمایشگاه آبکاری جهاد دانشگاهی صنعتی شریف، دوره های آموزشی علمی و کاربردی آبکاری به صورت مستمر در این مجموعه برگزار می گردد که علاقمند برای اطلاع از برنامه های آینده می توانند با شماره تلفن ۲۲۳۲۱۸۱۷ و ۲۲۷۴۸۸۱۲ تماس حاصل نمایند.

دوره آبکاری عمومی

دوره آموزشی "آبکاری عمومی" در روز ۸ بهمن ۱۳۹۴ و با تدریس مهندس ریحان برگزار گردید. در این دوره ابتدا اصول اولیه آبکاری بطور کامل تشریح گردید و سپس در بخش عملی مباحث: کار با رکتیفایر، چربی گیری و اسیدشویی، آبکاری مس اسیدی، کرم برداری، ساخت محلولهای آبکاری و الکتروپولیش برنج انجام گرفت.

در این دوره کارشناسانی از شرکتهای ذیل حضور داشتند: موادکاران (گروه مپنا)، فناوران سخت آرا، یراق سفید، بهینه سازان آبکاری، آبکاری نور، آبکاری قم و ...

دوره آبکاری نیکل - کرم

دوره آموزشی "آبکاری نیکل - کرم" در روزهای ۳۰ دی و ۱ بهمن ۱۳۹۴ و با تدریس مهندس فرشچی برگزار گردید.

پیش نویس نقشه راه صنعت آبکاری



تهیه و تنظیم:
انجمن صنایع آبکاری ایران
www.iranplating.ir



در چاه و یا آب راه عمومی و طبیعت بدون هرگونه پالایش، عدم رعایت بهداشت و همچنین بهداشت حرفه ای در کارگاه، عدم رعایت قانون کار و تامین اجتماعی، عدم رعایت اصول ایمنی و حفاظتی برای جلوگیری و یا مهار آتش سوزی، زلزله، سیل و سرقت، همچنین استفاده غیرقانونی از منابع انرژی مانند آب و برق و گاز، عدم پرداخت حق بیمه، فرار مالیاتی و غیره. این درحالیست که کارگاه های آبکاری که دارای مجوز هستند و همچنین کلیه استانداردهای مصوب را رعایت میکنند به شکل روزافزون تحت کنترل سازمانهای ذی ربط دولتی قرار دارند. در چنین شرایطی بتدریج توان رقابتی خود را با واحدهای بدون پروانه و زیر زمینی و جنبی غیرمجاز از دست میدهند و قادر به ادامه فعالیت نمی باشند.

از منظر دیگر بنابر مطالعات انجام شده به روشهای مختلف میتوان برآورد کرد که حدود ۴۰۰۰ واحد آبکاری در ایران (بعنوان کشور واردکننده) در حال فعالیت است این در حالیست که در آلمان (بعنوان کشور صادرکننده) حدوداً ۶۰۰ واحد آبکاری مشغول به کار هستند. همین امر نشان میدهد که بهره وری در ایران نسبت به کشورهای پیشرفته کمتر و در نتیجه قیمت تمام شده به مراتب بالاتر می باشد.

این شرایط برای اغلب صنایع کشور وجود دارد ولی از آنجا که صنعت آبکاری جزء گروهی از صنایع قرار میگیرد که علی

صنایع کشور ما در چند دهه اخیر به علت وجود مسائلی از قبیل اقتصاد مبتنی بر نفت، مشکلات سیاسی (مانند جنگ تحمیلی، تحریمها و ...)، عدم ثبات نرخ ارز و بسیاری مسائل دیگر دچار مشکلات فراوانی شده، این مشکلات باعث شده صنایع ما شرایط لازم برای پیشرفت و ارائه تولیدات با کیفیت برای رقابت با صنایع مشابه خارجی را نداشته باشد. لذا برای بهبود شرایط در صنایع کشور طراحی برنامه ای مدون و قانونمند برای هر یک از صنایع لازم و ضروری به نظر میرسد بر این اساس شکل صنایع آبکاری سبز ایران (اتحادیه، انجمن) برای رسیدن به این اهداف اقدام به تهیه برنامه ای نموده که از آن به عنوان نقشه راه یاد میشود.

در این راستا بررسی های بسیاری توسط تشکل های مختلف نامبرده و همچنین ارگانهای دولتی مانند سازمان محیط زیست بعمل آمده که نشان میدهد نه تنها بهبودی در وضع کارگاه های آبکاری بوجود نیامده، بلکه با رشد واحدهای بدون مجوز، کیفیت آبکاری کاهش یافته است. بدین گونه که اکثریت این قبیل کارگاه ها به منظور کاهش قیمت تمام شده برای جذب سفارش بیشتر، راهکارهایی را پیش گرفته اند که به ضرر صنعت آبکاری و کل صنعت کشور میباشد. از جمله: رعایت نکردن استاندارد پوشش، کاهش حساسیت در کنترل فرآیند، استفاده از مواد اولیه غیر استاندارد، استفاده از کارگران غیر مجاز، دفع فاضلاب صنعتی



- جلوگیری از فعالیت واحدهای غیرمجاز
- کاهش و یا قطع کامل آلودگی زیست محیطی صنعت آبکاری
- کمک در به روز رساندن تجهیزات کارگاه های آبکاری
- جمعیت کارگاههای کوچک به منظور شکل گیری کارگاه های استاندارد بزرگتر با کارایی به مراتب بیشتر
- توسعه شرکتهای دانش بنیان
- آموزش نیروی انسانی صنف و صنعت آبکاری
- ارائه روشهایی برای رعایت استانداردهای لازم در صنعت آبکاری
- ارائه فرآیندهای جدید صنعت آبکاری (سازگار با محیط زیست) و ابلاغ آن جهت جایگزینی با روشهای قدیمی

چشم انداز تشکیل سازمان نظام آبکاری:

در واقع چشم انداز صنعت آبکاری در ایران بعد از تشکیل سازمان نظام آبکاری را میتوان پس از ۵ ساله اول این گونه ترسیم نمود:

- کلیه واحدهای موجود در این صنف و صنعت شناسایی شده باشند.
- تعداد واحدهای آبکاری غیر مجاز نسبت به شروع به کار افزایش نیابد.
- کلیه واحدها در چهارچوب مقررات زیست محیطی قرار گرفته باشند.
- تیمهای تحقیق و کنترل و نمونه برداری سازمان تشکیل گردیده باشد.
- مقدمات انجام کنترل آنلاین فراهم شده باشد.
- قوانین مربوط به جرائم آلودگی محیط زیست بازبینی، تصویب و به کلیه واحدها ابلاغ گردیده باشد.
- قوانین مربوط به جرائم عدم رعایت استاندارد، تدوین، بازبینی، تصویب و ابلاغ گردیده باشد.
- اقدامات اولیه برای استانداردسازی واحدهای آبکاری انجام گرفته باشد و شرایط گام به گام رسیدن به استاندارد کامل طراحی و به اجرا گذاشته شده باشد.
- مقررات احداث کارخانه های جدید به طور کامل تدوین و ابلاغ گردیده باشد (کد اقتصادی، کد محیط زیستی، کد استاندارد، کد بیمه اجتماعی، کدسازمان نظام آبکاری) و یا کد فراگیر.

چشم انداز صنعت آبکاری در ایران، عبور تدریجی از مشکلات یاد شده بعد از تشکیل سازمان نظام آبکاری می باشد به نحوی که با اجرای برنامه های پنج ساله به تدریج قسمتهایی از مشکلات این صنعت رفع و به هدف نهایی نزدیک شود.



رغم مشکلات زیست محیطی از اهمیت زیادی در صنعت کشور برخوردار است لازم است همکاری کاملی بین دولت و بدنه صنف و صنعت وجود داشته باشد. همانطور که میدانیم در کشور برای غلبه بر اینگونه مشکلات، سازمانهایی همانند) سازمان نظام پزشکی، سازمان نظام مهندسی ساختمان، کانون وکلا و غیره) وجود دارد که وظیفه اصلی آن هماهنگی بین ذینفعان دولتی از یکسو و فعالین بخش خصوصی ازسوی دیگر میباشد. شکل صنایع آبکاری سبز ایران بر پایه اصل ۴۴ قانون اساسی و سیاست کوچک سازی دولت که در دستور کار دولت می باشد، برپایی سازمان نظام صنعتی آبکاری را پیشنهاد می نماید تا سازماندهی وضع موجود را اعضای صنعت با مشارکت دولت به عهده گیرند. با برپایی این سازمان بخشی از وظایف دوایر مختلف دولتی به این سازمان که غیردولتی می باشد محول می شود.

هدف از تشکیل سازمان نظام آبکاری :

- بهبود فضای کسب و کار
- رعایت کلیه استانداردهای مصوب (زیست محیطی، محصول، ...)

قسمتی از وظایف سازمان نظام صنعتی آبکاری:

- شناسایی و ثبت اطلاعات واحدهای فعال



افتتاحیه مجموعه جدید شرکت معین توس



روز ۵ شنبه ۲۳ اردیبهشت و طی مراسم باشکوهی با حضور دست اندرکاران صنعت آبکاری کشور، مجموعه جدید شرکت معین توس در مشهد، توسط پروفیسور کنعانی افتتاح گردید. در این مراسم که همراه با تجلیل از پیشکسوتان صنعت آبکاری بود، پروفیسور کنعانی در رابطه با پیل اشکانی و تاریخچه صنعت آبکاری سخنرانی نمودند.

گروه نشریات پوششهای سطحی این موفقیت را به جناب آقای مهندس هزارجریبی (مدیریت محترم شرکت معین توس) و کلیه پرسنل این شرکت تبریک عرض می نماید.

گروه صنایع شیمیایی پوششی معین توس، فعالیت خود را در سال ۱۳۷۲ با ایجاد یک واحد آبکاری پلاستیک در شهر مشهد شروع نمود و بتدریج پوششهای متنوع بیشتری را در منوی کاری خود گنجانده است.

در سال ۱۳۷۵ واحدهای بازرگانی، تولید و خدمات فنی مهندسی را نیز به مجموعه کارهای خود افزود.

این گروه با تولیدات متنوع و اخذ نمایندگی های انحصاری و عاملیتهای فروش از برندهای معتبر صنعت آبکاری در حوزه های مختلف مواد اولیه، تجهیزات و خدمات، بعنوان یک مرکز اختصاصی صنعت پوشش در شرق کشور و حتی کشورهای همجوار، با افتخار به فعالیت خود ادامه می دهد.

حیطه های کاری این گروه شامل: آموزشی، تولیدی، بازرگانی، خدمات فنی مهندسی و مشاوره ای می باشد.

بروز ماندن با دانش فنی های جدید در صنعت پوشش و اهتمام به منافع سالم دوطرفه در هر نوع همکاری و البته تعقیب شعار از "آ" تا "ی" آبکاری از سیاست های کاری گروه صنایع شیمیایی پوششی معین توس می باشد.







نشست معرفی کاربردهای نانوپوشش‌ها در صنعت شیرآلات بهداشتی



نشست تخصصی «معرفی کاربردهای نانوپوشش‌ها در صنعت شیرآلات بهداشتی» با هدف آشنایی صنعت‌گران فعال در حوزه شیرآلات با پتانسیل‌های فناوری‌نانو، در تاریخ شانزدهم خردادماه ۹۵ در محل ستاد توسعه فناوری‌نانو، برگزار شد.

در ابتدای این نشست دکتر اسدی‌فرد مدیر کارگروه صنعت‌وبازار ستاد توسعه فناوری‌نانو به معرفی ستاد و دستاوردهای حوزه فناوری‌نانو در ۱۰ سال گذشته پرداخت.

وی با تأکید بر رویکرد اصلی برنامه ۱۰ساله دوم ستاد جهت توسعه صنعتی و تولید محصولات و صادرات فناوری‌ها و محصولات ایرانی به بازارهای جهانی افزود: «هدف از برگزاری نشست‌های تخصصی با صنایع مختلف آشنایی صنایع با فناوری‌نانو و پتانسیل‌ها و کارایی این فناوری نوین است تا صنایع با استفاده از این پتانسیل‌ها و ایجاد نوآوری و فضای رقابتی سبب ایجاد تحول و نهایتاً بهبود کیفیت محصولات و صنایع خود شوند.»

مدیر کارگروه صنعت و بازار ستاد نانو خاطر نشان کرد: «ستاد توسعه فناوری‌نانو در راستای رسوخ فناوری‌نانو در صنعت تاکنون ۲۰۰ طرح در دویخش شرکت‌های صنعتی متوسط (۱۴۰ مورد از جمله بهران فیلتر، نیرومحرکه و...) و شرکت‌های صنعتی بزرگ (۶۰ مورد شامل گروه صنعتی گلرنگ، مپنا، تراکتورسازی و پتروشیمی غدیر) به اجرا رسانده است.»

دکتر اسدی‌فرد خاطر نشان کرد: «یکی از مهم‌ترین عوامل توسعه صنایع در کشورها توسعه خطوط تولید و ماشین‌آلات صنعتی است، این موضوع نیز یکی از برنامه‌های جدی ستاد توسعه فناوری‌نانو در سال‌های آتی است.»

وی در پایان تصریح کرد: «سرمایه‌گذاری و بودجه سالانه ایران در حوزه نانو در حال حاضر ۲۰ میلیون دلار است در حالی که در آمریکا سالانه ۲ میلیارد دلار در بحث‌های زیرساختی و توسعه‌ای نانو از سوی دولت این کشور و چندین برابر این بودجه از سوی صنایع در راستای توسعه فناوری‌نانو اختصاص می‌یابد. بنابراین بایستی صنایع بیشتر در زمینه سرمایه‌گذاری در حوزه فناوری‌نانو ورود کنند این اتفاق مطمئناً سبب رقابت‌پذیری، رشد و توسعه صنایع نیز خواهد بود.»

در ادامه نشست، دکتر علم‌خواه، کارشناس صنعتی ستاد توسعه فناوری‌نانو در حوزه نانوپوشش سخنرانی با موضوع «نانوپوشش‌ها در صنعت شیرآلات بهداشتی (فناوری، کاربردها و فرصت‌های تجاری)» ارائه نمود.

وی در خصوص عوامل خرابی قطعات در صنعت خاطر نشان کرد: «با توجه به اینکه ۷۰ درصد خرابی قطعات در صنایع به دلیل تخریب سطوح، ۱۵ درصد شکست و ۱۵ درصد به دلیل



کهنگی است بایستی عوامل تخریبی را با استفاده از روش‌های نوین و کارآمد کاهش داد.»

علم‌خواه افزود: «آلودگی محیط زیست ناشی از آبرکاری کروم سخت، عدم تولید محصولات با تنوع رنگی مختلف و مقاومت در برابر سایش، خراش، کدرشدگی بر اثر استفاده از محلول‌های شیمیایی و نداشتن خواصی مانند آنتی‌باکتریال و ضدآثرانگشت از جمله چالش‌های مهم در صنعت تولید شیرآلات صنعتی است. در راستای رفع این چالش‌ها استفاده از فناوری نانو پوشش‌ها از جمله فناوری PVD و نانو آبرکاری راهکاری مناسب و کارآمد است.» وی ادامه داد: «نانو پوشش‌ها بر اساس کاربردشان به چهار دسته پوشش‌های سخت، پوشش‌های تزئینی، نوری و الکترونیکی تقسیم می‌شوند. همچنین سه روش لایه‌نشانی کلی شامل حالت گازی (روش‌های CVD، PVD و IBAD)، حالت محلول (روش‌های رسوب‌دهی محلول شیمیایی، رسوب‌دهی الکتروشیمیایی و سل-ژل) و حالت مذاب یا نیمه‌مذاب (روش‌های لیزر، پاشش حرارتی و جوشکاری) موجود و با توجه کاربرد و خواص مورد انتظار بهره‌برداری می‌شوند.»

به گفته دکتر علم‌خواه، نانو پوشش‌ها در صنعت شیرآلات بهداشتی در بخش ابزارها و قالب‌های ساخت شیرآلات مانند ابزارهای ماشین‌کاری و قالب‌های ریخته‌گری و در بخش ایجاد پوشش‌های رنگی و با دوام بر شیرآلات بهداشتی و براق‌آلات ساختمانی کاربردهای گسترده‌ای دارند. همچنین از دیگر کاربردهای نانو پوشش‌ها در این صنعت می‌توان به ایجاد خاصیت‌هایی چون ضدسایش، خودتمیزشوندگی، ضدآثرانگشت و آنتی‌باکتریال اشاره نمود.

وی در ادامه شمایکی از دستگاه PVD و نحوه عملکرد آن را معرفی و تشریح نمود و در پایان تصریح کرد: «در مجموع بهره‌گیری از فناوری نانو پوشش‌ها در صنعت شیرآلات بهداشتی می‌تواند سبب افزایش کیفیت سطحی مقاوم به خراش محصولات و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و حذف مضرات احتمالی در این صنعت، افزایش تنوع رنگی شیرآلات و نهایتاً افزایش جذب مشتری می‌گردد.»

در بخش دوم این نشست مهندس موسوی‌زاده کارشناس کارگروه صنعت و بازار ستاد توسعه فناوری نانو به تشریح برنامه‌های حمایتی ستاد نانو در راستای توسعه تجهیزات و ماشین‌آلات صنعتی پرداخت. از جمله جذابیت‌های این برنامه حمایتی می‌توان به این موارد اشاره کرد:

- سود پایین تسهیلات نسبت به وام‌های بانکی (۱۰ درصد)؛
- فرایند سریع دریافت تسهیلات (حداکثر یک ماه کاری)؛
- سقف لیزینگ: ۸۰ درصد مبلغ دستگاه؛
- تا ۴ ماه سقف استراحت جهت ساخت و تحویل دستگاه؛
- زمان بازپرداخت ۲۴ ماه.

همچنین سایر حمایت‌های این برنامه شامل «امکان پوشش‌دهی رایگان (تحقیق و توسعه)»، «رصد آخرین فناوری‌ها (کمک هزینه

تحلیل پتنت)» و «امکان بهره‌مندی از خدمات پوشش‌دهی با تسهیلات ۶ ماهه» است.

در ادامه این نشست مهندس رشیدی مدیر فنی شرکت یارنیکان صالح به معرفی دستگاه ARCPVD طراحی و ساخته شده در این شرکت پرداخت. به گفته مهندس رشیدی سازگاری با محیط زیست، افزایش مقاومت در برابر خوردگی، ایجاد رنگ‌های مختلف و کاهش هزینه‌های تولید در مقیاس صنعتی از جمله ویژگی‌های استفاده از روش PVD در راستای ایجاد نانو پوشش‌ها بر محصولات چون شیرآلات بهداشتی است.

در بخش پایانی این نشست، حاضران سوالات و چالش‌های خود را در خصوص مطالب مطرح شده بیان کرده و مهندس نجیمی، دبیر کارگروه صنعت و بازار ستاد توسعه فناوری نانو، مهندس موسوی‌زاده، دکتر علم‌خواه و مهندس رشیدی پاسخ‌گوی سوالات بودند. از جمله موارد مطرح شده می‌توان به نکات زیر اشاره نمود:

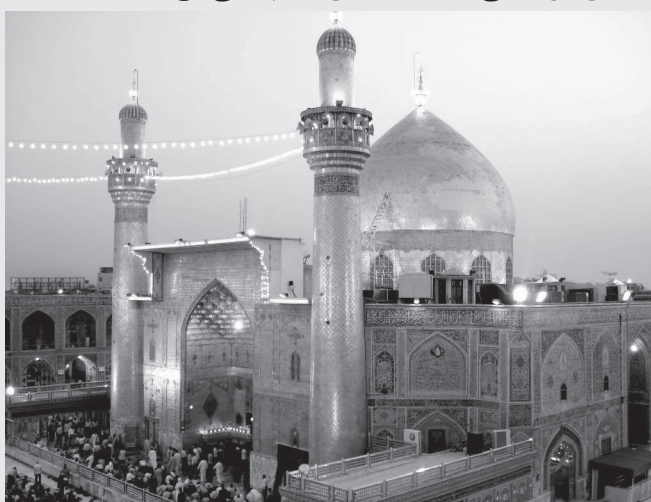
- قیمت تمام شده محصولات در روش PVD و صرفه اقتصادی این روش نسبت به روش آبرکاری؛
- ظرفیت خروجی دستگاه ArcPvd شرکت یارنیکان صالح؛
- خدمات و حمایت‌های ستاد توسعه فناوری نانو در خصوص پوشش‌دهی قالب‌ها و فرآیندهای تولید؛
- مشکلات تمیزکاری سطوح پیش از فرآیند پوشش‌دهی و ضایعات ایجاد شده در این فرایند؛
- ایجاد تنوع رنگی در شیرآلات؛
- تکرارپذیر فرایند سیستم پوشش‌دهی.

لازم به ذکر است در این نشست تخصصی نمایندگانی از شرکت‌های فعال در حوزه ساخت شیرآلات بهداشتی از جمله شیبه، ره‌آب، کلارپویا، کیان، ریسکو، نوتریکا و KWC حضور داشتند.

اخبار کوتاه داخلی و خارجی

آبکاری ترمیمی گنبد مطلای امام علی (ع)

گنبد مطلای امام علی (ع) با گذشت بیش از سه قرن از ساخت آن به دست ایرانیان، بر اثر عوامل مختلف، دچار فرسایش و خوردگی شده و نیازمند ترمیم و مرمت بود که پیرو توافق به عمل آمده با دیوان وقف شیعی عراق و تولیت حرم مطهر علوی، مقرر شد، گنبد مطلای حرم آن امام همام توسط ستاد بازسازی عتبات عالیات مجدداً طلاکاری و نوسازی شود. به همین منظور با مدیریت واحد صنعتی و هنری ستاد بازسازی عتبات عالیات، کارگاه‌های مرمت و بازسازی خشت‌های قدیمی و آبکاری جهت اضافه کردن طلا روی خشت‌ها و نصب مجدد آنها بر روی گنبد راه اندازی و تجهیز شد. با توجه به ارزش تاریخی خشت‌های گنبد، مقرر شد تا خشت‌های قدیمی پس از ترمیم و صافکاری مجدداً آبکاری شده و به پوشش طلائی آنها، ۱۷ میکرون افزوده شود. زمان اجرای این قرارداد به



مدت ۱۸ ماه پیش بینی شده و ستاد بازسازی عتبات عالیات استان خوزستان مسئولیت اجرای آن را به عهده گرفته است. مساحت گنبد حرم امام علی (ع)، ۶۵۰ متر مربع است که ۱۰ هزار خشت طلا دارد و طلای مورد نیاز برای تعمیر گنبد از محل وقف تامین می‌شود.

اطلاعیه شرکت بانیان امید - برگزار کننده نمایشگاه رنگ و پوشش تهران

شرکت بانیان امید با افتخار اعلام می‌دارد که با وجود ۶ ماه زمان باقی مانده تا برگزاری شانزدهمین نمایشگاه رنگ، رزین، پوشش‌های صنعتی و کامپوزیت ۱۳۹۵، ظرفیت تمامی سالن‌های مدنظر برای نمایشگاه تکمیل می‌باشد. در همین راستا، ۲ سالن جدید برای شرکت کنندگان عزیزی که در لیست انتظار قرار دارند یا همچنان ثبت نام ننموده‌اند، در نظر گرفته شده است. علاقمندان می‌توانند در اسرع وقت با مراجعه به آدرس وبسایت زیر جهت ثبت نام اقدام نمایند:



www.ipcc.ir

تولید پوشش نانو، دستیابی همزمان به خواص ضد خوردگی و سد حرارتی

محقق دانشگاه زنجان با همکاری محققانی از دانشگاه‌های کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نراق و تهران جنوب، با بهره‌گیری از یک روش جدید، پوشش نانوساختاری را تولید کرده‌اند که همزمان از خواص ضد خوردگی و سد حرارتی برخوردار است. یکی از موارد استفاده این نانوپوشش‌ها، کاربرد به‌عنوان پوشش پره‌های توربین گازی و محافظت از خوردگی این پره‌ها است. خوردگی فرایندی طبیعی است که انرژی پیوند در فلزات را کاهش می‌دهد. این فرایند در ناحیه‌ی فصل مشترک محیط خورنده و فلز رخ می‌دهد و موجب تخریب فلز و تضعیف عملکرد آن می‌گردد. پدیده‌ی خوردگی سالانه خسارات مالی فراوانی را به دنبال دارد. از این‌رو،



روش‌های متعددی به منظور جلوگیری از خوردگی فلزات معرفی شده است. یکی از رایج‌ترین روش‌ها، جدا کردن سطح فلز از محیط خورنده به وسیله یک پوشش است. پوشش‌های ضد خوردگی سازوکارهای متفاوتی دارند و هر یک عملکرد متفاوتی از خود به نمایش می‌گذارند. دکتر مریم شاطریان در خصوص اهداف دنبال شده در این طرح گفت: «هدف از اجرای این طرح، معرفی یک روش جدید به منظور تولید نانو پوشش‌های مقاوم در برابر خوردگی بوده است که همزمان بتواند خاصیت سد حرارتی را نیز ایجاد کند.»

این محقق ضمن تأکید بر اهمیت معضل خوردگی در صنایع و تجهیزات صنعتی، کاهش هزینه و آلودگی زیست‌محیطی را از مزایای استفاده از نتایج این مطالعه عنوان کرد.

وی در ادامه افزود: «در این مطالعه، آلیاژ فولاد نرم با استفاده از نانوذرات آهن کرومات تحت عملیات سطحی قرار گرفته است. این نانوذرات به دلیل حرارت دهی سطح فولاد، به درون سطح فولاد نفوذ می‌کنند. به این ترتیب این نانوذرات، باعث محافظت سطح فولاد در برابر پدیده خوردگی می‌شوند.»

شاطریان در خصوص اجرای این پژوهش و نتایج حاصل شده گفت: «ابتدا نانوذرات آهن کرومات با استفاده از روش سل-ژل سنتز شد و در ادامه به منظور مطالعه‌ی ساختاری از روش‌های مختلف طیف‌بینی و میکروسکوپی استفاده شد. سپس نانوذرات آهن کرومات، در سطح آلیاژ فولاد نرم لایه نشانی شده و در نهایت خواص ضد خوردگی پوشش ایجاد شده به وسیله‌ی روش‌های مختلف الکتروشیمیایی و میکروسکوپی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج آزمون‌ها نشان داده‌اند که پوشش نانو سرامیکی مذکور، مقاومت به خوردگی بسیار خوبی در محیط‌های خورنده اسیدی از خود نشان می‌دهد.»

این تحقیقات حاصل تلاش‌های دکتر مریم شاطریان - عضو هیأت علمی دانشگاه زنجان - دکتر مرتضی انحصاری - عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نراق - دکتر اسما خوبی - دانش‌آموخته‌ی دوره‌ی دکترای دانشگاه کاشان - و کیوان اوضاعی - دانشجوی دکترای دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب - است.

تولید پوشش‌های سد حرارتی نانو ساختار با خواص برتر

محققان دانشگاه صنعتی مالک اشتر موفق به تولید پوشش سد حرارتی نانو ساختاری شدند که خواص حرارتی به مراتب بهتری را در مقایسه با نمونه‌های مشابه ارائه می‌دهد. این طرح آزمایشگاهی با همکاری شرکت توربو کمپرسور تک خاورمیانه انجام شده و از نتایج آن می‌توان در صنایعی همچون صنایع هوافضا و تولید انرژی بهره برد.

اجزا و قطعات تجهیزاتی که در دمای بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند همواره در معرض تخریب ناشی از اکسیداسیون و سایش قرار دارند. از این رو جهت محافظت از آن‌ها از پوشش‌هایی موسوم به پوشش‌های سد حرارتی استفاده می‌شود. این پوشش‌ها از موادی با ضریب هدایت حرارتی کم ساخته شده‌اند که از



انتقال حرارت محیط داغ به قطعه جلوگیری می‌کند. امروزه استفاده از فناوری نانو به منظور بهبود خواص حرارتی و چسبندگی این پوشش‌ها توسعه یافته است.

دکتر مرتضی حاجی‌زاده اوغاز، از محصولات پایه زیرکنیایی به‌عنوان محصولات پرکاربرد در صنایع مختلف یاد کرد و هدف از انجام این پژوهش را تولید پوشش‌های سد حرارتی پایه زیرکنیایی نانوساختار با خواص حرارتی بهینه شده عنوان کرد.

هدایت حرارتی پایین، استحکام مکانیکی و چسبندگی بالای پوشش به زیرلایه و قابلیت بالای این پوشش در تحمل شوک‌های حرارتی از مزایای عمده‌ی این پوشش‌های نانوساختار به شمار می‌روند. خصوصیات مذکور در نهایت منجر به افزایش عمر و بازدهی توربین خواهد شد. در طرح حاضر از نانوپودری از جنس زیرکنیا که توسط ایتیریم و سربم پایدار شده به‌عنوان ماده‌ی پوشش استفاده شده است. این نانوپودر به‌وسیله‌ی فرایند پاشش پلاسمایی بر روی زیر لایه‌ی از جنس سوپرآلیاژ نیکل اعمال شده و سپس ارزیابی‌های کیفی و کمی از قبیل چسبندگی، مقاومت به خوردگی داغ، ریزساختار و خواص مکانیکی بر روی پوشش صورت گرفته است.

حاجی‌زاده با اشاره به واردات محصولات پایه زیرکنیایی از کشورهای دیگر و هزینه‌ی بالای آن خاطر نشان کرد: «با استفاده از دست آوردهای این پژوهش می‌توان به راحتی و با هزینه‌های به مراتب کمتر این محصول را در داخل کشور و با امکانات داخلی تولید کرد و علاوه بر رفع نیازهای داخلی صادرات آن را نیز مدنظر قرار داد. در حال حاضر سرمایه‌گذاری‌های اولیه جهت تولید انبوه این محصول حمایت‌های مالی از سوی نهادهای دولتی از جمله ستاد فناوری نانو می‌تواند تا حدود زیادی مسیر بومی‌سازی فناوری تولید این محصول را هموار نماید.»

این طرح در قالب رساله دکتری مرتضی حاجی‌زاده اوغاز و با راهنمایی دکتر رضا شجاع رضوی از دانشگاه صنعتی مالک اشتر انجام شده است. این پایان‌نامه با همکاری توربو کمپرسور تک خاورمیانه انجام شده است.

انتشار پوستر تقویم صنعت آبکاری و مهندسی سطح ۱۳۹۵

نشریه پیام آبکار، جهت اطلاع رسانی تخصصی، نسبت به چاپ پوستر تقویم صنعت آبکاری و مهندسی سطح اقدام نموده است. در این تقویم، تاریخ کلیه همایشها و نمایشگاه‌های داخلی و خارجی مرتبط با صنعت آبکاری در سال ۱۳۹۵ مشخص گردیده است.

انتشار این تقویم با حمایت شرکتهای زیر محقق گردید که جا دارد از حسن نظر مسئولین آنها، نهایت تشکر و قدردانی را بنماییم:

نیکاب شیمی، پارس نیکل، جلاپردازان پرشیا، گروه بازرگانی آروکو، صنایع آبکاری مهرکار، گروه صنعتی عایق فلز، صباشیمی، زیست پاک آراد، انجمن صنایع آبکاری ایران، خانه آبکار، ماشین سازی سرداری، دپارتمان آبکاری و پوشش جهاد دانشگاهی صنعتی شریف.



استفاده از نانوپوشش در ابزارهای آشپزخانه

یک شرکت تولیدکننده نانوپوشش، اقدام به استفاده از نانوپوشش روی چاقو و تیغه‌های مورد استفاده در ابزارهای آشپزخانه کرده است. سرف نانوتک کوتینگ نانوتکنولوژی، یک شرکت فعال در حوزه فناوری‌های سطحی در ایالت اوهایو است. این شرکت اخیراً تأیید سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) را برای نانومحصولات غذایی خود دریافت کرده است. شرکت سرف نانوتک محصولی دارد که یک نانوپوشش ویژه محصولات غذایی است. این نانوپوشش می‌تواند روی ابزارهای مورد استفاده در آشپزخانه نظیر چاقو و تیغه‌های تیز قرار گیرد و طول عمر آن‌ها را افزایش دهد. این نانوپوشش روی سطح لایه نازک نیتريد تیتانیوم قرار می‌گیرد.

این نانومحصول دستاورد مهمی برای شرکت سرف نانوتک است. نیکوکاتان، مدیرعامل این شرکت، می‌گوید: «ما از این که موفق به دریافت تأییدیه سازمان غذا و دارو شده‌ایم بسیار خوشحالیم. این اولین محصول ماست که برای افزایش طول عمر چاقو و تیغه‌ها استفاده می‌شود. این سیستم دما پایین به ما اجازه می‌دهد تا پوشش را روی لبه‌های بسیار تیز قرار دهیم. از این روش برای لایه نشانی روی پلاستیک‌ها و دیگر موادی که به سختی می‌توان با PVD لایه نشانی کرد، استفاده نمود. این که فناوری نانوپوشش را به گونه‌ای توسعه



داد که بتوان از آن در صنعت مواد غذایی استفاده کرد خود یک گام بزرگ به سوی استفاده همگانی از این فناوری است.»
شرکت سرف تک روی ساخت پوشش‌های صنعتی و تفلن فعالیت دارد. این شرکت از سال ۱۹۹۶ در اوهایو در این حوزه کار می‌کند.
www.prnewswire.com

استفاده از لایه نازک طلا برای افزایش کارایی پیل خورشیدی

پژوهشگران دانشگاه استنفورد موفق به افزایش کارایی پیل خورشیدی با استفاده از شبکه‌ای از نانوحفره‌ها در سطح طلا شدند. این لایه می‌تواند نور بیشتری را از خود عبور داده و در نهایت انعکاس کمتری از الکترون سطحی در پیل خورشیدی انجام شود.

پیل‌های خورشیدی مواد نیمه‌هادی هستند که نور خورشید را به الکتریسیته تبدیل می‌کنند. در این ساختار، دو فلز به صورت ساندویچی کنار هم قرار داده شده‌اند. این طراحی رایج یک اشکال بزرگ دارد؛ بخشی از نور خورشید بعد از برخورد به لایه سطح انعکاس پیدا می‌کند و کارایی پیل خورشیدی کاهش می‌یابد. اخیراً محققان دانشگاه استنفورد روشی ارائه کردند که با استفاده از آن می‌توان لایه سطحی را در پیل خورشیدی از دید پرتو خورشید پنهان نگه داشت. بنابراین، نور خورشید به صورت مستقیم به لایه نیمه‌هادی زیرین برخورد می‌کند.

با استفاده از فناوری نانو، این گروه تحقیقاتی روشی ارائه کردند که الکترون سطحی نسبت به نور خورشید کاملاً شفاف می‌شود. ویجای ناراسیمهان از محققان این پروژه می‌گوید: «روشی که ما ارائه کردیم می‌تواند تا اندازه زیادی کارایی پیل خورشیدی



را افزایش و هزینه کار را کاهش دهد.»

در بیشتر پیل‌های خورشیدی، لایه بالایی دارای ساختار شبکه‌ای بوده که الکتریسیته را حمل می‌کند. همین شبکه سیمی مانع از رسیدن نور به ساختار نیمه‌هادی می‌شود. بی‌چوبی از محققان این پروژه می‌گوید: «هر قدر شما فلز بیشتری در سطح استفاده کنید، نور بیشتری بلوک می‌شود و کارایی پیل شما کاهش می‌یابد. بنابراین، همیشه یک رقابت میان هدایت الکتریکی و شفافیت وجود دارد که افزایش یکی موجب قربانی شدن دیگری می‌شود.»

پژوهشگران این پروژه از یک لایه نازک ۱۶ نانومتری طلا روی سطح سیلیکون استفاده کردند. این لایه طلا حاوی آرایه‌های نانومقیاس بوده که در سطح پخش شده‌اند.

آنالیز نوری انجام شده نشان می‌دهد ۶۵ درصد از سیلیکون که با طلا پوشانده شده می‌تواند ۵۰ درصد از نور وارد شده را منعکس کند. این گروه تحقیقاتی معتقد است که هر قدر لایه طلا شفاف‌تر شود، نور بیشتری به لایه سیلیکونی خواهد رسید.

کانال تخصصی صنعت آبکاری (خانه آبکار)

با توجه به نقش موثر شبکه‌های اجتماعی مجازی در انتقال مطالب تخصصی و علمی - فنی، کانال تخصصی صنعت آبکاری با عنوان خانه آبکار در شبکه تلگرام راه اندازی شده است.

علاقمندان می‌توانند در خانه آبکار مطالب تخصصی آبکاری را شامل موارد ذیل ملاحظه نمایند:

- مطالب و مقالات علمی مرتبط با صنعت آبکاری
- عکسهای جالب مرتبط با صنعت آبکاری شامل تکنولوژی و فرایندها و ...
- عکسهای تاریخی مرتبط با صنعت آبکاری ایران و جهان
- مطالب مرتبط با مدیریت صنعت آبکاری
- مطالب مرتبط با سیاستگذارهای فضای کسب و کار صنعت آبکاری

■ آخرین انتشارات تخصصی صنعت ایران و جهان

همچنین کانال خانه آبکار از مطالب ارسالی علاقمندان برای اشتراک گذاری در شبکه (با ذکر نام نویسنده و منبع) به گرمی استقبال می نماید. شما می توانید از طرق زیر با مدیریت خانه آبکار در ارتباط باشید:

platinghome7@gmail.com

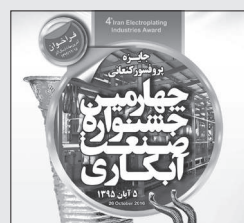
همرسانی و باز نشر مطالب کانال خانه آبکار با ذکر منبع آن بلامانع است. لینک ما را برای علاقمندان ارسال نمایید:
@jalapardazan

علاقمندان به عضویت و حضور در این سایت می توانند از طریق لینک زیر اقدام نمایند.
<http://telegram.me/jalapardazan>

فرآخوان جایزه پروفیسور کنعانی در آبکاری

چهارمین جشنواره صنعت آبکاری (جایزه پروفیسور کنعانی) با محورهای شامل نوآوری و استانداردسازی فرایندها، مواد و تجهیزات، تصفیه پساب، ایمنی و بهداشت، افزایش و بهره وری و آموزش در تاریخ ۵ آبان سال ۱۳۹۵ برگزار می گردد. در این جشنواره به شش نفر از برگزیدگان جوایز نفیسی اهداء می گردد.

www.ieia.ir



عرضه نسل جدید نانو پوشش خود ترمیم شونده

نسل جدید نانو پوشش های خود ترمیم شونده به بازار عرضه شده است که تنها در صورت اعمال حرارت با سشوار، هرگونه ترک یا شکاف موجود در سطح آنها ترمیم می شود. شرکت NEI اعلام کرد این شرکت فناوری جدید خود را موسوم به NANOMYTE® MENDTM را به بازار عرضه کرده است. این فناوری یک پوشش فیزیکی بوده که دارای ویژگی خود ترمیمی است. این فناوری خلاقانه قابل استفاده در حوزه های مختلفی نظیر چوب، فلز و پلیمر است.



این پوشش در صورت ترک خوردن یا آسیب دیدن قادر است خود را ترمیم کند بدون این که به کار خاصی نیاز داشته باشد. با این ویژگی امکان کاهش هزینه نگهداری سطوح و ادوات فراهم شده و می توان طول عمر پوشش ها را افزایش داد. این پوشش با استفاده از فناوری پتنت شده این شرکت با شماره ۸۹۸۷۳۵۲ در دفتر اختراعات آمریکا به ثبت رسیده است، طراحی و تولید شده است. این پوشش خود ترمیم شونده است که دارای قابلیت از بین بردن ترک ها و شیارها است. این پوشش خود ترمیم شونده دارای مورفولوژی فازی منحصر به فردی است که رهاسازی عوامل ترمیم کننده سطحی را تسریع می کند، بنابراین به سادگی پوشش به حالت اولیه بازگشته و خواص و کارایی اولیه خود را باز می یابد. برای این که فرآیند خود ترمیمی آغاز شود کافی است که روی سطح این پوشش هوای گرم اعمال شود که برای این کار تنها استفاده از سشوار برای چند ثانیه کافی است. این پوشش به گونه ای طراحی شده که امکان تغییر سختی و ضریب شکست آن وجود داشته و می توان براساس نیاز آنها را تنظیم کرد. نسل جدید این پوشش ها با نام تجاری Mend 2000 در دمای نزدیک دمای اتاق التیام می یابد و Mend 3000 دارای نوعی حلال است که در دمای اتاق ترمیم می شود. این پوشش خود ترمیم شونده مبتنی بر پلی اورتان است. این پوشش نه تنها با استفاده پلی اورتان بلکه با پلیمرهای دیگر نیز قابل ساخته شده است و امکان پخته شدن در اثر تابش فرابنفش در آن وجود دارد.

www.neicorporation.com

تولید جوهر مسی برای چاپ سه بعدی ادوات الکترونیکی

یکی از شرکت های زیرمجموعه پن، اخیراً نانوجوهری تولید کرده که برای چاپ سه بعدی قطعات الکترونیکی می توان از آن استفاده کرد. این نانوجوهر از جنس مس بوده و برای تولید انواع مختلف ادوات مناسب است.

شرکت پن یکی از تولیدکنندگان محصولات با عملکرد بالا است که با استفاده از فناوری نانو اقدام به حل مشکلات روزمره می‌کند. این شرکت اخیراً اعلام کرد که موفق به تولید نوعی نانوجوهر مس مناسب برای چاپ سه بعدی ساختارهای فلزی شده است.

ژوی یانیو از محققان این پروژه می‌گوید: «موفقیت صنعت چاپ سه بعدی الکترونیکی وابسته به توانایی تولید اجسام و اشیاء است. در حال حاضر جوهر مناسب برای چنین کاری در دسترس نیست. این جوهر جدید امکان پخت ساختار چاپ شده را در واحد زنون ۲۰۰۰ فراهم کرده و در نهایت ساختاری به ضخامت ۵ میکرون بدست می‌آید.»

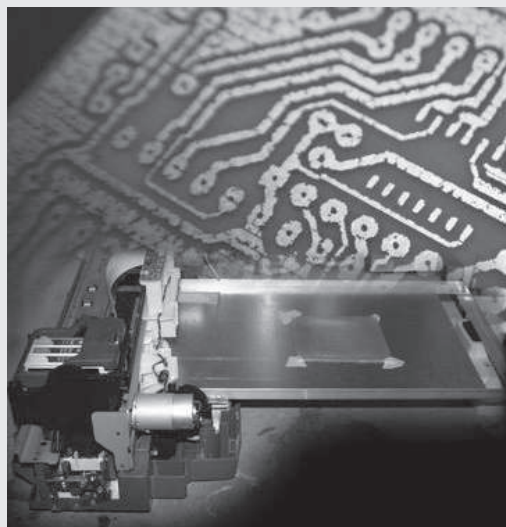
فناوری جوهر مس سه بعدی توسط شرکت اپلاید نانتوک ارائه شده است که یکی از شرکت‌های تابع پن است.

ریچارد فین، مدیرعامل شرکت اپلاید نانتوک می‌گوید: «چاپ سه بعدی یکی از بخش‌های در حال رشد سریع در صنعت الکترونیک چاپی است. بدون چاپ سه بعدی فلزی عملاً این حوزه عقیم می‌ماند. این فناوری جدید می‌تواند در

حوزه‌های مختلف صنعتی مورد استفاده قرار گیرد به طوری که از ساخت ادوات پزشکی تا الکترونیک ساختاری از این فناوری می‌توان استفاده کرد.»

اپلایدنانتوک روی استفاده از فناوری نانو در ساخت جوهر فعالیت دارد. برای این کار این شرکت از متخصصان مختلفی استفاده می‌کند. شرکت پن یکی از تولیدکنندگان نانومحصولات در جهان است که برای صنایعی نظیر ورزش، نظامی و ایمنی محصولات دارد. این شرکت از طریق یکی از شرکت‌های تابعه خود به نام Nanofilm اقدام به تولید پاک‌کننده‌های شیشه‌عینک و محصولات ضدبخار می‌کند. این شرکت محصولی به نام HALOTM دارد که برای تمیز کردن سطوح از آن استفاده می‌شود.

<http://finance.yahoo.com>



فرآخوان نمایشگاه رنگ و پوشش اصفهان

هشتمین نمایشگاه بین‌المللی مواد شیمیایی، رنگ، رزین و پوشش‌های صنعتی در تاریخ ۱۹ الی ۲۲ مردادماه ۱۳۹۵ در اصفهان برگزار می‌گردد. صنعت آبکاری نیز از موضوعات اصلی این نمایشگاه می‌باشد. علاقمندان به کسب اطلاعات بیشتر می‌توانند با شماره تلفن ۰۳۱۳۶۶۳۳۹۳۹ (خانم باباخان) تماس حاصل نمایند.

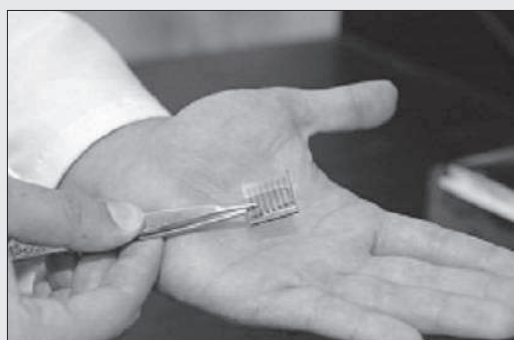


تجاری‌سازی نانوپوششی برای پیل‌های خورشیدی

این محصول نوعی نانوپوشش است که از آن برای افزایش کارایی پیل‌های خورشیدی استفاده می‌شود. اولین شرکت انشعاب یافته از دانشگاه هوستون که در حوزه فناوری نانو فعالیت دارد، اولین قرارداد توزیع محصولات خود را منعقد کرد. این شرکت با نام نانتوک در حوزه نانوپوشش فعالیت دارد.

شرکت بیندفود سوپلای که در دالاس فعالیت دارد، قصد دارد نانوپوشش تولید شده توسط این شرکت را برای استفاده در بخش ساختمانی توزیع کند. این پوشش در کارخانه این شرکت واقع در پارک تحقیقاتی انرژی دانشگاه هوستون تولید می‌شود.

این شرکت در سال ۲۰۱۳ یک پوشش ضدآب و ضدلک را تولید کرد. این



فناوری بعدها با تغییر نام توسط همین شرکت توسعه یافته و تولید شد. شرکت نانو تک در تجاری سازی این فناوری موفق بود. مسئولان این شرکت معتقدند که تجاری سازی نانومحصولات کاری بسیار دشوار است. دولت فدرال بیش از ۲۰ میلیارد دلار روی تحقیقات در حوزه فناوری نانو از طریق پیش گامی ملی فناوری نانو سرمایه گذاری کرده است. رمانان کریشنامورتی از مدیران این شرکت معتقد است که برای مرحله اول تجاری سازی، تولید خوبی انجام شده است. او می افزاید: «تولید یک محصول خوب ضروری است اما شرط کافی برای موفقیت نیست. ایده های زیادی در این حوزه وجود دارد. شما باید برنامه کسب و کار صحیحی داشته باشید؛ زمان بندی نیز عنصر بسیار مهمی در این مسیر است.» در حال حاضر این شرکت، پوششی ارائه کرده که می تواند روی سطح پیل های خورشیدی قرار گرفته و آن ها را تمیز نگه دارد. با این کار، کارایی پیل های خورشیدی بهبود می یابد. مسئولان این شرکت قصد دارند روی پوشش های مناسب برای منسوجات کار کنند. منبع: ستاد توسعه فناوری نانو

بازار PVD، CVD و ALD تا سال ۲۰۲۰ چقدر خواهد بود؟

مؤسسه تکنایو بازار لایه نشانی ترکیبات نیمه هادی را بین سال های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰ مورد بررسی قرار داده است. در این گزارش بازار این حوزه به سه بخش PVD، CVD و سایر روش ها تقسیم شده و نرخ رشد و بازار هر بخش جداگانه بررسی شده است. اخیراً گزارشی منتشر شده که در آن به بررسی بازار این حوزه و درآمدهای حاصل از لایه نشانی ترکیبات نیمه هادی از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۰ پرداخته می شود. در این گزارش بخش های مختلف بازار و همچنین نقش کشورهای مختلف در این بازار آمده است. این گزارش بازار لایه نشانی ترکیبات نیمه هادی را به سه بخش مختلف تقسیم می کند: PVD، CVD و سایر روش ها.



در سال ۲۰۱۵، بازار تجهیزات CVD بیشترین سهم را در درآمد داشته به طوری که بیش از ۵۰ درصد از درآمدها در این بخش بوده است. مؤسسه تکنایو (Technavio) پیش بینی می کند که حجم این بازار تا سال ۲۰۲۰ به رقم ۷,۵۲ میلیارد دلار می رسد

که این بازار به حوزه خودروسازی و الکترونیک مربوط می شود.

آسف غنی از تحلیل گران مؤسسه تکنایو درباره تجهیزات نیمه هادی می گوید: «تراکنش فناوری در صنعت نیمه هادی توسط بازار تجهیزات CVD انجام می شود. با این تجهیزات می توان پوشش های مختلف با ویژگی های ضد خوردگی، انعکاس دهنده نور و محافظ الکتریکی تولید کرد.»

در بخش PVD، بازار تجهیزات لایه نشانی در سال ۲۰۱۵، رقم ۲,۰۱ میلیارد دلار بود که تا سال ۲۰۲۰ به ۳,۵۵ میلیارد دلار می رسد. این بازار به دلیل توسعه بازار LED و حافظه رشد خواهد کرد. این بازار در چین، تایلند، روسیه و هند رشد قابل توجهی خواهد کرد. ظرفیت خط تولیدهای ویفر در چین، کره جنوبی و ژاپن رشد قابل توجهی خواهد کرد که دلیل این امر توسعه بازار 3D NAND و DRAM است. از فناوری های بخش «سایر روش ها» می توان به لایه نشانی لایه اتمی (ALD)، اپیتاکسی و ECD اشاره کرد. این بازارها در طول این بازه زمانی تا ۱۴,۱۹ درصد رشد خواهد کرد تا به رقم ۳,۱۳ میلیارد دلار برسد. نرخ رشد تا سال ۲۰۱۸ به صورت ثابت بالا خواهد رفت و سپس یک شیب قابل ملاحظه در منحنی رشد اتفاق خواهد افتاد. در این بخش، ALD سریع ترین نرخ رشد را خواهد داشت.

چهار شرکت زیر بیشترین سهم و نقش را در این بازار خواهند داشت:

- Applied Materials
- Hitachi Kokusai Electric
- Lam Research
- Tokyo Electron

فراخوان انجمن صنایع آبکاری برای حضور اعضا در نمایشگاه رنگ، آبکاری و پوشش تهران

به حضور اعضای محترم انجمن صنایع آبکاری ایران و فعالان صنعت آبکاری می‌رساند نمایشگاه آبکاری ایران ۹۵ همزمان با نمایشگاه رنگ و رزین و پوششهای سطحی و کامپوزیت در محل دائمی نمایشگاهها در سالن ۴۱ مورخ ۱۶ الی ۱۹ آذرماه ۱۳۹۵ برگزار می‌گردد. لذا علاقمندان به شرکت در نمایشگاه آبکاری ایران می‌توانند تقاضای کتبی خود را به دبیرخانه انجمن به شماره ۸۹۷۷۵۴۰۲ ارسال نمایند.

همچنین به اطلاع می‌رساند غرفه‌ها بر حسب مکان‌های مختلف، قیمت‌های متفاوت دارند. بدیهی است واگذاری غرفه‌ها برای قیمت‌های تعیین شده متعاقب سنوات گذشته از طریق قرعه‌کشی واگذار خواهد شد.



تولید آزمایشگاهی پوشش‌هایی برای حفاظت بهتر بدنه فضاپیماها در ایران

محققان دانشگاه مالک اشتر واحد شاهین شهر موفق به تولید پوشش‌های نانو ساختاری شده‌اند که می‌تواند به عنوان سطح محافظت‌کننده‌ی حرارتی بدنه فضاپیماها به کار گرفته شود. برتری ویژه‌ی این پوشش‌ها نسبت به پوشش‌های معمولی، وزن بسیار کمتر آن‌هاست. نتایج این تحقیقات که در مقیاس آزمایشگاهی صورت گرفته، افزون بر سامانه‌های فضایی، در صنایع انرژی‌های تجدیدپذیر نیز قابل کاربرد است.

ماهواره‌ها در فضا و در شرایط مختلف باید تغییرات دمایی را در محدوده‌ی ۱۸۰- تا ۱۲۰+ درجه سانتی‌گراد تحمل کنند. گاهی آن بخش ماهواره که به سمت خورشید است، بسیار گرم و طرف مقابل آن که در سایه قرار دارد، بسیار سرد می‌شود. این اختلاف دما و تغییر ناگهانی در صورت تعدیل نشدن می‌تواند صدمات زیادی را به تجهیزات داخلی ماهواره وارد کند.

دکتر کمال قانی در اشاره به راهکار رفع این مشکل عنوان کرد: «عموماً برای حفظ تعادل گرمایی و در نتیجه عملکرد بهینه‌ی تجهیزات داخلی، سطوح سامانه‌های فضایی توسط پوشش‌های کنترل حرارتی، پوشانده می‌شوند. لذا با توجه به پیشرفت علم هوافضا و استفاده از انواع گوناگون ماهواره‌ها در فضا، دستیابی به پوششی با بهترین خواص اهمیت فراوانی یافته است.»

در این طرح نیز پوشش‌هایی با استفاده از رنگدانه‌ی نانومتخلخل مغناطیسی از جنس اکسید آهن سنتز شده و عملکرد آن در حفاظت از بدنه‌ی فضاپیما به کمک آزمون‌های



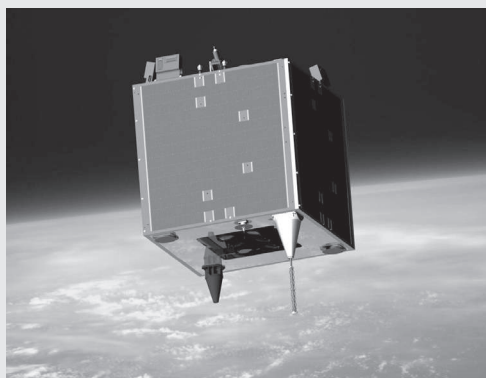
مختلفی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

این محقق در خصوص ویژگی‌های مورد نیاز برای ساخت پوشش‌های کنترل حرارتی عنوان کرد: «تحقیقات نشان داده است که استفاده از رنگ‌هایی با نسبت جذب به نشر نزدیک به یک، بهترین نتیجه را جهت استفاده در پوشش‌های کنترل حرارتی ماهواره‌ها و فضاپیماها دارند. به همین دلیل است که پوشش‌های متشکل از رنگدانه‌های سیاه معدنی و یا کربن سیاه، بسیار متداول است.»

بر اساس نتایج به دست آمده، رنگدانه‌های متخلخل مغناطیسی سنتز شده در این کار، از ساختار خوبی برخوردارند و نسبت جذب به نشر نور بهتری نسبت به رنگدانه‌های متداول صنعتی و حتی کربن سیاه دارند. به عبارتی نسبت جذب به نشر آن نسبت به نمونه‌های متداول، به عدد یک نزدیکتر بوده و بنابراین گزینه‌ی بسیار مناسبی جهت ساخت پوشش‌های کنترل حرارتی فضاپیما خواهد بود.

قانی در خصوص سایر مزیت‌های این پوشش عنوان کرد: «وزن فضاپیما و سیستم‌های فضایی یک عامل مهم در طراحی آن‌ها به شمار می‌آید. در این تحقیق به دلیل استفاده از رنگدانه‌ی نانومتخلخل در تهیه‌ی رنگ به منظور نفوذ رزین به داخل رنگدانه و پخش شدگی بهتر آن، وزن رنگدانه کاهش یافته است. این امر در نهایت موجب کاهش وزن نهایی سیستم خواهد شد. از طرفی نانومتخلخل‌های موجود در رنگدانه سبب شده تا مقدار رنگدانه‌ای که استفاده می‌شود، کمتر از مقدار غلظت حجمی بحرانی رنگدانه باشد. بنابراین عملکرد بهتر پوشش تهیه شده در آزمون‌های عمومی مانند، آزمون سایش، آزمون چسبندگی و آزمون خمش، حاصل شده است.»

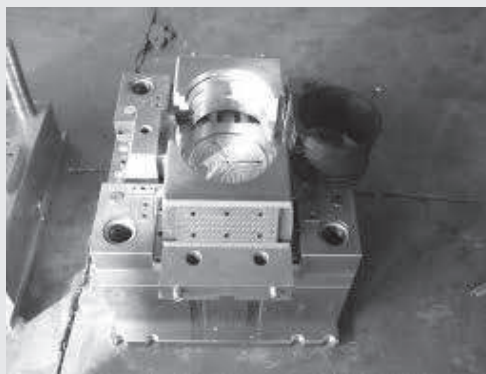
از نتایج این طرح می‌توان افزودن بر سامانه‌های فضایی مدار پایین در کلکتورهای خورشیدی و منابع تولید انرژی نیز استفاده کرد. این محقق در خصوص روند ساخت و بررسی این پوشش‌ها اینگونه توضیح داد: «در این تحقیق ابتدا قالب‌های سیلیکایی سنتز شد. سپس با استفاده از این قالب‌ها، رنگدانه‌ی نانو متخلخل اسپینل آهن تهیه شد و در ساخت رنگ سیاه کنترل حرارتی ماهواره به کار برده شد. ساختار و تخلخل رنگدانه‌های سنتز شده به کمک روش‌هایی نظیر XRD، FESEM، جذب نیتروژن و طیف سنجی بازتاب نشر مورد ارزیابی قرار گرفت. رزین پیشنهادی برای این رنگ نیز از نوع سیلیکاتی است. این رزین به دلیل مقاومت بالا در برابر اکسیژن اتمی که یک عامل مهم در جلوگیری از تخریب رنگ در فضا محسوب می‌شود، انتخاب شد. رنگدانه‌ی سنتز شده دارای



ضریب جذب ۹۶۲/۰ و ضریب نشر ۹۶۷/۰ است. نتایج آزمون‌های عمومی رنگ نیز برای پوشش‌های تهیه شده، مطلوب بوده است.» دکتر کمال قانی و دکتر رضا شجاع رضوی - اعضای هیأت علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر - نرگس کیومرثی پور - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مواد - و مسلم مشایخی - دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی کاربردی این دانشگاه - در این تحقیقات همکاری داشته‌اند.
<http://link.springer.com/article/10.1007/s11998-015-9700-5>

کاربردهای نانو پوشش‌های سخت و مقاوم در صنعت قالب

فناوری نانو به تکنیک طراحی، توصیف، تولید و کاربرد ساختار، ابزار و سیستم‌ها در مقیاس نانو اطلاق می‌شود. این فناوری با کنترل ابعاد و ساختار ماده در دامنه ۱ تا ۱۰۰ نانومتر ویژگی‌های جدید و بی‌نظیری را به آن می‌دهد. فناوری نانو، فناوری جدیدی است که همه دنیا را فرا گرفته است و به بیانی دقیق‌تر می‌توان گفت که این فناوری بخشی از آینده نیست بلکه همه آینده است. از آنجا که این فناوری یک رویکرد جدید به همه علوم و فنون می‌باشد و همچنین با توجه به توسعه صنعت قالب‌سازی، فناوری نانو کاربردهای گسترده‌ای در این صنعت یافته است. بخش عمده‌ای از قطعات موجود در صنایع مختلف برای رسیدن به شکل و خواص مطلوب، حداقل یکی از فرایندهای شکل‌دهی از جمله: فورج، نورد، اکستروژن، کشش عمیق و غیره را پشت سر می‌گذارند. از این‌رو این نوشتار



صرفاً به کاربردهای «فناوری نانو پوشش‌های سخت و مقاوم» معطوف شده است. به عنوان مثال در فورج با پرس چکشی، پرس به صورت ضربه‌ای نیروی چند ده تنی و در برخی موارد، چند صد تنی را در کسری از ثانیه به قالب وارد می‌کند. چنین شرایط حادی عامل اصلی کاهش عمر قالب است که هزینه‌های تعمیر و نگهداری قالب را به طرز چشمگیری افزایش می‌دهد. بیش از یکصد سال است که از عملیات سطحی و استحکام‌بخشی موضعی سطح، به عنوان راهکاری عملی برای بهبود عملکرد و افزایش عمر قالب‌ها استفاده می‌شود. در دو دهه اخیر با ظهور فناوری‌های نوین، فرایندهای سنتی گذشته یا با این فناوری‌ها تکمیل و اصلاح شده و یا اینکه جایگزین مناسبی برای آنها معرفی شده است. برای مثال در فرآیند آبکاری کروم سخت سنتی، سختی و مقاومت به سایش پایین، زبری سطح بالا و مضرات زیست‌محیطی از جمله‌ی این عیوب است. ضمن اینکه بهبود خواص سطحی حاصل از روش‌های نوین بسیار بیشتر از فرایندهای سنتی است. حفظ، نگهداری و تعمیرات قالب‌ها در صنایع مختلف، در برابر سایش، خوردگی و مقاومت به ضربه از موارد مهم می‌باشد. در این روش‌ها، همواره سایش جزء مشکلات و دغدغه‌های اساسی صنعتگران است که سبب تخریب قالب‌ها و نیز افت خواص و کیفیت سطحی محصولات می‌شود. به همین دلیل، تحقیقات بسیاری در زمینه‌ی روش‌های کاهش ضریب اصطکاک با استفاده از روانکارهای مختلف و اعمال فرایندهای سطحی گوناگون در قالب صورت گرفته است. در سال‌های اخیر با گسترش فناوری نانو، شرکت‌های بزرگ دنیا سعی در استفاده از این فناوری در افزایش عمر کاری و کیفیت قالب‌های خود نموده‌اند.



www.nano.ir

تکنیک پوشش دهی به روش اکسیداسیون الکترولیتی پلازما به عنوان یک تکنولوژی نسبتاً جدید و مقرون به صرفه در اصلاح سطح و از طرفی سازگار با محیط زیست مطرح می باشد که اخیراً به منظور ایجاد لایه های اکسیدی در سطح فلزات سبک همچون تیتانیوم، آلومینیوم و منیزیم مورد استفاده قرار می گیرد.

پوشش های دو لایه حاصل از این روش از یک طرف دارای فشردگی و اتصال خوبی به زمینه بوده و از طرف دیگر بستر مناسبی را برای پوشش های نهایی ایجاد می کند که این موضوع منجر به ایجاد خصوصیات مکانیکی، خوردگی و حرارتی مناسب و در نتیجه کاربرد گسترده این روش در زمینه های مختلف همچون حمل و نقل، هوافضا، خودرو سازی، پزشکی و دیگر زمینه ها شده است.

خصوصیات لایه های اکسیدی حاصل از این روش تحت تاثیر پارامتر های مختلفی همچون ترکیب شیمیایی الکترولیت، دمای الکترولیت، ترکیب شیمیایی آلیاژ زمینه و پارامترهای الکتریکی مورد استفاده در حین پوشش دهی قرار دارد که در این مقاله ضمن معرفی اصول تکنیک اکسیداسیون پلازما الکترولیتی، به معرفی پارامتر های موثر در این زمینه و نکات کلیدی در حین انجام تحقیقات مربوطه به منظور رسیدن به پوشش های مناسب پرداخته شده است.

مروری بر کاربرد تکنیک اکسیداسیون پلازما الکترولیتی در مهندسی سطح

تهیه و تنظیم:

نصرااله اسلام زاده

دانشجو دکتری مواد گرایش خوردگی دانشگاه آزاد اسلامی

واحد نجف آباد

neslamzadeh@yahoo.com

عملیات پلازما الکترولیتی جزء گروه دوم محسوب می شود و بیشتر تحقیقات انجام شده در این زمینه بر روی کاربردهای آندی متمرکز است و تحقیقات کمتری بر روی کاربردهای کاتدی انجام شده است. لذا در این مقاله ضمن معرفی اصول تکنیک اکسیداسیون پلازما الکترولیتی، به معرفی پارامتر های موثر در این زمینه و نکات کلیدی در حین انجام تحقیقات مربوطه به منظور رسیدن به پوشش های مناسب پرداخته شده است.

تعریف پلازما

پلازما همان گاز یونیزه شده می باشد. در حالت پلازما قسمتی از اتمها و مولکولهای گاز به اجزاء باردار تشکیل دهنده اتم یعنی الکترون و یون تجزیه می شوند. عبارت دیگر به ترکیبی از مولکول یا اتمهای خنثی و یون و الکترون که بر یکدیگر تأثیر می گذارند، پلازما می گویند. حالت پلازما در کهکشانها بصورت طبیعی وجود داشته و بعلاوه مصنوعاً با استفاده از تخلیه الکتریکی (امواج کوتاه، بمباران توسط پرتو الکترونی و غیره) قابل ایجاد می باشد. بیش از ۹۹/۹۹ درصد از مواد در کهکشانها در حالت پلازما هستند. پلازماهای موجود از نظر تراکم بارها و یا انرژی ذره ها بسیار متنوع می باشند. یکی از مهمترین عواملی که چگونگی حالت پلازما را تعیین می کند دمای محیط است [۱].

از مجموع عملیات سطحی کلاسیک و روشهای مدرن طیف وسیعی از فرایندهای سطحی برای مواد مختلف حاصل شده است. این فرایندها به سه گروه اصلی تقسیم می شوند. گروه اول شامل روشهایی می شود که تغییری در ترکیب شیمیایی سطح بوجود نمی آید، بلکه تنها خصوصیات متالورژیکی سطح تغییر می کند. این گونه عملیات با نام عملیات حرارتی موضعی یا انتخابی، شناخته می شود. سخت کاری شعله ای، سخت کاری القایی، سخت کاری لیزری و سخت کاری پلازمایی جزء این گروه می باشند. گروه دوم شامل روشهایی است که ترکیب شیمیایی سطح تغییر می کند. عملیات حرارتی - شیمیایی مانند کربن دهی، نیتروژن دهی، بوردهی از مهمترین این روشها می باشند. عملیات حرارتی سطحی و نیز کاشت یونی جزء این گروه می باشند. گروه سوم شامل فرایندهایی است که روی سطح یک لایه یا پوشش، داده می شوند. مهمترین این پوششها، پوشش های آبرکاری الکتریکی، آلی، سرامیکی، گالوانیزه، رسوب شیمیایی بخار، رسوب فیزیکی بخار، پوشش حرارتی و الکتروولس می باشد. انتخاب درست هریک از این روشها برای بهبود خواص سطح قطعات مهندسی بستگی به پارامترهای زیادی دارد. برای مثال اندازه قطعه، تلورانس ابعادی قطعه، مقاومت به سایش و خوردگی مورد نیاز، ضخامت پوشش، در دسترس بودن فرایند و هزینه های عملیات بسیار مهم است.

الکترولیتی معرفی شد [۳]. این فرآیند که تحت عنوان‌های PEO و MAO نیز شناخته می‌شود به عنوان بهترین روش تجاری برای آلیاژهای منیزیم شناخته شده است. روش‌هایی که با عنوان کلی پلاسمای الکترولیتی برای پوشش دهی استفاده می‌شوند، دارای مشخصه بارز تخلیه الکتریکی در فصل مشترک الکتروود-الکترولیت در پتانسیل‌های بالا هستند. در طی این فرآیند که در ولتاژهای بالاتر از ولتاژ شکست صورت می‌گیرد، پدیده تخلیه اتفاق افتاده، پلازما ایجاد و یک لایه اکسیدی رشد می‌کند. این فرآیند شامل ذوب شدن، شارش ذوب، انجماد، کریستاله شدن، پخت موضعی و متراکم شدن لایه اکسیدی می‌باشد. در واقع با وقوع پدیده تخلیه الکتریکی در اثر اینکه جریان‌های الکتریکی بصورت موضعی در لایه رشد شونده تجزیه میشوند، لذا یکسری حفره‌های خاصی با ابعاد چند میکرون در سطح ایجاد می‌شوند. لایه‌های ایجاد شده با این روش در مقایسه با روش تبدیل شیمیایی دارای پایداری و چسبندگی بالاتر و در نتیجه مقاومت به خوردگی بالاتری می‌باشند [۴]. این خصوصیات، افق‌های جدیدی را در توسعه مواد مؤثر بر فناوری در محدوده وسیعی از بخش‌های تولید شامل هوا فضا، صنعت خودروسازی، ارتباطات موبایل، برق-قدرت، بیومواد و مهندسی شیمی باز کرده است.

کاربردهای اصلی روش PEO ■ تمیزکاری

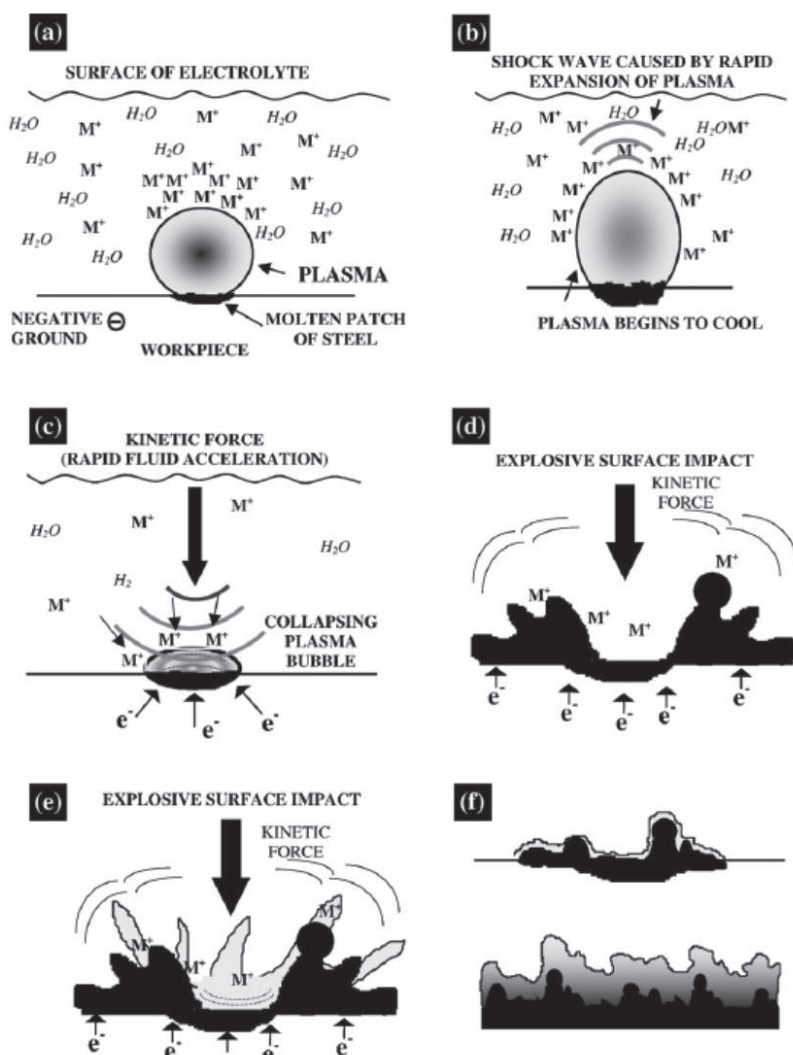
تمیزکاری سطوح فلزی یکی از مراحل ابتدایی لازم برای بسیاری از فرایندها مانند پوشش دهی، کشش عمیق و غیره بشمار می‌رود. PEO بصورت کاملاً موثری در پاک کردن روانکارها، اکسیدها، کثیفی و غیره از سطوح فلزی نقش بازی می‌کند. فلزات آهنی و غیرآهنی و آلیاژی با این روش قابل تمیزکاری می‌باشد. تمیز کردن با PEO مزایای زیر را دارد.

تک مرحله‌ای بودن فرآیند: بسیاری از فرایندهای مرتبط با فلزات مانند گالوانیزه کردن بصورت غوطه‌وری داغ دارای چندین مرحله می‌باشد. PEO انواع سطوح فلزی را در یک مرحله تمیز می‌کند.

سازگاری با طبیعت: روش PEO از مواد شیمیایی مضر مانند اسیدها که برای تمیزکاری بسیار متداول هستند استفاده نمی‌کند. در ضمن به علت اینکه محیط کاری الکترولیت پایه آبی است، برعکس روشهایی مانند بلاست، برای سلامتی نیز ضرری ندارد.

مورفولوژی مطلوب: PEO مورفولوژی سطح را بهبود می‌بخشد و خصوصیات روانکاری و چسبندگی سطحی را افزایش می‌دهد.

افزایش عمر قطعه: با توجه به روپین شدن سطح فلز این روش عمر قطعه را نسبت به عمر قطعه مشابه تحت فرایندهای دیگر افزایش می‌دهد. با توجه به اینکه این روش خصوصیات روانکاری را بهبود می‌بخشد و در صنعت از بوجود آمدن اکسیدهای سطحی نیز جلوگیری می‌کند، در بسیاری از موارد نیاز به فسفات‌ها یا کرومات‌ها کردن را از بین می‌برد.

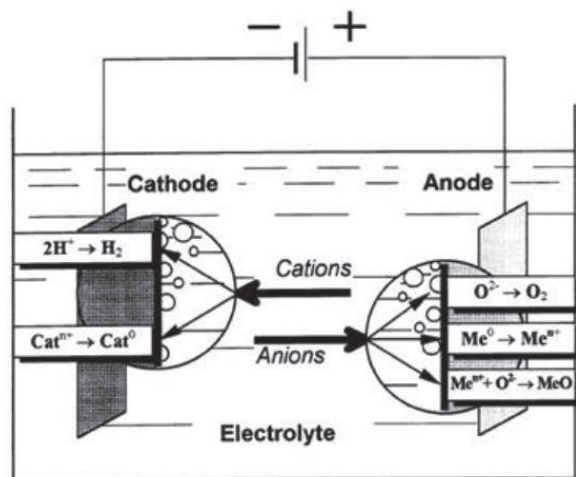


شکل ۱- تصویر شماتیک مکانیزم فرآیند اکسیداسیون پلازما الکترولیت [۱۴].

یکی از ساده‌ترین و متداول‌ترین روش‌های یونیزه کردن گاز برای تولید محیط پلازما، استفاده از تخلیه الکتریکی در گاز می‌باشد. این روش به تخلیه نورانی موسوم بوده و یکی از کاربردی‌ترین روش‌های تولید پلازما است. وقتی به دو قطب الکتریکی که در محیط هادی قرار دارند، میدان الکتریکی اعمال شود، در شرایط مناسب، تخلیه الکتریکی انجام می‌گیرد.

اکسیداسیون پلازما الکترولیتی

پدیده تخلیه در الکترولیز بیش از یک قرن پیش در روسیه کشف و در سال ۱۹۳۰ تحقیقات اولیه بر روی پارامترهای موثر در آن صورت گرفت [۲]. در سال ۱۹۷۰ رسوب دهی اکسید برای اولین بار در سطح آلومینیوم تحت شرایط تخلیه جریان صورت گرفت و تحت عنوان فرآیند اکسیداسیون میکروآرک یا آنودایزینگ پلازما



شکل ۲- فرآیندهای الکترودی در الکترولیز محلولهای آبی [۱].

آلیاژ منیزیم فاقد پوشش بعد از غوطه وری در محلول آزمایش به مدت ۲۱ روز شد. همچنین نتایج حاصل از بررسی جوو [۷] که برای اولین بار بر روی مقاومت به خوردگی در محلول شبیه سازی بدن انجام شد، نشان دهنده کاهش دانسیته جریان خوردگی در اثر ایجاد پوشش PEO در سطح ایمپلنت بود.

با گسترش کاربرد فرآیند PEO در سطح آلیاژهای منیزیم در سال های اخیر، بررسی اثر الکترولیت بر مقاومت به خوردگی و سایش پوشش های ایجاد شده در فرآیند PEO موضوع تحقیقات گسترده ای واقع شده است [۸]. استفاده از ذرات تقویت کننده در پوشش های اکسیدی برای اولین بار در سال ۱۹۹۶ توسط اسپوکنینگ به منظور استفاده از ذرات ZrO_2 در سطح آلومینیوم در محلول K_2ZrF_6 مورد بررسی قرار گرفت [۹].

در واقع ایجاد یک پوشش با خصوصیات تریبولوژیکی مناسب از جمله روش های افزایش مقاومت به خوردگی محسوب می شود و لذا کاهش عیوب و افزایش ترکیبات پایدار شیمیایی در پوشش نتیجه تحقیقات صورت گرفته در این زمینه می باشد. به گونه ای که استفاده از ذرات اکسیدی زیست سازگار مانند ZrO_2 ، TiO_2 و یا Al_2O_3 در پوشش اکسیدی منجر به افزایش پایداری شیمیایی و فشردگی پوشش و در نتیجه بالارفتن مقاومت به خوردگی پوشش شده است [۱۰-۱۲]. در واقع پوشش های کامپوزیتی حاصل از افزودن ذرات اکسیدی به پوشش، با جلوگیری از نفوذ یون های خورنده از طریق کانال های نفوذی به سطح فلز زمینه مقاومت به خوردگی را افزایش می دهند [۱۳].

■ آلیاژسازی سطحی

از PEO برای سخت سازی سطحی استفاده می شود. از این سری، می توان به نایترایدینگ، کربورایزینگ، کربونایترایدینگ و بوروسولفو کربونایترایدینگ اشاره کرد. نیروی محرکه در آلیاژسازی سطحی تفاوت غلظت عنصر آلیاژی در زمینه با لایه گازی پایدار می باشد. سطوح فلزی می توانند با نافلزاتی مانند اکسیژن، کربن، نیتروژن، بور و یا با فلزاتی مانند تنگستن، مولیبدن و وانادیوم و غیره آلیاژ شوند.

با توجه به کاربردهای ذکر شده، فرایند PEO در فاز گذر از مراحل تحقیقاتی به استفاده تجاری می باشد. از مزایای کلی روش PEO می توان به احتیاج نداشتن به فضای وسیع و قابلیت راه اندازی خط تولید در دما و فشار اتمسفر و ارزش افزوده بالا و سازگاری با محیط زیست اشاره کرد.

■ مکانیزم فرآیند اکسیداسیون پلاسما الکترولیتی

در شکل ۱، تصویری شماتیک از مکانیزم فرآیند اکسیداسیون پلاسما الکترولیتی، نشان داده شده است. هنگامی که نمونه در منطقه پلاسمای پایدار قرار دارد، به وسیله یک لایه گازی سطح آن پوشیده می شود. اختلاف پتانسیل به شدت بالا، باعث می شود تا

■ بافت دهی سطحی

خصوصیات سطحی مانند زبری و مورفولوژی پارامترهای مهم و تعیین کننده ای برای بسیاری مسایل مانند چسبندگی در پوشش و کارایی تریبولوژی دارد. روشهای متداولی که برای این هدف وجود دارد؛ روش بلاست و اچ شیمیایی است که هر دو مشکلات زیست محیطی دارند. اخیراً روشهای سازگار با محیط زیست مانند بافت دهی سطح با لیزر، ماشین کاری با تخلیه الکتریکی و فرایندهای پلاسمایی بوجود آمده اند. می توان ادعا کرد که خصوصیات منحصر به فردی که روش PEO به سطح فلز می دهد، این روش را به یکی از بهترین روشهای بافت دهی تبدیل کرده است.

■ پوشش دهی

نقش پوشش های فلزی می تواند بهبود خصوصیات سطحی مانند مقاومت به سایش و مقاومت به خوردگی باشد. از اهمیت این نوع پوششها در صنعت امروزه هرچه بگوییم مبالغه نکرده ایم. پوشش های PEO از چسبندگی و فشردگی خوبی برخوردار هستند. رسوب دهی پوشش به روش PEO مزایایی همچون سرعت بالای رسوب دهی، چسبندگی بالای پوشش و ایجاد پوشش های نانوساختار نسبت به بقیه روش ها را داراست.

در طی بررسی که توسط GU انجام شد، با مقایسه نتایج حاصل از آزمایشات انجام شده بر روی مقاومت به خوردگی پوشش های حاصل از تکنیک های مختلف، تکنیک PEO بهترین نتایج را در کاهش سرعت خوردگی پوشش نشان داده است [۵]. زنگ برای اولین بار فرآیند PEO را در سطح آلیاژ منیزیم AZ91D اعمال و رفتار خوردگی آن را در محلول هانگ مورد بررسی قرار داد [۶]. بنا بر نتایج حاصل، انجام عملیات PEO در سطح آلیاژ منیزیم منجر به کاهش سرعت خوردگی به اندازه ۱۵ برابر در مقایسه با

بالا باعث می شود تا یون ها به راحتی در محدوده پلاسما قرار گیرند. مکانیزم حاصل از فرآیندهای هیدرودینامیکی و انتقال یون ها در هنگام فرآیند پوشش دهی باعث می شود تا بیشترین نرخ ایجاد پوشش در داخل سیستم وجود داشته باشد.

دمای بالا در اطراف منطقه پلاسما باعث ذوب موضعی در سطح زیر لایه می گردد. مذاب ایجاد شده به دلیل تماس با الکترولیت سرد، سریعاً کونچ می شود. این رفتار باعث می شود تا ساختاری منحصر به فرد در سطح زیر لایه به وجود آید. از طرف دیگر به دلیل دمای بالا در منطقه پلاسما، تمامی ترکیبات آلی موجود مثل گریس و چربی از سطح زیر لایه تبخیر می شوند.

اصول شیمیایی و فیزیکی الکترولیز پلاسما

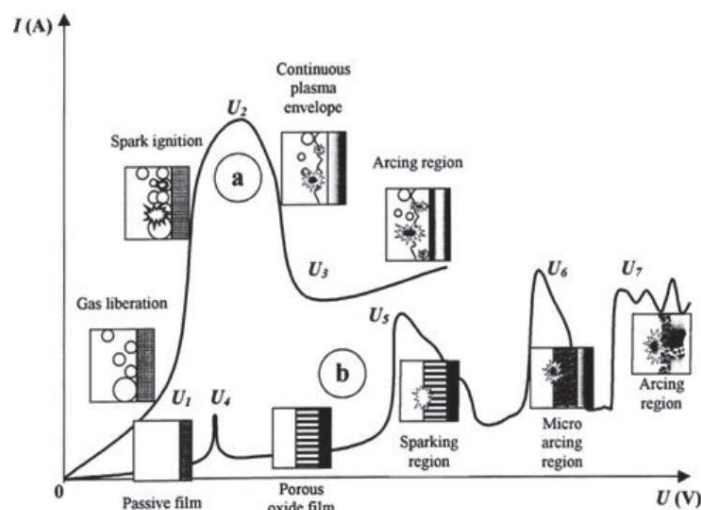
همانطور که در شکل ۲ دیده می شود، الکترولیز محلول های آبی بوسیله یک سری واکنش های الکتروشیمیایی انجام می شود. در این فرایند معمولاً تولید گاز اکسیژن و یا اکسیداسیون فلز در سطح آند صورت می گیرد که با توجه به فعالیت شیمیایی الکترولیت، فرایند اکسیداسیون می تواند منجر به تشکیل لایه اکسیدی و یا انحلال سطح در الکترولیت شود. تولید گاز هیدروژن و یا احیای کاتیون نیز در سطح کاتد رخ می دهد [۱].

در مطالعه فرایندهای متداول الکترولیز، فصل مشترک الکترولیت-الکتروود به صورت یک سیستم دو فازی (فلز-الکتروود یا اکسید-الکتروود) است. در این فرایندها معمولاً از تأثیر گازهای ایجاد شده صرف نظر می شود و یا با فاکتورهایی مثل بازده جریان و شیلدینگ الکتروودی در نظر گرفته می شود ولی در فرایند PEO با در نظر گرفتن واکنش های گازی، سیستم چهار فازی فلز-الکتروود-اکسید-گاز بوجود می آید که مطالعه و تحلیل آن نسبت به فرایندهای الکترولیز متداول بسیار پیچیده تر است.

رفتار جریان - ولتاژ

در شکل ۳ تغییرات شدت جریان برحسب تغییرات ولتاژ رسم شده است. منحنی a، سیستم فلز-الکتروود در حضور گاز آزاد شده در آند یا کاتد را نشان می دهد. منحنی b نیز این تغییرات را در سیستمی که شامل لایه اکسیدی است نشان می دهد. در ولتاژهای نسبتاً پایین، سینتیک فرایندهای الکتروود در هر دو سیستم از قانون فارادی پیروی می کند و ولتاژ و جریان برطبق قانونی اهم تغییر می کنند. در نتیجه افزایش ولتاژ باعث افزایش خطی شدت جریان می شود (مناطق U_1-0 و $0-U_4$ در منحنی a و $0-U_1$ در منحنی b). اما در ولتاژهایی بالاتر از ولتاژ بحرانی، رفتار این سیستم ها بطور قابل ملاحظه ای تغییر می کند [۱].

در منحنی a در منطقه U_1-U_2 ، افزایش ولتاژ باعث نوسان جریان می شود. افزایش جریان بوسیله لایه محافظتی که از محصولات واکنش های گازی در سطح الکتروود ایجاد می شود محدود می شود. در مناطقی که هنوز الکتروود در تماس با الکترولیت است،



شکل ۳- منحنیهای جریان-ولتاژ در الکترولیز پلاسمایی [۱].

غلظت یون های مثبت در نزدیکی آند و در روی حباب های گازی به شدت افزایش یابد. این امر باعث می شود تا میدان الکتریکی بسیار قوی میان یون های مثبت و آند ایجاد شود. مقدار این میدان می تواند تا حدود 10^5 V/m افزایش یابد. هنگامی که میدان الکتریکی ایجاد شده تا این حد افزایش می یابد، حباب های گاز یونیزه شده و تخلیه پلاسمایی انجام می شود [۱۴].

به طور کلی در اطراف محل ایجاد پلاسما تعداد زیادی حباب گازی وجود دارد. گفته می شود که دمای پلاسما حدود ۲۰۰۰ درجه سانتی گراد است ولی در بعضی از مراجع این مقدار تا حدود ۶۰۰۰-۷۰۰۰ کلوین برآورد می شود. از آنجایی که سیستم پلاسمایی در تماس با الکترولیت و سیستم آبگرد است دمای آن به سرعت افت نموده و تا حدود ۳۵-۵۰ درجه سانتی گراد سرد می شود. در نهایت حباب های گازی در نزدیکی سطح فلز منفجر می شوند. دو پدیده هنگام انفجار حباب گازی اتفاق می افتد. اول تمامی یون های مثبتی که در اطراف نمونه قرار دارند به سرعت به سمت آن سرازیر می شوند. دوم اینکه در اثر انفجار، انرژی زیادی تخلیه می شود. بخش انرژی پتانسیل آن در داخل لایه گازی اطراف حباب ذخیره می شود و بخش انرژی جنبشی آن، از طریق لایه الکترولیت مایع به سطح نمونه منتقل می شود. یون های تولید شده نیز که با انفجار حباب های گازی شتاب گرفته اند نیز به وسیله انرژی جنبشی ایجاد شده به سطح آند هدایت می شوند. این آزادسازی باعث می شود تا یون های فلزی بیشتر به سمت کاتد و یون های گازی به سمت آند سوق پیدا کنند.

طبق آنچه گفته شد، برخلاف روش های الکتروپلیتینگ در روش اکسیداسیون پلاسما الکترولیت نفوذ در مرز فازها حذف خواهد شد، این در حالی است که هم زدن الکترولیت با سرعت

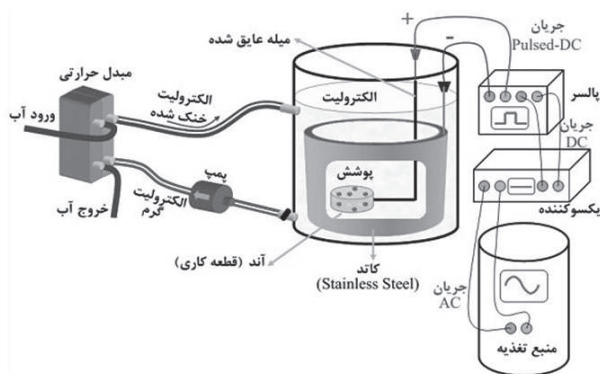
سیستمی چهار فازی از فلز-الکترولیت-اکسید-گاز با مرزهای فازی متعددی بوجود آید. دو فاز با هدایت الکتریکی پایین (گاز و اکسید) تشکیل می شوند که عامل اصلی افت ولتاژ در سل الکترولیز می باشند.

■ پارامترهای کانال تخلیه

همزمانی و ترکیب فرایندهای الکتروشیمیایی و شدت میدان الکتریکی حاصله، پارامترهای تخلیه متفاوتی را برای فرایند پلازما الکترولیز بوجود می آورد. دمای تخلیه الکتریکی بین ۸۰۰ تا ۳۰۰۰ کلوین، ۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰ کلوین و ۱۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ کلوین تخمین زده شده است. این تفاوت به خاطر ساختار پیچیده کانال تخلیه است. هسته مرکزی کانال تخلیه نیز دمایی در حدود ۶۸۰۰ تا ۹۵۰۰ کلوین دارد که توسط محیطی با دمای ۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰ کلوین احاطه شده است. قطر کانال تخلیه و ضخامت منطقه گرم شده به ترتیب ۱ تا ۱۰ و ۵ تا ۵۰ میکرومتر تخمین زده شده است [۱].

تکنولوژی پلازما الکترولیتی

در فناوری پلازما الکترولیتی از میکروتخلیه های قوس پلازما در محلول آبی جهت یونیزه کردن محیط های گازی استفاده می شود که این محلول ها ترکیبات پیچیده ای هستند که در سطح فلز در خلال اندرکنش های شیمیایی پلازما ذرات نفوذی را ایجاد می کنند. پارامترهای فرآیند و نتایج حاصله با این روش ها تحت یک گروه متمایز از فرآیندهای مهندسی سطح قرار می گیرند که این به واسطه حضور دو پدیده خاص در همگی آن ها می باشد. اول آن که، الکترولیز یک محیط آبی با استفاده از اختلاف پتانسیل الکتریکی بین قطعه کاری و یک الکتروود صورت می پذیرد. دومین



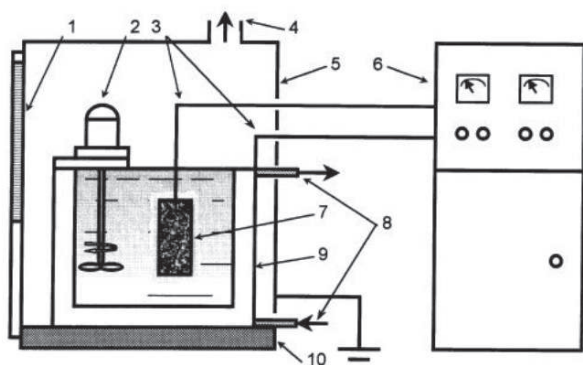
شکل ۴- شماتیک باز سیستم پوشش دهی به روش اکسیداسیون پلازما الکترولیتی

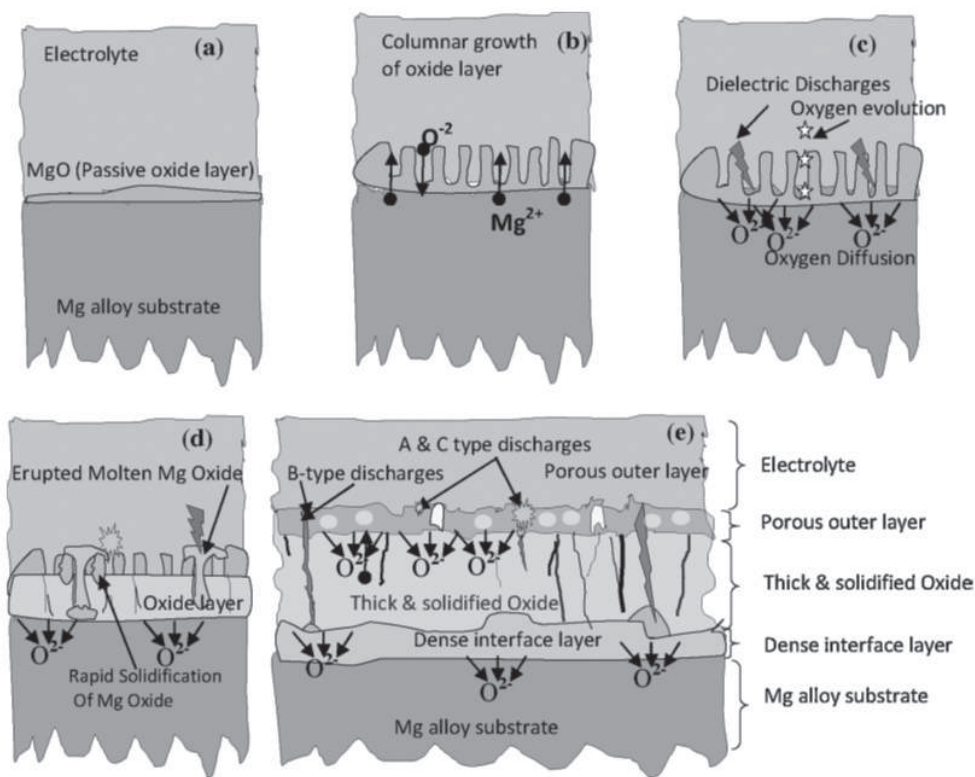
دانشیته جریان افزایش می یابد که این امر باعث بجوش آمدن موضعی الکترولیت مجاور الکتروود می شود. با رسیدن به نقطه U_2 ، الکتروود کاملاً توسط لایه ای پیوسته از گاز که هدایت الکتریکی کمی دارد احاطه می شود. تقریباً تمام ولتاژ سل الکترولیز در این لایه نازک عایق افت می کند، در نتیجه در این منطقه شدت میدان الکتریکی به مقادیر ۱۰۶ تا ۱۰۸ ولت بر متر می رسد که برای یونیزاسیون لایه گازی کافی است. یونیزاسیون ابتدا با جرقه های سریع و پراکنده در لایه گازی شروع می شود و در ادامه به درخششی یکنواخت در سرتاسر لایه گازی تبدیل می شود. در بین نقاط U_2 و U_3 جریان به دلیل پایداری هیدرودینامیک لایه گازی افت می کند و در ولتاژهای بالاتر از U_3 ، تخلیه درخشان به قوس های قوی الکتریکی تبدیل می شود.

رفتار منحنی b تا حدودی پیچیده تر است. ابتدا لایه غیرفعال تشکیل شده در نقطه U_4 شروع به حل شدن می کند که در عمل به پتانسیل خوردگی ماده بستگی دارد. سپس در منطقه U_5-U_4 لایه غیرفعال متخلخل اکسیدی دوباره رشد می کند که باز در این منطقه به علت هدایت الکتریکی بسیار پایین، افت شدید ولتاژ حاصل می شود. در نقطه U_6 شدت میدان الکتریکی از حد بحرانی بالاتر می رود که باعث تخریب لایه اکسیدی می شود. در این مرحله، جرقه های کوچکی که به سرعت در سطح لایه اکسیدی حرکت می کنند دیده می شود. در نقطه U_7 تخلیه های الکتریکی شدیدتری با سرعت کمتر رخ می دهد. این قوس های الکتریکی شدید، باعث ذوب تدریجی لایه اکسیدی و ترکیب آن با عناصر موجود در الکترولیت می شود. با افزایش بیشتر ولتاژ، قوس های الکتریکی از لایه اکسیدی به داخل فلز زیر لایه نفوذ می کنند و باعث تخریب لایه اکسیدی می شوند که در این حالت دیگر ترمیم و ضخیم شدن لایه اکسیدی رخ نمی دهد.

در عمل ممکن است تعدادی از فرایندهای ذکر شده به صورت همزمان در سطح الکتروود انجام شوند که این امر باعث می شود

شکل ۵- تجهیزات مورد استفاده در فرآیند PEO، (۱) پنجره، (۲) هم زن، (۳) سیم رابط، (۴) سیستم تهویه، (۵) محفظه متصل به زمین، (۶) واحد تولید انرژی، (۷) قطعه کار، (۸) سیستم خنک کننده، (۹) سلول الکترولیز، (۱۰) صفحه عایق [۱].





شکل ۶ - شماتیک رشد پوشش در سطح منیزیم با استفاده از تکنیک اکسیداسیون پلازما الکترولیتی [۱۵]

سطح تخلیه وجود دارد. به واسطه چنین عللی منابع نیرو DC تنها برای اجزاء دارای شکل ساده و پوشش های نازک به کار می روند. با تغییر پارامترهای اعمالی می توان نانو ساختار و در نتیجه خواص نهایی را نیز تغییر داد.

■ منابع جریان مستقیم پالسی

استفاده از جریان مستقیم پالسی، کنترل قطع و وصل فرایند و در نتیجه مدت قوس الکتریکی را قابل کنترل ساخته است. این دو عامل، کنترل شرایط حرارتی را در حین فرایند و در نتیجه ساختار و ترکیب لایه پوشش مقدور می سازد. اما جریان پالسی، پلاریزاسیون اضافی الکتروود را افزایش می دهد، در نتیجه برای رسیدن به دانسیته جریان مطلوب به ولتاژهای بسیار بالا (۱۰۰۰ ولت) احتیاج است. جریان مستقیم پالسی معمولاً در فرایندهای PES جایی که ولتاژ کاری خیلی بالا نیست (کمتر از ۴۵۰ ولت) مورد استفاده قرار می گیرد.

■ منابع جریان دوقطبی

اگر تغییرات پالس در هر دو الکتروود (آند و کاتد) قابل تنظیم باشد، جریان پالسی به دست آمده، جریان پالسی دو قطبی نامیده می شود. چنانکه فرآیند پلازما الکترولیتی در محدوده فرکانسی

شبهات کلی، ایجاد یک تخلیه الکتریکی در سطح قطعه کاری یا در نزدیکی قطعه کاری می باشد [۱].

■ تجهیزات دستگاهی

دستگاه های فرایند PED شامل یک سل الکتروولیز و یک منبع قوی تولید برق است. سل الکتروولیز معمولاً خنک شونده با گردش آب و از جنس فولاد زنگ نزن است و نقش کاتد را هم ایفا می کند. تجهیزات تصفیه و بازیابی الکترولیت، هم زدن الکترولیت و خروج گازهای تولیدی نیز در محفظه سل الکتروولیز قرار دارد. انواع مختلف منابع تولید برق در فرایند الکتروولیز پلازمایی مورد استفاده قرار می گیرد که در ادامه به آنها اشاره شده است. در شکل ۴ شماتیک باز سیستم پوشش دهی به روش اکسیداسیون پلازما الکترولیتی و در شکل ۵ نمایی از تجهیزات مربوطه نشان داده شده است [۱].

■ منابع جریان مستقیم

این منابع معمولاً بر مبنای یک مدار پل دیودی می باشد و امکان کاربرد در شرایط پتانسیواستاتیک را فراهم می کند. در این حالت که جریان تثبیت نمی شود، امکان کنترل فرآیند PEO محدود می شود. زیرا مشکلاتی در قانونمند کردن ویژگی های

کیلوهرتز و با جریان پالسی دو قطبی اعمال شود، کنترل بهتری بر تخلیه الکتریکی پلاسما در سطح نمونه اعمال می شود. چگونگی عملکرد سیستم پالسی دو قطبی به این صورت است که در ابتدای فرآیند پوشش نازک است و مقاومت سیستم کم است. در این حالت لبه تیز هر پالس ولتاژ باعث پیک جریان بالایی می شود. این جریانها باعث تسهیل در به وجود آمدن تخلیه الکتریکی میکروپلاسما در سطح نمونه می شود و عامل یونیزاسیون است. در این حالت تخلیه الکتریکی بزرگی توسط یونیزاسیون حرارتی با جریان DC ایجاد می شود و عامل انتقال یون به سطح نمونه است. سرعت رشد پوشش می تواند به ۱۰ میکرون بر دقیقه در پنج دقیقه اولیه عملیات برسد. پس در ۵ دقیقه اول عملیات تشکیل لایه چگال کامل می شود و پس از آن حالت پایداری سیستم را شاهد هستیم.

در فرآیند نیتروکربوراسیون فولاد ضد زنگ با روش پلاسمای الکترولیتی دیده شده است که در محدوده فرکانس ۱ تا ۳ کیلوهرتز سرعت رشد لایه از نیم تا ۱ تا ۱/۶ تا ۳/۲ میکرون بر دقیقه افزایش می یابد و حجم لایه خارجی متخلخل از ۲۵ تا ۱۰ درصد از کل ضخامت لایه در مقایسه با فرآیند پالسی تک قطبی کاهش پیدا می کند. این حالت، امکان کنترل بهتر فرآیندهای شیمیایی پلاسما در حد فاصل فلز-الکترولیت را ایجاد می کند و اثرات نامطلوب ایجاد شده تحت شرایط تخلیه الکتریکی را از بین می برد.

■ منابع جریان متناوب نامتقارن

با استفاده از منابع تولید جریان متناوب می توان از ایجاد پلاریزاسیون اضافی الکتروکودولگری کرد، در حالی که امکان قطع و وصل کردن قوس الکتریکی و کنترل فرایند هنوز وجود دارد. استفاده از جریان متناوب نامتقارن (دامنه مولفه های مثبت و منفی نامساوی) محدوده کنترل نشان دادن پوشش را گسترش می دهد. از این منابع تغذیه، بیشتر در فرایندهای PEO استفاده می شود. محدودیت در توان اعمالی و فرکانس جریان، از معایب این منابع تغذیه است.

■ منابع جریان پالسی با قطب ناهمگن

برای رسیدن به پتانسیل اعمالی بالاتر و دامنه وسیعتری از فرکانس از این منابع جریان استفاده می شود. این منابع برمبنای مبدل های معکوس ترانزیستوری یا تریستوری می باشند. تنها مشکل این منابع، هزینه بالای ساخت آنها است.

انتخاب الکترولیت

انتخاب الکترولیت مناسب یکی از مهمترین پارامترها برای رسیدن به پوشش مناسب است که با توجه به فلز زیرلایه و خواص نهایی پوشش انتخاب می شود. محلول های کلئیدی سیلیکات سدیم و سیلیکات پتاسیم به طور گسترده ای در فرایندهای PEO

مورد استفاده قرار می گیرند. علاوه بر سیلیکات ها، ترکیباتی برای افزایش هدایت یونی محلول بکار می روند. مثل NaF با غلظت ۰/۵ تا ۲۰ گرم بر لیتر و یا KOH و NaOH با غلظت ۱ تا ۵۰ گرم بر لیتر. برای اهداف خاص نیز پودرهای بسیار ریز از مواد سخت با نقطه ذوب بالا و یا مواد رنگی (برای خواص نوری) به الکترولیت افزوده می شود.

انتخاب الکترولیت برای فرآیند PEO نیاز به بررسیهای عمیقی دارد. به عنوان یک مثال در فرایند نیتروکربورایزینگ الکترولیت متشکل از ترکیبات آلی دارای نیتروژن و کربن و ۵ الی ۱۰ درصد محلول هدایت کننده، به عنوان مثال $H_2O + KCl$ می باشد. بنابراین، فرم آمید، اتانول آمین و کربامید به صورت متداول برای فرآیندهای نیتروژن-کربن دهی مورد استفاده قرار می گیرند. معمولاً درصد آب در محلول بر پارامترهای الکتریکی مؤثر می باشد، بدین شکل که کمتر از ۵ درصد H_2O سبب افزایش ولتاژ بحرانی برای پایداری پوشش پلاسما و بیش از ۱۰ درصد H_2O منجر به افزایش شدید شیب منحنی دما برحسب ولتاژ می گردد.

در مواردی نیز الکترولیت اسیدی استفاده می شود. این اسیدها عموماً شامل اسیدسولفوریک، اسیدنیتریک، اسیدکلریدریک، اسیدفسفریک، اسید کرومیک، اسیدازلیک و یا ترکیبی از آنهاست. اگر الکترولیت بازی استفاده شود، هیدروکسید فلزاتی، همچون سدیم، پتاسیم، کلسیم یا منیزیم استفاده می شوند. به همراه آنها سیلیکات فلز و آلومینات برای کاهش تخلخل، بهبود وضعیت نهایی سطح و بهبود مقاومت به خوردگی نیز اضافه می شود. در این موارد pH الکترولیت می بایست، ۱۳-۸ باشد. در تمام این موارد، مواد اضافه شده به حمام کاملاً آبی هستند و معمولاً حدود ۱ تا ۱۰ گرم در لیتر می باشند. به همین ترتیب برای عملیات بور دهی نیز الکترولیت حاوی یونهای بور باید مورد استفاده قرار گیرد [۱].

مراحل رسوبگذاری

با توجه به سادگی PED، این عملیات از لحاظ اقتصادی نسبت به روش های الکتروپلیتینگ و رسوب گذاری تخت خلا بسیار مقرون به صرفه است. آماده سازی نمونه نیز شامل تمیز کردن و چربی گیری نمونه است.

مراحل دیگری مثل اچ کردن و یا آماده سازی سطح لازم نیست. برای نشان دادن پوشش، نمونه ها به منبع انرژی متصل می شوند و به داخل الکترولیت و در ارتفاع ۳۰ تا ۵۰ میلیمتر پایین تر از سطح الکترولیت فرو برده می شوند.

میله فلزی با روکش پلاستیکی برای نگهداشتن نمونه ها استفاده می شود. بعد از فعال کردن سیستم های خنک کننده، هم زن و تهویه، ولتاژ کاری به پیل الکترولیز اعمال می شود. پارامترهای اصلی مثل جریان متوسط، ولتاژهای آندی-کاتدی و دمای الکترولیت ثبت می شود. با توجه به روش (PEO/PES)، نحوه کنترل و مانیتور کردن فرایند متفاوت است [۱].

نحوه کنترل فرایند

دانسیتته جریان پارامتر اصلی است که باید در فرایند PEO کنترل شود. معمولاً برای رسیدن به بهترین شرایط در پلاسما الکترولیز، دانسیته جریان در محدوده ۰/۰۱ تا ۰/۳ آمپر بر سانتیمتر مربع تنظیم می شود. طبق قانون اول فارادی، دانسیته جریان سرعت رشد پوشش را مشخص می کند. با افزایش ضخامت پوشش، ولتاژ در ابتدا به سرعت افزایش می یابد و با برقراری شرایط پایا، افزایش آن کند می شود. سرعت بحرانی تغییرات ولتاژ، متناسب با تشکیل جرقه های الکتریکی بر روی سطح الکتروود است (پ۱ در شکل ۳). که مقدار آن به شدت به ویژگی های ترکیب فلز-الکتروولیت بستگی دارد و معمولاً اندازه آن بین ۱۲۰ تا ۳۵۰ ولت است. در مرحله اول فرایند، جرقه هایی سفید رنگ و یکنواخت اطراف الکتروود بوجود می آید. با ادامه فرایند، جرقه های زرد رنگ پراکنده ای که به سرعت در سطح الکتروود حرکت می کنند دیده می شود (پ۲ در شکل ۳). به تدریج دانسیته جرقه ها کمتر می شود اما انرژی آنها افزایش می یابد. در نهایت تعداد کمی قوس قرمز رنگ در سطح نمونه دیده می شود (پ۳ در شکل ۳). قوس های الکتریکی قوی باعث نوسانات جریان و در نهایت تخریب لایه تشکیل شده می شوند. با رویت قوس های الکتریکی قوی، فرایند سریعاً متوقف می شود.

مکانیزم رشد لایه اکسیدی

در رابطه با رشد لایه اکسیدی با استفاده از تکنیک اکسیداسیون پلاسما الکتروولیتی، دو مکانیزم وجود دارد. مکانیزم اول رشد لایه بیرونی به سمت سطح پوشش از طریق میکرو جرقه ها که شامل خروج فلز مذاب و انجماد آن می باشد و مکانیزم دوم رشد لایه داخلی به سمت زمینه که بواسطه نفوذ اکسیژن می باشد [۱۵]. در شکل ۶ شماتیک رشد پوشش در سطح منیزیم با استفاده از تکنیک اکسیداسیون پلاسما الکتروولیتی نشان داده شده است. با توجه به شکل، با پوشانده شدن سطح توسط لایه عایق اکسیدی، ولتاژ بین زمینه و الکتروولیت با رشد لایه اکسیدی افزایش می یابد و در طی چند ثانیه ولتاژ افزایش زیادی پیدا میکند (b). ولتاژ به اندازه ای افزایش می یابد که یک تخلیه پلاسما میکروسکوپی، پوشش را شکسته و تعداد زیادی از جرقه های پلاسما ریز با عمر کم تولید می شوند (c). در واقع این جرقه ها که در اثر تخلیه جریان صورت می گیرند، منجر به ایجاد پلاسمایی می شوند که دارای دما و فشار بالایی بوده و منجر به رشد لایه اکسیدی می شوند. مهمترین واکنش های الکتروشیمیایی در فصل مشترک الکتروولیت و پوشش رخ می دهد. مکانیزم پلاسما در سطح دارای ماهیت پیچیده ای می باشد که از یک طرف شامل انتقال بار در فصل مشترک الکتروولیت و زمینه و از طرف دیگر یونیزاسیون شدید و اثرات انتقال بار بین سطح فلز زمینه و الکتروولیت اطراف لایه اکسیدی تحت پلاسما می باشد. از جمله اثرات تخلیه ناشی از پلاسما، توسعه فرایندهای متالورژیکی در رشد لایه اکسیدی می باشد که از طریق آزاد شدن گرما در

کانال های تخلیه ایجاد می شود. اکسید ذوب شده حاصل از فصل مشترک زمینه و پوشش به سطح پوشش حرکت کرده و در طی تماس با الکتروولیت منجمد و کریستاله می شود (d).

نکات مهم در حین انجام تحقیقات:

در طی انجام تحقیقی در رابطه با افزایش مقاومت به خوردگی کاشتنی های منیزیمی با استفاده از پوشش های کامپوزیتی حاصل از تکنیک پلاسما الکتروولیتی، به نکاتی پی برده شد که تنها در هنگام انجام آزمایشات عملی حاصل می شود و کمتر در منابع و مقالات به آنها اشاره می شود. لذا در نظر گرفتن این نکات می تواند تا حدودی از مشکلات کار در حین پوشش دهی را کم کند که در این قسمت به طور خلاصه به ذکر این نکات پرداخته می شود. امید آنکه مورد استفاده خوانندگان محترم قرار گیرد.

■ ترتیب جرقه زنی:

رشد پوشش با استفاده از تکنیک پلاسما الکتروولیتی همراه با جرقه زنی در سطح نمونه می باشد که از طریق کانال های تخلیه ایجاد می گردند. ترتیب جرقه زنی برای داشتن یک پوشش مناسب را می توان بدین صورت تشریح نمود که در ابتدا با افزایش ولتاژ جرقه های سفید رنگی در سطح ایجاد می شوند. این جرقه ها بسیار ریز بوده و عمر کمی دارند. با افزایش زمان و همچنین افزایش ولتاژ بر تعداد جرقه های سفید افزوده شده و این در حالی است که اندازه جرقه ها نیز افزایش می یابند. به همین صورت با گذشت زمان جرقه های ریز نارنجی رنگ جایگزین جرقه های سفید شده و بعد از گذشت زمان جرقه های سفید کاملاً حذف می شوند و جرقه های نارنجی رنگ افزایش می یابند. بسته به شرایط پوشش دهی با افزایش ولتاژ از دانسیته جرقه های کاسته شده و کلفت تر می شوند. در این موقع می توان گفت که فرایند پوشش دهی کامل شده و لایه اکسیدی به حداکثر رشد مفید خود رسیده است. از این زمان به بعد از تعداد جرقه ها کاسته شده و لایه اکسیدی ایجاد شده در بهترین حالت خود بوده و در صورتی که با گذشت زمان ولتاژ ثابت بود، بهتر است که جریان را قطع نموده و نمونه را خارج نماییم. در واقع چنانچه این رویه در حین پوشش دهی مشاهده شود، می توان اطمینان حاصل کرد که دستگاه به خوبی جریان و ولتاژ را تامین می نماید.

■ نحوه اتصال نمونه به سیم:

با توجه به ولتاژ بالایی که در این روش در حین فرایند پوشش دهی تخلیه می شود، محل اتصال سیم به نمونه مهم بوده و در صورت ناقص بودن، فرایند پوشش دهی ناتمام می ماند. لذا از جمله روش های آسان برای این کار استفاده از سیم مسی روکش دار به قطر ۱ میلی متر می باشد. جهت اتصال سیم به نمونه می توان با استفاده از اره آهن بر در پشت نمونه شیاری به ضخامت تیغه اره

ایجاد نمود. در اینصورت سیم مسی به صورت کاملاً چسبیده در داخل شیپار قرار می‌گیرد. سپس قسمتی از سیم که بدون روکش است و در داخل شیپار قرار گرفته است را می‌توان با استفاده از چسب دوجزئی سخت شونده با اسپری (اصطلاحاً چسب ۳،۲،۱) عایق کاری کرد تا در حین فرایند پوشش دهی تماس با محلول الکترولیت نداشته باشد.

■ عدم استفاده مکرر از محلول الکترولیت:

محلول الکترولیت از جمله پارامترهای موثر در ایجاد لایه های اکسیدی با کیفیت بالا می‌باشد. نکته ای که در این رابطه می

بایست در نظر گرفته شود اینکه بعد از ساخت محلول الکترولیت حتماً pH آن با استفاده از دستگاه pH متر بررسی شود. بهتر است در یک محلول بیش از سه بار پوشش دهی انجام نشود. همچنین در صورتیکه محلول جدید ساخته شد و در زمان دیگری قرار است پوشش دهی انجام شود حتماً محلول در ظرف دربسته نگهداری شود و مهم تر اینکه در صورت گذشت زمان بیش از ۱۰ روز از ساخت محلول، ترجیحاً از محلول استفاده نشود زیرا احتمال زیادی وجود دارد که pH آن تغییر کرده باشد و یا در هر صورت تغییری در ترکیب شیمیایی محلول الکترولیت ایجاد شده باشد که نتیجتاً فرایند پوشش دهی به خوبی انجام نمی‌شود.



منابع:

- 1- A.L. Yerokhin, X. Nie, A. Leyland, A. Matthews, S.J. Dowey; Plasma electrolysis for surface engineering; Review, Surface and Coatings Technology 122 (1999) 73–93.
- 2- W. McNiell, G.F. Nordbloom, US Patent 2 854 390, September,30, 1958.
- 3- G.A. Markov, G.V. Markova, USSR Patent 526 961, Bul. Inv.32, 1976.
- 4-M.V. Sidorova, S.L. Sinebrukhov, O.A. Khrisanfova, S.V. Gnedenkov, "Effect of PEO-modes on the electrochemical and mechanical properties of coatings on MA8 magnesium alloy" Physics Procedia, 23(2012) 90-93.
- 5- S. Narayanan, I. Park, M. Lee, "Strategies to improve the corrosion resistance of microarc oxidation (MAO) coated magnesium alloys for degradable implants" Materials Science, 60(2014)1-71.
- 6-Z. Xp, Z. Zp, W. Fm, W. Yl " Corrosion and wear resistance of AZ91D magnesium alloy with and without microarc oxidation coating in Hank's solution" J Mater Sci , 42(2007) 8523–8528.
- 7-J. Jh, H. Jy, S. Ks, K. He, K. Yh, " Enhancing biocompatibility and corrosion resistance of Mg implants via surface treatments" J Biomater Appl ,2011.
- 8- F. Liu, D. Shan, Y. Song, E. Han, W. Ke, "Corrosion behavior of the composite ceramic coating containing zirconium oxides on AM30 magnesium alloy by plasma electrolytic oxidation" Corrosion Science, 53 (2011) 3845–3852.
- 9-V.S. Rudnev, T.P. Yarovaya, K.N. Kilin, I.V. Malyshev, Prot. Met. Phys. Chem. Surf. 46 (2010) 456
- 10- W. Y Mu, Y.Han, "Characterization and properties of the MgF2/ZrO2 composite coatings on magnesium prepared by micro-arc oxidation" Surface and Coatings Technology,202(2008) 4278-4284.
- 11-J. Liang, P. B. Srinivasan, C. Blawert, W. Dietzel, "Comparison of electrochemical corrosion behaviour of MgO and ZrO2 coatings on AM50 magnesium alloy formed by plasma electrolytic oxidation, Corrosion Science, 51(2009) 2483–2492.
- 12- J. Liang, P. Bala Srinivasan, C. Blawert, W. Dietzel, "Influence of pH on the deterioration of plasma electrolytic oxidation coated AM50 magnesium alloy in NaCl solutions" Corrosion Science, 52 (2010) 540–547.
- 13-W. Shang, B.Z. Chen, X.C. Shi, Y. Chen, X. Xiao "Electrochemical corrosion behavior of composite MAO/ sol-gel coatings on magnesium alloy AZ91D using combined micro-arc oxidation and sol-gel technique" Alloys Compd. 474(2009) 541–545.
- 14-P. Gupta, G. Tenhundfeld, E.O. Daigle, D. Ryabkov; Electrolytic plasma technology: Science and engineering—an overview, Surface and Coatings Technology 201 (2007) 8746–8760.
- 15-R.O. Hussein, X. Nie, D.O. Northwood ; An investigation of ceramic coating growth mechanisms in plasma electrolytic oxidation (PEO) processing, 112 (2013) 111– 119

بررسی اثر pH، دما و دانسیته جریان بر سرعت و بازده جریان پوشش دهی پالادیوم با استفاده از آبکاری الکتریکی

تهیه و تنظیم:

زینب تاداس

z.tadas@yahoo.com

احمد ایران نژاد

irannejhad@gmail.com

گروه مهندسی مواد، خوردگی و حفاظت از مواد

دانشگاه آزاد اسلامی سیرجان

آبکاری پالادیوم در اتصالات مورد استفاده در مخبرات، حمل و نقل، مدارات چاپی و رایانه و بسیاری از حوزه های نانو تکنولوژی مورد استفاده می باشد. پالادیوم با قیمتی کمتر، دانسیته پائین تر، خواص مکانیکی بهتر، حفرات کمتر در آبکاری و در نتیجه خواص خوردگی بهتر جایگزین مناسبی برای فلز گران قیمت طلا می باشد. در این مقاله از حمام آمونیاکی با $\text{pH}=6$ خنثی و حمام قلیایی با $\text{pH}=12$ استفاده شد. این حمام ها شامل کلرید پلادیوم و نیترات آمونیوم بود. زیر لایه مورد استفاده نیز مس آماده سازی شده سنباده و پولیش شده بود. کلیه پارامترهای آبکاری شامل حمام آبکاری مناسب، دما، pH ، دانسیته جریان اعمالی، پتانسیل و زمان مناسب به منظور بدست آوردن پوششی یکنواخت، براق و با کمترین تخلخل بهینه گردیدند.

هر چند خیلی زود نظر خود را عوض کرد و نام این فلز را به افتخار سیارک تازه کشف شده Pallas به پالادیوم تغییر داد. پالادیوم به رنگ سفید نقره‌ای است، از قابلیت چکش خواری و شکل پذیری برخوردار بوده و ساختار بلوریش FCC (مکعبی با وجوه مرکز پر) است. پالادیوم دارای عدد اتمی ۴۶ و جرم اتمی 106.4 gmol^{-1} ، چگالی 12.02 gcm^{-3} ، و نقطه ذوب 1555 درجه سانتیگراد است.

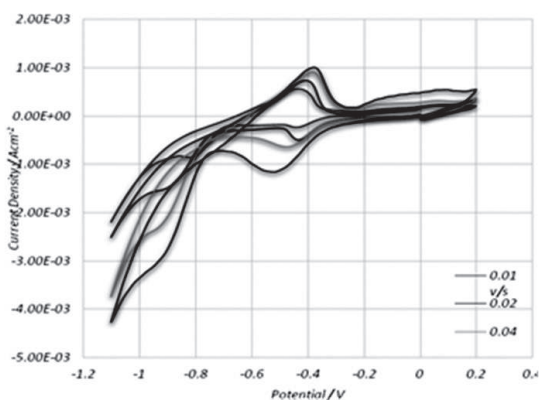
بطور کلی، عناصر آلیاژی قصد دارند مقاومت ویژه، سختی و استحکام کشتی Pd را بهبود بخشند. مس، نیکل، طلا، ایریدیوم، رودیوم و روتنیوم برای تولید آلیاژهای Pd برای کاربردهای عملی بسیاری استفاده شده‌اند. برای مثال، آلیاژی از نقره (درصد وزنی ۶۰ به ۴۰ برای Pd به Ag) عموماً در کنتاکتور رله های الکتریکی بکار می‌رود [۱-۳]. آبکاری در حدود ۴ تا ۸ درصد کل مصرف پالادیوم در سطح جهان تشکیل می دهد، پالادیوم یکی از مهم ترین فلزات برای کاربردهای صنعتی، مانند الکتریکی و کاتالیستی به خاطر داشتن خواص سایشی بالا و قابلیت لحیم کاری نرم و فعالیت های بالای کاتالیستی برای واکنش های شیمیایی مختلف می باشد.

هزینه مصرف پالادیوم به همراه چگالی پایین تر آن صرفه جویی چشمگیری در جایگزینی طلا یا سایر فلزات گران بهایی همچون پلاتین را مهیا می کند.

امروزه نه تنها مزیت های اقتصادی بلکه مزایای فناوری جایگزینی پالادیوم یا آلیاژهای برای طلا شناخته شده است [۲-۵] امروزه



فلز پالادیوم (Pd) توسط پزشک انگلیسی W. H. Wollaston و با نام وی در سال ۱۸۰۳ درحالی کشف شد که او مشغول انجام آزمایشهایی روی جداسازی و خالص سازی پلاتین بود. دکتر Wollaston بعنوان یک دانشمند و ستاره شناس معروف نخست کشف خود را پس از شناسایی سیارک Ceres با نام سرزیوم نامگذاری نمود.



شکل ۱- منحنی های ولتاموگرام چرخه ای با سرعت های متغیر ۰/۰۱ V/s، ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۵.

نتایج و بحث

■ بررسی و بدست آوردن pH مناسب حمام آبکاری

در این پژوهش برای انجام پوشش پالادیوم بر روی مس، از حمام های آبکاری با محیط های خنثی و قلیایی استفاده شد که در این بخش به بررسی و مقایسه این دو محیط با یکدیگر و همچنین بدست آوردن بهینه ترین شرایط پرداخته می شود.

■ بررسی شرایط حمام آبکاری در pH خنثی

در شکل ۱، منحنی های ولتاموگرام چرخه ای با سرعت های متغیر ۰/۰۱ V/s، ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۵ نشان داده شده است. همچنین به منظور بررسی دقیق تر این شرایط و منحنی های دانسیته جریان-پتانسیل دو نمودار ستونی دانسیته جریان و پتانسیل احیای پالادیوم در محلول آبکاری با pH خنثی بر حسب سرعت اعمال پتانسیل به ترتیب در شکل های ۲ و ۳ نشان داده شده است.

همانگونه که مشاهده می شود، با افزایش سرعت اعمال پتانسیل، دانسیته جریان احیایی افزایش می یابد و پتانسیل احیا نیز به سمت مقادیر منفی تر جابه جا می شود. قله پتانسیل احیایی هنگامی رخ میدهد که غلظت یون ها بر روی سطح صفر شود، گرادیان غلظت حداکثر شود و در نتیجه ماکزیمم جریان احیایی ایجاد می گردد.

بدین ترتیب با افزایش سرعت اعمال پتانسیل برای این که غلظت یون ها بر روی سطح صفر شود و از نظر ترمودینامیکی رسیدن یون ها از محلول به سطح الکتروود کننده باشد و هرآنچه از یون ها که به سطح می رسند احیا شوند نیاز به نیروی محرکه بالاتر و در نتیجه پتانسیل بالاتری می باشد.

در پتانسیل بالاتر دانسیته جریان بالاتری نیز ایجاد می گردد برای بررسی و تحلیل بیش تر، منحنی ولتاموگرام در منطقه آبکاری (احیایی) در سرعت پتانسیل ۰/۰۵ Vs⁻¹ شکل ۴ نشان داده شده

نه تنها مزیت های اقتصادی بلکه مزایای تکنولوژیک جایگزینی Pd یا آلیاژهای Pd برای طلا عموماً شناخته شده اند. خواص ماده (مثلاً سختی، داکتیلیته و پایداری حرارتی) پالادیوم در بسیاری از موارد از طلای سخت برتر هستند.

برای مثال، سختی بیشتر برای مقاومت به سایش مفید است، که می توان آنرا با پوششی نازکی از طلای آبکاری شده به عنوان یک روانساز جامد ارتقاء بخشید. تخلخل کمتر آلیاژهای آبکاری شده Pd (مثلاً PdNi) مقاومت به خوردگی قطعات آبکاری شده را بهبود می بخشد [۸]. در کاربردهای فناوری رسوب دهی فیلم های پالادیوم، تردی هیدروژنی اهمیت زیادی دارا می باشد. بدیهی است که این فیلم ها باید دارای یکپارچگی مکانیکی بوده و عاری از هرگونه ترک و تنش باشند.

از این رو حذف یا جلوگیری از رسوب نشانی هیدروژن با پالادیوم مهم می باشد. تردی هیدروژنی یکی از مهم ترین چالش هاست ولی تنها چالش موجود که باید در فرایند آبکاری پالادیوم دیده شود. پارامترهای آبکاری الکتریکی مانند شرایط الکترولیز (ترکیب و هم زدن حمام الکتریکی، حضور مواد افزودنی، دمای pH) شرایط جریان (مقدار دانسیته جریان و نوع جریان) و خواص ذره (نوع و اندازه شکل) خواص آبکاری الکتریکی و غیره، مورفولوژی و خواص پوشش های پالادیوم را تحت تاثیر قرار می دهند [۹-۱۲].

در این پژوهش سعی شده، امکان سنجی پوشش پالادیوم و جایگزینی آن برای طلا بررسی گردد و همچنین شرایط بهینه آبکاری را مشخص شده است.

روش انجام آزمایش

در این پژوهش با توجه به پیشینه مطالعات صورت گرفته شده، از حمام آمونیاکی با محیط خنثی pH = ۶ و حمام قلیایی با pH = ۱۲ مورد استفاده قرار گرفت.

این حمام ها شامل ۱۰۰ mM PdCl₂ و 30mM نیترات آمونیوم هستند استفاده گردید. زیرلایه مورد استفاده برای پوشش پالادیوم از جنس مس بوده که برای آماده سازی و ایجاد پوششی براق و یکنواخت بر روی سطح این فلز پایه ها ابتدا با سنباده ۲۰۰ تا ۳۰۰۰ سنباده زده شده و سپس با ذرات آلومینایی مورد عملیات پولیش کاری قرار گرفت تا سطحی صاف و آینه ای جهت آبکاری ایجاد گردد. لازم به ذکر است در این پژوهش از روش ولتاموگرام چرخه ای گستره پتانسیل و جریان مناسب برای آبکاری پالادیوم تعیین گردید.

برای مشخص کردن ساختارهای شبکه پوشش ها اعمالی از آنالیز پراش اشعه ایکس استفاده شد و همچنین از روش میکرو سختی ویکرز با بار اعمالی ۲۰ گرم به مدت ۱۵ ثانیه در سطح، سختی اعمال شده میانگین ۵ نقطه توسط بار اعمالی بوده سختی پوشش ها بدست آمد.

است، همانگونه در شکل ۴ مشاهده می شود این منحنی دارای یک منطقه نفوذی و منطقه احیای هیدروژن که با شماره‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.

در منطقه احیای پالادیوم مطابق با واکنش ۱ انجام می گردد. در این منطقه پالادیوم احیا می شود و به صورت فلز بر روی سطح پوشش ایجاد می گردد. در ادامه با منفی تر شدن پتانسیل در منطقه ۲ احیای هیدروژن طبق واکنش ۲ رخ می دهد.



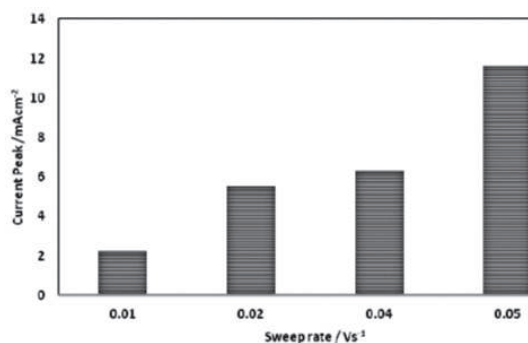
با توجه به امکان تصاعد هیدروژن در این محدوده پتانسیل خطر تردی هیدروژنی وجود دارد. بنابراین می بایست شرایط آبکاری به گونه ای بهینه گردد که از نظر ولتاژ و جریان در محدوده آبکاری هم احیای یون پالادیوم را با نرخ و راندمان بالا داشته باشیم و هم احیای هیدروژن با نرخ پایین صورت بگیرد. کاهش احیای هیدروژن علاوه بر کاهش تردی باعث افزایش راندمان کاتدی می گردد.

براین اساس با توجه به منحنی ولتاموگرام شکل حداقل دانسیته جریان $1/5 \text{ mAcm}^{-2}$ و حداکثر 3 mAcm^{-2} مناسب می باشد. با توجه به نتایج بدست آمده شرایط آبکاری در محدوده بالا انجام گردید و در ادامه به بررسی راندمان کاتدی در شرایط بالا پرداخته شد که شرایط بهینه برای راندمان کاتدی نیز بدست آید. در شکل ۵ نمودار ستونی راندمان کاتدی نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می شود با افزایش جریان از $1/5 \text{ mAcm}^{-2}$ به ۲ راندمان کاتدی افزایش می یابد.

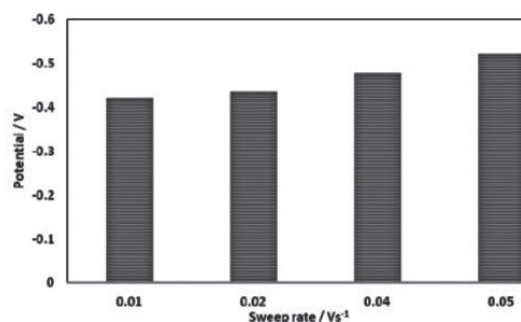
علت این امر افزایش جریان و افزایش نیروی محرکه جهت احیای یونهای فلزی می باشد که باعث می گردد در زمان یکسان میزان پوشش بیشتری بدست آید. اما در ادامه با افزایش بیشتر جریان مشاهده می شود راندمان کاتدی کاهش می یابد، علت این امر افزایش جریان و پتانسیل و رسیدن به منطقه احیای هم زمان هیدروژن می باشد که باعث می گردد بخشی از جریان صرف احیای هیدروژن شده و در نتیجه راندمان کاتدی کاهش می یابد. پس از جریان بیشتر از 2 mAcm^{-2} خطر تردی هیدروژنی رو به رو هستیم، برای کاهش این خطر و افزایش راندمان کاتدی آبکاری در جریان کم تر از ۲ انجام می شود.

■ بررسی شرایط حمام آبکاری در pH قلیایی

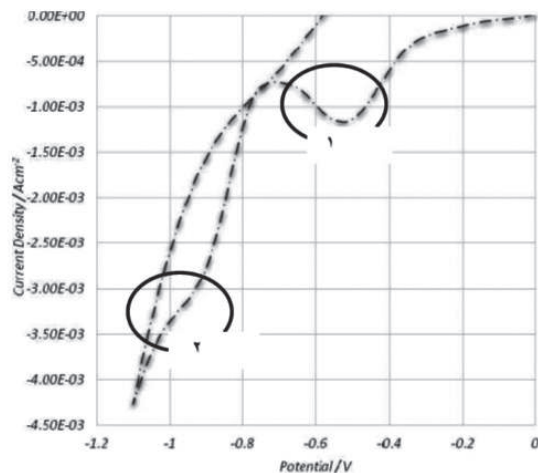
در شکل ۶ منحنی های ولتاموگرام چرخه ای با سرعت های متغیر $0.01, 0.02, 0.04, 0.1, 0.2, 0.4, 0.5 \text{ V/S}$ نشان داده شده است و همچنین به منظور بررسی دقیق تر در شکل های ۷ و ۸ این شرایط و منحنی های دانسیته جریان-پتانسیل دو نمودار ستونی دانسیته جریان و پتانسیل احیای پالادیوم در محلول آبکاری با pH قلیایی بر حسب سرعت اعمال نشان داده شده است.



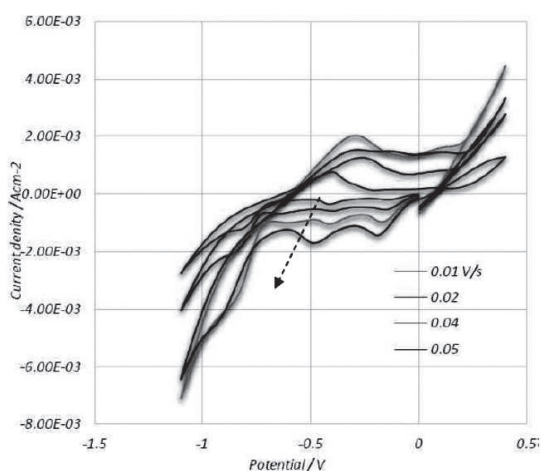
شکل ۲- نمودار ستونی دانسیته جریان احیای پالادیوم در محلول آبکاری با pH خنثی بر حسب سرعت اعمال پتانسیل.



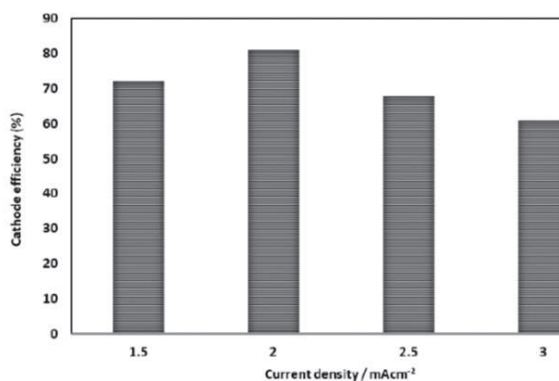
شکل ۳- نمودار ستونی پتانسیل احیای پالادیوم در محلول آبکاری با pH خنثی بر حسب سرعت اعمال پتانسیل.



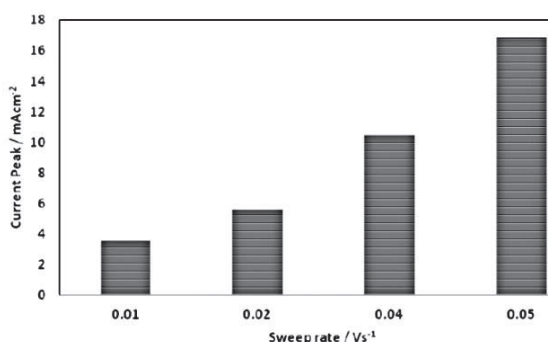
شکل ۴- منحنی ولتاموگرام در منطقه آبکاری (احیایی) با pH خنثی در سرعت 0.05 Vs^{-1} .



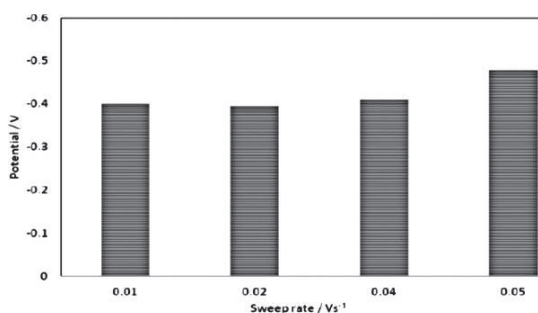
شکل ۶- منحنی های ولتاموگرام چرخه‌ای با سرعت‌های متغیر ۰/۰۱ V/s، ۰/۰۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۵.



شکل ۵- نمودار ستونی راندمان کاتدی بر حسب دانسیته جریان آبکاری با pH خنثی.



شکل ۷- نمودار ستونی دانسیته جریان پالادیوم در محلول آبکاری با pH قلیایی بر حسب سرعت اعمال پتانسیل.



شکل ۸- نمودار ستونی پتانسیل احیای پالادیوم در محلول آبکاری با pH قلیایی بر حسب سرعت اعمال پتانسیل.

در محلول آبکاری با pH قلیایی نیز همچون شرایط آبکاری با pH خنثی، با افزایش سرعت اعمال پتانسیل دانسیته جریان احیایی افزایش می‌یابد و پتانسیل احیا نیز به سمت مقادیر منفی‌تر جابه‌جا می‌شود. همانطور که گفته شد در مورد فلز پالادیوم با توجه به امکان تصاعد هیدروژن در این محدوده پتانسیل خطر تردی هیدروژنی وجود دارد. بنابراین می‌بایست شرایط آبکاری به گونه‌ای بهینه‌گردد که از نظر ولتاژ و جریان در محدوده‌ای قرار گیریم که هم احیای یون فلز پالادیوم با نرخ بالا صورت گیرد و هم احیای هیدروژن حداقل باشد.

باتوجه به منحنی ولتاموگرام در منطقه آبکاری (احیایی) یعنی در محدوده جریان و پتانسیل منفی در سرعت اعمال پتانسیل $0/05 \text{ Vs}^{-1}$ با توجه به دو منطقه احیایی یون پالادیوم و هیدروژن حداقل دانسیته جریان باید 2 mAcm^{-2} و حداکثر 5 mAcm^{-2} مناسب می‌باشد (شکل ۹) و همچنین مشخص است که راندمان کاتدی از 2 mAcm^{-2} به 3 افزایش می‌یابد و بعد از آن کاهش می‌یابد و در نتیجه از دانسیته جریان بیشتر از 3 mAcm^{-2} شاهد تصاعد هیدروژن و خطر تردی هیدروژنی روبه‌رو خواهیم بود و برای جلوگیری از این امر از دانسیته جریان کمتر از 3 در فرآیند آبکاری استفاده خواهد شد (شکل ۱۰).

■ مقایسه دو حمام آبکاری با pH خنثی و قلیایی.

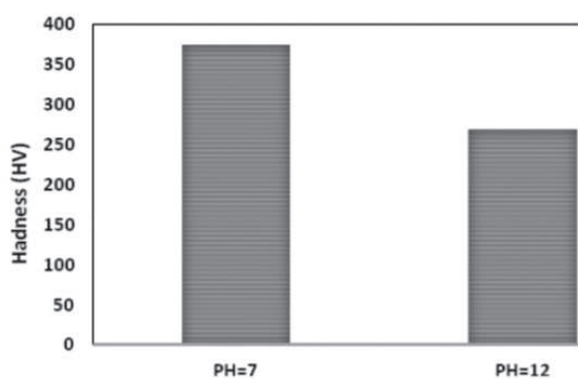
در این قسمت به مقایسه شرایط آبکاری در دو محیط خنثی و قلیایی پرداخته شده، در شکل ۱۱ دو منحنی ولتاموگرامی آبکاری پالادیوم در این دو طیف اسیدیته نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود با افزایش pH از ۷ به ۱۲ سطح زیر منحنی افزایش می‌یابد.

افزایش سطح زیر منحنی بیانگر افزایش میزان نشست یون فلزی و به عبارتی میزان پوشش بیشتر در زمان یکسان است. این مطلب تایید راندمان بیشتر با استفاده از حمام قلیایی نسبت

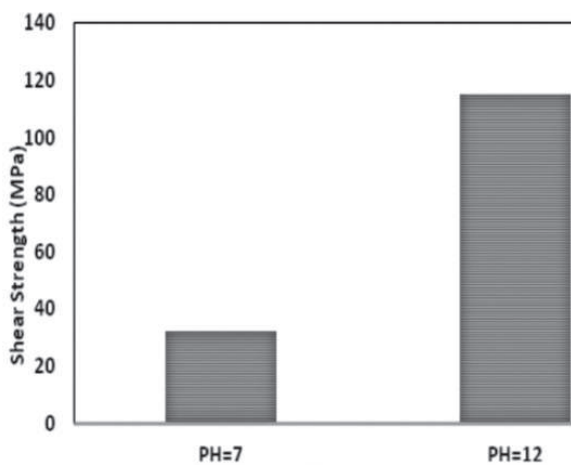
به حمام خنثی است. در شکل ۱۲ سختی پوشش های پالادیوم در دو حمام آبکاری با محیط های خنثی و قلیایی نشان داده شده است، همانطور که دیده می شود، پوشش بدست آمده از حمام قلیایی سختی مناسب در محدوده سختی پوشش پالادیوم دارد که علت این امر کم بودن خلل و فرج و یکنواختی پوشش بدست آمده از حمام قلیایی می باشد.

پوشش بدست آمده از حمام خنثی سخت تر از حمام قلیایی است که علت این امر افزایش تردی هیدروژنی می باشد که منجر به افزایش سختی و این سختی مناسب نمی باشد. در شکل ۱۳ چسبندگی این پوشش ها با دو حمام نشان داده شده است که مشخص است در محیط قلیایی چسبندگی بهتری برخوردار می باشد.

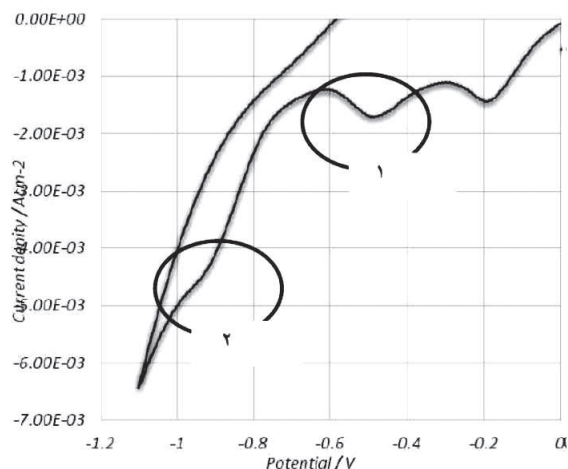
نتایج مقایسه آبکاری در دو محیط قلیایی و خنثی نشان



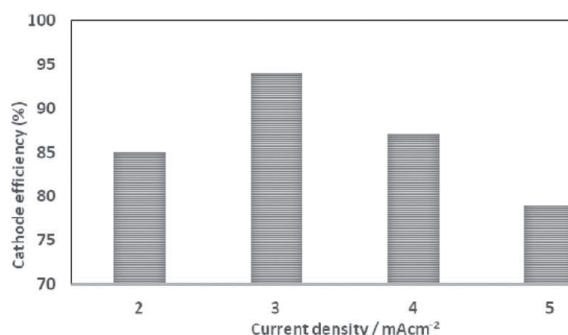
شکل ۱۲- نتایج میکرو سختی در دو حمام آبکاری با محیط خنثی و قلیایی.



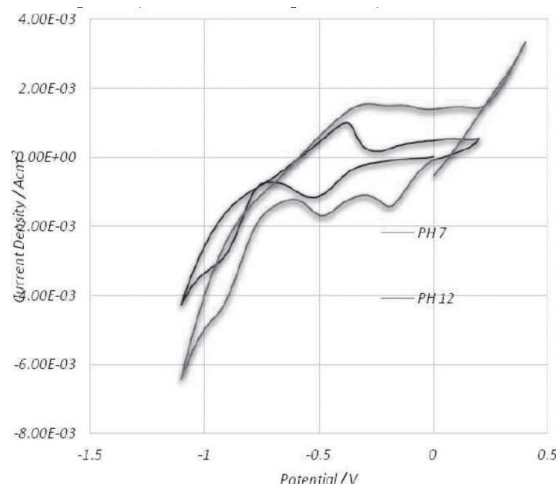
شکل ۱۳- نتایج چسبندگی در حمام آبکاری با محیط های خنثی و قلیایی



شکل ۹- منحنی ولتاموگرام در منطقه آبکاری (احیایی) با استفاده از حمام قلیایی در سرعت اعمال پتانسیل 0.5 Vs^{-1} .



شکل ۱۰- نمودار ستونی راندمان کاتدی بر حسب دانسیته جریان آبکاری پالادیوم در حمام قلیایی.



شکل ۱۱- منحنی ولتاموگرام آبکاری پالادیوم در دو pH ۷ و ۱۲.

می دهند که در محیط قلیایی باتوجه به میزان نشست بیش تر پالادیوم، راندمان کاتدی بالاتر و کم تر بودن احیایی هیدروژن و در نتیجه خطر کم تر تردی هیدروژن، پوشش های یکنواخت تر مناسب تر در مقایسه با محیط خنثی بدست می آید.

نتیجه گیری

■ پوشش پالادیوم بر زیر لایه مسی به روش آبکاری الکتریکی به صورت موفقیت آمیز انجام شد.

■ باتوجه به بررسی راندمان کاتدی و مطالعه دیاگرام پوربه مشخص می شود به منظور کاهش اثر تصاعد هیدروژن و در نتیجه افزایش راندمان کاتدی و کاهش تخریب ناشی از تردی

هیدروژنی، آبکاری پالادیوم در حمام قلیایی می بایست در جریان کم تر از 3 mAcM^{-2} انجام گردد.

■ به منظور دست یابی به پوشش یکنواختی و کیفیت بالا، خلل و فرج پائین، راندمان کاتدی، سختی و چسبندگی بالا می بایست از حمام آبکاری قلیایی پالادیوم با $\text{pH} = 12$ و در زمان ۱۰ دقیقه و دمای حمام ۶۰ درجه سانتی گراد استفاده نمود.

■ آزمون های پراش پرتو ایکس بیانگر پیک پراش (۱۱۱) pd در $38/1$ درجه، پیک پراش (۲۰۰) pd در $45/1$ درجه و پیک پراش فلز مس و غیره می باشد. پیک های تیز و واضح بیانگر پوشش و ایجاد ساختار کریستالی یکنواخت بر روی سطح فلز پایه مسی می باشد.



منابع:

- [1] J.W. Dini, Electrodeposits, The Material Science of Coatings and Substrates, Noye Publication 367, Noyes, Park Ridge, NJ, 1993.
- [2] S. Nakahara and Y. Okinaka, "Microstructure and Ductility of Electroless Copper Deposits," Acta Metall., 31, 713 (1983).
- [3] I.-Y. Wei and J. Brewer, in Proc. Annual Technical Conf. on American Electroplaters and Surface Finishers Society, 1995, pp. 321–332.
- [4] Wun-Hsing Lee, Sen-Cheh Tang and Kung-Cheng Chung, "Effects of Direct Current and Pulse-Plating on the Co-Deposition of Nickel and Nanometer Diamond Powder", Surfae & coating Technology, 120-121, 1999, 607-611.
- [5] N.M. Dyatlova, V.Ya Temkina, K.I. Popov, Complexons and Complexonates of Metals, Khimiya, Moscow, 1988 .
- [6] H. Cheng, K. Scott, P.A. Christensen, Feasibility study of electrochemical hydrodehalogenation of 2, 4-dibromophenol in a paraffin oil, Electrochim. Acta 49 (2004) 729–735.
- [7] K.R. Zhu, S.A. Baig, J. Xu, T.T. Sheng, X.H. Xu, Electrochemical reductive dechlorination of 2,4 dichlorophenoxyacetic acid using a palladium/nickel foam electrode, Electrochim. Acta 69 (2012) 389–396.
- [8] J.L. Han, W.Y. Hu, H.Q. Deng, Adsorption of hydrogen on palladium nanoparticle surfaces, Surf. Interface Anal. 41 (2009) 590–594.
- [9] C. Gabrielli, P.P. Grand, A. Lasia, H. Perrot, Investigation of hydrogen adsorption-absorption into thin palladium films, J. Electrochem. Soc. 151 (2004) 1925–1936.
- [10] X.H. Mao, A. Ciblak, M. Amiri, A.N. Alshwabkeh, Redox control for electrochemical dechlorination of trichloroethylene in bicarbonate aqueous media, Environ. Sci. Technol. 45 (2011) 6517–6523.
- [11] Z.Q. He, K.J. Lin, J.J. Sun, L.N. Wen, C. Gao, J.M. Chen, S. Song, Y.Y. Qian, W.P. Liu, Kinetics of electrochemical dechlorination of 2-chlorobiphenyl on a palladium-modified nickel foam cathode in a basic medium: from batch to continuous reactor operation, Electrochim. Acta 109 (2013) 502–511.
- [12] Li, C. H., Wang, B. X., and Peng, X. F., "Experimental investigation on boiling of nano-particle suspension", Boiling Heat Transfer Conference, Jamaica, May 2003.

ابتدا نمونه‌هایی از جنس آلیاژ یوتکتیک Bi-wt%45Pb و به شکل رینگ تهیه شدند و با کمک فرآیند آبکاری طلا-نقره-مس بر روی سطح آنان عملیات آبکاری انجام شد و سپس درصد یکنواختی پوشش طلا در دانسیته‌های جریان متفاوت در درجه حرارت ثابت ۶۰ درجه سانتیگراد و مدت زمان ۱۴ دقیقه با حداکثر ضخامت ۱۴ میکرون آبکاری طلا بررسی شد. در مرحله بعدی نمونه‌های رینگ در محدوده درجه حرارت ۲۰ الی ۷۰ درجه سانتیگراد با دانسیته جریان ثابت ۰,۷ Amp/dm² در مدت زمان ۱۴ دقیقه ثابت با حداکثر ضخامت ۱۴ میکرون آبکاری طلا شدند. عامل درصد یکنواختی پوشش (میزان توزیع پوشش طلا در واحد سطح که باعث افزایش براقت پوشش طلا شود) برای بررسی کیفیت پوشش طلا تعریف گردید و نتایج درصد یکنواختی پوشش بر حسب دانسیته‌های جریان با میکروسکوپ نوری مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج داده‌های حاصل از این بررسی‌ها نشان دادند که ماکزیمم یکنواختی پوشش در دانسیته جریان‌های (۰,۸-۰,۷) amp/dm² و در درجه حرارت ۶۰ درجه سانتیگراد بدست می‌آید و با افزایش درصد یکنواختی پوشش طلا بر روی سطح، مقاومت خوردگی پوشش در محیط گازی H₂S بالا می‌رود.

بررسی درصد یکنواختی پوشش طلا در درجه حرارت و دانسیته جریان ثابت و مقاومت خوردگی پوشش آن با آزمون خوردگی H₂S بر روی رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-45%wtPb

تهیه و تنظیم:

علی اکبر باباکوهی اشرقی

دانشجوی کارشناسی ارشد شناسایی و انتخاب مواد

دانشکده مهندسی مواد دانشگاه سمنان

علی حبیب الله زاده

دانشیار دانشکده مهندسی مواد- دانشگاه سمنان

حسین محمدی

کارشناس ارشد شناسایی و انتخاب مواد- دانشگاه صنعتی امیر کبیر

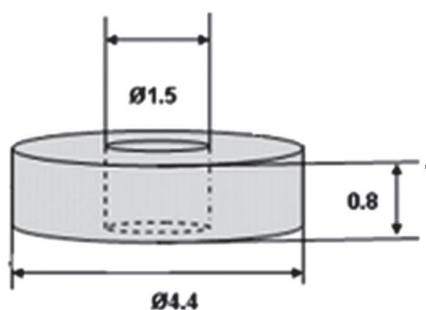
بهروز قاسمی

استادیار دانشکده مهندسی مواد- دانشگاه سمنان

alibabakohi@yahoo.com

ای برای ایجاد اتصال پوشش طلا بر روی رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-45%wtPb استفاده نمود. این پوشش واسطه، پوشش پیش مس سیانوری می‌باشد. برای بالا رفتن میزان چسبندگی و یکنواختی بهتر کیفیت بهتر پوشش طلا از یک لایه میانی دیگر استفاده گردید و با اعمال یک لایه پوشش میانی سیانوری نقره بین پوشش مس و طلا، پوشش نهایی با کیفیت و براقت بالا بدست آمد. برای ساخت ترکیب حمام سیانوری طلا از طلای خالص، اسید نیتریک، اسید کلریدریک، آمونیاک، کربنات سدیم، سیانید سدیم، دی پتاسیم فسفات و کربنات سدیم استفاده گردید [۳]. یکی از عوامل اصلی ایجاد پوشش براق در محلول‌های سیانوری آبکاری طلا درجه حرارت محلول می‌باشد که تاثیر بسزایی در تشکیل رسوب یکنواخت بر روی سطح می‌باشد. هر چه سطح از آماده سازی و صافی سطح بالایی برخوردار باشد میزان یکنواختی پوشش و براقت آن افزایش می‌یابد. همچنین می‌توان با تغییر دانسیته جریان مورفولوژی رسوب و یکنواختی توزیع آن را تحت کنترل در آورد. هدف از مطالعه حاضر بررسی درصد یکنواختی پوشش طلا با تغییر دانسیته جریان در درجه حرارت ثابت ۶۰°C و

ترکیب اصلی آلیاژهای یوتکتیک فلز Bi می‌باشد که فلزی با دانسیته بالا و با دانه بندی درشت است. آلیاژ یوتکتیک Bi-45%wtPb با علامت بین‌المللی LOW 255 دارای نقطه ذوب می‌باشد. دانسیته آن تقریباً برابر با است. [۱] برای افزایش مقاومت به خوردگی این آلیاژها در مقابل عوامل خورنده محیطی از پوشش‌های محافظ استفاده می‌گردد. ترکیب‌های اصلی آلیاژ یوتکتیک بیسموت و سرب می‌باشد که این دو فلز نسبت به آلودگی‌های محیطی حساس می‌باشند و همواره یک لایه اکسیدی (و) بر روی سطح آن تشکیل می‌شود. [۲] این لایه‌های اکسیدی، شرایط اعمال پوشش‌های محافظ را بر روی سطح آلیاژ بسیار مشکل می‌سازد. بنابراین با یک عملیات مقدماتی آماده سازی سطحی، سطح آلیاژ آماده آبکاری می‌گردد. برای حذف چربی‌ها محلول‌های چربیگیری استفاده می‌شود و سپس برای بر طرف نمودن اکسیدهایی سطحی که به محض تماس این آلیاژ با محیط تشکیل می‌شوند از یک مرحله اسید شویی کمک گرفته می‌شود. این محلول عملیات اچ سطحی و برطرف نمودن اکسیدهای آن را همزمان انجام می‌دهد. باید بعد از اسید شویی، از پوشش واسطه



شکل ۱- تصویر شماتیک مشخصات ابعادی رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-45%wtPb جهت آبکاری طلا

ضخامت ۱۴ میکرون آبکاری طلا شدند. در این تحقیق عامل درصد یکنواختی پوشش (میزان توزیع پوشش طلا در واحد سطح که باعث افزایش براقت پوشش طلا شود) برای بررسی کیفیت پوشش طلا تعریف گردید و نتایج درصد یکنواختی پوشش بر حسب دانسیته های جریان و درجه حرارت های متفاوت با کمک میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفت. یکی از آزمایش های بررسی مقاومت به خوردگی پوشش طلا انجام آزمون خوردگی در محیط گازی دی سولفید هیدروژن (H₂S) می باشد [۴]. ۷ نمونه رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-45%wtPb، تقریباً ۱۰، ۱۲، ۱۶، ۲۰، ۲۴، ۳۰، ۳۶، ۴۰، ۴۵، ۵۰، ۵۵، ۶۰، ۶۵، ۷۰، ۷۵، ۸۰، ۸۵، ۹۰، ۹۵ میکرومتر پوشش طلا و تقریباً ۳ میکرون پوشش پیش نقره و تقریباً ۲ میکرون پوشش پیش مس داده شدند. ضخامت هر یک از نمونه ها بعد از اعمال پوشش طلا با کمک یک دستگاه ضخامت سنج دیجیتالی اندازه گیری شد. سپس هر یک از آنان در داخل محفظه حاوی گاز فوق گذاشته شد و به ازای هر ۶ ساعت مورد بازمیابی ظاهری قرار گرفتند.

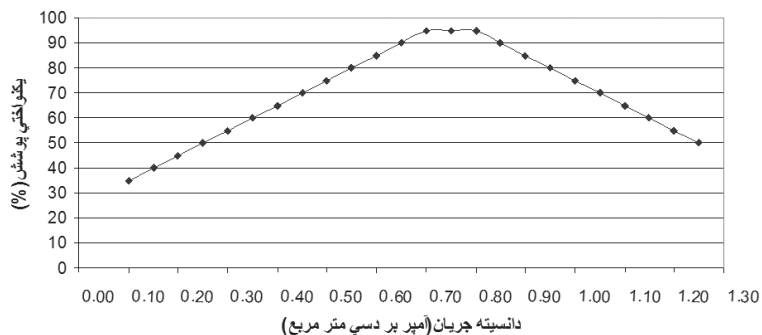
جدول ۱- اطلاعات دانسیته جریان با درصد یکنواختی پوشش طلا در درجه حرارت ثابت.

یکنواختی پوشش	دانسیته جریان	ردیف	یکنواختی پوشش	دانسیته جریان	ردیف
%	amp/dm ²		%	amp/dm ²	
۹۵	۰.۷	۱۳	۳۵	۰.۱	۱
۹۵	۰.۷۵	۱۴	۴۰	۰.۱۵	۲
۹۵	۰.۸	۱۵	۴۵	۰.۲	۳
۹۰	۰.۸۵	۱۶	۵۰	۰.۲۵	۴
۸۵	۰.۹	۱۷	۵۵	۰.۳	۵
۸۰	۰.۹۵	۱۸	۶۰	۰.۳۵	۶
۷۵	۱	۱۹	۶۵	۰.۴	۷
۷۰	۱.۰۵	۲۰	۷۰	۰.۴۵	۸
۶۵	۱.۱	۲۱	۷۵	۰.۵	۹
۶۰	۱.۱۵	۲۲	۸۰	۰.۵۵	۱۰
۵۵	۱.۲	۲۳	۸۵	۰.۶	۱۱
۵۰	۱.۲۵	۲۴	۹۰	۰.۶۵	۱۲

در دانسیته جریان ثابت ۰.۷ amp/dm² و ارتباط درصد یکنواختی پوشش با مقاومت خوردگی در محیط گازی H₂S می باشد. با کمک میکروسکوپ نوری ارتباط یکنواختی پوشش طلا با درجه حرارت و دانسیته جریان، شکل رسوب طلا و مقاومت خوردگی آن در محیط گازی H₂S مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق سعی شده است با کنترل درجه حرارت و دانسیته جریان اعمالی به محلول سیانوری طلا پوشش های یکنواخت، براق و با مقاومت خوردگی بالا تهیه شوند.

مواد و روش تحقیق

ابتدا ۲۴ نمونه رینگ از جنس آلیاژ یوتکتیک Bi-wt%45Pb (شکل ۱) تهیه شدند و با کمک فرآیند آبکاری طلا- نقره - مس بر روی سطح آنان عملیات آبکاری انجام شد. برای آبکاری طلا- نقره-مس بر روی رینگ های آلیاژ یوتکتیک Bi-45wt%Pb ابتدا عملیات چربیگیری انجام شد. برای رفع چربی سطحی از محلول چربیگیری مخلوط اتانول و پر کلرات اتیلن (۱:۳) استفاده شد. سپس برای حذف سریع اکسید های سطحی که به محض تماس این فلز با محیط تشکیل می شوند یک محلول اسیدی شامل اسید نیتریک، اسید استیک و آب اکسیژنه (۲:۲:۱) تهیه شد که همزمان عملیات اچ سطحی و برطرف نمودن اکسیدها را انجام می دهد. بعد از عملیات اسید شویی، پوشش طلا بر روی سطح آلیاژ اعمال گردید. برای ساخت ترکیب حمام سیانوری طلا از طلا خالص، اسید نیتریک، اسید کلریدریک، آمونیاک، کربنات سدیم، سیانید سدیم، دی پتاسیم فسفات و کربنات سدیم استفاده گردید. جنس آند مورد استفاده در محلول سیانوری گرم طلا، ورق فولادی از جنس فولاد ضد زنگ ۳۰۱ می باشد. از یک هیتر مگنت برقی برای هم زدن و گرم نمودن همزمان محلول طلا استفاده شد. با کمک یک ترمومتر الکتریکی با دقت ثبت تغییرات دمایی ۰.۱°C ±، دمای محلول اندازه گیری شد. محلول سیانوری طلا در داخل یک بشر یک لیتری تهیه گردید. قطعات در داخل محلول طلا با کمک یک دستگاه مکانیکی به مجموعه قطعات گرفته شده در داخل محلول، یک حرکت رفت و برگشتی داده شد. با کمک یک رکتی فایر دیجیتالی با تغییرات ولتاژی از صفر تا ۲.۸ ولت استفاده گردید. با کمک این رکتی فایر قابلیت اعمال جریان به صورت ۲ رقم اعشار به محلول و کنترل دقیق تر آن بر روی محلول سیانوری ایجاد شد. ابتدا ۲۴ عدد رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-45%wtPb انتخاب شدند و سپس برای بررسی درصد یکنواختی پوشش طلا، دانسیته جریان های (amp/dm²) ۰.۱-۱.۲۵ تحت درجه حرارت ۶۰ درجه سانتیگراد و مدت زمان آبکاری ۱۴ دقیقه با حداکثر ضخامت ۱۴ میکرون برای تهیه پوشش طلا اعمال شدند. در مرحله بعدی ۱۰ نمونه دیگر از رینگ های مذکور در محدوده درجه حرارت ۲۰ الی ۷۰ سانتیگراد با دانسیته جریان ثابت ۰.۷ amp/dm² و مدت زمان آبکاری ۱۴ دقیقه با حداکثر



شکل ۲- نمودار درصد یکنواختی پوشش طلا بر حسب دانسیته جریان (درجه حرارت محلول طلا ۶۰°C، زمان آبکاری ۱۴ دقیقه)

نتایج و بحث

الف) بررسی درصد یکنواختی و شکل پوشش طلا بر روی سطح رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-45%wtPb

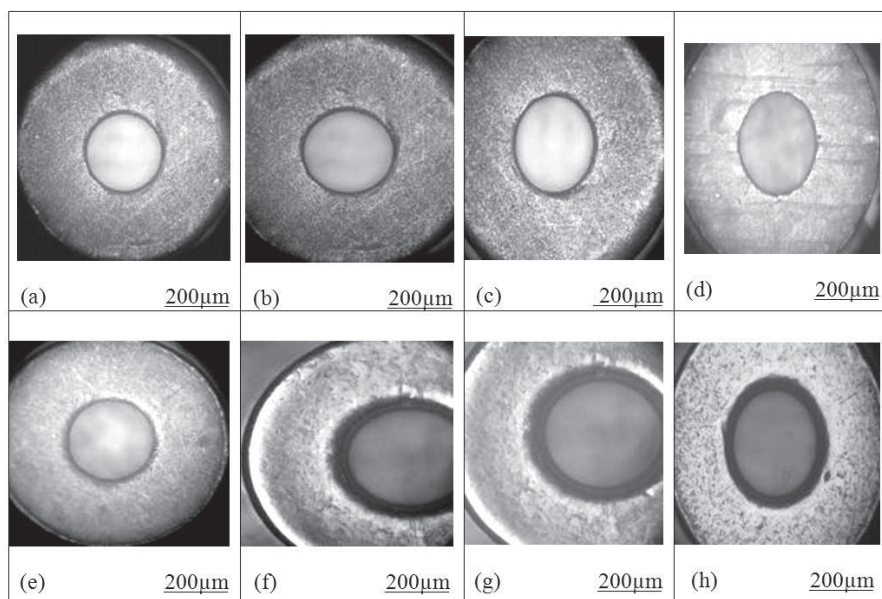
برای بررسی درصد یکنواختی و شکل پوشش طلا بر روی سطح رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-45%wtPb، از دانسیته جریان های amp/dm^2 (۰,۱-۰,۲۵) در درجه حرارت ثابت استفاده شد (جدول ۱). با کمک اطلاعات موجود در جدول ۱، نمودار درصد یکنواختی پوشش طلا با دانسیته جریان در درجه حرارت ثابت ۶۰°C بدست

آمد. (شکل ۲)

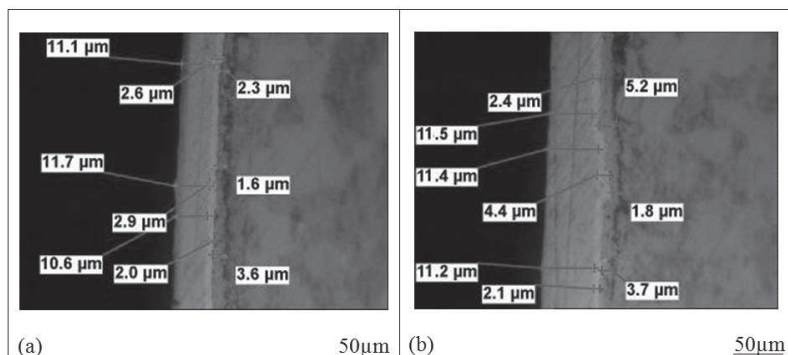
به منظور درک بهتر ارتباط درصد یکنواختی پوشش طلا بر روی سطح رینگ تصاویر میکروسکوپ نوری تهیه گردید (شکل ۳). تصاویر میکروسکوپ نوری از لایه های طلا- نقره- مس در دانسیته جریان های به ترتیب (۰,۷-۰,۷۵) amp/dm^2 که ماکزیمم یکنواختی پوشش در آن مشاهده شده تهیه گردید (شکل ۴).

نتایج نشان می دهد که ماکزیمم یکنواختی پوشش در دانسیته جریان های (۰,۸-۰,۷) amp/dm^2 بدست می آید. عوامل موثر یکنواختی پوشش طلا بر روی سطوح میزان یکنواختی سطح، درجه حرارت و دانسیته جریان محلول آبکاری طلا می باشند. هر چه سطح از آماده سازی و صافی سطح بالایی برخوردار باشد میزان یکنواختی پوشش و براقیت آن افزایش می یابد [۳]. نتایج درصد یکنواختی پوشش طلا بر حسب دانسیته جریان در شکل (۲) آمده است. مشاهده می شود که در ابتدا درصد یکنواختی پوشش با دانسیته جریان پائین، کم می یابد. به تدریج با افزایش دانسیته جریان میزان رسوب طلا و در نتیجه یکنواختی توزیع آن بر روی سطح رینگ افزایش می یابد و با افزایش میزان رسوب طلا، براقیت پوشش افزایش می یابد. این حالت ادامه پیدا می نماید تا جاییکه در یک محدوده دانسیته جریان (۰,۸-۰,۷) amp/dm^2 درصد توزیع و یکنواختی پوشش به یک مقدار ثابتی می رسد (شکل ۴) که در این محدوده دانسیته جریان، بیشترین براقیت بعد از پوشش دهی حاصل می

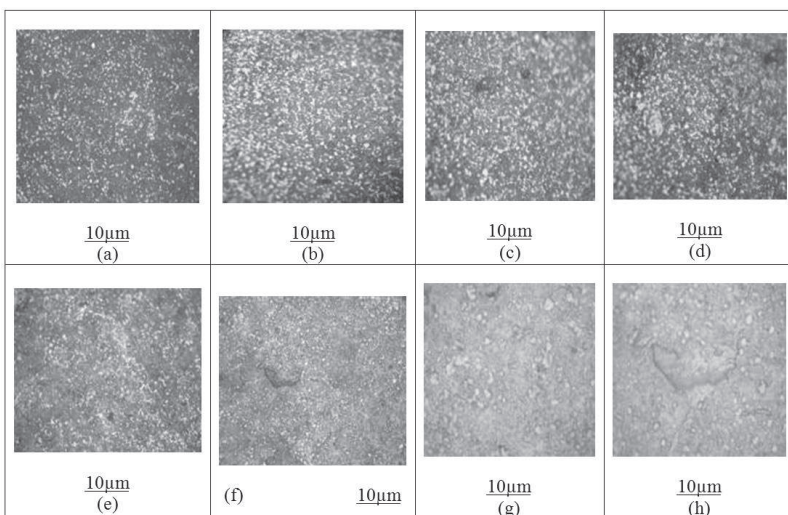
شکل ۳- آبکاری طلا بر روی رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-45%wtPb. شکل های (a) الی (f) به ترتیب افزایش درصد یکنواختی و براقیت پوشش طلا و شکل های (g) الی (h) کاهش درصد یکنواختی و براقیت پوشش طلا بر حسب دانسیته جریان های (a) ۰,۱۰، (b) ۰,۲۰ (c) ۰,۳ (d) ۰,۴ (e) ۰,۵ (f) ۰,۶ (g) ۰,۷۵ Amp/dm^2 ، درجه حرارت محلول طلا ۶۰°C، زمان آبکاری ۱۴ دقیقه. (میکروسکوپ نوری)



شکل ۴. پوشش یکنواخت طلا در دانسیته جریان های به ترتیب (a) 0.7 Amp/dm^2 و (b) 0.75 به مدت ۱۶ min درجه حرارت محلول طلا 60°C (میکروسکوپ نوری).



شکل ۵. آبکاری طلا بر روی رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-45wt\%Pb شکل های (a) الی (h) به ترتیب افزایش درصد توزیع و درشت تر شدن دانه های رسوب طلا و شکل های (g) الی (h) تجمع و درشت شدن دانه های رسوب طلا در بعضی از مناطق و به تدریج کاهش درصد یکنواختی و براقیت پوشش طلا بر حسب دانسیته جریان های (a) 0.1 ، (b) 0.2 ، (c) 0.3 ، (c) 0.4 ، (d) 0.5 ، (e) 0.6 ، (f) 0.7 ، (g) 0.75 Amp/dm^2 ، درجه حرارت محلول طلا 60°C ، زمان آبکاری ۱۴ دقیقه. (میکروسکوپ نوری)

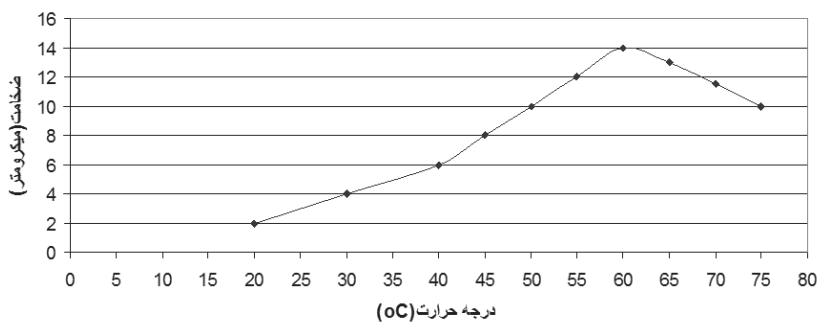


ب) ارتباط تغییرات ضخامت پوشش طلا با درجه حرارت در دانسیته جریان ثابت 0.7 amp/dm^2 و زمان ثابت زمان آبکاری ۱۴ دقیقه با حداکثر ضخامت $14 \mu\text{m}$.

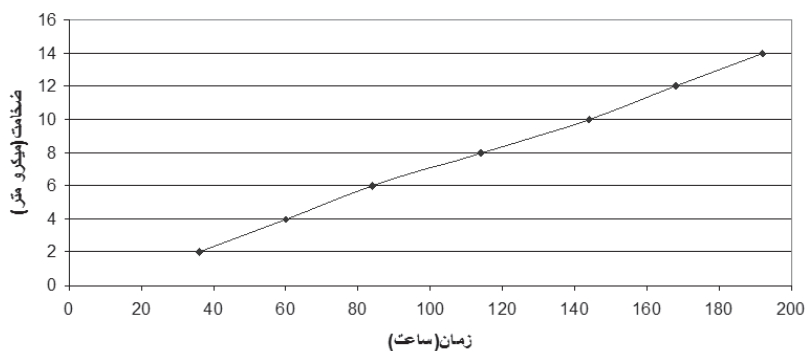
در این بخش ارتباط تغییرات ضخامت پوشش طلا با درجه حرارت در دانسیته جریان ثابت 0.7 amp/dm^2 و زمان ثابت آبکاری ۱۴ min و با حداکثر ضخامت ۱۴ میکرون بررسی شد. ۱۰ نمونه رینگ آلیاژ Bi-wt\%45Pb انتخاب شدند و بعد از چربیگیری و اسید شویی درجه حرارت ۲۰ الی ۷۰ سانتیگراد با دانسیته جریان فوق آبکاری طلا شدند. آزمایشها نشان دادند که با افزایش درجه حرارت ۲۰ الی ۷۰ سانتیگراد تغییرات ضخامت پوشش اعمالی متغیری را مشاهده می شود. (شکل ۶). نتایج ارتباط تغییرات ضخامت پوشش طلا با درجه حرارت نشان دادند که با افزایش درجه حرارت از ۲۰ الی ۷۰ سانتیگراد ضخامت پوشش ابتدا افزایش و سپس کاهش می نماید. با افزایش درجه حرارت، ضخامت رسوب طلا یک شیب صعودی را طی می نماید و این افزایش ضخامت تا درجه حرارت ۶۰ سانتیگراد ادامه می یابد، بطوریکه بالاترین ضخامت رسوب طلا (۱۴ میکرون) در این درجه حرارت اندازه گیری شده است. با افزایش درجه حرارت منحنی با کاهش ضخامت رسوب همراه می باشد. با توجه به اینکه در این آزمایش سعی شده است که کلیه شرایط فوق در ضمن

شود. با افزایش دانسیته جریان به بیشتر از این مقدار دوباره درصد یکنواختی پوشش کاهش می یابد و همچنین براقیت پوشش نهایی طلا، کاهش می یابد که این تغییرات در شکل (۳) نشان داده شده است. همانطوریکه در شکل (۵) مشاهده می شود به ترتیب از شکل های (a) الی (f) در دانسیته جریان های پایین، اندازه دانه رسوبات طلا ریز تر و توزیع آنان بر روی سطح یکنواخت تر می باشد بطوریکه در دانسیته های بالاتر جریان به تدریج درصد توزیع افزایش می یابد و بنابراین یکنواختی بیشتری از نشست رسوب طلا مشاهده می شود. با افزایش دانسیته جریان میزان رسوب طلا در بعضی مناطق بیشتر می گردد و با درشت شدن دانه های رسوب طلا را به دنبال دارد و در نتیجه دوباره یکنواختی توزیع و براقیت پوشش طلا کاهش می یابد.

علی رغم اینکه می توان با افزایش زمان آبکاری ضخامت پوشش را افزایش داد ولی مورفولوژی و ساختار رسوب های حاصل از زمان های بالای آبکاری، باعث تشکیل رسوب هایی دانه درشت و خشن می شود و رسوب ها به صورت غیر یکنواخت و تجمع می در نواحی خاص بر روی سطح رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-wt\%45Pb رسوب می نمایند. در ضخامت های بالا رسوبات دانه درشت و خشن می شوند.



شکل ۶- نمودار تغییر ضخامت پوشش بر حسب درجه حرارت آبکاری طلا بر روی رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-45%wtPb در دانسیته جریان ثابت 0.7 amp/dm^2 .



شکل ۷- نمودار ارتباط ضخامت پوشش طلا رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-45%wtPb با زمان خوردگی تحت تاثیر گاز.

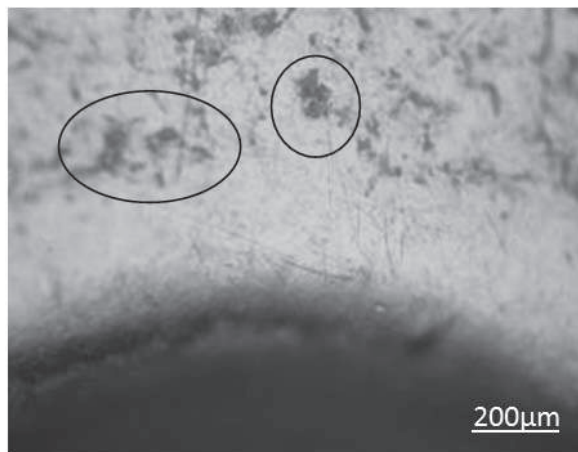
مقاومت به خوردگی پوشش طلا در محیط گازی دی سولفید هیدروژن (H_2S) نشان داد که با افزایش زمان پوشش دهی طلا بر روی سطح رینگ آلیاژ Bi-wt%45Pb ضخامت پوشش طلا افزایش می یابد و با بالا رفتن ضخامت پوشش طلا، مقاومت به خوردگی در محیط گازی دی سولفید هیدروژن (H_2S) در یک دانسیته جریان ثابت 0.7 amp/dm^2 و زمان آبکاری ۱۴ دقیقه افزایش می یابد (شکل ۷). لازم به ذکر است که نتایج نشان دادند که تنها عامل افزایش مقاومت به خوردگی در مقابل گاز دی سولفید هیدروژن (H_2S)، افزایش ضخامت پوشش طلا نمی باشد بلکه ارتباط مستقیمی با تشکیل یکنواخت لایه طلا بر روی سطح دارد، یعنی هر چه پوشش نهایی طلا به صورت یکنواخت تر بر روی سطح رینگ مورد نظر رسوب نماید، زمان مقاومت خوردگی در این آزمون افزایش می یابد (شکل ۹). تصاویری میکروسکوپی نشان دادند که همواره بر روی سطح عدم یکنواختی پوشش سطحی مشاهده می شود و سطح پوشش دهی طلا با تخلخل و حفره های سطحی همراه می باشد (شکل ۷). با توجه به وجود این مناطق در لایه های سطحی، نفوذ گاز دی سولفید هیدروژن (H_2S) آسان تر می شود و بنابراین این مناطق آسیب پذیر تر می باشند و سریع تر از مناطق دیگر شروع به خوردگی می نمایند. نتایج آزمایش مقاومت خوردگی نیز وجود لکه های تیره رنگ در اینگونه مناطق را تأیید می نماید که این رنگ تیره به خاطر واکنش گوگرد گاز amp/dm^2 با پوشش زیر لایه طلا (پیش نقره) می باشد (شکل ۸).

پوشش دهی ثابت نگه داشته شود به نظر می رسد که عامل اصلی بروز این پدیده بالا رفتن غلظت محلول در اثر تبخیر سطحی آب محلول می گردد. با توجه به رفتار محلول سیانوری طلا از درجه حرارت محیط تا درجه حرارت می توان نتیجه گرفت که بالاترین یکنواختی و راندمان پوشش دهی در زمان ثابت در داخل محلول سیانوری طلا در این درجه حرارت می باشد و با افزایش درجه حرارت با گذشت زمان راندمان نشست رسوب پایین می آید و در نتیجه ضخامت رسوب طلا کاهش می یابد.

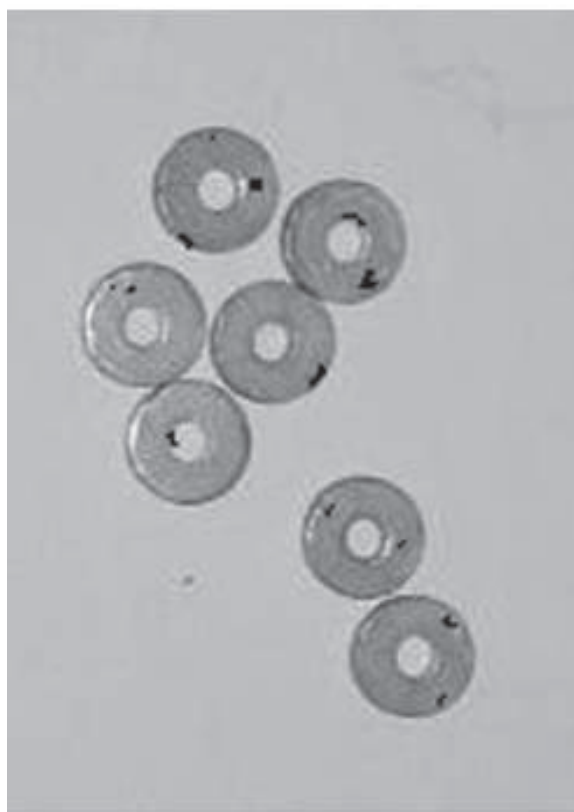
ج) مقاومت خوردگی در محیط گازی دی سولفید هیدروژن (H_2S)

یکی از آزمایشهای بررسی مقاومت خوردگی پوشش طلا، انجام آزمایش خوردگی در محیط گازی سولفید هیدروژن (H_2S) می باشد. [۴] بعد از قرار گیری ۷ نمونه رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-45%wtPb، در داخل محفظه حاوی گاز دی سولفید هیدروژن (H_2S) و بازبینی ظاهری به ازای هر ۶ ساعت مورد نشان دادند که با توجه به ضخامت پوششها، لکه های تیره رنگ بر روی سطح رینگها از ۴۰ الی ۲۰۰ ساعت ظاهر می شوند (شکل ۹). زمان شروع اولین خوردگی مشاهده رنگ تیره بعد از خورده شدن پوشش طلا می باشد. با کمک میکروسکوپ نوری تصویری از نمونه آبکاری شده با دانسیته جریان ثابت 0.7 amp/dm^2 و زمان آبکاری ۱۴ دقیقه تهیه شد. مطابق با شکل (۸) مشاهده می شود که سطح پوشش از تخلخلهای بسیار ریزی برخوردار می باشد. آزمایش بررسی

شکل ۸ - تخلخل های سطحی پوشش طلا به علت عدم یکنواختی توزیع پوشش بر روی سطح رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-45%wtPb.
(زمان آبکاری ۱۴ دقیقه، دانسیته جریان 0.7 Amp/dm^2 ، درجه حرارت محلول طلا ۶۰ سانتیگراد).



شکل ۹ - تشکیل لکه های تیرنگ بر روی سطح رینگ آلیاژ یوتکتیک Bi-45%wtPb بعد از ۲۲۰ ساعت آزمون مقاومت خوردگی در محیط گازی H_2S .
(زمان آبکاری ۱۴ دقیقه، دانسیته جریان 0.7 Amp/dm^2 ، درجه حرارت محلول طلا ۶۰ سانتیگراد).



نتیجه گیری

■ می توان با افزایش زمان پوشش دهی ضخامت پوشش طلا و در نتیجه مقدار وزنی آن را افزایش داد ولی مورفولوژی و ساختار رسوب های حاصل دانه دانه و خشن می باشند و رسوبها به صورت غیر یکنواخت و دانه درشت بر روی سطح رینگ آلیاژ Bi-wt%45Pb رسوب می نماید.

■ بیشترین یکنواختی و براقت پوشش طلا در درجه حرارت 60°C و دانسیته جریان 0.7 amp/dm^2 حاصل می شود.

■ زمان مقاومت به خوردگی با بالا رفتن ضخامت پوشش بر روی سطح رینگ آلیاژ Bi-wt%45Pb، در یک دانسیته جریان ثابت 0.7 amp/dm^2 و در درجه حرارت 60°C افزایش می یابد.

■ افزایش زمان پوشش دهی باعث ضخیم تر شدن پوشش طلا می گردد و این عامل زمان مقاومت خوردگی پوشش طلا را افزایش می دهد.



منابع:

- 1- Hamilton, Ontario, Canada L8H 4T8,563 Kenilworth Ave. N., Low Melting Point Bismuth Based Alloys, Toll-Free: 1-866-312-9084, Phone: (905) 312-9084, Fax: (905) 312.
- 2- Rajesh Ganesan, R. Venkatakrisnan, R. Asuwathraman, K. Nagarajan, T. Gnanasekaran Raman S. Srinivasa, Thermochemica Acta 439, (2005) 27.
- 3- International Handbook Committee, SURFACE ENGINEERING, ASM HDBK vol.5, publish 1994.
- 4- Frank H. Reid and William Goldie, Gold Plating Technology, printed Great Britain By Bell And BAIN LTD., GLASGOW. Pblish 1974.

اصول آبکاری الکترولس

(قسمت دوم)

حامد رحمانی
دانشجوی کارشناسی مهندسی مواد
دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
شیرین بقایی
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مواد
دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
محمود علی اف خضرائی
استادیار خوردگی و حفاظت از مواد
khazraei@modares.ac.ir

فرآیند الکترولس روشی خودکاتالیزوری است که در آن کاهش یونهای فلزی می تواند از طریق اکسیداسیون یک ترکیب شیمیایی در محلول و لایه نازک رسوب انجام شود، به عنوان مثال، می توان به کاهش عاملی که عهده دار تامین یک جریان داخلی است اشاره کرد. در این فرآیند کاتیون فلزی که ته نشین شده با دریافت الکترون از سطح فلز زمینه یا سطح کاتالیزوری که برای شروع رسوب استفاده می شد کاهش می یابد. عامل کاهنده الکترونها را به این سطح می دهد و توسط آن اکسید می شود.

حمام قلیایی آلیاژ نیکل - بور

هنگامی که بور موجود در رسوب الکترولس نیکل - بور قلیایی در محدوده ۴-۰/۲ درصد وزنی باشد عامل کاهش آمینو بوران (N-آلکیل آمینو بوران) است و زمانی که ۷-۴ درصد وزنی بور باشد سدیم بوروهیدرید عامل کاهنده است.

آنها معمولا در دمایی در محدوده ۹۰-۲۰ درجه سانتیگراد عمل می کنند که در این حالت حمام سرد قلیایی نیکل - بور ترجیح داده می شود. در درجه حرارت بالا، حمام ناپایدار و مصارف صنعتی آن محدود می شود.

این حمام آلکیل آمین بوران به طور کلی دارای یک نرخ رسوب بسیار آهسته است که برای کنترل رسوب نیکل هیدروکسید عوامل کمپلکس مانند اتیلن آمین استفاده می شوند [۶۰]. ترکیب معمولی حمام داغ قلیایی شامل گرم بر لیتر ۳۰ نیکل کلرید، ۶۰ گرم بر لیتر اتیلن، ۱/۲ گرم بر لیتر سدیم بوروهیدرید، ۰/۰۰۷ گرم بر لیتر تالیوم نیترات و ۴۰ گرم بر لیتر سدیم هیدروکسید است. شرایط عملیاتی pH برابر ۱۴، درجه حرارت ۹۰ درجه سانتیگراد و نرخ رسوب ۲۵ - ۲۰ میکرومتر بر ساعت است و ترکیب معمولی حمام سرد قلیایی شامل ۳۰ گرم بر لیتر نیکل سولفات، ۳ گرم بر لیتر دی متیل آمین بوران، ۱۵ گرم بر لیتر آمونیوم سیترات، ۱۵ گرم بر لیتر آمونیوم کلرید و ۰/۰۰۰۲ گرم بر لیتر مرکپتوبنزا تیازول می باشد.

شرایط عملیاتی آن، pH بیشتر از ۷/۵، درجه حرارت ۳۵-۲۵ درجه سانتیگراد و نرخ رسوب ۱۲-۷ میکرومتر بر ساعت است. مزایای اصلی بروهیدرید حاصل از کاهش رسوب نیکل الکترولس مقاومت در برابر سختی و سایش است.

درووس و همکاران. یک روش گرمایش خلاء پیشنهاد دادن که در مدت کمتر از نیم ساعت منجر به ایجاد سختی سطحی برابر با فرآیند چند ماهه با روش های متداول، یعنی حرارت در جو خنثی [۶۱] است. ۵ دقیقه عملیات حرارتی در محیط خلاء معادل سختی سطح کروم، که در برخی از موارد به ۲۰۰۰ ویکرز می رسد و بدون خطرناک زیست محیطی و فاضلاب حاصل از آبکاری کروم سخت می باشد.

این روش را می توان برای انواع صنایع بکار برد، مثلا جایی که در آنجا نیاز به جایگزین های آبکاری کروم سخت است. کانتا و همکاران، نیکل - بور الکترولس را بر روی فولاد نرم عملیات حرارتی شده مورد بررسی قرار دادند، از جمله عملیات حرارتی در ۹۵ درصد آرگون و ۵ درصد هیدروژن در ۴۰۰ درجه سانتیگراد برای ۱ ساعت و عملیات حرارتی شیمیایی در جو نیتروژن در ۵۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ساعت، که توسط عملیات بر پایه آمونیاک ادامه پیدا می کند.

پس از عملیات حرارتی - شیمیایی، پوشش متبلور نیکل و نیکل بورید تولید می شود [۶۲]. محققان مشابه نیز مطالعاتی بر روی سیستم نیکل - فسفر و سیستم های نیکل - بور روی، زمینه فولاد و به خصوص تهیه زمینه آلومینیم که توسط یک لایه بیرونی از رسوب نیکل - فسفر محافظت می شد انجام دادند که منجر به سطحی صاف و ترکیب الکتروشیمیایی نجیب تر نسبت به نیکل - بور می شد [۶۳].

علاوه بر این رسوب نانو بلوری نیکل - بور الکترولس بر روی سطح فولاد نرم به منظور بهبود سایش و خواص مکانیکی رسوب ترکیب می شود.

موارد استفاده	انواع آلیاژ
محافظت از خوردگی	Ni-P, Ni-P-Mo, Ni-Sn-P, Co-P, Co-P-Mo, Ni-Cu-P
مقاومت سایشی	Ni-B, Ni-B-Tl, Ni-B-Mo, Ni-B-Sn, Co-P, Co-P-W, Co-B; Ni-P-SiC, Ni-P-WC
خاصیت مغناطیسی	Au-Ni, Au-Co; Ni-Co-P, Ni-Co-B, Ni-Fe-P
لحیم پذیری	Sn-Pb, Ni-P
حرارت پذیری بالا	Co-W-B, Ni-Re-P
عایق نفوذ	Ni-P

جدول ۱- مشخصات و انواع پوششهای آلیاژ فلزی غیر الکترولیتی

چند آلیاژی ها

روش الکتروولس یکی از فرآیندهای بسیار خوب برای پوششهای آلیاژی است. آلیاژهای سه تایی و چهار تایی نوشته شده به چند آلیاژی ها معروف هستند [۶۵] برخی از آلیاژهای نیکل-کبالت-فسفر، نیکل-کبالت-آهن-فسفر به دلیل خواص مغناطیسی عالی مورد استفاده قرار می گیرند. آلیاژ سه تایی نیکل - مس-فسفر (۱درصد مس) مقاومت در برابر خوردگی بالا و شکل پذیری بالایی در مقایسه با آلیاژ استاندارد نیکل-فسفر [۶۷،۶۶] دارد. آلیاژ سه تایی حاوی مولیبدن (نیکل - مولیبدن-بور) لحیم پذیری خوبی دارد (۱۷درصد مولیبدن، ۳درصد بور) و خواص غیر فرومغناطیس، آن را در صنعت الکترونیک بسیار مفید می سازد. آلیاژهای سه تایی تنگستن (۱۰درصد تنگستن) افزایش در سختی و مقاومت در برابر خوردگی نشان می دهند و آلیاژ قلع (۴۰درصد قلع) به عنوان ماده مقاوم به خوردگی اضافه می شود. به طور کلی، چند آلیاژها در جایی که مواد شیمیایی منحصر به فرد و مقاومت در برابر دمای بالا و یا خواص الکتریکی، مغناطیسی و غیر مغناطیسی مورد نیاز است استفاده می شوند.

آلیاژهای مختلف برای پوشش بر روی کاربردهای فیزیکی و مکانیکی موردنظر و انتخاب آلیاژ بستگی به نوع کاربردها و مسائل اقتصادی دارد. مشخصه رسوب آلیاژ الکتروولس و نوع پوشش آلیاژ فلزی در جدول ۱ خلاصه شده است. عنصر سوم در رسوب مشترک آبکاری نیکل-فسفر الکتروولس تحت تاثیر خواص پوشش است. گنجاندن مس یا قلع در نیکل-فسفر الکتروولس شرایط پایدار حرارتی آمورف را افزایش می دهد و هنگامی که مقدار مس در پوشش ۱۷/۲ درصد وزنی است موجب حفظ یک رفتار

پارامغناطیسی و بهبود مقاومت در برابر خوردگی [۶۸] می شود، رسوب نیکل - مس-فسفر بهترین عملکرد ضد خوردگی [۶۹] را دارد. علاوه بر این مس درسیستم نیکل - مس-فسفر انحلال نیکل را تسریع می بخشد و در نتیجه در غنی سازی لایه سطحی از عناصر فسفر و مس در پوشش اثرناپذیر نیکل و نفوذ Ni^{+2} به سوی محلول حجمی جلوگیری می کند و در نتیجه باعث افزایش مقاومت خوردگی پوشش نیکل - مس-فسفر می شود. این پوشش نه تنها برای تراکم گاز خروجی بلکه برای کاربرد بالقوه در مبدل حرارتی نیز استفاده می شود [۷۰].

علاوه بر این، رسوبات چند لایه هیبریدی در روی فولاد نرم نیکل - مس-فسفر-تیتانیوم خواص مکانیکی از جمله ضریب اصطکاک و نانو سختی را در مقایسه با آلیاژ نیکل - مس-فسفر افزایش می یابد. از این رو، این نوع از پوشش های چند لایه هیبریدی می تواند آینده خوبی برای بهبود همزمان مقاومت مکانیکی و خواص خوردگی [۷۱] داشته باشد.

همچنین افزودن قلع (۲-۱ درصد درصد وزنی) یا مس (۴-۳ درصد درصد وزنی) به فسفر درصد بالا دمای تبلور رسوب نیکل-فسفر الکتروولس آمورف را افزایش می دهد. یوان و همکاران [۷۲] موفق به ساخت نانوسیم آلیاژی نیکل-تنگستن-فسفر الکتروولس در مقیاس بزرگ و یکنواخت در یک غشای آلومینای آندی برای گزارش تراکم مغناطیسی شدند. علاوه بر این، اضافه کردن تنگستن به پوشش نیکل-فسفر به طور موثری پایداری حرارتی و خواص مکانیکی را افزایش می دهد.

همچنین مس یا قلع در حمام نیکل-تنگستن-فسفر منجر به رسوب چهارتایی نیکل-تنگستن-مس-فسفر و نیکل-تنگستن-

قلع- فسفر با افزایش تبلور [۷۵-۷۳] می شود. سیستم پوشش الکترولس نیکل- تنگستن- فسفر می تواند به عنوان یک ماده مطرح در مخزن ذخیره سازی که از حمله خورنده توسط بیودیزل محافظت می کند [۷۶] استفاده شود. در مطالعه دیگری، عملیات سطحی لیزر بر روی سیستم های نیکل- تنگستن- فسفر انجام شد که تولید یک فاز نیکل نانو بلوری و رسوب نیکل فسفید با ساختار آمورف می کرد. عملکرد خوردگی رسوبها تا حد زیادی با عملیات سطحی لیزر بهبود می یابد. انتخاب پارامترهای لیزر بستگی به ضخامت پوشش و خواص آلیاژ و غیره دارد [۷۷].

وانگ [۷۸] با استفاده از بوریک اسید و سدیم سترات به عنوان عامل کمپلکس آلیاژهای نیکل- آهن- فسفر را رسوب داد، او متوجه شد که حضور آهن سولفات در حمام اثر مهارکننده بر روی رسوب آلیاژ دارد و درصد آهن در رسوب هرگز افزایش نمی یابد. در واقع، مشاهده شد همواره کمتر از ۱۵/۶ درصد آهن موجود است که خواص مکانیکی پوشش را بهبود داده و درصد فسفر را کاهش می دهد. پوشش آلیاژ الکترولس سه تایی نیکل- روی- فسفر به عنوان نوع جدیدی از فلز پوشانی تحت ضربه استفاده می شود برای واکنش با لایه بدون سرب و Ni-8Zn-8P پایداری حرارتی بهتری از لایه پوشش نیکل- فسفر نشان می دهند.

این لایه سه تایی نیکل- روی- فسفر ممکن است یک جایگزین مرسوم به جای استفاده از لایه نیکل- فسفر و یا طلا یا نیکل فسفید برای کاربرد [UBM] به کار رود [۷۹]. دوهین و همکاران یک روش جدید به منظور تماس نیکل سیلیسید با آبکاری الکترولس، آلیاژهای نیکل(نیکل- فسفر، نیکل- تنگستن- فسفر، نیکل- تنگستن- بور) در نوع P سیلیس(۱۰۰) با استفاده از آمینو پروپایل تری توکسی سالین فعال شده با پالادیم سترات پیشنهاد دادند. آبکاری نیکل الکترولس می تواند برای توسعه نیکل سیلیسید (NiSi) این لایه ها استفاده شود.

رسوب الکترولس وسیلان مرتبط با فعالیت APTES می تواند از فاز مایع باشد، این فرایند نسبتا ساده است و نیازی به سیستم رسوب خلاء پیچیده ندارد در نتیجه راحت تر است و هزینه پایین تری نسبت به هنگامی که تبخیر و روش کندوپاش باشد دارد. با این وجود، بهینه سازی بیشتری برای به دست آوردن لایه با خواص بهبود یافته مورد نیاز است [۸۰] پانگ و همکاران یک فرایند برای پوشش نیکل- فسفر- کبالت الکترولس با استفاده از C- آمینو پروپایل تری توکسی سالین (APTES) محیا کردند که تداوم و یکنواختی پوششهای آلیاژی را بطور قابل توجهی بهبود می دهد. نرخ رسوب بستگی به نسبت غلظت نیکل سولفات به کبالت سولفات و غلظت سدیم هیپوفسفات و pH حمام آبکاری دارد و

مشخص شد که میزان آبکاری رسوب الکترولس نیکل- کبالت- فسفر نسبت به نرخ غلظت $\text{CO}^{+2} / \text{Ni}^{+2}$ افزایش می یابد.

افزایش غلظت سدیم هیپوفسفات و pH همچنین می تواند نرخ آبکاری را بالا ببرد و رسوب اولیه فاز آمورف نیکل- کبالت- فسفر با افزایش دمای بازپخت تبدیل به فاز بلوری شود. علاوه بر این، خاصیت مغناطیسی کامپوزیت بهتر از درصد کبالت در رسوب ها و افزایش درجه حرارت تصفیه است [۸۱].

روشی جدید به منظور کاهش هسته از دست رفته در آهن- ۳ درصد سیلیس در فولاد الکتریکی با آبکاری الکترولس ابداع شده است. این روش شامل آبکاری الکترولس یک لایه نازک مغناطیسی بر روی سطح فولاد الکتریکی است این لایه آمورف بی نظم بوده و متشکل از ۵۹-۵۶ درصد نیکل، ۳۵-۳۲ درصد کبالت و ۱۰-۸ درصد فسفر است.

با استفاده از پوشش الکترولس نیکل- کبالت- فسفر با ضخامت ۱ میکرو متر در ۰,۳ تسلا (چگالی شار مغناطیسی) کاهش هسته از دست رفته مجددا به دست می آید [۸۲].

چشم انداز آینده و نتایج

این مقاله مروری بر جنبه های کلی پوششهای نیکل الکترولس دارد و به طور خاص، روشهای تشکیل نیکل- فسفر یا بور الکترولس، چند آلیاژها و تاثیر آنها روی ویژگیهای پوشش، کاربردها و پیشرفتهای اخیر را بررسی کرده است. در آینده، آلیاژ جدید اضافه شده با پوشش نیکل الکترولس قادر به ایجاد خواص و مزایای جدید می شوند و همچنین برای پیشرفت آبکاری روی لایه های سخت (به عنوان مثال آلومینیم و منیزیم) به پوششهای ضخیم و نیز سازگار با محیط زیست برای برخی از کاربردها و کاهش استفاده مواد شیمیایی نیازمند کار بیشتر است.

علاوه بر این، گرفتن حداکثر بهره وری از حمام اهمیت زیادی دارد و کاهش هزینه آبکاری الکترولس روی پلاستیکهای استفاده شده برای صنایع خودرو و به حداقل رساندن ضایعات حمام، فن آوری آبکاری زیست محیطی تر مهم خواهد بود. خواص پوششهای نیکل الکترولس توسط عملیات سطحی مناسب بهبود می یابد (گرما، لیزر، و غیره) و با اختلاط عناصر مختلف (مس، تنگستن، و غیره) و ذرات (سیلیسیم کاربید، تیتانیا و غیره) توسط محققان این پوششها برای کاربردهای مختلف مناسب می گردند.

به عنوان سخن پایانی، آینده آبکاری الکترولس وابسته به نیازها و کاربردهای جدیدتر هم زمان با تغییر در فناوریهای آبکاری است.

منابع در سایت نشریه به آدرس www.irancoat.ir

در دسترس است.



گزینش مواد در صنعت

مترجم: مهندس محمدرضا نفری
 ناشر: انجمن خوردگی ایران
 سال انتشار: ۱۳۹۵
 تعداد صفحه: ۴۴۸
 تلفن سفارش: ۸۸۳۴۴۲۸۷

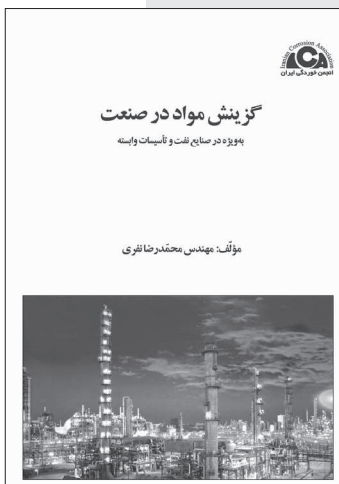
کتاب فوق گزینش مواد در صنعت به ویژه در صنایع نفت و تأسیسات وابسته را مورد بحث قرار داده و شامل مطالبی جامع در زمینه‌های زیر است:

- خوردگی فرایند پالایش نفت، واحدهای تقطیرخام و سرویس‌های جانبی
- کک سازی شاره و ترک خوردگی، کک سازی تأخیری، الکیل دار کردن، واحدهای گوگرد و عریان سازهای آب ترش
- هیدروسولفورزداها، تبدیل گرهای واکنشیاری، هیدروکراکرها و گازهای خروجی
- هیدروژن، متانل، تصفیه گاز، هیدرو الکیل دار کردن، بسپارش، فنل و تصفیه حلال
- لوله کشی زیر زمینی، تجهیزات تولید و مخازن
- گزینش مواد برای محیط خورنده
- پیشگیری از خوردگی با روش طراحی
- گزینش مواد، آزمون و ملاحظات طراحی و نیز ضمائم در زمینه راهنمای کلی گزینش مواد؛ قوانین حاکم برای مواد ساخت پالایشگاه، محاسبات فشار جزئی هیدروژن و جوش قوسی غوطه ای خط لوله است.

پوششهای اکسیدی نانو ساختار

تالیف: دکتر محمود علی اف خضرای، مهندس رضا بخشی، مهندس محمدحسین مرادی، دکتر علیرضا صبور روح اقدم
 سال نشر: ۱۳۹۴
 قیمت: ۳۵ هزار تومان
 تلفن سفارش: ۰۹۱۳۶۸۶۲۴۷۶

از پوششهای اکسیدی برای بهبود سختی سطح، مقاومت به خراش، عایق حرارتی و الکتریکی و همچنین برای کاهش اصطکاک استفاده می شود. پوشش اکسیدی نانو ساختار نیز عملکرد منحصر به فردی دارد. دو نوع فرآیند اکسیداسیون الکترولیتی وجود دارد: آندایز و اکسیداسیون پلاسمایی الکترولیتی. آندایز معمولی، یک فرآیند الکترولیتی و در ولتاژهای نسبتاً پایین می باشد. فرآیند اکسیداسیون پلاسمایی الکترولیتی مانند آندایز شروع می شود اما با جرقه زنی به پایان می رسد. خاصیت جرقه زنی، تبدیل لایه اکسیدی به یک پوشش سرامیکی بسیار سخت است. این کتاب مشتمل بر ده فصل می باشد و در آن به بررسی فرآیند اکسیداسیون پلاسمایی الکترولیتی، پوشش های نانو ساختار اکسیدی، مکانیزم پوشش دهی به روش اکسیداسیون پلاسمایی الکترولیتی، ریز ساختار پوشش ها، پوشش های نانو کامپوزیتی اکسیدی، بررسی جرقه ها در فرآیند اکسیداسیون پلاسمایی الکترولیتی، بررسی جریان و الکترولیت در فرآیند اکسیداسیون، بررسی پوشش ها به روش نشر صوتی، پوشش های نانو کامپوزیتی اکسیدی و رفتار سایشی پوشش های اکسیدی نانو ساختار پرداخته شده است.



تقویم همایشها و نمایشگاه‌های تخصصی

نهمین نمایشگاه بین‌المللی فناوری نانو

تهران، ۱۴ الی ۱۷ مهر / www.nano.ir

شانزدهمین نمایشگاه بین‌المللی صنعت

تهران، ۱۴ الی ۱۷ مهر

www.idro-fairs.com



چهارمین جشنواره صنعت آبکاری

جایزه پروفیسور کنعانی

تهران، ۵ آبان

www.ieia.ir

سیزدهمین کنفرانس مهندسی ساخت و تولید

تهران، ۱۹ الی ۲۱ آبان

www.icme2016.ir

نمایشگاه پوشش آسیای مرکزی

قزاقستان، آلماتی، ۱۹ الی ۲۰ آبان

www.coatings-group.com

گردهمایی تکنولوژی سطح

آمریکا، ۱۷ الی ۱۹ خرداد

www.nasfsurfin.com

هشتمین نمایشگاه بین‌المللی مواد شیمیایی، رنگ، رزین

و پوشش‌های صنعتی اصفهان

اصفهان، ۱۹ الی ۲۲ مرداد / www.isfahanpaint.ir

ناشر رسمی کتاب نمایشگاه: نشریه پوشش‌های سطحی

تلفن: ۲۲۷۴۸۸۱۲

کنفرانس انجمن بین‌المللی خوردگی

مصر، قاهره، ۱۶ الی ۱۸ شهریور

www.nace.org

نمایشگاه پوشش پاسیفیک آسیا

تایلند، بانکوک، ۳۱ شهریور الی ۲ مهر

www.coatings-group.com

کنفرانس و نمایشگاه سالانه آندایزینگ

کانادا، مونترال، ۱۳ الی ۱۵ مهر

www.anodizing.org

هفدمین نمایشگاه دستاوردهای پژوهش و فناوری کشور

تهران، ۲۵ الی ۲۸ آذر

www.iranfair.com

بیست و چهارمین نمایشگاه بین المللی

لوازم و چراغهای تزئینی

تهران، ۲۵ الی ۲۸ دی

www.iranfair.com

نمایشگاه طلا، نقره، جواهر، ساعت و صنایع وابسته

تهران، ۲۷ الی ۳۰ بهمن

www.iranfair.com

شانزدهمین نمایشگاه بین المللی محیط زیست

۷ الی ۱۰ اسفند

www.iranfair.com



نمایشگاه پوشش خاورمیانه

Middle East Coatings Show 2017

امارات، دبی، ۲۲ الی ۲۴ اسفند

www.coatings-group.com

نماینده فروش ایران: نشریه پوششهای سطحی

تلفن: ۲۲۸۷۴۳۴۲



نمایشگاه شیمی ترکیه

ترکیه، استانبول، ۲۰ الی ۲۲ آبان

www.chemshoweurasia.com

نهمین نمایشگاه بین المللی مواد شیمیایی، رنگ، رزین و

پوششهای صنعتی مشهد

مشهد، ۲۵ الی ۲۸ آبان / www.expo.ir

یازدهمین نمایشگاه بین المللی قطعات خودرو

لوازم و مجموعه های خودرو

تهران، ۲۶ الی ۲۹ آبان

www.idro-fairs.com

سیزدهمین نمایشگاه بین المللی متالورژی

تهران، ۲۶ الی ۲۹ آبان

www.iranmetafo.com

شانزدهمین نمایشگاه بین المللی لوازم خانگی

تهران، ۶ الی ۹ آذر / www.iexhap.ir

نمایشگاه آبکاری و مهندسی سطح چین

چین، گوانگجو، ۱۰ الی ۱۲ آذر / www.sfchina.net



شانزدهمین نمایشگاه بین المللی رنگ، رزین، پوششهای

صنعتی و کامپوزیت

تهران، ۱۶ الی ۱۹ آذر / www.ipcc.com

ناشر رسمی کتاب نمایشگاه: نشریه پوششهای سطحی

تلفن: ۲۲۸۵۳۶۸۰

Iran Surface Coatings

Special Issue: Message Plating

The Journal of Paint, Plating & Surface Finishing

June 2016

ISSN 2228-6268

Founder:

V.Aghajanian

Managing Director & Editor-in-Chief:

S.Fazlollahi

Editorial Board:

E.Hormozinejad

M.Shirazi

J.Hasan

H.Gorji khan

M.Taghipour

A. R. Reyhan

H. Navidi Zadeh

M. Darvish

Associate Editor:

S.Sanjari

Executive Manager:

S.Ghavidel

Computer & Internet:

P.Pirzadeh

Subscription:

S.Feizi

Art Director & Photographer:

F.khaleghi

Address:

P.O.Box: 16765-491, Tehran, Iran

Phone:

+98 21 22853680

Fax:

+98 21 22853681

Web Site:

www.irancoat.ir

info@irancoat.ir

Introduce:

Iran Surface Coatings Magazine is about paint, resin, plating, surface finishing & coatings industry.

This magazine published quarterly about 14 years. We have more than 4000 subscribers now.

According to executing of several in industrial and building projects, Iran is a proper place for production and consumption of various kinds of paints and coatings.

Because of special geographic condition for corrosion protection in different projects such as oil, gas and petrochemical specially in south area of the country, Iran uses different kinds of internal or imported paints for its consumptions.

Iran Surface Coatings Magazine with many subscribers is a suitable magazine for all foreign companies which are related to this industry, specially who are willing to introduce themselves in Iran marketing for cooperating and sharing.

Nikab Chemie Co

www.nikabchemie.com

The image shows the cover of the journal 'Pam Abkar' (Message Plating). The top section contains the journal's title in Persian and English, along with the ISSN number (2228-6268) and the website (www.irancoat.ir). The middle section features a chemical structure of a substituted benzene ring with various functional groups (H₃CO, R₁, R₂, OH, CH₂OH) and the title 'Nikab Shimi' (Chemical Nikab). The bottom section shows a hand pointing at a screen displaying a chemical structure, with a sunset background. At the very bottom, there is contact information for Nikab Chemie Co, including the website (www.nikabchemie.com), email (info@nikabchemie.com), and phone number (+98 21 22853680).