

## بررسی اثر دما و زمان بر ضخامت پوشش کروم تشکیل شده بر روی زیر لایه ی پلیمری

فاطمه السادات فردوسی<sup>۱</sup>، مهدی دیواندری، علیرضا خاوندی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی، گروه مواد، دانشگاه علم و صنعت ایران

۲- دانشیار، دانشکده مهندسی، گروه مواد، دانشگاه علم و صنعت ایران

۳- دانشیار، دانشکده مهندسی، گروه مواد، دانشگاه علم و صنعت ایران

### چکیده:

در سال های اخیر فوم های فلزی به شدت مورد توجه قرار گرفته اند. در میان روش های متعدد تولید فوم های فلزی، روش رسوب دهی الکتریکی روی زیر لایه ی پلیمری به علت ایجاد ساختاری یکنواخت و قابل پیش بینی اهمیت ویژه ای دارد. از سوی دیگر پوشش های کروم به دلیل خواصی منحصر به فرد همچون مقاومت به سایش و خوردگی و استحکام و سختی بالا کاربردهای متعددی داشته اند. در این تحقیق تلاش شده تا با استفاده از روش آبکاری الکتریکی، پوشش کروم بر روی فوم پلیمری که به کمک لایه ای از پوشش مس رسانا شده، نشانده شود و تأثیر متغیرهایی همچون دما و زمان آبکاری بر ضخامت پوشش تشکیل شده مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به نتایج بدست آمده افزایش زمان باعث افزایش ضخامت رسوب می شود در حالیکه ضخامت بهینه در دمای پایین تر بدست می آید.

کلمات کلیدی: فوم فلزی، آبکاری کروم، دما، زمان، نرخ رسوب

### ۱-مقدمه:

فوم های فلزی به عنوان خانواده ای جدید از مواد سبک به تازگی مورد توجه بسیاری از صنایع و تولید کنندگان قرار گرفته اند [۱]. درواقع فوم های فلزی ترکیبی از مقدار زیادی تخلخل و سطح هستند که به علت دارا بودن افت فشار اصطکاکی پایین و هدایت حرارتی خوب توانایی فراهم نمودن یک نگهدارنده جالب توجه برای رسوب کاتالیزها را دارند [۲]. و به دلیل داشتن خواص منحصر به فرد مکانیکی و قابلیت جذب انرژی بالا در گستره وسیعی از کاربردهای مهندسی استفاده می شوند [۳]. از کاربردهای

<sup>1</sup>Email: F86\_im@yahoo.com

دیگر فوم های فلزی می توان استفاده در پیل های سوختی، الکترودهای متخلخل در باتری های بارش دنی، ترکیبات الکتریکی، کاتالیست های الکتروشیمیایی، قابلیت جذب انرژی، مبدل های حرارتی، فیلتر و برخی دیگر از پروسه های الکتروشیمیایی را نام برد [۴ و ۵].

آبکاری کروم به طور گسترده در بسیاری از شاخه های مدرن صنعتی کاربرد دارد [۶]. پوشش کروم خواص شگفت آوری مثل مقاومت به سایش و خوردگی، سختی بالا و ضریب اصطکاک پایین را دارا است. مطالعه بر روی رفتار تقلیل دهنده های الکتریکی محلول آبی  $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$  به علت کاربردهای پر اهمیت آن ها در صنایع زینتی و حفاظتی از اهمیت ویژه ای برخوردار است [۷ و ۹]. فیلم های اکسیدی کروم که جاذبه زینتی دارد در صنعت اتومبیل مورد استفاده قرار می گیرد. اخیرا در صنایع اتومبیل سازی تمایل به استفاده از پوشش های کروم به علت وزن کم و بازده سوخت بالاتر افزایش یافته و این امر نیاز به توسعه پوشش دهی کروم روی سطوح نارسا را افزایش می دهد [۱۰]. در این تحقیق تلاش شده تا ضمن تولید فوم کرومی به روش رسوب دهی الکتریکی روی زیر لایه پلیمری، تأثیر متغیرهایی مثل دما و زمان آبکاری الکتریکی روی ضخامت رسوب کروم ایجاد شده، مورد بررسی قرار گیرد.

## ۲- مواد و آزمایش ها:

در این تحقیق از فوم پلیمری سلول باز استفاده شد. فوم پلیمری به منظور چربی زدایی به مدت ۱۵ دقیقه در اتانول غوطه ور شد و پس از شست و شو با آب مقطر و طی مراحل حساس سازی در حمام الکترولس مس به مدت ۶۰ دقیقه قرار داده شد. ترکیب شیمیایی حمام الکترولس در جدول ۱ ذکر شده است. پس از رسانا سازی فوم پلیمری، نمونه ها در ابعاد  $3 \times 3 \times 1 \text{ cm}^3$  بریده شده و در حمام الکترولیز مس آبکاری الکتریکی شدند و فوم های مسی بدست آمدند. فوم های پوشش داده شده با مس به مدت ۱۰ دقیقه در اتانول غوطه ور شدند تا چربی زدایی صورت گیرد سپس در محلول آبکاری الکتریکی کروم که ترکیب آن در جدول ۲ آمده است، قرار داده شدند. روش آماده سازی الکترولیت کروم به این صورت است که ابتدا 500ml آب مقطر در بشر ریخته شده و سپس اسید کرومیک به آرامی به آن اضافه می شود و پس از انحلال کامل آن مقدار  $2/5 \text{ g/L}$  سولفوریک اسید وزن شده و به محلول اضافه می شود و سپس با افزودن آب مقطر حجم محلول به ۱ لیتر رسانده می شود.

برای آبکاری الکتریکی کروم آند حل نشونده از جنس آلیاژ سرب که حدود ۵٪ قلع دارد مورد استفاده قرار می گیرد و فوم پلیمری که توسط پوشش مسی رسانا شده نقش کاتد را ایفا می کند. شدت جریان به کار گرفته شده در این آزمایش 9A است. و نمونه ها تحت دماهای ۳۰ و ۴۰ و ۵۵ درجه سانتی گراد و زمان های ۲ و ۵ و ۱۰ و ۱۵ دقیقه آبکاری الکتریکی شدند. سپس فوم های بدست آمده

مقطع زده و مانت سرد شدند و مراحل آماده سازی متالوگرافی، سمپاده زنی و پولیش روی آنها انجام گرفت و به کمک عکس های حاصل از میکروسکوپ نوری و با استفاده از نرم افزار Clemex Vision PE ضخامت پوشش کروم تشکیل شده اندازه گیری شد.

جدول ۱- ترکیب حمام الکترولس مس

| غلظت  | نماد شیمیایی      | اجزای تشکیل دهنده حمام الکترولس |
|-------|-------------------|---------------------------------|
| 12g/L | CuSO <sub>4</sub> | سولفات مس                       |
| 42g/L | EDTA              | اتیلن دی آمین تترا استیک        |
| 3g/L  | HCHO              | فرمالدهید                       |
| 12g/L | NaOH              | هیدروکسید سدیم                  |

جدول ۲- ترکیب حمام آبکاری الکتریکی کروم

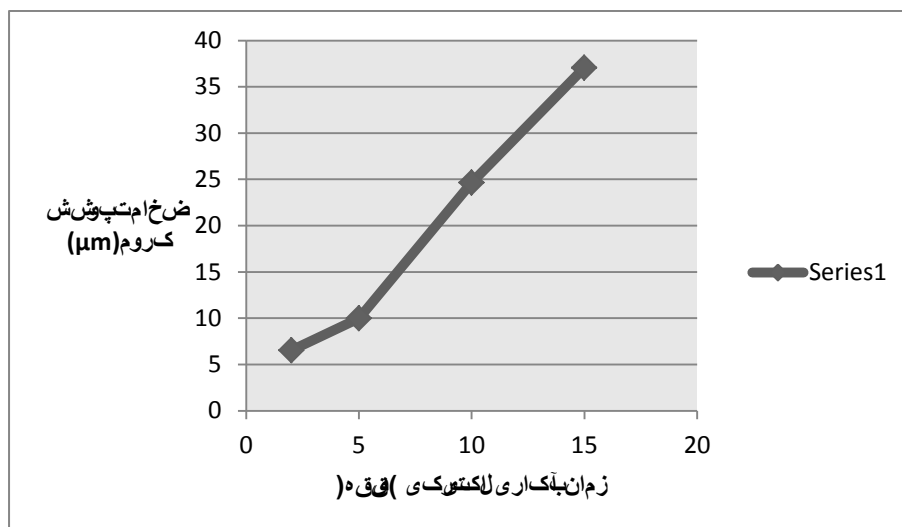
| غلظت   | نماد شیمیایی                   | ترکیب الکترولیت کروم |
|--------|--------------------------------|----------------------|
| 250g/L | HCrO <sub>3</sub>              | اسید کرومیک          |
| 2/5g/l | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | اسید سولفوریک        |

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- اثر زمان بر ضخامت پوشش کروم

به منظور بررسی اثر زمان بر ضخامت پوشش کروم نمونه هایی در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد و با اعمال شدت جریان 9A در زمان های متفاوت آبکاری شدند. همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، با افزایش زمان آبکاری، ضخامت پوشش کروم تشکیل شده افزایش می یابد در واقع با افزایش زمان آبکاری یون های کروم فرصت بیش تری برای احیا شدن و نشستن

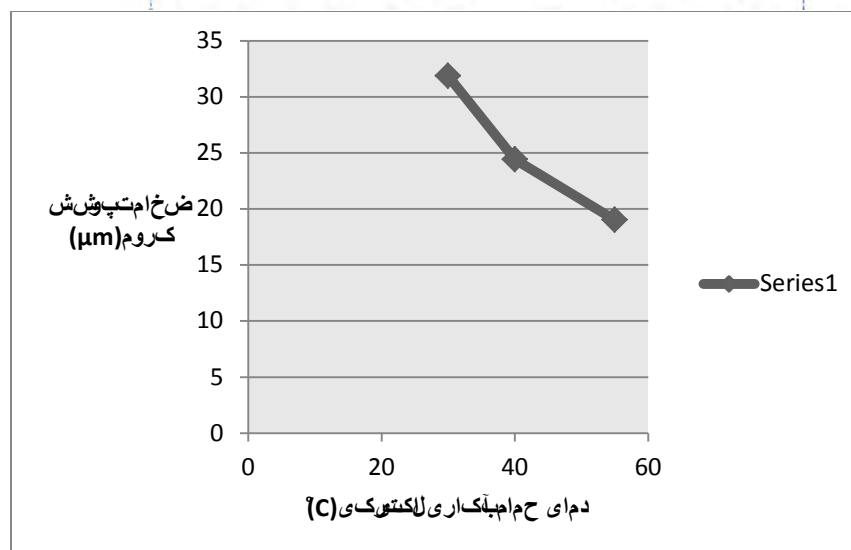
روی کاتد مسی پیدا می کنند، در نتیجه ضخامت پوشش تشکیل شده روی فوم مسی با گذشت زمان بیش تر می شود و بیش ترین ضخامت با گذشت زمان ۱۵ دقیقه از آبکاری بدست می آید.



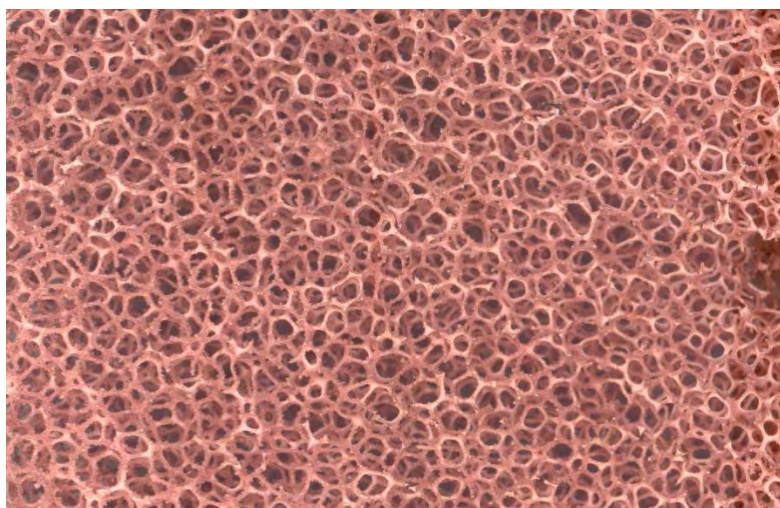
شکل ۱- تأثیر زمان آبکاری الکتریکی بر ضخامت پوشش کروم، شدت جریان 9A و دما ۳۵ درجه سانتی گراد.

### ۳-۲- اثر دما بر ضخامت پوشش کروم

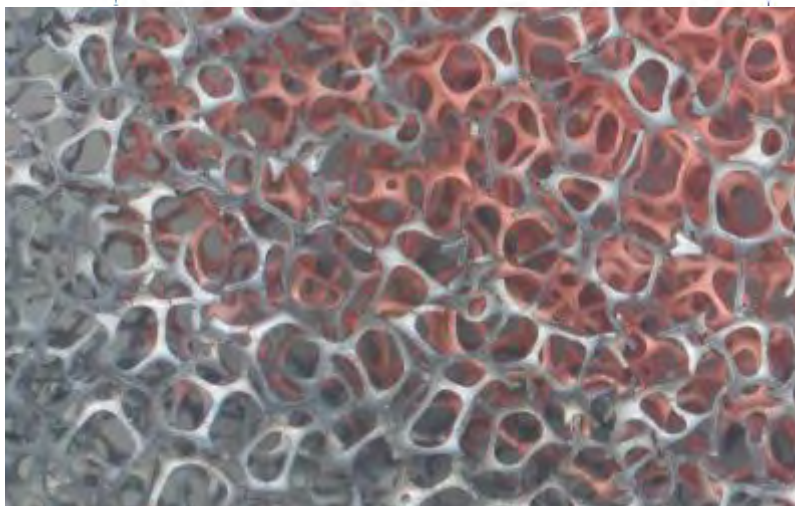
به منظور بررسی تأثیر تغییرات دما بر ضخامت پوشش کروم نمونه هایی تحت شدت جریان 9A و به مدت زمان ۱۰ دقیقه، در دماهای متفاوت آبکاری الکتریکی شدند. همان طور که در شکل ۲ نشان داده شده با افزایش دمای آبکاری الکتریکی، ضخامت پوشش کرومی تشکیل شده روی فوم پلیمری رسانا شده با مس، کم تر شده است. در واقع دمای محلول هم روی هدایت و هم روی چگالی جریان لازم جهت آبکاری اثر می گذارد. با توجه به محدود بودن توان سیستم آبکاری کروم در درجه حرارت پایین تر مطلوب تر است. در نتیجه با افزایش دمای محلول الکترولیت تا ۵۵ درجه سانتی گراد، ضخامت پوشش کرومی تشکیل شده، کاهش می یابد. رسوب هایی که در دمای پایین بدست می آیند درخشان و خیلی سخت هستند و ساختار دانه ریز دارند ولی با افزایش دما رسوب هایی با سختی کم تر و دانه های بزرگ تر به وجود می آیند.



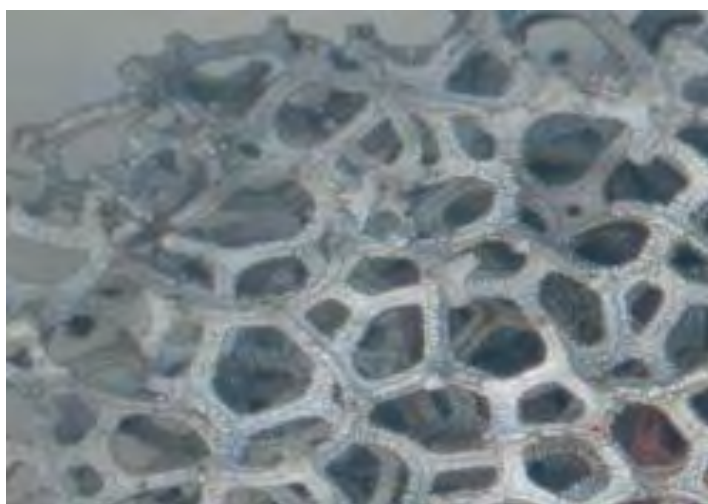
شکل ۲- تأثیر تغییرات دمای حمام آبکاری بر ضخامت پوشش کروم، شدت جریان 9A و زمان آبکاری: ۱۰ دقیقه.



شکل ۳- تصویر میکروسکوپی فوم مسی که توسط لایه نشانی به روش آبکاری روی فوم پلیمری بدست آمده است.



شکل ۴- تصویر ماکروسکوپی پوشش کرومی ایجاد شده روی فوم پلیمری که با مس رسانا شده است.



شکل ۵- تصویر ماکروسکوپی فوم کرومی تولید شده به روش لایه نشانی الکتریکی بر زیرلایه ی پلیمری

#### ۴- نتیجه گیری

با توجه به انتخاب مواد اولیه، شرایط آزمایش و نتایج بدست آمده، تولید فوم کرومی با موفقیت انجام پذیرفت و پوشش کروم با ضخامت مناسب بدست آمد.

با افزایش زمان آبکاری الکتریکی کروم، ضخامت پوشش کرومی تشکیل شده روی فوم مورد نظر افزایش یافت.

با افزایش دمای محلول الکترولیت کروم و با توجه به محدود بودن توان سیستم و اثر آن روی هدایت محلول، ضخامت پوشش ایجاد شده کاهش پیدا نمود.

## ۵-مراجع

- [۱]. دیواندری مهدی، گلپایگانی علیرضا، شاهوردی حمیدرضا، "فوم های فلزی"، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۵.
- [2]. S. Calvo, D. Beugre, M. Crine, A. Léonard, P. Marchot, D. Toye, "Phase distribution measurements in metallic foam packing using X-ray radiography and micro-tomography", Chemical Engineering and Processing 48 (2009) 1030–1039.
- [3]. Q. Pang, Z.Y. Xiu G.H. Wu, L.T. Jiang, D.L. Sun, Z.L. Hu, "Synthesis and properties of open-cell Ni–Cr–Fe–Al alloy foams by pack co-deposition process", Journal of Materials Processing Technology 212 (2012) 2219– 2227.
- [4]. Q. Pang, G.H. Wu, Z.Y. Xiu, G.Q. Chen, D.L. Sun, "Synthesis and mechanical properties of open-cell Ni–Fe–Cr foams", Materials Science and Engineering A 534 (2012) 699–706.
- [5]. Mohamed Shehata Aly, Abdulhakim Almajid, Satoshi Nakano, Shojiro Ochiai, "Fracture of open cell copper foams under tension", Materials Science and Engineering A 519 (2009) 211–213.
- [6]. P. Baraldi , E. Soragni , C. Fontanesi , V. Ganzerli, "On the kinetics of chromium electrodeposition on copper electrodes", Journal of Alloys and Compounds 317–318 (2001) 612–618.
- [7]. Roberto Giovanardi, Ercole Soragni, Claudio Fontanesi, Valentina De Renzi, Umberto Del Pennino, Maria Luisa Foresti, "On the electroreduction mechanism of Cr(VI) aqueous solutions on iron and copper cathodes", Journal of Electroanalytical Chemistry 576 (2005) 243–252.
- [8]. V.S. Protsenko , F.I. Danilov, V.O. Gordiienko, S.C. Kwon, M. Kim, J.Y. Lee, "Electrodeposition of hard nanocrystalline chrome from aqueous sulfate trivalent chromium bath", Thin Solid Films 520 (2011) 380– 383.
- [9]. Catherine M. Cotell, James A. Sprague, Fred A. Smidt, "Electrodeposition processes", ASM Handbook, 1994, vol 5.

- [10]. C.N. Tharamani, Noor Shahina Begum, S.M. Mayanna, “Electroless deposition and characterization of Cr-P alloys”, Materials Chemistry and Physics 83 (2004) 278–283.