

## بررسی تأثیر نوع آنیون‌ها و دمای الکترولیت بر مورفولوژی سطحی

### لایه‌های حاصل از آبکاری الکتریکی

شعبانی راد، محمدجواد؛ گشتاسبی راد، محمد

گروه فیزیک، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان

#### چکیده

در این تحقیق تأثیر عواملی چون نوع آنیون‌ها و دمای الکترولیت در روش آبکاری الکتریکی بر مورفولوژی سطحی مورد بررسی قرار گرفته است. در ابتدای تحقیق، آماده سازی سطح زیر لایه‌ها برای انجام عملیات آبکاری تا کاهش ناهمواری‌های زیر لایه‌های مسی به میزان  $20\text{ nm}$  صورت پذیرفته و سپس تأثیر عوامل فوق مورد آزمایش قرار گرفت. در تجزیه و تحلیل مورفولوژی سطحی لایه‌های حاصل، از تصاویر و داده‌های آماری میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) استفاده شده است. با توجه به نتایج به دست آمده، نوع آنیون‌های به کار برده شده در الکترولیت به طور قابل توجهی بر ساختار و مورفولوژی سطحی لایه آبکاری شده تأثیر می‌گذارد. و مشخص گردید که با افزایش دما، ناهمواری‌های سطحی به دلیل افزایش یون‌های فلزی بر روی کاتد افزایش می‌یابد.

## The effect of anion type and temperature of electrolyte on the surface morphology of Layers obtained from electroplating

Shabani Rad, Mohammad Javad; Goshtasbi Rad, Mohammad

Department of Physics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan

#### Abstract

*In this study, the effect of anions type and temperature of electrolyte on the surface morphology in the method of electroplating has been studied. At the beginning of the study, surface preparation for the plating operations to reduce the surface roughness of the copper substrates to about 20 nm carried out and the effect of these factors was tested. In the analysis of surface morphology, from images and atomic force microscopy data has been used. According to the results, anions type that used in electrolyte, have a significantly effect on the structure and surface morphology of layers and it was found that, with increase of temperature, due to the increasing of metal ions on cathode, the surface roughness has been increased.*

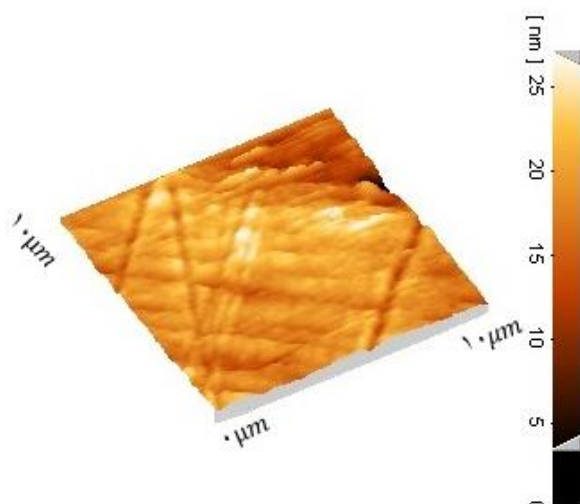
PACS No. ۶۸

توجه به اینکه آبکاری الکتریکی روشی مقرون به صرفه و نسبتاً ساده برای پوشش‌دهی فلزات می‌باشد در این تحقیق، چگونگی تأثیر عوامل مؤثر در آبکاری الکتریکی بر مورفولوژی سطحی لایه‌های حاصل از آبکاری الکتریکی مورد بررسی می‌باشد [۲۱]. مورفولوژی سطحی وابسته به شرایط آبکاری می‌باشد بنابراین با

#### مقدمه

ایجاد پوشش‌های فلزی با سطوحی صاف همواره مورد توجه صاحبان صنایع بوده است. از پوشش‌های کاملاً صاف برای کاهش مقاومت سایشی و یا کاهش مقاومت در مقابل حرکت سیالات، بویژه لوله‌های انتقال نفت و مواد پالایشگاهی استفاده می‌شود. با

میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) که در تجزیه و تحلیل مورفولوژی سطحی لایه‌های آبکاری شده مورد استفاده قرار گرفته است یکی از چند کاربرد دستگاه میکروسکوپ پروپ رویشی (SPM)، مدل DS-95-50E، ساخت کمپانی DME موجود در گروه فیزیک دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد. پس از آماده‌سازی سطح زیرلایه‌ها از نمونه‌های حاصل برای تعیین میزان پستی و بلندی سطح، تصاویر AFM تهیه شد. در شکل (۱) تصویر AFM از زیرلایه‌ی مسی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱: تصویر میکروسکوپ نیروی اتمی از زیرلایه مسی پس از آماده‌سازی

پارامترهای اندازه‌گیری شده توسط میکروسکوپ نیروی اتمی عبارتند از:  $S_y$ : اختلاف ارتفاع پایتترین نقطه روی سطح با بالاترین نقطه،  $S_a$ : میانگین انحراف از مقدار میانگین ارتفاع (انحراف از میانگین حسابی)،  $S_q$ : میزان پراکندگی داده‌ها از مقدار میانگین ارتفاع سطح (انحراف از ریشه میانگین مربعی داده‌ها)،  $S_{dr}$ : نسبت مساحت ناحیه به مساحت ناحیه‌ای معادل آن ولی با سطحی کاملاً صاف است و  $S_{ds}$ : تعداد قله‌ها در واحد سطح (میکرومتر مربع) می‌باشد [۹].

تغییر شرایط، شکل سطح نیز می‌تواند تغییر کند. شکل‌گیری سطح لایه در روش آبکاری الکتریکی تحت تأثیر وزن و اندازه آنیون‌ها می‌باشد که چنین عاملی بطور مستقیم روی چسبندگی محلول آبکاری و قابلیت پخش یون‌ها تأثیر می‌گذارد. اگر محلول آبکاری دارای یون‌هایی با اندازه‌های مولکولی بزرگ (مثل یون‌های سولفات) باشد به محض اعمال اختلاف پتانسیل به الکترودها، یون‌های فلزی به سمت کاتد حرکت کرده و آنیون‌ها نیز به سمت آند حرکت می‌کنند که به علت بزرگی اندازه، آنیون‌ها به یکدیگر برخورد کرده و باعث پراکندگی یکدیگر می‌شوند این امر باعث می‌شود که یون‌های فلزی به طور یکنواخت روی سطح زیرلایه جذب شوند و سطحی هموار تولید شود بالعکس برای آنیون‌هایی با اندازه‌های کوچک (مثل یون‌های کلراید)، سطحی ناهوار تولید می‌شود [۳ و ۴].

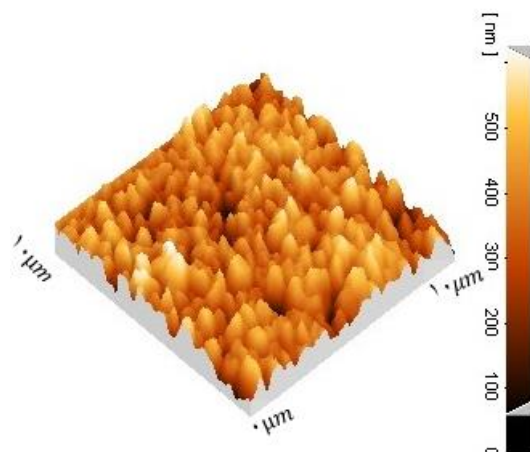
افزایش دمای محلول به طور کلی ناهمواری‌های سطحی را افزایش می‌دهد. فلزاتی که دمای ذوب پایینی دارند در آبکاری آن‌ها با افزایش دما، دانه‌های بزرگ تولید می‌شود که این امر به علت افزایش تهیه‌ی یون‌های فلزی و همچنین افزایش فاصله پخش سطحی یون‌های خنثی شده روی سطح زیرلایه می‌باشد [۳ و ۴].

### مواد و روش تحقیق

در این تحقیق از ورق‌های نورد شده‌ی مسی با ضخامت ۱mm و

طول و عرض ۲cm×۱cm برای انجام عملیات آبکاری استفاده شد. در ابتدا برای صاف کردن سطح زیرلایه از سمباده‌های کاغذی از جنس سیلیسیم کاربید با شماره‌های ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، و ۲۵۰۰ استفاده شد و پس از این مرحله برای صیقل دادن نهایی نمونه‌ها از دستگاه پولیش و خمیر الماس با دانه‌های ۰/۲۵μm استفاده شد و برای خشک کردن نمونه‌ها پس از اسیدشویی، گاز نیتروژن مورد استفاده قرار گرفت [۶ و ۷ و ۸].

نمک‌های استفاده شده در این تحقیق عبارتند از کبالت کلراید، مس کلراید و مس سولفات و برای ثابت کردن pH در مقادیر خاص از اسید کلریدریک و اسید سولفوریک استفاده شده است.



(ب)

شکل ۲: لایه‌های الکترولیتی از جنس مس، تولید شده در حمام‌های حاوی (الف) آنیون‌های کلراید و (ب) آنیون‌های سولفات

در جدول ۳ پارامترهای به دست آمده توسط میکروسکوپ نیروی اتمی را مشاهده می‌کنید.

جدول ۳: پارامترهای بیانگر میزان ناهمواری سطحی در بررسی نوع آنیون

نمونه	$S_y$ (nm)	$S_a$ (nm)	$S_q$ (nm)	$S_{dr}$ (%)	$S_{ds}$ ( $\mu m^{-2}$ )
الف	۹۱۱	۱۰۶	۱۳۲	۳۴	۵/۱
ب	۶۷۵	۷۷/۱	۹۷/۶	۳۳/۵	۴/۲۳

با توجه به داده‌های جدول ۳ مشاهده می‌شود که سطح لایه مسی ایجاد شده در الکترولیتی که حاوی آنیون‌های سولفات بوده هموارتر می‌باشد و سطوح ایجاد شده توسط آنیون‌های کلراید ناهموار می‌باشند.

### اثر دما

در حمامی حاوی نمک کبالت کلراید در دماهای (الف)  $20^{\circ}C$  و (ب)  $50^{\circ}C$ ، آبکاری فلز کبالت انجام شد شرایط حمام آبکاری در جدول ۴ آمده است.

در جدول ۱ داده‌های آماری AFM را برای زیرلایه مسی مشاهده می‌کنید.

جدول ۱: پارامترهای بیانگر میزان ناهمواری سطحی زیرلایه مسی

$S_y$ (nm)	$S_z$ (nm)	$S_q$ (nm)	$S_{dr}$ (%)	$S_{ds}$ ( $\mu m^{-2}$ )
۲۹/۱	۲۳/۴	۲/۹۹	۰/۲۹	۷۱/۰

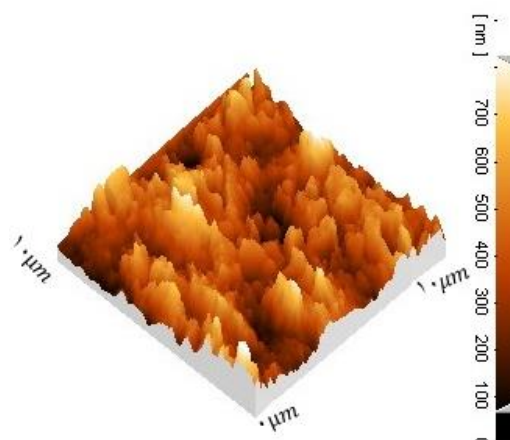
### اثر نوع آنیون

در بررسی این عامل از آبکاری فلز مس استفاده شد برای این منظور از دو محلول آبکاری حاوی نمک‌های مس کلراید و مس سولفات برای آبکاری مس استفاده شده است. شرایط آبکاری در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲: شرایط حمام برای آبکاری مس

۵۰	چگالی جریان (میلی آمپر بر سانتی‌متر مربع)
۰/۵	غلظت الکترولیت (مولار)
۱	ضخامت لایه آبکاری (میکرومتر)
۲	pH
۲۵	دما (درجه سانتی‌گراد)
۵	فاصله الکترودها (سانتی‌متر)

شکل ۲ تصاویر AFM لایه‌های حاصل از حمام‌های حاوی (الف) آنیون‌های کلراید و (ب) آنیون‌های سولفات را نشان می‌دهد.



(الف)

جدول ۵: پارامترهای بیانگر میزان ناهمواری سطحی در بررسی اثر دما

نمونه	$S_y$ (nm)	$S_a$ (nm)	$S_q$ (nm)	$S_{dr}$ (%)	$S_{ds}$ ( $\mu m^{-2}$ )
الف	۳۲۵	۲۶/۲	۳۴/۱	۶/۷۶	۸/۷۵
ب	۸۵۶	۳۳/۸	۴۷/۹	۱۲/۸	۸/۹۱

با توجه به اطلاعات جدول ۵ مشاهده می شود که تعداد قله ها در واحد سطح تغییر چندانی در اثر تغییر دما نداشته است.

### نتیجه گیری

با توجه به اطلاعات به دست آمده مشاهده می شود که استفاده از نمک های تشکیل شده از آنیون ها با اندازه مولکولی نسبتاً بزرگ، سطوح هموارتری را در آبکاری الکتریکی نتیجه می دهد و همچنین افزایش دمای محلول آبکاری باعث افزایش در دانه بندی رسوب فلزی و در نتیجه آن افزایش ناهمواری های سطحی می شود.

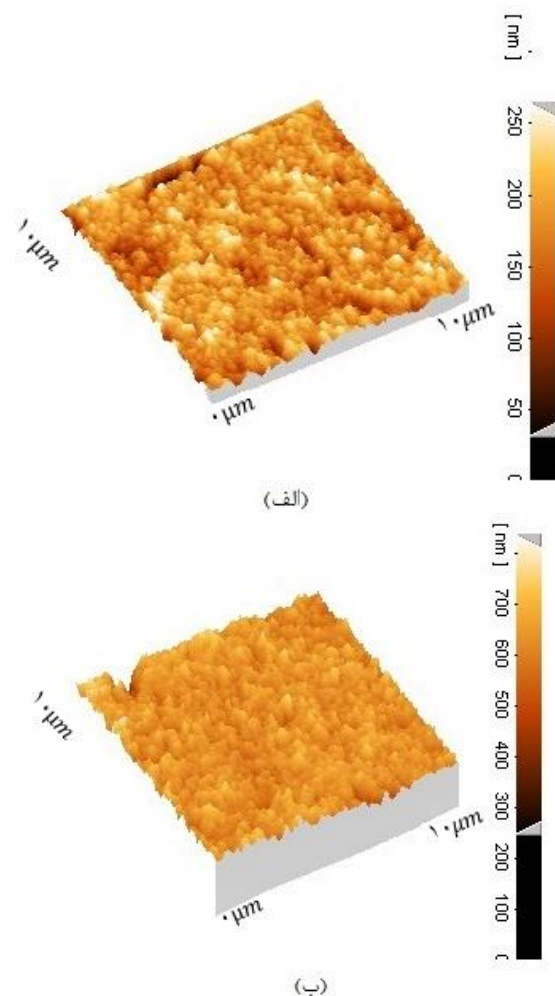
### مرجع ها

- [۱] پازنده، ح؛ الکروشیمی برای مهندسين، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۱۱۵-۱۳۷۱.
- [۲] بشارت، ا؛ مهندسی آبکاری فلزات، انتشارات صانعی، صفحه ۶۰-۱، (۱۳۸۰).
- [۳] ترنت، ای. ام؛ آبکاری فلزات، ترجمه ی مجد نیا ف، خواجه نصیری ن، انتشارات زبان تصویر، صفحه ۱۱۵-۱۳۸۴.
- [۴] Watanabe, T., Nano-Plating., Second ed., Elsevier, Tokyo, Japan, pp.97-109, (2004).
- [۵] Kanani, N., Electroplating., First ed., Elsevier, pp. 1-20, (2004).
- [۶] Asm Handbook., Surface Engineering., Volume 5., United State of America., pp. 741-745, (1994).
- [۷] Asm Handbook., Surface Engineering., Volume 5., United State of America., pp. 361-367, (1994).
- [۸] Asm Handbook., Surface Engineering., Volume 5., pp 13-26, (1994).
- [۹] Maganov., S.N., Whangbo., M.H., Surface Analysis With STM and AFM., VCH., pp. 31-41, (1992).

جدول ۴: شرایط حمام برای آبکاری کبالت و بررسی اثر دما

۴۰	چگالی جریان (میلی آمپر بر سانتی متر مربع)
۰/۵	غلظت الکترولیت (مولار)
۲	ضخامت لایه آبکاری (میکرومتر)
۴	pH
۵	فاصله الکترودها (سانتی متر)

در شکل ۳ تصاویر AFM حاصل از بررسی دمای محلول آبکاری بر روی مورفولوژی لایه حاصل از آبکاری مشاهده می شود.



شکل ۳. تأثیر دما بر مورفولوژی سطحی الف) ۲۰ °C ب) ۵۰ °C

در جدول ۵ پارامترهای مربوط به مورفولوژی سطحی لایه های آبکاری شده را مشاهده می کنید.

Surf and download all data from SID.ir: [www.SID.ir](http://www.SID.ir)

Translate via STRS.ir: [www.STRS.ir](http://www.STRS.ir)

Follow our scientific posts via our Blog: [www.sid.ir/blog](http://www.sid.ir/blog)

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: [www.sid.ir/workshop](http://www.sid.ir/workshop)