

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



آبکاری قلع روی برنج با جریان پالسی و بررسی خواص پوشش

مهدی قنبرپور¹، پروفسور ناصر توحیدی²، پروفسور سعید رضا الله کرم³

- 1- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
- 2- استاد دانشکده مهندسی مواد و متالورژی دانشکده های فنی دانشگاه تهران و دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج¹
- 3- استاد دانشکده مهندسی مواد و متالورژی دانشکده های فنی دانشگاه تهران

چکیده

پوشش های قلع به روش های مختلف از جمله روش آبکاری ایجاد می شوند. در این تحقیق آبکاری قلع به روش جریان پالسی انجام شد و خواص پوشش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می دهد که نحوه آماده سازی نمونه ها قبل از پوشش دهی نیز در میزان مقاومت به خوردگی بسیار موثر می باشد. آبکاری دو لایه (تکرار آبکاری) به دلیل بیشتر شدن ضخامت، باعث افزایش مقاومت به خوردگی می شود. ریزساختار پوشش قلع ایجاد شده به روش پالسی حاوی دانه های ریز و درشت در کنار هم است که شکل شان متمایل به کروی است. همچنین پوشش های پالسی از نظر یکنواختی و صافی سطح، شرایط خوبی داشته ولی از براقت کافی برخوردار نبوده و دارای ضخامت خیلی زیادی نیستند.

کلمات کلیدی: آبکاری پالسی، خوردگی، مورفولوژی، پوشش قلع، برنج

1 . ntowhidi@ut.ac.ir

مقدمه

قلع فلز نرمی است و با توجه به خصوصیات منحصر به فردش دارای کاربردهای متعددی است. قلع در حضور هوا در مقابل اسیدهای آلی و معدنی مقاومت محدودی دارد ولی اگر هوازدائی انجام شود، سرعت خوردگی اش کاهش می یابد. قلع نسبت به آب مقطر یا آب با سختی کم از مقاوم ترین عناصر است و محدودیت دمایی ندارد. قلع در آب حاوی کربنات ها، خوردگی با سرعت کم رخ می دهد. بعضی موارد در اثر تشکیل رسوبات کربناتی در خط لوله آب خوردگی موضعی رخ می دهد. خوردگی قلع در خاک شدیداً کم است. عامل بازدارنده تشکیل پوسته ای از نمک های بازی و اسیدی روی قلع می باشد. قلع در هوای خشک و تمیز خورده نمی شود و آسیب کمی می بیند زیرا فیلم های سطحی روی قلع تشکیل می شود که جاذب رطوبت نیست لذا در رطوبت نسبی بسیار زیاد، قلع خالص و آن هم با سرعت کم خورده می شود [1 تا 4].

قلع به روش های مختلفی مورد استفاده قرار میگیرد که یکی از آن روشها، آبکاری الکتریکی قلع روی فلزات مختلف است. در آبکاری الکتریکی، از طریق جریان برق لایه نازکی از قلع روی سطح فلز و یا آلیاژ رسوب داده میشود. این روش از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است زیرا فلزات و آلیاژ های مورد استفاده به عنوان زیرلایه و همچنین تجهیزات دیگری که در فرایند آبکاری مصرف میشوند، ارزان هستند. آبکاری الکتریکی از نظر نوع جریان به دو دسته جریان مستقیم و پالسی تقسیم می شود. در فرایند آبکاری جریان پالسی بر خلاف جریان مستقیم فرصتی فراهم می گردد تا بتوان با تغییر ولتاژ یا جریان، نتایج متفاوت به دست آورد. در بعضی از فلزات با روش آبکاری پالسی، میتوان به ساختار های رگه ای، چگالی سطحی بیشتر و مقاومت الکتریکی کم تر رسید. به علاوه، زمان مورد نیاز برای فرایند آبکاری تا 50 % کاهش می یابد. این ویژگی ها، موجب ایجاد سطوح پوشش مطلوب تری از طریق روش پالسی شده و در نتیجه کاربرد این روش به خصوص در صنعت الکترونیک ازدیاد پیدا کرده است. از دیدگاه صنعت، روش پالسی در آبکاری بیشتر فلزات، محصولی سخت تر و سطحی مقاوم تر ایجاد می کند [5 تا 8]. در این پژوهش آبکاری قلع با جریان پالسی بر روی آلیاژ برنج انجام شد و خواص مختلف پوشش مورد بررسی قرار گرفت.

مواد مصرفی و روش تحقیق

در این تحقیق زیرلایه، آلیاژ برنج 62/5 Cu - 37/5 Zn و حمام مورد استفاده، الکترولیت قلیایی بود. ترکیب حمام در جدول 2 آورده شده است.

جدول 1 ترکیب شیمیایی الکترولیت قلیایی

ترکیب محلول	محدوده غلظت (g/lit)
استفانات سدیم	105
هیدروکسید سدیم	10
قلع	42

نمونه‌ها قبل از آبکاری چربی زدایی و اسید شویی می شدند. چربی زدای مورد استفاده تشکیل شده بود از مخلوط سدیم کربنات و سدیم سیلیکات، اسید خطی، سدیم سیلیکات، سدیم پربورات و منو هیدرات، اندست 5 (الکل چرب اتوکسیله) 7 مول، سدیم دی اتیلن تری آمین پنتا متیلن فسفات، سدیم آکریلیک اسید / مالئیک اسید کاپلیمر، سلولز گام، تترا استیلن دی آمین، سدیم هیدروکسید. اسید شویی نیز با محلول اسید سولفوریک 15٪ انجام شد. آبکاری با روش جریان پالسی انجام شد. متغیرها برای تعیین میزان مقاومت به خوردگی عبارت بودند از: نحوه تمیزکاری، تک لایه یا دولایه (ضخیم تر) بودن. دما در 65 درجه تنظیم شد و زمان نیز 10 دقیقه در نظر گرفته شد.

پس از آبکاری، نحوه آماده سازی نمونه های پوشش داده شده برای انجام آزمایش خوردگی به صورت زیر بود: ابتدا سنباده زنی شد تا سطوحی صاف و مسطح داشته باشیم. مساحتی در حدود $105 \times 105 \text{ mm}^2$ جدا شد و بقیه سطح و همچنین پشت نمونه لاک زده شد. منطقه کوچکی از بالای نمونه که بدون پوشش بود نیز برای زدن گیره به خاطر اتصال داشتن، لاک زده نشد. آزمایشات خوردگی قلع با روش پلاریزاسیون و به توسط دستگاه Auto lab انجام شد. محلول $3/5 \text{ NaCl}$ درصد به عنوان محلول شبیه سازی خوردگی مورد استفاده قرار گرفت. سرعت جاروب پتانسیل 10 mV/Sec بود. الکتروود مرجع استفاده شده، Ag/AgCl و الکتروود کمکی (شمارنده) یک میله از جنس پلاتین خالص بود. برای تمام نمونه ها پتانسیل شروع -500 و $+500$ میلی ولت نسبت به الکتروود مرجع انتخاب شد. در ضمن قبل از شروع آزمایش به نمونه ها، حدود 25 دقیقه فرصت داده شد تا پتانسیل آنها پایدار شوند. همچنین برای انجام مطالعات میکروسکوپی، نمونه ای به ابعاد $1 \times 1 \text{ cm}^2$ را جدا کرده تا سطح و مقطع پوشش مورد بررسی قرار گیرد.

نتایج و بحث

برای تست خوردگی نمونه های پالسی، سه نمونه در نظر گرفته شده بود که شرایط آبکاری نمونه ها بدین صورت بود که نمونه اول مورد آماده سازی بهینه قرار گرفته بود یعنی هم چربی زدایی و هم اسیدشویی شده بود، همچنین نمونه اول (شکل 1) دولایه پوشش دهی شده بود به این صورت که ابتدا آبکاری شده بود و پس از فرجه زدن، برای دومین بار و با همان شرایط آبکاری انجام گرفته بود. در نمونه دوم نحوه آماده سازی مشابه نمونه اول بود ولی این نمونه یک مرتبه آبکاری شده بود. در نمونه سوم هیچ گونه تمیزکاری (نه اسیدشویی و نه چربی زدایی) انجام نشده بود، در واقع نمونه سوم برخلاف نمونه اول و دوم بدون آماده سازی بهینه بود. باقی شرایط نمونه اول مشابه نمونه دوم بود. از بین 3 نمودار مربوط به آزمایش پلاریزاسیون، یک نمودار آورده شده است زیرا دو نمودار دیگر شبیه نمونه 3 (شکل 1) بوده و فقط میزان i_{corr} آنها با هم متفاوت است که در محاسبه سرعت خوردگی لحاظ شده است. سرعت خوردگی نمونه اول به وسیله فرمول های 1 و 2 و با توجه جدول 1، محاسبه گردید.

$$CR = K_1 \frac{i_{\text{Corr}}}{\rho} EW \quad (1)$$

$$EW = \frac{M}{n} \quad (2)$$

جدول 1 واحدهای مورد استفاده در محاسبه سرعت خوردگی

Penetration Rate Unit (CR)	i_{corr} Unit	ρ Unit	K_1	Unit of K_1
mpy	$A/cm^2 \mu$	g/cm^3	0.1288	mpy $g/\mu A cm$
mm/yr ^b	A/cm^{2b}	g/cm^{3b}	327.2	mm kg/A m y
mm/yr ^b	$A/cm^2 \mu$	g/cm^3	3.27×10^{-3}	mpy $g/\mu A cm y$

CR : سرعت خوردگی

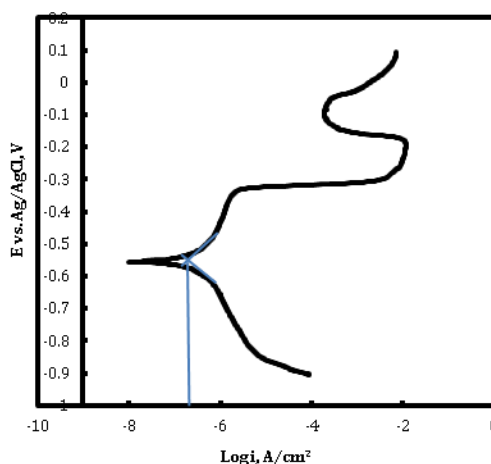
K_1 : ضریب ثابت

i_{corr} : جریان خوردگی

ρ : دانسیته جریان

EW : معادل الکتروشیمیایی

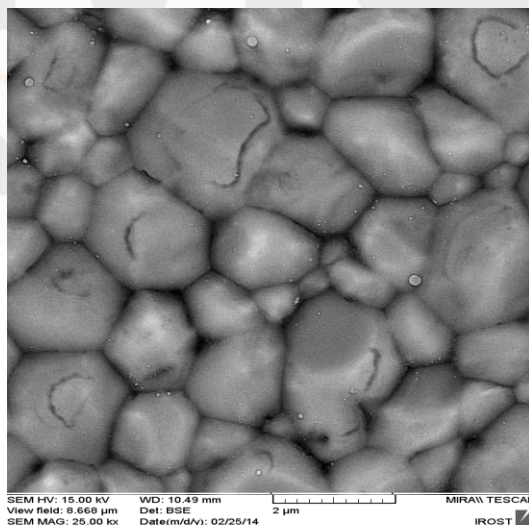
برای نمونه اول، i_{corr} مساوی $0.25 \mu A/cm^2$ است. EW نیز برای قلع چهار ظرفیتی برابر $29/67$ می باشد. چون برای i_{corr} از واحد $\mu A/cm^2$ استفاده شد لذا K_1 نیز برابر 0.1288 بود. با قرار دادن اعداد در فرمول مربوطه، سرعت خوردگی مساوی با $0.13 mpy$ شد. نمونه اول کمترین میزان سرعت خوردگی یعنی بهترین میزان مقاومت به خوردگی را دارد چرا که هم قبل از پوشش دهی تحت آماده سازی بهینه قرار گرفت و هم ضخامت بیشتری را نسبت به باقی نمونه ها دارا بود زیرا دو بار آبکاری شده بود.



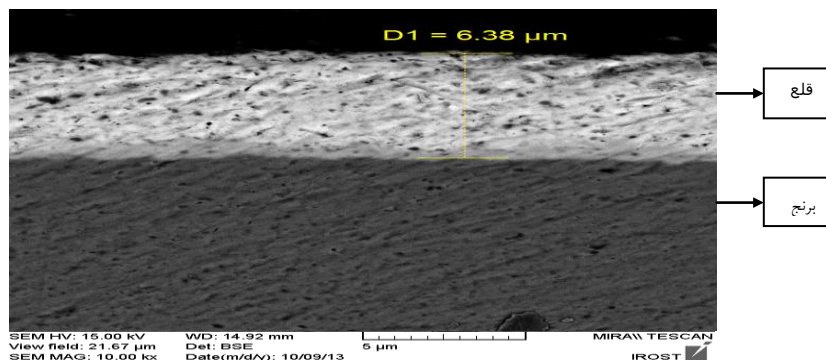
شکل 1 : نمودار خوردگی پوشش قلع در محیط 3/5٪ محلول آب نمک؛ شرایط پوشش دهی : آبکاری به روش جریان پالسی در دو مرحله بر روی نمونه ای که آماده سازی بهینه شده است

سرعت خوردگی نمونه دوم که از لحاظ آماده سازی مشابه نمونه اول بود ولی یک مرتبه آبکاری شده بود، برابر 0/16 mpy شد. سرعت خوردگی نمونه سوم برابر 0/26 mpy شد که بیشتر از نمونه دوم است. علت تفاوت در میزان مقاومت به خوردگی نمونه دوم و سوم به سبب تفاوتی است که در آماده سازی نمونه ها قبل از پوشش دهی وجود دارد؛ نمونه دوم قبل از پوشش دهی تحت آماده سازی بهینه قرار گرفت ولی نمونه سوم اینگونه نبود و آماده سازی بهینه نشد اما باقی شرایط در هر دو نمونه مشابه بود. همانطور که مشخص است مقاومت به خوردگی نمونه اول بیشتر از نمونه دوم بوده و نمونه دوم نیز از نمونه سوم بیشتر است. نتیجه می شود وقتی که آماده سازی بهینه روی نمونه انجام شده به سبب بهتر نشستن پوشش و موقعی که آبکاری دو مرحله ای انجام شده به علت ضخامت زیاد پوشش، سرعت خوردگی کاهش یافته و مقاومت به خوردگی بیشتر می شود. همچنین در شکل 1 مشاهده می شود که انتهای نمودار در بالا یک حالت برگشتی دارد که در آن قسمت، پوشش تماما خورده شده و به زیرلایه رسیده است.

مورفولوژی پوشش قلع ایجاد شده به روش پالسی از دانه های متمایل به کروی تشکیل شده است. شکل 1 ساختار میکروسکوپ الکترونی (SEM) پوشش قلع ایجاد شده به روش جریان پالسی در دو مرحله بر روی نمونه ای که آماده سازی بهینه شده است را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود ریزساختار حاوی دانه های ریز و درشت در کنار هم می باشد. در آبکاری پالسی، رسوب گذاری به دو فرایند اساسی بستگی دارد. فرایند اول سرعت جوانه زنی و فرایند دوم رشد دانه ها می باشد. در آبکاری پالسی هنگامی که در زمان خاموشی (قطع شدن جریان)، فرصت کافی برای ایجاد محل های مناسب برای جوانه زنی ایجاد می شود لذا به همین دلیل در بعضی از قسمت های پوشش مشاهده می شود که در یک منطقه کوچک چندین دانه به وجود آمده است. همچنین دانه های به وجود آمده در زمان روشن به رشد خود ادامه می دهند.



شکل 2: تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) سطح پوشش قلع، شرایط پوشش دهی: آبکاری به روش جریان پالسی در دو مرحله بر روی نمونه ای که آماده سازی بهینه شده است



شکل 3: تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) مقطع پوشش قلع، شرایط پوشش دهی: آبکاری به روش جریان پالسی در دو مرحله بر روی نمونه ای که آماده سازی بهینه شده است

شکل 3 تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) مقطع پوشش قلع ایجاد شده به روش جریان پالسی در دو مرحله بر روی نمونه ای که آماده سازی بهینه شده است را نشان می دهد. همچنان که مشاهده می شود که پوشش به دست آمده از روش پالسی از نظر یکنواختی و صافی سطح، شرایط خوبی دارد اما از براقت کافی برخوردار نیست. همچنین ضخامت پوشش برابر $6/38 \mu m$ ضخامت خیلی زیادی نیستند.

نتیجه گیری

1. نحوه آماده سازی نمونه ها قبل از پوشش دهی در مقاومت به خوردگی پوشش های پالسی بسیار موثر است. در نمونه ای که تحت آماده سازی بهینه قرار گرفته نسبت به نمونه بدون آماده سازی بهینه، سرعت خوردگی کاهش و مقاومت به خوردگی افزایش می یابد.
2. آبکاری دو لایه (از طریق تکرار آبکاری بعد از فرچه زدن روی پوشش اولی) که موجب افزایش ضخامت می شود نیز سرعت خوردگی را کاهش می دهد لذا مقاومت به خوردگی نیز افزایش می یابد.
3. مورفولوژی پوشش قلع ایجاد شده به روش پالسی از دانه های متمایل به کروی تشکیل شده است که حاوی دانه های ریز و درشت در کنار هم می باشد.
4. در آبکاری پالسی، در زمان خاموش فرصت کافی برای ایجاد محل های مناسب برای جوانه زنی ایجاد می شود که این از مزایای های روش پالسی است.
5. پوشش های پالسی از نظر یکنواختی و صافی سطح، شرایط خوبی داشته ولی از براقت کافی برخوردار نیستند. همچنین پوشش های پالسی دارای ضخامت خیلی زیادی نیستند.

منابع

1. ASM; Metals Handbook; Vol.2, 9th Ed., 1988, PP. 517
2. FredrickA. Lowenheim;"Electroplating" ;American Electroplates Society;Mc. Graw Hill; 1978, PP. 300
3. ASM; Metals Handbook;Vol. 5, 2006, PP. 38 , 839
4. Ernest S.Hedges; "Tin and its alloys"; Edward Arnold Ltd., 1961,PP. 78
5. www.jalapardazan.com
6. G. A. Kokorinetal. : "Electron-microscopic stady of the influence of adsorption of surfactantson the crystallization of electrolytic tin deposits" , Sov. Elec. ; Vol. 20 , No. 7 , 1982 , PP. 881
7. Neveu B , Lallemand F , Poupon G , Mekhalif Z. Electrodeposition of Pb-free Sn alloys in pulsed current. Appl Surf Sci 2006 ; 252: PP. 3561-73
8. Joseph S , Phatak GJ. Effect of additives on the coelectrodeposition of Sn-Ag-Cu lead-free solder composition. Mater Sci Eng B 2010; 168: PP. 219-23

iMat
Conference 2014