

صنعت آبکاری

فصلنامه آموزشی، خبری و پژوهشی

Electroplating Industry Magazine

سال بیست و پنجم - بهار ۹۷ - ۱۰۸ صفحه - ۴۰۰۰ تومان

۸۷

۸۷

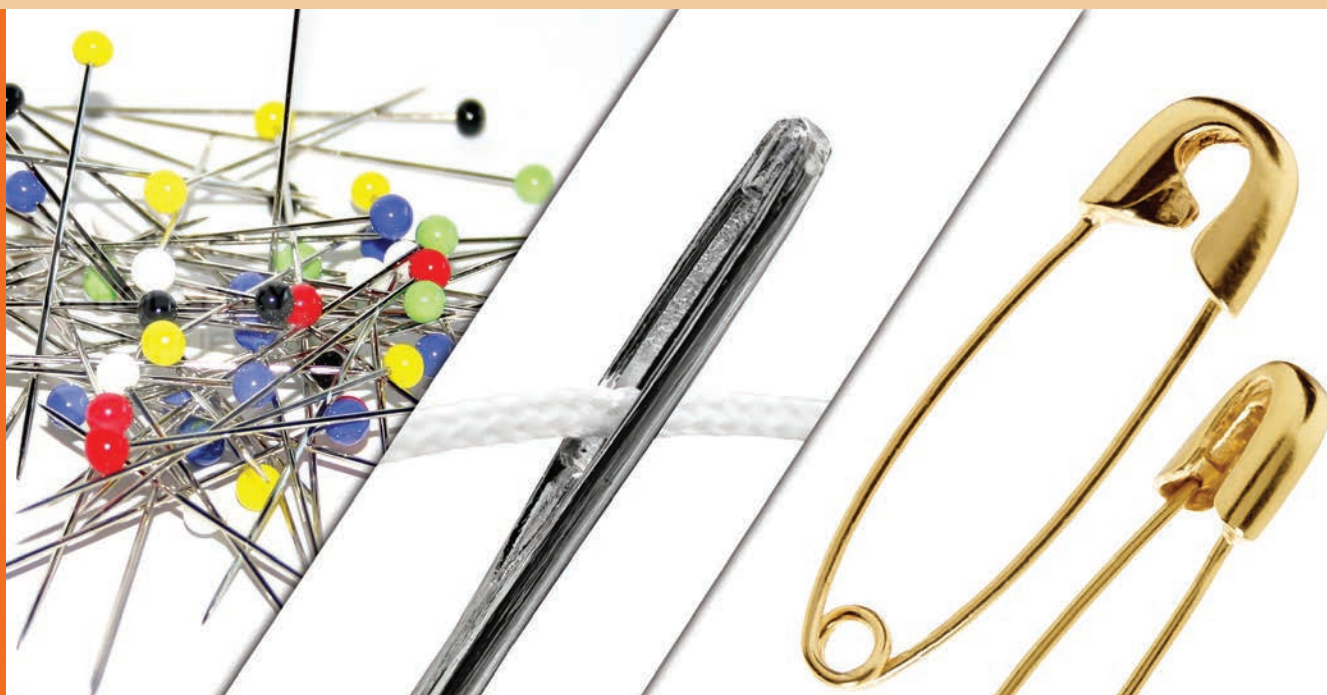
صنعت آبکاری

مطالب این شماره:

- فناوری بلاک چین
- پیشرفت های اخیر در تکنولوژی سیانورزدایی
- مروری بر اصول و کاربردهای پوشش الکتروفور تیک
- آبکاری الکتریکی پوشش های چند لایه های Ni-P/Zn-Ni

گزارش اصلی

آبکاری و سنجاق



شرکت آرنوس

صنعت آبکاری

نشریه صنعت آبکاری

NOKIAN

شرکت نوبیان

نیکل گستر
Nickel Gostar
شرکت نیکل گستر

گروه کارخانجات آبکاری عارفی
Arefi Plating Factory

NSV

شرکت نیک صنعت ونداد

CANNING

کارخانه آبکاری کانینگ

Minaco

صنایع آبکاری مینا



شرکت نیکاب شیمی



شرکت شیمیایی جهاناب

برها

خوبها

نیکل گستر



نیکل گستر متخصص آبکاری است.
 نیکل گستر متخصص الکتروفریتیک است.
 نیکل گستر پیرسنگ تخصصی دارد.
 نیکل گستر آرامیگاه تخصصی دارد.

نیکل گستر
Nickel Gostar
 مواد اولیه، تجهیزات و دانش آبکاری، تصفیه آب و پساب



نشانی: تهران، میدان رسالت، پشت مسجد رسول، خیابان کریمی، پلاک ۲۰، واحد ۱ و ۴ کد پستی: ۱۶۷۶۶۵۳۸۱۴
 تلفن: ۷۷۲۴۰۶۲۲ - ۷۷۲۴۰۶۲۳ - ۷۷۸۰۷۳۰۲ - ۷۷۲۴۷۶۷۹ - ۷۷۲۴۷۶۸۰ - ۷۷۲۴۷۶۸۵ - ۷۷۲۴۷۶۹۰ - ۷۷۲۴۷۶۹۵
 فکس: ۷۷۲۴۱۵۹
 تلفن همراه: ۰۹۱۲۸۴۴۸۷۵۳ - ۰۹۱۲۳۸۰۶۸۹۰
 سرویس پیامک: ۱۰۰۰۰۱۲۳۱۰۰۰۰
 وب سایت: www.nickelgostar.com
 پست الکترونیک: info@nickelgostar.com





Made in Turkey
Since 1970



افزودنی های انواع پروسه های آبکاری 
مواد و تجهیزات خطوط الکترو فورتیک 

تنها نماینده انحصاری و دفتر مرکزی
Galvano Mondo ترکیه در ایران

واردات - تولید - توزیع

نیکل گستار
Nickel Gostar



مواد اولیه، تجهیزات و دانش آبکاری، تصفیه آب و پساب



نشانی: تهران، میدان رسالت، پشت مسجد رسول، خیابان کریمی، پلاک ۲۰، واحد ۴۰۱ کد پستی: ۱۶۷۶۶۵۳۸۱۴
تلفن: ۷۷۲۴۷۶۹۵ - ۷۷۲۴۷۶۹۰ - ۷۷۲۴۷۶۸۵ - ۷۷۲۴۷۶۸۰ - ۷۷۲۴۷۶۷۹ - ۷۷۸۰۷۳۰۲ - ۷۷۲۴۰۶۲۳ - ۷۷۲۴۰۶۲۲
فکس: ۷۷۲۴۴۱۵۹
تلفن همراه: ۰۹۱۲۸۴۴۸۷۵۳ - ۰۹۱۲۳۸۰۶۸۹۰
سرویس پیامک: ۱۰۰۰۰۱۲۳۱۰۰۰۰
وب سایت: www.nickelgostar.com
پست الکترونیک: info@nickelgostar.com



گروه کارخانجات آبراری عارفی

Arefi Plating Group



محصولات



نماینده انحصاری نمد

GAZI KEÇE

چسب نمد محصول مشترک آلمان و ترکیه

فرچه کنفی Sisal Polish

انواع مواد و افزودنی های آبراری





علمی آموخته ایم، حرفه ای عمل کرده ایم

پوشش دهی بر روی انواع فلز بر اساس استانداردهای بین المللی

الکترولس نیکل، نیکل، کروم، نیکل دو بل، مس، گالوانیزه آلیاژی و...

آبکاری قلع بر اساس استاندارد ASTM B545

الکتروپولیش انواع استیل

توانایی اجرای انواع آبکاری بر اساس نیاز مشتری

مشاوره، راه اندازی و نظارت بر واحدهای آبکاری

پرداختکاری سطوح انواع فولاد و آلومینیوم

واردات و عرضه مواد شیمیایی و آبکاری

ارائه خدمات علمی مشاوره ای

خدمات ما

ارتباط با ما

دفتر مرکزی: تهران، تهرانپارس، جاده دماوند،

کوچه بعد از معاینه فنی خودرو

بن بست سورفیران پلاک ۱۴۷

کدپستی: ۱۷۴۶۷۳۸۵۱۱

☎ ۷۷۷۰۴۱۰۹-۷۷۷۰۴۱۳۹

☎ ۷۷۷۴۴۷۸۷

☎ ۰۹۳۷۳۰۳۲۹۷۷

✉ Info@arefi.co

آخرین خبرها در وبسایت ما

WWW.AREFI.CO

آبکاری تخصصی

قلع بر روی انواع سر سیم به صورت قرقره

قلع و نقره اتصالات مسی تابلوهای برق

PVD

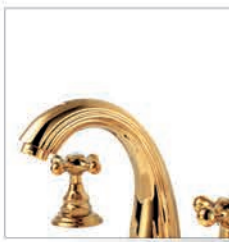
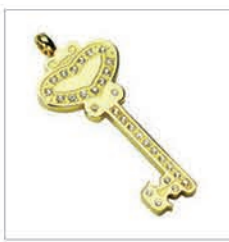
Titanium Coating



درخشش بی سابقه کالای شما!

- سیستم آبکاری در خلاً
- مقاوم در برابر خط و خش و سایش
- مقاوم در برابر رطوبت
- مقاوم در برابر شوینده ها
- کیفیت و دوام فوق العاده

ایران برنز استیل با بیش از
۴۵ سال سابقه در آبکاری و تولید



این نوع پوشش دهی که تکنولوژی جدید آبکاری می باشد به سیستم پوشش دهی فیزیکی در خلأ یا آبکاری در خلأ نیز معروف است. در این نوع از پوشش دهی لایه ای از فلز تارگت (هدف) که معمولاً تیتانیوم Ti، زیرکانیوم Zr، کرم Cr و... می باشد را با ایجاد خلأ و ایجاد قوس های الکتریکی بصورت بخار در آورده و با ایجاد جریان الکتریکی DC و در نتیجه بدست آوردن محیط پلاسما توسط گازهای خنثی و سایر گازها بصورت فیزیکی لایه نشانی می کند که از کیفیت بسیار بالا و مقاومت بالا در برابر خط و خش و رطوبت و سایش و شوینده های شیمیایی برخوردار است. با استفاده از این تکنولوژی پیشرفته شرکت ایران برنز استیل محصولات کلاس A خود را با ۲۵ سال گارانتی به بازار ارائه می نماید.

تعدادی از صنایع مرتبط:

این سیستم پوشش دهی که قابل استفاده بر روی استیل، برنج و تمامی فلزات، سرامیک، کریستال، شیشه، آینه و پلاستیک می باشد امروزه در صنایع و محصولات بسیاری از جمله: زیورآلات، شیرآلات، سرامیک، کاشی، لوستر سازی، کریستال، اجناس دکوراتیو، دستگیره پلاک، درب و یراق آلات ساختمانی، اتصالات، صنایع مرتبط با آشپزخانه، ظروف، ساعت سازی، موبایل، صنایع خودرو سازی، رینگ ماشین و تزئینات داخلی و خارجی خودرو و لوازم منزل، قاشق و چنگال، لوازم جراحی و پزشکی و دندان پزشکی، ابزار آلات، ابزار برش، مته ها و فرز ها، اسباب بازی ها، لوازم آرایشی بهداشتی، کیف و کفش و کمر بند، صنایع کامپیوتر و رادیویی و سخت کاری قالب ها و ... کاربرد فراوان دارد و کشورهای پیشرفته از این تکنولوژی در تولید محصولات خود استفاده می نمایند.

این شرکت دارای نمایندگی انحصاری فروش ماشین آلات بوده و آماده همکاری و مشاوره، خدمات پیمانکاری و فروش ماشین آلات و لوازم یدکی می باشد.

حتماً مقایسه نمایید!

جهت کسب اطلاعات بیشتر

با شماره تلفن: ۳-۷۷۸۷۶۱۱۲ و همراه: ۰۹۱۲۳۰۶۶۲۰۳ تماس حاصل فرمایید.

تولید کننده پیشرو ترکیبات فلزات گرانبها

Ag Silver	Ru Ruthenium	Pt Platinum
Rh Rhodium	Pd Palladium	Au Gold



نمکها، ترکیبات و افزودنی های آبکاری فلزات قیمتی :

- نمک های طلا (کلرید طلا، سیانور طلا، پتاسیم سیانید مضاعف طلا و پتاسیم تترا سیانید طلا)
- نمک های نقره (نیترات نقره خالص و فوق خالص، سیانور نقره و پتاسیم سیانید مضاعف نقره)
- نمک های پالادیوم (کلرید پالادیوم و آمونیوم هگزا کلرو پالادات)
- نمک های پلاتین (هگزا کلرو پلاتینیک اسید و پتاسیم هگزا کلرو پلاتینات)

محلول ها و افزودنی های آبکاری طلا (آبکاری لحظه ای طلا، آبکاری میکرونی طلا، آبکاری آلیاژی طلا، و آبکاری طلا مستقیما بر روی استیل)

محلول ها و افزودنی های آبکاری نقره (آبکاری نقره براق و آبکاری میکرونی نقره)

محلول ها و افزودنی های آبکاری پالادیوم، رودیوم و پلاتین (آبکاری زیور آلات و کاربردهای خاص)

محلول ها و افزودنی های آبکاری پاششی و برآش (طلا، نقره، و سایر فلزات قیمتی و نیمه قیمتی)

محلول ها، نمک ها و افزودنی های الکتروفرمینگ طلا، نقره و مس

راه اندازی خطوط آبکاری فلزات قیمتی و نیمه قیمتی
تامین تجهیزات و مواد شیمیایی آبکاری فلزات قیمتی و نیمه قیمتی
مشاوره و آموزش آبکاری فلزات قیمتی و نیمه قیمتی

آدرس کارخانه و دفتر :

زنجان، شهرک صنعتی خرمدره، خیابان نگین ۹، قطعه ۲، شرکت یاسین شیمی ققنوس
تلفن : ۰۲۴۳۵۵۸۲۱۰۶-۹ موبایل : ۰۹۱۲۷۴۳۳۳۷۴ فاکس : ۰۲۱۴۲۶۹۵۸۰۱

وبسایت : www.pychemistry.com

ایمیل : h.babaei@pychemistry.com



ETIS Plant Engineering

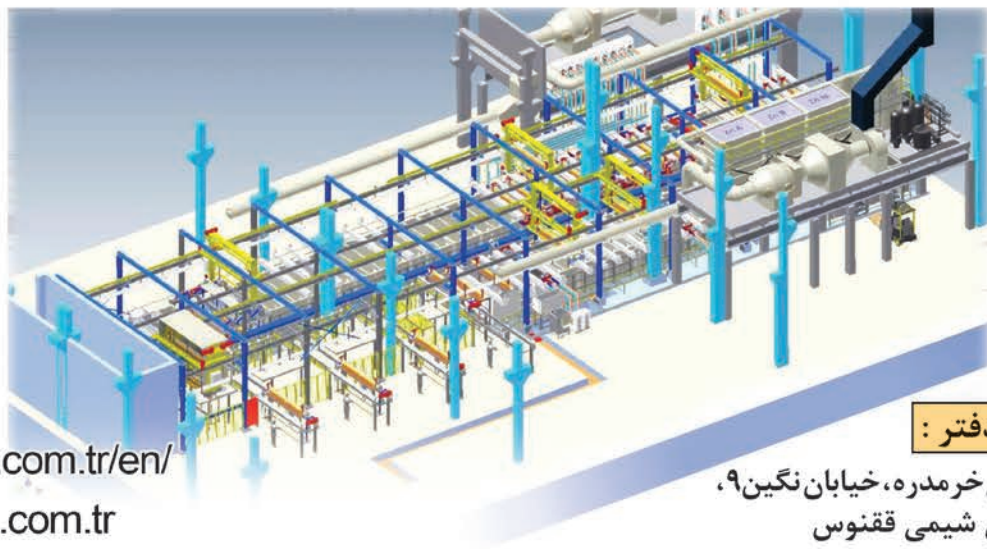
سیستمها و خطوط کلید- روشن برای انجام آبکاری الکتریکی شامل:

• گالوانیزه و گالوانیزه آلیاژی (خطوط ثابت - گردان و سیستمهای سانتریفیوژ Dip-Spin)

• مس، نیکل، کرم و آبکاری بر روی پلاستیک

• آندایزینگ (تیپ ۱ و ۲) و کرومات

• کرم سخت، فسفات، سیاه کاری، مس و نیکل شیمیایی، الکترو پولیشینگ و KTL (الکترو کوتینگ)



ETIS Ltd.

www.etis.com.tr/en/

etis@etis.com.tr

Tel: +90 (0) 224 483 3535

Fax: +90 (0) 224 483 3633

HOSAB 8. Cd. , 9, TR-16370, Bursa – Turkey

آدرس کارخانه و دفتر:

زنجان، شهرک صنعتی خرمدره، خیابان نگین ۹،
قطعه ۲، شرکت یاسین شیمی ققنوس

فکس: ۰۲۱۴۲۶۹۵۸۰۱ تلفن: ۰۹-۰۲۴۳۵۵۸۲۱۰۶ موبایل: ۰۹۱۲۷۴۳۳۳۷۴

وبسایت: www.pychemistry.com

ایمیل: h.babaei@pychemistry.com



Made in France



www.azinfelezpooshsh.com

فیلتراسیون با استفاده از ۷ کارتریج



مخزن کربن اکتیو برای تصفیه آسان محلول



صافی دیسکی با ۵۴ پلیت



کارتریج قابل شستشو برای عملکرد بهتر و سرعت شستشوی بالاتر با سطح ۵ متر مربع



فیلتر S50

با موتورهای مگنتیک M200, M250 با ظرفیت فیلتراسیون تا 25M3/H

فیلتر L51

با موتورهای مگنتیک M200 M140 M100 با ظرفیت 18M3/H



آذین فلز پوشش نمایندگی انحصاری فیلترهای ابکاری سبک فرانسه در ایران

azinfelezpooshsh

02155259092-3

09121218768



www.azinfelezpooshesh.com



سازنده انواع وانهای PP,PVC,PE
با استفاده از تکنولوژی روز آلمان



سازنده دستگاه های التراسونیک
با استفاده از تکنولوژی آلمان



با ۵ سال گارانتی بی قید و شرط

شرکت آذین فلز پوشش تولید کننده انواع وانهای آبکاری از
جنس PP,PVC,PE و همچنین دستگاههای چربی گیری التراسونیک

www.azinfelezpooshesh.com

یک تخصص



COVENTYA

فعالیت منحصر بفرد شما نیازمند راه حل های منحصر

یک فهرست کامل محصولات ضد زنگ قابل تطبیق خود را در کیفیت

می تواند رضایت مشتریان گرامی ما را جلب نماید. بدین دلیل متخصصین

در همه مراحل خط آبکاری راه حل



روی - کبالت 0.8 %

ZETAFOR

• کاربرد مستقیم روی قطعات ریخته گری شده



روی - آهن 0.6 %

PERFORMA 269 - 260

• ضد زنگ
• پذیرا کروماته مشکی

۳_ کروماته (CR⁶)

و پاسیویته (CR³)



کروماته ۳ ظرفیتی (CR³)

• زرد و مشکی
• آبی و نقره ای



کروماته ۶ ظرفیتی (CR⁶)

• زرد و سبز
• مشکی

FINIDIP 100
LANTHANE TRIAZUR
AQUAVERT ZINTHIUM
FINIDIP 300 / 500

۴_ پوشش های حفاظتی بعد از آبکاری و پاسیویته



FINITION BS

• ضد سایش
• باید همراه با کروماته ها یا مراحل دیگر
پوشش های حفاظتی بعد از آبکاری استفاده شود



FINIGARD / ZINTHIUM / LANTHANE

• ضد زنگ
• ضد سایش
• مقاومت در برابر دمای بالا
• مقاومت بالا در کاربرد صنعتی
• قابلیت خود ترمیمی

شرکت زر پوشش مهر

نماینده انحصاری شرکت COVENTYA ساخت فرانسه

آدرس: جاده ساوه، شهرک صنعتی چهار دانگه خیابان بیست و یکم
پایین تر از میدان تجارت خیابان دانش جنوبی، خیابان ۲۲/۵ غربی (برق)
پلاک ۴۹ و ۵۱

تلفن: ۵۵۲۷۴۱۶۰ - تلفکس: ۵۵۲۷۴۱۶۱
۰۹۱۲۳۸۷۸۶۵۸ - ۰۹۱۲۱۹۸۴۲۳۱ - ۰۹۱۲۱۸۳۳۳۹۲

zpm_ltd@yahoo.com

بفرد می باشد. شرکت COVENTYA در اثر دارا بودن

نتیجه نهایی شریک می داند. فقط استمرار در پیشرفت فن آوری

شرکت COVENTYA با امکانپذیر ساختن جلوگیری از آلاینده های اصلی

برای مشکلات زمان حال ارائه می دهد.

۱_ آماده سازی



محصولات چربیگیری

PRELIK/PRESOL

1000 + AB , 7000 , 1700 □□□

فرآیند های جدید مناسب برای محیط زیست:

- DCO ضعیف
- بدون ترکیب دهنده های خطرناک برای محیط زیست
- بدون مشتقات NONYLPHENOL (نونیل فنول)



تمیز کننده / فعال ساز

PICKLANE

چربیگیری در اسید کلرید ریک

۲_ انواع آبکاری روی (گالوانیزه)



روی سیانور
کاربرد آسان

ALCYON



روی قلیایی بدون سیانور

OKLANE - OKLANE STAR - KALANE - PRIMION

- توزیع یکنواخت فلز
- مقاومت بالای ضد زنگ
- حفاظت از محیط زیست



روی اسیدی

ZETAPLUS - ZETANIUM

- لایه پوشش براق و تزئینی
- پذیرا کروماته آبی
- کاربرد به عنوان لایه زیر برای آبکاری صنعتی



روی - نیکل 6-8% , 12-15%
ZINALC - PERFORMA 280.5

- مقاومت بالای ضد زنگ
- پذیرا دمای بالا
- انعطاف پذیری بسیار بالا
- عدم اثر شکنندگی در آهن
- ادغام با آلومینیوم

شرکت اشلوتر آلمان دارای یکی از بزرگترین و فعالترین مراکز تحقیقاتی آبکاری در دنیا

شرکت اشلوتر آلمان در صد و پنجمین سالگرد تاسیس خود، اقدام به افتتاح یکی از مدرن ترین خطوط پابلوت آبکاری در جهان به ارزش بیش از یک میلیون یورو نموده است. این خط دارای بیش از ۵۰ نوع محلول آبکاری متنوع به منظور تحقیق، آموزش و نمونه زنی در وان هایی به حجم ۴۰۰ لیتر می باشد.

الکترولس نیکل و نیکل تفلون

پروسه های آبکاری گالوانیزه آلیاژی

آبکاری کروم سه ظرفیتی

آبکاری قلع و آلیاژ های آن

آبکاری نقره و آنتی تارنیش

خط کامل آبکاری پلاستیک

انواع عملیات تکمیلی

انواع فرآیند های آبکاری مس

انواع آبکاری نیکل و نیکل تریپلکس



شرکت ایران بورد الکترونیک به عنوان نمایندگی رسمی **Umicore** در ایران ، سولفات نیکل اصل بلژیک واردات کرده و آماده ی تحویل به صنایع آبکاری کشور و همکاران می باشد

- دارای تأییده ی آنالیز شیمیایی
- شماره سریال جهت اطمینان از اصالت کالا
- قیمت و کیفیت مناسب

به صورت کلی و جزئی



Nickel Sulfate

شرکت ایران بورد الکترونیک به عنوان نمایندگی رسمی **DTH** آلمان ، اقدام به واردات مستقیم اسید کرومیک قزاقستان نموده و آماده ی تحویل به صنایع محترم آبکاری می باشد

- قیمت مناسب با کیفیت عالی
- قابلیت انحلال سریع
- دارای خلوص بالا مطابق با استاندارد JISK1402

به صورت کلی و جزئی



Chromic Acid





FlexKraft™

OVER 15000 INSTALLATIONS
WORLDWIDE.

KRAFT POWERCON

رکتیفایر جریان بالا

مناسب برای آبکاری های تخصصی و با کیفیت
در فرایندهای مداوم و بدون وقفه

دقت بالای جریان تا ۰,۱ آمپر

قابلیت برنامه پذیری و کنترل از راه دور

کاهش هزینه انرژی تا میزان ۴۰ درصد

قابلیت افزایش تدریجی جریان

کاهش زمان آبکاری

NOKIAN

سروش نوآوران کیان

نماینده انحصاری شرکت
سوئد Kraftpowercon

آدرس: تهران - میدان نوبنیاد
کوهستان پنجم - پلاک ۳ -
طبقه ۳ - واحد ۵

تلفن: ۰۲۱ - ۲۲۲۹۰۸۲۵

۰۲۱ - ۲۲۸۱۴۰۳۰

۰۲۱ - ۲۶۱۱۰۹۴۱

فکس: ۰۲۱ - ۲۲۲۹۰۷۹۳

info@nokiantrading.com

www.nokiantrading.com

برخی از مشتریان جهانی



ABB



AIRBUS

SIEMENS

ALSTOM

پذیرش محدود نمایندگی در شهرستان ها



ARJAN

Electroless Nickel Plating (ENP)

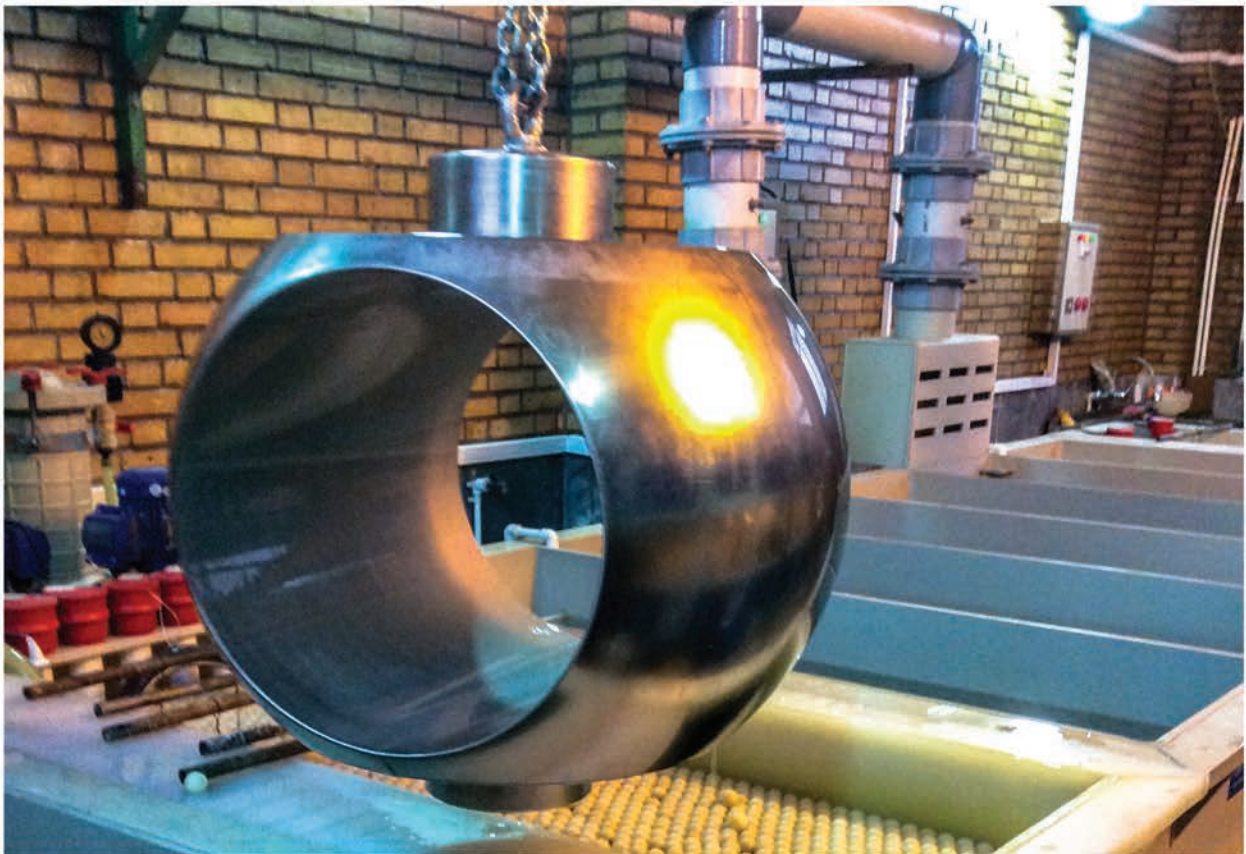
- Uniform Thickness
- High hardness
- Corrosion resistance

شرکت ارژن

الکترولس نیکل

حداکثر مقاومت
در برابر خوردگی و سایش!

- بیش از ۱۵ سال سابقه در ارائه خدمات الکترولس نیکل
- انجام پروسه آبکاری الکترولس نیکل مطابق با استانداردهای
MR175 NACE و ASTM B733
- مشاوره و راه اندازی خطوط آبکاری الکترولس نیکل
- فروش مواد آبکاری الکترولس نیکل



شرکت ارژن، تهران، بزرگراه فتح، بعد از شیرپاستوریزه، خیابان فتح یازدهم، گلن چهارم شرقی، پلاک ۴

تلفن: ۰۲۱-۶۶۸۰۴۸۱۷ - ۰۲۱-۶۶۸۱۳۹۹۱ فکس: ۰۲۱-۶۶۷۹۹۹۳۸

www.arjangroup.net



SINCE 1957


Grauer & Weil (India) Limited

آبکاری نه تنها حرفه ماست بلکه بخشه از تاریخ، هنر و فرهنگ ماست

نماینده انحصاری گروول در ایران

اخذ و دنیهای آبکاری، تجهیزات، روغنهای صنعتی، رنگها

شرکت گروول به عنوان یکی از بزرگترین تولید کنندگان مواد و تجهیزات شیمیایی و آبکاری با طیف وسیعی از محصولات قابل رقابت با بهترین محصولات جهان در خدمت صنایع شیمیایی و آبکاری می باشد.

 www.avapooshesh.ir
 info@avapooshesh.ir
ava.pooshesh@outlook.com
 [@avapoosheshco](https://www.instagram.com/avapoosheshco)

با بیش از ۴۰ سال تجربه در صنعت آبکاری همراه با شرکت گروول با قدمتی ۶۰ ساله در کنار شما هستیم

- ارائه دهنده کلیه نمکهای آبکاری، مواد پایه و فلزات (سولفات قلع با کیفیت عالی)
- تولید انواع مواد زنگ زدا، چربیگیر و کروماته با بالاترین کیفیت
- ارائه خدمات آزمایشگاهی، رفع عیب و مشاوره واحد های صنعتی
- راه اندازی کلیه خطوط آبکاری فلزات با نظارت مستقیم کارشناسان گروول
- لاک الکتروفور تیک - نیکل الکتروولس

فصلنامه آموزشی خبری و پژوهشی
سال بیست و پنجم/ شماره ۸۷/ بهار ۹۷
زمینه: فنی، مهندسی
روش: آموزشی، خبری، پژوهشی
ترتیب انتشار: فصلی

صاحب امتیاز، مدیرمسئول و سردبیر:

عبدالحمید سیفی نهبانندی

قایم مقام سردبیر: فاطمه پالیزبان

همکاران این شماره:

سعیده بختیار، داود براتی، بهروز بهادرمنش، علی

بهنام فرد، فروزان درویشی، پیام صمدی، امید

عطایی، اسماعیل گاه کش، سپهر مسیبی

هماهنگی و صفحه آرا: سعیده بختیار

بازرگانی: محسن براتی، فاطمه ذوقی

امور مشترکین: محسن براتی

چاپ و لیتوگرافی: شرکت ایرانچاپ

میرداماد، انتهای نفت جنوبی، ساختمان روزنامه

اطلاعات

نشانی: تهران، خیابان ستارخان، نرسیده به

چهارراه خسرو، جنب پاساژ کیش، پلاک ۹۸۰.

طبقه اول، واحد ۳۲

موبایل: ۰۹۱۲۱۲۱۴۴۳۹

www.iranplating.com

leic_ir@yahoo.com

لینک کانال تلگرام مجله:

<https://t.me/sanatabkarimag>

صنعت آبکاری:

مقالات آموزشی، پژوهشی و کاربردی پس از بررسی در بخش های مختلف نشریه به چاپ می رسد. مقالات تالیفی و پژوهشی که برای درج در مجله ارسال می شود، باید همراه با چکیده مقاله، اصل شکل ها، نمودارها، مراجع و جزئیات کامل باشد.

مقالات یا مطالب رسیده قبل از چاپ به تایید نویسندگان می رسد. مقالات و مطالب ارسالی مسترد نمی شود و در آرشیو نشریه بایگانی خواهد شد. نقل از محتوای نشریه آبکاری با اجازه کتبی از مدیرمسئول نشریه بلامانع است.

نشریه صنعت آبکاری در انتخاب، ویرایش و تخلص متون آزاد است.

چرا آبکاری

نشریه صنعت آبکاری، فصلنامه ای خبری، آموزشی و پژوهشی است که برای معرفی صنعت آبکاری و نقش آن در توسعه صنعتی و اقتصادی کشور منتشر می شود. در کشورهای توسعه یافته و پیشرفته

از این صنعت به عنوان فن آوری توانمند ساز Enabling Technology برای دیگر صنایع با امکان ایجاد ارزش افزوده بسیا (تا صد برابر) و غیر قابل جایگزین یاد می گردد. بسیاری صنایع از جمله هوا فضا، دفاع، هوایی، کامپیوتر، تلفن همراه، خودرو، انرژی هسته ای، لوازم خانگی، ابزارهای صنعتی، لوازم پزشکی، شیرآلات صنعتی و بهداشتی، لوستر، شمعدان، براق آلات، کلید، پریز، آنتیک، طلا و نقره، بدلیجات، وسایل آشپزخانه، قالب سازی، نساجی، کریستال، سلول های خورشیدی و ... وابسته به صنایع آبکاری می باشند.

این صنعت همانطور که بیان شد نه تنها از اهمیت خاصی در جهان امروزین برای توسعه صنعتی و اقتصادی برخوردار است بلکه گذشته سرشار از احترام برای ما ایرانیان دارد. بر اساس کاوش های باستان شناسی و مطالعات و تحقیقات انجام گرفته در سطح جهان، ایرانیان دوره اشکان (پارتیان) قادر بودند با باطری اختراعی خود در بیش از ۲۰۰۰ سال قبل، انواع آبکاری های تزئینی را بر روی مصنوعات فلزی که امروزه زینت بخش بسیاری از موزه های جهان هستند را انجام دهند که این خود افتخاری دیگر برای مردم این سرزمین می باشد.

این نشریه بنا بر اهمیت بی بدیل این صنعت و تاریخچه شگفت انگیز و پرافتخار آن، رسالت خود را ترویج همه جانبه این صنعت قرار داده است و در این راه دست خود را به سوی همه اساتید، متخصصان، مدیران و دیگر فعالانی که اهمیت این صنعت را در توسعه ملی و رفاه مردم کشور درک کرده اند برای دریافت پیشنهادات و همکاری دراز می کند.



فهرست مطالب

یادداشت سردبیر

۳

فناوری بلاک چین

گزارش اصلی

۴

سنجاق و آبکاری

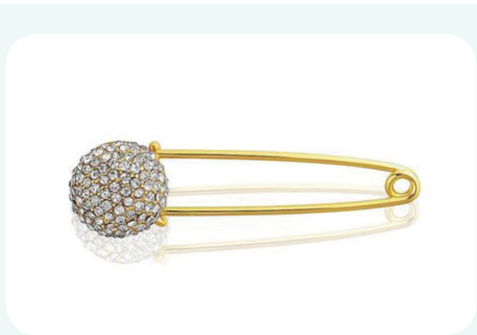
گزارش تصویری

۱۳

سیمای آبکاری

علمی

زاماک و نکاتی پیرامون چالش های آبکاری بر روی آن ۱۶



فهرست مطالب

 محیط زیست، ایمنی و بهداشت ۲۴	ایمنی انبارها
 علمی ۲۶	مروری بر اصول و کاربردهای پوشش الکتروفوریتیک
 علمی ۳۲	بررسی خواص پوشش آلیاژی نیکل-مولیبدن
 علمی ۳۸	آبکاری الکتریکی پوشش های $Ni-P/Zn-Ni$
 محیط زیست، ایمنی و بهداشت ۴۳	پیشرفت های اخیر در تکنولوژی های سیانورزدایی
 علمی ۵۲	آندایزینگ
 مدیریت ۵۶	بازی دولت-ملت در زمینه بحران آب
 علمی ۶۰	پتینه کاری
 مشاوره و پیشنهاد ۶۳	فرم اشتراک
۶۴	سازمان آگهی ها

فناوری بلاک چین

در جهان امروز بیش از ۸۰ درصد امور روزمره ما به شرکت‌ها و سازمان‌های واسطه وابسته است. وقتی در بانکی حساب باز می‌شود یا وارد ایمیل شخصی خود می‌شویم، در حقیقت از سازمان‌های واسطه کمک گرفته شده است. شرکت‌ها و سازمان‌های واسطه بر تمام اطلاعات ما کنترل دارند. یا وقتی به دوست خودمان در اینستاگرام پیام می‌فرستیم در حقیقت این پیام را ابتدا برای پایگاه‌های داده اینستاگرام ارسال می‌کنیم و پایگاه داده اینستاگرام آن را برای دوست مان می‌فرستد. در پایگاه‌های داده بلاک چین، داده‌ها بین میلیون‌ها کامپیوتر توزیع شده‌اند و هیچ‌کس قادر به کنترل داده‌ها نیست و اگر شخصی بخواهد بلاک چین را هک کند باید بیش از ۵۱ درصد از کامپیوترهای شبکه را که با رمزنگاری پیشرفته حفاظت شده‌اند را هک کند که تقریباً غیرممکن است. اگر تویتر روی بلاک چین اجرا شود هیچ‌کس به جز شما نمی‌تواند توییت‌های خودتان را پاک کند، حتی مدیران تویتر. ...

اما بلاک چین چیست؟ بلاک چین block chain یا زنجیره بلوک، دریچه‌ای به سوی توسعه اقتصاد دیجیتالی باز و مقایسه‌پذیر در مقابل اقتصاد متمرکز فعلی است. در این مدل، امنیت اطلاعات به جای اینکه در یک یا چند مرکز مخصوص، تامین و نگهداری شود، توسط تعداد بسیار زیادی از کاربران انجام می‌گیرد. در واقع، ثبت اطلاعات و گزارش، توزیع شده و به صورت غیرمتمرکز و در زنجیره‌ای از بلوک‌ها قرار می‌گیرد و باعث می‌شود اینترنت از حالت عمومی و متمرکز و سلسله‌مراتبی خارج و به سمت افقی شدن تغییر یافته و کاملاً امن شود. به عبارتی می‌توان گفت، بلاک چین یک دفترچه دیجیتالی به اشتراک گذاشته شده است که بر اساس سه اصل باز بودن دفترچه، عدم تمرکز و غیر قابل هک بودن طراحی شده است. برای مثال در هر دقیقه مجموعه تراکنش‌های صورت گرفته در شبکه، در قالب یک بلوک از اطلاعات، ایجاد و منتشر می‌شود که آن بلوک به بلوک قبل از خود لینک و در واقع در هم تنیده می‌شوند. بر همین منوال، همه بلوک‌های بعدی به قبلی‌ها لینک شده و برای این که بتوان یک رکورد (یک سطر از دفتر یادداشت) را تغییر داد باید بتوان همه بلاک‌ها یا در واقع همه تراکنش‌های صورت گرفته، بر روی میلیون‌ها کامپیوتر را به صورت هم‌زمان هک کرد که این کار محال است. لذا سه اصل باز بودن، عدم تمرکز و غیر قابل هک بودن توسط این نوآوری کم‌نظیر که با اختراع ماشین چاپ، موتور بخار و یا حتی اینترنت، از نظر زمانی و انقلابی‌اهمیتی مشابه دارد به خوبی پاسخ داده می‌شود. این فناوری اولین بار برای تبادل ارزهای دیجیتالی یا ارزهای رمز پایه cryptocurrencies به وجود آمد ولی ویژگی‌هایی ذکر شده مانند متن باز بودن، رایگان بودن، امکان ثبت اسناد به صورت عمومی و غیرمتمرکز بودن آن باعث شد تا برای ارایه فعالیت‌های دیگری چون قراردادهای هوشمند، اوراق بهادار، ثبت و نگهداری سوابق در صنعت، بهداشت، بیمه، بانکداری و... به جهت انجام عملیات منعطف‌تر، ارزان‌تر، سریع‌تر، امن‌تر و بدون در خطر افتادن حریم خصوصی مورد استفاده قرار گیرد. فناوری نو ظهور بلاک چین، یک دستاورد عمومی بشری است که تحت مالکیت هیچ کشور یا نهادی نبوده و مالکیت آن متعلق به نسل بشر است.

از آنجایی که بلاک چین یکی از مهم‌ترین فناوری‌ها در یک دهه گذشته محسوب می‌شود، کشورها و شرکت‌های تلاش می‌کنند تا ضمن عملیاتی کردن این فناوری، فرصت‌ها و مزیت‌های رقابتی بیشتری خلق نموده و منافع خود را ارتقا دهند. در حال حاضر پروژه‌های زیادی در سطح حکومت‌ها و شرکت‌ها از جمله برپایی انتخابات کشوری سالم و سریع، ارتقا محیط زیست، توسعه کشاورزی، صنعت، خدمات و همچنین بهبود فرآیند‌های تولید و بهره‌وری و توجه واقعی به نیاز مشتریان و جلب اعتماد آنان، ... انجام شده است که نشان از اثربخش بودن و تحول‌آفرینی و حاکی از لزوم تغییرات در شیوه حکومت‌داری و کسب و کارهای آینده دارد.

سخن سردبیر

سنجاق و آبکاری

حمید سیفی



وقتی انسان به میلیاردها ورق کاغذ، پارچه، چرم و... که به وسیله انواع سنجاق و سوزن به هم متصل می شوند فکر می کند، تازه متوجه می شود که این ابزارهای کوچک تا چه اندازه مفیدند. به طوری که نبود آن ها می تواند زندگی انسان ها را فلج نماید. تاریخ استفاده از این ابزارها، به زمان های بسیار دور بر می گردد. هرودوت در نوشته های خودش به سنجاق قفلی هایی اشاره می کند که زنان آتنی برای محکم کردن لباس هایشان از آن استفاده می کردند. این سنجاق ها، نسبت به سنجاق های صاف عصر نوسنگی و برنز پیشرفته تر بودند و برای محکم کردن لباس ها استفاده می شدند و معمولاً از جنس برنز یا آهن ساخته و با مینا، مرجان، جواهرات، شیشه یا حتی استخوان تزئین می شدند. بعدها در قرون وسطی سنجاق ها از عاج، طلا، نقره و برنج ساخته شدند. در مورد سوزن نیز، بنا بر نقل باستان شناسان، ابتدایی ترین سوزن ها از جنس استخوان، عاج، چوب، برنز و خار بودند. سوزن های سنگی هم در جستجوی آثار باستانی مصر به دست آمده اند. ساخت سوزن های برنزی یا آهنی به رومی ها نسبت داده شده است. احتمال داده می شود سوزن های آهنی، توسط چینی ها ساخته شده و در قرون وسطی به اروپا برده شده است. اولین سوزن فولادی شبیه سوزن های امروزی در قرن چهاردهم در نورمبرگ آلمان تولید شدند. نیاز کشور به سنجاق قفلی و سوزن دوزندگی عموماً وارداتی است. به همین خاطر در طی سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ حدود ۸۰۰ تن سنجاق قفلی به ارزشی، بالغ بر یک میلیون و ۸۰۰ هزار دلار از کشورهای مختلف همچون چین، ترکیه، امارات متحده عربی، اسپانیا و صربستان وارد ایران شده است. در همین سال ها، ۱۲۵۰ تن انواع سوزن دوزندگی به ارزش ۳ میلیون و ۵۰۰ هزار دلار از کشورهای آلمان، امارات متحده عربی، ایتالیا، تایوان، ترکیه، جمهوری کره، چین، ژاپن، فرانسه و هند نیز واردات انجام گرفته است. در مورد سنجاق ته گرد موضوع متفاوت می باشد. در حال حاضر در ایران، هفت کارخانه و شرکت، که دارای پروانه بهره برداری و تاسیس بوده، بالغ بر ۴۰۰ تن انواع سوزن ته گرد را در اندازه های کوچک، متوسط و بزرگ تولید می کنند. این میزان تولید نه تنها پاسخگوی نیاز کشور است، بلکه شرایطی را فراهم نموده تا بتوانند به کشورهای مختلف از جمله عراق، ترکمنستان و آذربایجان نیز صادرات داشته باشند. صنعت آبکاری در فرایند تولید نقش کلیدی داشته و موجب افزایش کیفیت، مقاومت خوردگی، عمر مفید و کاهش قیمت تمام شده و بهداشتی شدن، این محصولات می گردد.

گزارش

تزیین می‌شدند. بعدها در قرون وسطی سنجاق‌ها از عاج، طلا، نقره و برنج ساخته شدند و فقط افراد فقیر سراغ سنجاق‌های چوبی می‌رفتند. سال ۱۸۴۹، والتر هانت، شکل تازه‌ای برای سنجاق قفلی‌ها اختراع کرد، تا آن زمان، این نوع سنجاق‌ها بی‌آزار نبوده و ممکن بود توی تن افراد فرو بروند، ضمن اینکه راحت و محکم سر جایشان نمی‌ایستادند.



والتر هانت مخترع سنجاق قفلی، چرخ خیاطی و...

یک روز آقای والتر هانت (مخترع چرخ خیاطی، سنجاق قفلی و ...)، که فکرش خیلی درگیر ۱۵ دلار بدهی‌اش بود، مشغول بازی با تکه سیمی شد که دم دستش بود، در همین زمان متوجه شد، اگر انتهای این سیم پیچ بخورد و به خودش گیر داده شود، تبدیل به سنجاق قفلی می‌شود که هم مشکل فرو رفتن سنجاق به بدن حل شده و هم دیگر باز نخواهد شد و محکم سر جایش می‌ایستد. او این ایده را، روز دهم آوریل، ۲۱ فروردین سال ۱۸۴۹، ثبت اختراع کرد. دبلو.آر. گریس، این ایده را از او خرید و در ازایش ۴۰۰ دلار، به او پرداخت کرد. هانت، با فروش این ایده توانست بدهی ۱۵ دلاری‌اش را پرداخت کند اما این گریس بود که تا آخر عمر از حق ثبت این اختراع استفاده کرد و میلیونر شد.

امروزه سنجاق قفلی غیر از کاربرد اصلی خود، استفاده‌های متنوع دیگری نیز در جوامع پیدا کرده است. به کارگیری آن در ساخت انواع زیورآلات همچون گوشواره، گردنبند، دست بند، بازوبند، سنجاق سینه و...، و یا وسیله‌ای برای جلوگیری و رفع چشم زخم، داخل پوست بدن کردن به عنوان نوعی از تتو، نمونه‌های از به کارگیری‌های محیرالعقول سنجاق قفلی می‌باشد.



در ضمن بد نیست بدانیم روز ۱۰ آوریل هر سال نیز بنام روز سنجاق قفلی نامگذاری شده است و مراسم خاصی در آن روز برگزار می‌شود.

تعریف سنجاق: ابزار کوچکی است که برای وصل کردن و پیوستن چند چیز به یکدیگر یا آویختن یکی به دیگری به کار می‌رود. انواع سنجاق شامل سنجاق قفلی، سنجاق سینه، سنجاق سر، سنجاق فشاری یا پونز، سنجاق ته گرد یا سنجاق راست و... می‌باشد.

تعریف سوزن: ابزاری است که برای دوخت و دوز استفاده می‌شود و شامل انواع سوزن خیاطی، سوزن نخریسی، سوزن جوالدوز، سوزن چرم‌دوزی می‌باشد. واژه سوزن کاربرد‌های متنوع دیگری در زبان فارسی دارد که شامل سوزن جراحی، سوزن منگنه، سوزن گرامافون، سوزن مغناطیسی، سوزن آمپول، سوزن راه آهن و... می‌گردد.

در این گزارش به تعدادی از انواع سنجاق و سوزن که دارای بازار قابل توجهی در جهان بوده و آبکاری نقش مهمی در تولید آن‌ها ایفا می‌نماید اشاره می‌شود. سپس در مورد فرایند ساخت و بازار سنجاق قفلی، سوزن دوزندگی و سنجاق ته گرد نیز توضیحاتی داده خواهد شد.

سنجاق قفلی



ابزاری است که برای وصل کردن یا بستن چیزی به چیز دیگر به کار می‌رود. سنجاق قفلی، از یک سیم فبری نازک شکل داده شده که یک سر آن تیز شده، و سر دیگر آن به قلاب وصل می‌شود، ساخته می‌شود. پس از بستن اشیا به یکدیگر، سر تیز در داخل قلاب یا گیره بسته می‌شود. بدین ترتیب امکان باز و بستن سر تیز آن در قلاب وجود داشته و موجب ایمنی کار با آن می‌گردد. هرودوت یکی از معروف‌ترین و قدیمی‌ترین تاریخ نویس‌هاست. او در نوشته‌های خودش به سنجاق قفلی‌هایی اشاره می‌کند که زنان آتنی برای محکم کردن لباس هایشان از آن استفاده می‌کردند. واژه لاتین و قدیمی سنجاق قفلی، فیپیولا بوده است و به سنجاق قفلی‌هایی اطلاق می‌شده که در قرون وسطی به کار می‌رفتند. این سنجاق‌ها، نسبت به سنجاق‌های صاف عصر نوسنگی و برنز پیشرفته‌تر بودند و برای محکم کردن لباس‌ها استفاده می‌شدند و معمولاً از جنس برنز یا آهن ساخته و با مینا، مرجان، جواهرات، شیشه یا حتی استخوان

سوزن دوزندگی

میله ی فولادی است، که یک سرش تیز و سر دیگر آن کمی پهن تر و دارای سوراخ یا چشمی است که می توان نخ را از آن عبور داد و برای خیاطی، دوخت و دوز یا دوزندگی استفاده نمود. سوزن شامل انواع سوزن خیاطی، سوزن نخریسی، سوزن جوالدوز، سوزن چرمدوزی می باشد. تولید سوزن دوزندگی از صنایع مهم به حساب آمده و کشورهای آلمان، ایتالیا، تایوان، ترکیه، جمهوری کره، چین، ژاپن، فرانسه، هند، انگلیس و فرانسه از عمده ترین تولید کنندگان این نوع سوزن در دنیا می باشند. ساخت این وسیله ظریف، کار خیلی آسانی نیست و انجام آبکاری نیکل و در بعضی از مواقع آبکاری طلا، بر روی سوزن ها از مراحل قطعی در فرایند ساخت می باشد که از اهمیت بسزایی در تولید سوزن ها و کیفیت استاندارد و عمر مفید آن ها دارد.



تاریخچه استفاده از سوزن دوزندگی به زمان های خیلی دور می رسد به طوری که به درستی نمی توان مشخص کرد چه زمانی اختراع شده است. ابتدایی ترین سوزن ها از جنس استخوان، عاج، چوب، برنز و خار بودند. سوزن های سنگی هم در جستجوی آثار باستانی مصر به دست آمده اند. ساخت سوزن های برنزی یا آهنی به رومی ها نسبت داده شده است. احتمال داده می شود سوزن های آهنی، توسط چینی ها ساخته شده و در قرون وسطی به اروپا برده شده است. اولین سوزن فولادی شبیه سوزن های امروزی در قرن چهاردهم در نورمبرگ آلمان تولید شدند. در دوران الیزابت اول یک نفر آلمانی فن درست کردن سوزن را به انگلیسی ها یاد داد. در مورد تاریخچه پارچه و خیاطی که ارتباط تنگاتنگی با این نوع سوزن دارند، می توان بیان داشت که نساجی، پارچه بافی و خیاطی از صنایعی است که از دوره های نخستین مورد توجه انسان قرار گرفته است، چرا که همواره چگونگی پوشش و حفظ خویش از سرما و گرما برایش حیاتی بوده است. بر اساس آموزه های دینی، تا قبل از حضرت ادریس (ع) که با ۵ واسطه به حضرت آدم می رسد مردم برای پوشش بدن خود، از پوست حیوانات استفاده می کردند. او نخستین کسی بود که خیاطی کرد و طرز دوختن لباس را به مردم آموخت و از آن پس مردم به تدریج از لباس های دوخته شده استفاده کردند.

ساخت سوزن دوزندگی، کار خیلی آسانی نیست و انجام آبکاری نیکل و در بعضی از مواقع آبکاری طلا، بر روی سوزن ها از مراحل قطعی در فرایند ساخت می باشد که از اهمیت بسزایی در تولید سوزن ها و کیفیت استاندارد و عمر مفید آن ها دارد

بر اساس یافته های باستان شناسی، مصری ها نزدیک به ۵۵۰۰ سال پیش فن و هنر ریسندگی و بافندگی پنبه را بلد بوده و چینی ها نیز با پرورش کرم ابریشم در حدود ۳۶۰۰ سال پیش مشکلات پوشش خود را حل کردند. در قرن هفدهم دانشمندی به نام رابرت هوک طرحی ارائه کرد که می توان الیاف مصنوعی را با توجه به شیوه ای که کرم ابریشم عمل می کند، تولید نمود. پس از آن، یک بافنده انگلیسی به نام لویزشواب توانست الیاف بسیار ظریف شیشه را با عبور شیشه مذاب از منافذ بسیار ریز تهیه نماید. پس از چندی، سایر دانشمندان موفق به استخراج سلولز چوب و در نتیجه تولید الیاف شدند. در ادامه نیز در سده های هجده و نوزدهم، همراه با انقلاب صنعتی، ریسندگی و بافندگی مبدل به تکنولوژی تهیه پارچه از الیاف گوناگون طبیعی و مصنوعی شد.

با توجه به مطالب ارائه شده در ارتباط با سوزن و پارچه و خیاطی، بد نیست در این بخش از چرخ خیاطی و تاریخچه آن نیز صحبت شود. چرخ خیاطی هم وسیله ای است که برای دوختن اعم از پارچه، چرم، ... بکار می رود. اجزای اصلی تشکیل دهنده آن ماسوره، ماکو، پدال می باشد. اولین چرخ خیاطی توسط فردی به نام تامیس سنت انگلیسی ساخته و در سال ۱۷۹۰ به ثبت رسید که کارش شبیه به دوخت زنجیره ای بود. البته هدف از ساخت این وسیله بیشتر دوختن چرم بود. اما این وسیله مورد استفاده قرار نگرفت و مخترع آن سودی به دست نیاورد. در سال ۱۸۳۰ یک خیاط فرانسوی به نام بارتلمی تیمونیه موفق شد با ذوق و ابتکار خلاقانه خود چرخ خیاطی را بسازد که بسیار شبیه چرخ های خیاطی امروزی بود. هر چند، این وسیله در فرانسه مورد استقبال مردم قرار گرفت ولی گروهی از کارگران که وجود این اختراع را باعث کسادی کار خود می دیدند شبانه به کارگاه بارتلمی حمله کرده و همه چرخ های خیاطی او را نابود کردند و همین امر باعث شد تا بارتلمی از غصه جان دهد. هم زمان با این اتفاق مرد دیگری در نیویورک به نام والترهنت چرخ خیاطی دیگری را ساخت. این چرخ دارای سوزنی بود که همانند سوزن های امروزی چرخ خیاطی، سوراخی کوچک در نوک

بیش از ۵ هزار سال پیش بر می گردد. پس از مدتی شکل ظاهری سنجاق سینه از مدل ابتدایی خود تغییر کرد. شکل ظاهری این سنجاق ها غالبا به شکل دایره و یا بیضی بوده که از فلز ساخته و دو سوراخ برای عبور دادن سوزنی نازک در روی آن قرار داشت. این سنجاق ها بر روی پارچه نصب می شد. استفاده از سنجاق سینه در عهد برنز قسمت های اسکاندیناوی، مجارستان، شمال آلمان و مدتی بعد در عصر آهن در اوراسیا (اروپا و آسیا) رواج یافت. البته گفتنی است که امروزه هنوز نیز سنجاق های دایره ای شکل در قسمت بالایی لباس به منظور زینت دادن، قرار می گیرند. در دوران برنز و پس از آن عصر آهن، دهقانان از سنجاق هایی با جنس فلز استفاده می نمودند ولی سنجاق سینه افراد ثروتمند از جنس طلا یا نقره همراه با سنگ های قیمتی مانند الماس، یاقوت کبود، یاقوت سرخ و زمرد بود. همچنین در پاره ای از اوقات از شیشه در تزئین سنجاق استفاده می کردند و شیشه را در کنار الماس و یا مروارید قرار می دادند. برخی اوقات سنجاق سینه ها جفت بودند که به وسیله زنجیری به هم متصل می شدند. در قرون وسطی، شکل سنجاق سینه تغییری پیدا نکرد. جواهرات قرون وسطی، دارای زینت بیشتر و همچنین تصاویر مختلف بود. از تصاویر مذهبی و روحانی گرفته تا اشکالی از حیوانات مختلف (برخی از این نمادهای حیوانات، روح های محافظ انسان ها بودند). همچنین این تصاویر و نقش ها با متون، نمادها و شعارها همراه بود. به دلیل ایجاد تغییرات بنیادی در مد، استفاده از سنجاق سینه در زمان رنسانس به کلی از رونق افتاد.



اما در قرن هفدهم مجددا پا به عرصه مد گذاشت که تنها به منظور تزئین، استفاده شد. در قرن هجدهم سنجاق سینه ها و آویزها به یکدیگر متصل شدند. اگر در قرون وسطی بر روی سنجاق سینه ها نقاشی صورت می گرفت، امروزه آن ها به شکل حجم های کوچکی هستند. سنجاق سینه ها امروزه به شکل کمان، دسته گل، گل به همراه شاخ و برگ، پروانه، فواره و ... می باشند که با انواع سنگ های قیمتی تزئین شده و یکی از اجزای جدا نشدنی لباس افراد هستند. امروزه سنجاق ها انواع گوناگونی دارند مانند سنجاق مو، سنجاق دامن، سنجاق دستکش. در قرن نوزدهم سنجاق

خود داشت کار این سوزن، زدن کوک های رُز بود. یعنی با نخ حلقه ای میان پارچه می زد و سپس حلقه دیگری آمده در حلقه اول مانند زنجیر قفل می شد. با همه اینها هنت هرگز موفق نشد که این اختراع خود را به ثبت برساند. تا روزگاری که افتخار ثبت نخستین چرخ خیاطی نصیب الیاس هاو شد. همچنین آیزک سینگر نیز یک چرخ خیاطی را در کشور آمریکا به ثبت رسانید. پس از ثبت اختراع توسط این دو، دعوای مفصلی بین سینگر و الیاس هاو بر سر این موضوع که حق تقدم با چه کسی است در گرفت. سرانجام هاو توانست در این نزاع پیروز از میدان بیرون رفته و از هر چرخ خیاطی که به بازار می آمد حق امتیاز به سود خود دریافت نماید.



عکسی که احتمال داده می شود اولین چرخ خیاطی باشد که به ایران وارد شده است

در باره ورود چرخ خیاطی به ایران باید گفت، چرخ خیاطی را مظفرالدین شاه به همراه یک خیاط قفقازی پس از بازگشت از سفر خارج خود به تهران آورد، با این هدف که هم لباس درباریان توسط آن دوخته شود و مردم نیز با آن دستگاه آشنا شده و در دوخت و دوز خود از این نوع وسیله استفاده نمایند. در ابتدا با این باور که پارچه با چرخ خیاطی جویده می شود و دوام آن کم می شود، چندان اقبالی به آن نشان نمی دادند اما سهولت و سرعت باعث شد چرخ خیاطی جای خود را در زندگی ایرانی باز کند تا آنجا که به یکی از وسایل منزل و اقلام جهیزیه دختران دم بخت تبدیل شد.

سنجاق سینه

یک گیره طراحی شده با جواهرات یا سنگ های قیمتی تزئینی است که به لباس متصل می شود. این گیره معمولا از فلز ساخته و عموما آبکاری (نیکل، طلا، نقره، کرم، پلاتین، پلاتین و...) می شود. سنجاق سینه، ممکن است فقط زینتی باشد یا گاهی اوقات به عنوان مدال و درجه به کار می رود. اولین سنجاق سینه شناخته شده از عصر برنز است. سنجاق سینه در تاریخ شناسی یکی از شاخص های مهم زمانی است. تاریخ پیدایش سنجاق سینه تقریبا هم زمان با پیدایش تمدن می باشد. اولین نمونه سنجاق سینه به عصر برنز یعنی

براساس تحقیقات واکتشافات انجام شده توسط باستان شناسان، سنجاق سرهای متعددی از لرستان و متعلق هزاره سوم تا اول پیش از میلاد به دست آمده که به اجمال بررسی می گردد:

الف. سنجاق با سر جانورانی چون بز ایستاده، قوچ، گاو، شیر، گرگ، اسب خوابیده، بز کوهی و گوزن ایستاده، و نیز جانوران اساطیری چون گوپت و شیردال.

ب. سنجاق میله ای با سر گیاهی به شکل برگ های باریک، گل چندپر، خشخاش یا انار.

ج. سنجاق میله ای با سر کروی شکل و با خطوط کنده کاری شده هندسی.

د. سنجاق با سر چهارگوش که درونش با دایره و خطوط هاشور نقش شده است.

ه. سنجاق هلالی شکل با سری به شکل شاخ یا حلزون.

و. سنجاق میله ای با سری که بر آن نقش انسان (پهلوان ایرانی) در میان، و دو جانور (بیشتر شیر یا مار) در دو سو دیده می شود.

ز. سنجاق هایی نیز از استخوان و عاج یافت شده اند که به شکل جانورانی چون شیر خوابیده، خرگوش و اسب ساخته شده اند و روی آن ها نقش های گوناگونی دیده می شود. میله آن ها که از بین رفته شاید آهنی بوده است.

پونز

پونز یا سنجاق فشاری در انواع مختلفی همچون پونزهای کوبیدنی، پونزهای مخصوص تابلو و پونزهایی فشاری یا پایه گرد یا گاهی اوقات به صورت گنبدی شکل یا با سر برآمده وجود دارد که برای نصب اجسامی همچون اسناد یا تابلوی نمایش بر روی دیوار استفاده می شود. در مواردی که از پونز استفاده می شود می توان به راحتی و فقط با استفاده از دست آن اسناد یا اجسامی که به وسیله پونز بر دیوار یا هرجای دیگری نصب شده است را برداشت یا گذاشت.

بعضی از پونزها دارای دسته های رنگی هستند و برخی دیگر از جنس برنج ساخته شده اند که با نام پونز برنجی نیز نامیده می شوند. بعضی از آن ها به وسیله یک میله فلزی که به یک سر فلزی تخت وصل می شود، ساخته می شوند و آبکاری نیکل و برنج شده و یا فقط آبکاری برنج می شوند. برخی دیگر از پونزها، از فولاد نازک، توسط پرس کردن و خمیده کردن بوجود می آیند. پونزهای طراحی در دوره ای به عنوان وسیله ای برای نگه داشتن نقاشی ها در تابلوهای نقاشی به کار می رفت. پونزهای مخصوص نقشه یا پونزهای فشاری، دارای سرهای پلاستیکی یا دسته های پلاستیکی هستند که امکان برداشتن را برای انسان ها آسان تر می کند. پونزها با سر کروی نیز برای گذاشتن و برداشتن یا همان کاربرد آسان تر به کار می روند.

ها نقش اساسی را در فرهنگ ویکتوریایی بازی می کردند. سنجاق متصل بر پارچه ای از مخمل مانند گردنبند، بر دور گردن افراد بسته می شد. در آن زمان، به غیر از صلیب، سنجاق ها نیز جواهر قابل قبول برای دختران جوان به شمار می رفتند. هنگامی که همسر ملکه ویکتوریا (پرنس آلبرت) درگذشت، ملکه یک سنجاق مخصوص مراسم عزا را سفارش داد تا بسازند. این سنجاق مزین به سنگ قیمتی سیاه رنگی بود و در بین موهای مجعد ملکه پنهان می گشت. پس از آن، استفاده از سنجاق های مخصوص عزاداری توسط بیوه زنان اشراف زاده متداول گشت. در آن زمان مردم مجدداً به شیوه نیاکان خود برگشتند و از سنجاق به عنوان سگکی در لباس های خانواده های سلطنتی، لباس پاپ و همین طور در لباس های مخصوص به مراسم های مذهبی و سنتی استفاده کردند. در قرن نوزدهم و بیستم، جواهرات و مد پا به عرصه هنر نوین گذاردند. به این صورت که زیورآلات با تلفیقی از نمادهای طبیعی و برخی از تصاویر جادویی شکل گرفتند. بدین معنا که از طرفی به شکل گل، درخت، حشره و از طرف دیگر نمادهای خیالی در کنار هم قرار گرفتند و زیبایی لباس های افراد به شکل سنجاق در آمدند. در قرن بیستم، سنجاق به شکل انگور به صورت یک نماد و نشانه ای غیر متعارف در لباس ها درآمد. در این قرن مدهای متعدد غالباً تنوع بسیار زیادی از سنجاق ها را پیشنهاد می دهند. این تنوع هم در ظاهر و هم در مواد سازنده آن است. امروزه استفاده از سنجاق توسط بانوان، تبدیل به وسیله ای زینتی و زیور تکمیل کننده لباس آنان به شمار می رود.

سنجاق سر

برای نگه داشتن موی سر به کار می رود. معمولاً در انواع پلاستیکی یا فلزی ساخته شده و در صد زیادی از آن ها آبکاری نیکل، کرم طلا، برنج و... می شوند.



انواع تزئینی آن نیز وجود دارند که با جواهرات بدلی تزئین شده اند. سنجاق سر از یک قطعه مفتول فبری خم شده ساخته می شود. این خم تحت فشار باز شده و مو، لای آن قرار می گیرد. با برداشتن فشار، مو در جای خود نگه داشته می شود.



نمونه هایی از سنجاق سرها (ردیف نخست: موزه بوستون و مجموعه داوید - ویل، ردیف دوم: موزه های لوور، کلیولند و زوریخ، دیگر آثار: موزه ملی ایران (متعلق به لرستان))

است اما امروز پونز در انواع مختلف سرگرد، سرتخت، چوبی، شیشه ای و تزیینی موجود است که علاوه بر صنعت لوازم التحریر و جغرافیا در کارگاه های مبیل سازی برای نصب پارچه داخل مبیل کاربرد دارد.

سوزن منگنه

سوزن دوخت یا منگنه قطعه ای فلزی است که دو سر آن با زاویه نود درجه خم شده است و در داخل منگنه قرار می گیرد. معمولاً هر ۵۰ یا ۶۰ قطعه به هم چسبانده می شوند که بتوان آن را داخل منگنه قرار داد. انواع مختلفی از سوزن منگنه وجود دارد که متناسب با جنس و ابعاد قطعاتی که به هم متصل می شوند مورد استفاده قرار می گیرند. برای ساخت سوزن دوخت از مفتول فولادی زیر یک میلی متر استفاده می شود که در نهایت آبکاری مس یا آبکاری روی می شوند.



مقایسه اندازه سوزن منگنه

احساس نیاز به سوزن منگنه از زمانی آغاز شد که کاغذ به شکل امروزی تولید شد و گسترش یافت مردم به دنبال راه های مختلفی برای چسباندن کاغذ ها به یکدیگر بودند تا بتوانند مدارک و پرونده های خود را تشکیل دهند و از آن ها نگهداری کنند. مردم روش های متنوعی را، از چسب های مختلف تا گره زدن روبان ها و پهن کردن موم امتحان می کردند اما فرانسه، تاریخ روش های خانگی چسباندن کاغذ را از بین برد و زمینه اختراع منگنه را فراهم کرد. لویی پانزدهم پادشاه فرانسه در قرن ۱۸ میلادی خواستار روشی ساده تر برای چسباندن کاغذ ها به یکدیگر بود به طوری که در زمان او اولین منگنه واقعی تاریخ اختراع شد و جای موم را در کاخ گرفت. منگنه های سلطنتی به طور کامل از طلا ساخته شده بودند و علامت پادشاهی را بر روی کاغذها قرار می دادند حتی بر روی بدنه بعضی از آن ها سنگ های قیمتی وجود داشت. در سال ۱۸۶۶ جرج مک گیل اولین منگنه منعطف کاربردی از جنس برنج را اختراع کرد. او سال بعد اختراع خود را توسعه داد و منگنه را به دستگاهی که سوزن آن در کاغذ فرو می رود تبدیل کرد و اختراع خود را در نمایشگاه خلاقیت سالپانه فیلادلفیا نمایش داد و فعالیت خود را بر روی دستگاه های منگنه و روش های اتصال در طول دهه ۱۸۸۰ ادامه داد تا جایی که او در سال ۱۸۷۹ اولین مجله ای



یکی از اختراعات ساده، اختراع پونز است. پونز برای اولین بار توسط ادوین مور، دانشجوی سال آخر دانشگاه پرینستون اختراع شد. مور در تاریخ خانه ی عکاسی نیو جرسی کار می کرد و در آویزان کردن عکس ها برای خشک شدن به مشکلات متعددی بر خورده بود و به یک سوزن دسته دار نیاز داشت اما نتوانسته بود چنین سوزنی را پیدا کند بنابراین ادوین در سال ۱۸۹۹ سوزن مخصوص خود را ساخت. اولین پونز او دسته ی شیشه ای و نوک آهنی داشت و قسمت شیشه ای حدود یک سوم بدنه سوزن را داشت.

این پونز فرآیند چاپ عکس را برای مور راحت تر و پرسرعت تر کرد و بعد از مدتی استفاده راحت و آسان از پونز های شخصی خود و اطمینان از کاربردی بودن آن ها، شروع به فروش پونز های خود کرد. کارخانه ی تولید پونز مور در سال ۱۹۰۰ با سرمایه ی اولیه ۱۲۶ دلار تاسیس شد. مور اتاقی را اجاره کرده بود و عصرها مشغول ساختن "سوزن های دسته دار" خود بود تا روز بعدی آنچه که تولید کرده بود را به فروش برساند. ادوین مور اختراع خود را این گونه معرفی می کرد "بدنه پونز هنگام استفاده به راحتی در بین دستان قرار می گیرد و از سر خوردن، زخمی شدن و چسبیدن عکس جلوگیری می کند." اولین فروش عمده ی مور ۲ دلار برای ۱۴۴ پونز بود، که او را برای ادامه ی کار امیدوارتر کرد. فروش عمده به یاد ماندنی و موفق کارخانه مور ۱۰۰۰ پونز به شرکت کداک بود که در ازای آن ۷۵ دلار دریافت نمود. کارخانه به فعالیت موفقیت آمیز خود ادامه داد و در جولای ۱۹۰۴ کارخانه پونز مور به طور رسمی ثبت شد. در تولید پونز علاوه بر شیشه و آهن از برنج، چوب و در سال های بعد از پلاستیک نیز استفاده شد.

در سال های بعدی، مور اقلام مختلفی مانند: آویز عکس و سوزن نقشه را به تولیدات خود اضافه کرد و رشد سریعی در فروش محصولات خود هم در صنعت عکاسی و صنعت نوشت افزار داشت. این کارخانه از سال ۱۹۱۲ تا سال ۱۹۷۷ در شهر جرمن تون در ایالت مریلند قرار داشت از آن زمان تاکنون در ایالت پنسیلوانیا قرار دارد به ابزار های فنی و مکانیکی متعددی تولید می کند. مدت ها است که با دیجیتالی شدن فرآیند عکاسی و چاپ، پونز استفاده زمان خود را از دست داده

این نوع سنجاق‌ها معمولاً از فلز ساخته شده و اغلب دارای الگوهای تزئینی بوده و آبکاری می‌شوند. تعدادی نیز از فلزات گرانبها مانند طلا و نقره ساخته و بوسیله مواقع بر روی آن‌ها سنگ‌های قیمتی نصب می‌نمایند. استفاده از سنجاق‌کراوات در دهه ۱۹۲۰ به شدت مورد توجه قرار گرفت و تاکنون نیز ادامه دارد.

سنجاق ته گرد

سنجاق ته گرد که به آن سوزن ته گرد نیز گفته می‌شود، میله فولادی است که یک سر آن تیز و قسمت دیگر آن گرد شده و برای دوخت دو یا سه برگ کاغذ در ادارات، فروشگاه‌ها، دفاتر و در خیاطی‌ها برای بسته بندی، اندازه گذاری و ... استفاده می‌گردد.



دوخت ایجاد شده به وسیله سوزن ته گرد معمولاً از نوع باز شواست. برای ساخت سوزن ته گرد از مفتول فولادی زیر یک میلی‌متر استفاده می‌شود. که در نهایت سوزن‌ها آبکاری نیکل می‌گردند.

فرایند ساخت سنجاق قفلی، سوزن دوزندگی و سنجاق ته گرد

سنجاق قفلی در چند مرحله اصلی ساخته می‌شود.
اول: ۱ - کلاف سیم فنری با قطر مناسب (برای ساخت در اندازه‌های کوچک، متوسط و بزرگ) در ابتدا خط تولید قرار داده می‌شود. ۲ - سیم را در دستگاه تاب‌گیری وارد می‌کنند. ۳ - در دستگاه بعدی، سیم به اندازه مناسب بریده می‌شود. ۴ - در دستگاه بعدی و در چند مرحله، یک سر سیم تیز می‌شود. ۵ - سیم به شکل مناسب شکل داده می‌شود.

دوم: ورق نوار فولادی در دستگاه پرسکاری، به منظور ساخت گیره یا قلاب قرار می‌گیرد.

سوم: مونتاژ و یا سرهم کردن قلاب و سیم شکل داده شده است.

چهارم: مرحله چهارم ساخت سنجاق قفلی آبکاری است که شامل پرداختکاری، چربی زدایی و آبکاری نیکل است.

را که با منگنه تهیه شده بود روانه بازار کرد. ماشین دوخت جرج حدود ۱ کیلوگرم وزن داشت و عمق سوزن آن حدود ۱ سانتی‌متر بود.

در سال ۱۹۳۷ جک لینکسی که مالک یک شرکت عمده فروشی لوازم التحریر بود، محصولی به نام سوینگ لاین را وارد بازار کرد که سرعت انجام منگنه کاری آن ۳ برابر دیگر منگنه‌ها بود. این دستگاه مخزنی برای یک ردیف سوزن منگنه داشت که به راحتی وارد آن می‌شد و بدون پیچ‌گوشتی و چکش و فشار زیاد بر روی کاغذ کار می‌کرد که این مدل منگنه برای آن زمان انقلابی به حساب می‌آمد. امروز هم شرکت سوینگ لاین یکی از تولیدکنندگان قوی منگنه می‌باشد.



امروزه برای صنایع مختلف منگنه‌های مختلفی وجود دارد مثلاً در صنعت چوب با استفاده از منگنه تفنگی می‌توان ۲ قطعه چوب را به راحتی اتصال دو کاغذ به هم وصل کرد یا در حرفه‌ی پزشکی برای بخیه کردن جراحات بزرگ از منگنه‌های مخصوص پزشکی استفاده می‌کنند.

در صنعت دکور هم در نصب کفیوش، سقف و حتی کاغذ دیواری‌های مخصوص از منگنه‌های مدرن به کار می‌گیرند. در بازار نوشت افزار هم انواع منگنه‌های دستی و برقی از کوچک‌ترین سایز تا منگنه‌های صحافی کتب‌قطور موجود است و بازار گرمی دارد. به طوری که در سال ۲۰۱۲ حدود ۸۰ میلیون دلار منگنه در آمریکا به فروش رسیده است.

سنجاق کراوات

سنجاق کراوات که به آن کلیپ کراوات نیز می‌گویند، ابزاری است که برای اتصال کراوات به پیراهن و جلوگیری از چرخش و اطمینان از اینکه کراوات مستقیماً آویزان است، استفاده می‌شود.



و سپس به سرعت سرد می کنند تا با این شوک، آن ها را سخت نمایند. ۸- در این مرحله عملیات پولیشکاری یا پرداختکاری و با استفاده از دستگاه های گردان و روغن گلیسیرین و واکس مناسب و به مدت دو روز انجام می شود. ۹- مرحله آبکاری سوزن دوزندگی است که شامل چربی زدایی و آبکاری نیکل است که با هدف جلوگیری از زنگ زدگی و خوردگی و افزایش عمر مفید آن انجام می گیرد. در فرایند آبکاری چشمه سوزن ها به منظور راحت تر شدن نخ رد کردن، ابتدا آبکاری نیکل و سپس آبکاری طلا نیز صورت می گیرد ۱۰- بازرسی و ۱۱- بسته بندی می باشد.

سنجاق ته گرد: مراحل ساخت سنجاق ته گرد مشابه ساخت سوزن است با این تفاوت که فقط آبکاری نیکل شده و بخشی از تولید نیز، در قسمت سر آن با شیشه های مایع رنگی پوشش داده می شوند.

همان طور که مشاهده شد، آبکاری سهم بسیار مهم و اساسی در تولید و افزایش کیفیت و عمر مفید ابزارهای فوق داشته که کمتر به آن توجه می شود. صنعت آبکاری برای سایر ابزارهای ذکر شده در این گزارش نیز از چنین اهمیتی برخوردار است که به جهت پرهیز از طولانی و یکنواخت شدن گزارش از شرح آن صرف نظر می شود.

نگاهی به بازار سنجاق قفلی، سوزن دوزندگی و سنجاق ته گرد در ایران

نیاز کشور به سنجاق قفلی و سوزن دوزندگی عموماً وارداتی است. به همین خاطر در طی سال های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ حدود ۸۰۰ تن سنجاق قفلی به ارزشی، بالغ بر یک میلیون و ۸۰۰ هزار دلار از کشورهای مختلف همچون چین، ترکیه، امارات متحده عربی، اسپانیا و صربستان وارد ایران شده است. در همین سال ها، ۱۲۵۰ تن انواع سوزن دوزندگی به ارزش ۳ میلیون و ۵۰۰ هزار دلار از کشورهای آلمان، امارات متحده عربی، ایتالیا، تایوان، ترکیه، جمهوری کره، چین، ژاپن، فرانسه و هند نیز واردات انجام گرفته است. در مورد سنجاق ته گرد موضوع متفاوت می باشد. در حال حاضر در ایران، هفت کارخانه و شرکت، که دارای پروانه تولید یا تاسیس بوده، بالغ بر ۴۰۰ تن انواع سوزن ته گرد را در اندازه های کوچک، متوسط و بزرگ تولید می کنند. این میزان تولید نه تنها پاسخگوی نیاز کشور است، بلکه شرایطی را فراهم نموده تا بتوانند به کشورهای مختلف از جمله عراق، ترکمنستان و آذربایجان نیز صادرات داشته باشند. چهار کشور برتر تولید کننده ی سنجاق ته گرد ژاپن، آمریکا، چین و جمهوری چک می باشند.

• منابع در دفتر نشریه موجود می باشد.

که با هدف جلوگیری از زنگ زدگی و خوردگی و افزایش عمر مفید آن انجام می گیرد. در ضمن قسمتی از تولیدات پس از آبکاری نیکل، آبکاری برنج می شوند که به سنجاق قفلی برنجی شناخته می شوند و مراحل آخر بازرسی و بسته بندی می باشد.

مرحله چهارم ساخت سنجاق قفلی آبکاری است که شامل پرداختکاری، چربی زدایی و آبکاری نیکل است که با هدف جلوگیری از زنگ زدگی و خوردگی و افزایش عمر مفید آن انجام می گیرد. در ضمن قسمتی از تولیدات پس از آبکاری نیکل، آبکاری برنجی شناخته می شوند

سوزن دوزندگی: ۱- کلاف سیم با قطر مناسب (برای ساخت در اندازه های کوچک، متوسط و بزرگ و فرم های مختلف) در ابتدا خط تولید قرار داده می شود. ۲- سیم را در دستگاه تاب گیری وارد می کنند. ۳- در دستگاه بعدی، سیم به اندازه مناسب بریده می شود. ۴- در دستگاه بعدی و در شش مرحله، یک سر سیم تیز می شود. ۵- طی این عملیات، توسط قالب سر دیگر سیم تخت و سوراخی در آن ایجاد می گردد که چشمه نامیده می شود. ۶- پلیسه گیری و اضافه بری سرتخت شده، انجام می شود.

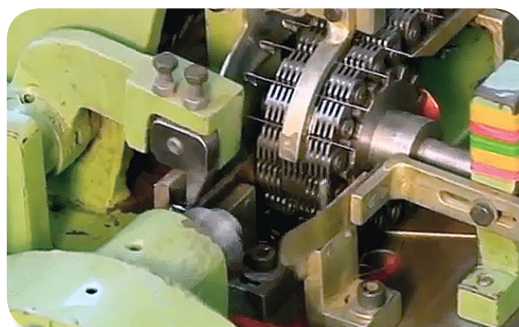
مرحله آبکاری سوزن دوزندگی شامل چربی زدایی و آبکاری نیکل است که با هدف جلوگیری از زنگ زدگی و خوردگی و افزایش عمر مفید آن انجام می گیرد. در فرایند آبکاری چشمه سوزن ها به منظور راحت تر شدن نخ رد کردن، ابتدا آبکاری نیکل و سپس آبکاری طلا نیز صورت می گیرد

۷- در این مرحله عملیات پخت صورت می گیرد بدین صورت که سوزن ها را در معرض حرارت شدید قرار داده

سیمای آبکاری



ساخت سنجا قفلی



فرایند ساخت سوزن خیاطی و سنجا ته گرد



ریخته گری دایکاست



1. STK Zinc die casting workshop was established in 2006.

تولید قطعات زاماک



آبکاری قطعات زاماک



واژه نامه

A little bit	یک سر سوزن	flattening	تختکاری - پهن کردن
Agrafes staple	سوزن منگنه	Flaw detection	ترک یابی - مک یابی
baking	پختن سیم و مفتول	friction	اصطکاک - ماش
bobby pin	سنجاق سر	Gold plating	آبخاری طلا
Brass safety pin	سنجاق قفلی برنجی (سنجاق قفلی با آبخاری برنج)	Grinding wheel	سنگ سنباده - چرخ سنباده
brooch	سنجاق سینه	Hair pin	سنجاق سر
Chrome plating	آبخاری کرم	Hook and eye clasp	قزن قفلی
clasp	گیره - قلاب	Hypodermic needle	سر سوزن
clips	گیره - کلیپس	inspection	بازرسی
coil	کلاف نوار ورق و سیم و ...مفتول	kink	تاب - گره - پیچ
Coil binder	کلاف پیچ	Liquid glass	شیشه مایع
Coiled strip	کلاف نوار ورق	lock	سوزن گلنگدن
coiler	کلاف پیچ	needle	سرنگ - سوزن سرنگ
Cotter pin	خار دو میله ای - خار محور	Needle case	سوزن دان
cutter	برش دهنده - ماشین برش فولاد	Needle craft	سوزن دوزی
Cutting down	زدودن زبری و ناهمواری ها از سطح فلز با عمل سایش	Needle threader	سوزن نخ کن
Cutting line	خط برش	needler	سوزن کار
Cutting oil	روغن برشکاری	needles pins	سوزن خیاطی
Darning needle	سوزن رفوگری	Nickle plating	آبخاری نیکل
Drawing pin	پونز - سنجاق فشاری	Office pin	سنجاق ته گرد

واژه نامه

paper clips	گیره کاغذ - کلیپس	Slice	برش نازک - تراشه
Pile	دسته میله آهنی کار شده	smoothing	هموارسازی - یکنواخت کردن
pin	سوزن - سنجاق - پرچ - پین - پرچ - اشپیل	Spark machining	برشکاری جرقه ای - تراشکاری جرقه ای
Pin bar	میله میخ پرچ	Spinning wheel	چرخ های چرخان
Pin belt	تسمه خادار	Split pin	خار دو میله ای - خار محور
Pin connection	اتصال مفصلی	Spool roll	غلتک قرقره ای شکل
Pin contact	اتصال سنجاقی	Spools of thread	قرقره نخ
Pin cushion	بالشتک سوزن	spring	فنر
Pins and needle	سوزن سوزن شدن	stamping	قالب زنی - سنبه ماتریسکاری
Polishing	پرداختکاری	thimble	انگشتانه - انگشت دونه
punching	سوراخکاری - سنبه کاری - منگنه کاری	Thin steel wire	سیم فولادی نازک
Railroad switch	سوزن راه آهن	thread	نخ
Record needle	سوزن گرامافون	Thread needle	نخ کردن سوزن
rolling	غلتاندن فلز با مواد سایا برای تمیزکاری	Tie pin	سوزن کراوات
rolling	نورد کاری	toughening	چقرمه کاری
Rolling mill	دستگاه نورد	trimming	پلیسه بری
scrubbing	تمیزکاری مالشی	wire	سیم
Sewing machine	چرخ خیاطی	Wire drawing	سیم کشی - مفتول کشی
Sewing needle	سوزن خیاطی	Wire rod	مفتول سیم
Silver plating	آبکاری نقره	Wire rods mill	دستگاه نورد مفتول - نورد مفتول سازی



زاماک و نکاتی پیرامون چالش های آبکاری بر روی آن



پیام صمدی، کارشناس
ارشد مهندسی مواد و
متالورژی

سید مهدی بنی حسینی،
کارشناس مهندسی شیمی
شرکت ایران بورد الکترونیک

در میان انواع مختلف قطعات که در تکمیل مسیر تولید خود فرآیند آبکاری را نیز تجربه می نمایند، قطعات از جنس زاماک از جمله مواردی هستند که به واسطه ی ماهیت متالورژیکی آلیاژ و نیز فرآیند تولید آن نیازمند به کارگیری تمهیداتی موثر به جهت دستیابی به محصول با کیفیت می باشد. نظر به گستردگی استفاده از این نوع قطعات در تامین مصارف مهندسی و تزئینی در این مقاله مروری داریم بر مشخصات آلیاژ زاماک، روش ریخته گری دایکاست و برخی عیوب رایج در آن و در نهایت به برخی از ضرورت های حاکم در روند استاندارد آماده سازی و آبکاری این نوع از قطعات می پردازیم. امید است مطالب ارائه شده در این مقاله مفید واقع گردیده و کمک هر چند کوچکی را به حصول نتایج مطلوب و تکرار پذیر نماید.

نام دارد. از جمله ویژگی های این عنصر می توان به مواردی چون افزایش استحکام کششی و خزشی، سختی و نیز مقاومت در برابر خوردگی اشاره نمود. همچنین این عنصر به افزایش سیالیت مذاب نیز کمک می نماید. سایر عناصری که در ترکیب آلیاژ زاماک استفاده می شوند عبارتند از سرب، کادمیم، قلع، آهن و نیکل که در مقادیر صدم درصد اضافه می شوند. در این میان بسته به میزان حضور عناصر تشکیل دهنده آلیاژ، دسته بندی کلی برای زاماک ارایه شده است که در جدول ۱ به دسته بندی آلیاژهای مذکور و ترکیب هر یک پرداخته شده است. شایان ذکر است این توزیع درصدها متناسب با استاندارد ASTM B ۷۹۱ می باشد.

	Zamak 2	Zamak 3	Zamak 5	Zamak 7
Aluminum (Al)	3.5-4.3	3.5-4.3	3.5-4.3	3.5-4.3
Copper (Cu)	2.5-3.0	0.25 max.	0.75-1.25	0.25 max.
Magnesium (Mg)	0.020-0.050	0.020-0.05	0.03-0.08	0.005-0.020
Iron (Fe)	0.100 max.	0.100 max.	0.100 max.	0.075 max.
Nickel (Ni)	—	—	—	0.005-0.020
Lead (Pb)	0.005 max.	0.005 max.	0.005 max.	0.0030 max.
Cadmium (Cd)	0.004 max.	0.004 max.	0.004 max.	0.0020 max.
Tin (Sn)	0.003 max.	0.003 max.	0.003 max.	0.0010 max.
Zinc	Balance	Balance	Balance	Balance

جدول ۱. دسته بندی برخی از ترکیبات آلیاژهای زاماک بر طبق استاندارد ASTM B ۷۹۱

در زاماک های نوع دو، سه و پنج همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می شود، عنصر مس درصد های متنوعی را شامل می شود و در این میان زاماک سه پایدارترین می باشد هرچند که همه ی آلیاژها وقتی که در دمای اتاق مورد استفاده قرار گیرند پایدار می شوند. زاماک نوع سه اولین انتخاب به هنگام تولید قطعه از آلیاژ زاماک به شیوه ی ریخته گری دایکاست می باشد. در قسمت بعدی توضیحاتی پیرامون برخی از آلیاژهای پرکاربرد زاماک داده می شود و در ادامه به اختصار توضیحاتی پیرامون ریخته گری دایکاست و ویژگی های آن و نیز معرفی برخی عیوب رایج ناشی از فرآیند تولید قطعات زاماک به این روش که تاثیر زیادی را در کیفیت آبکاری آن ها دارد، ارایه می شود.

زاماک شماره ۲: در میان زاماک ها، زاماک شماره دو بالاترین میزان استحکام کششی و سختی را دارد. مقدار بالای مس موجود در آن این امکان را فراهم می نماید که نسبت به زاماک شماره سه تا ۲۵ درصد و نسبت به زاماک شماره پنج تا ۱۰ درصد استحکام کششی بالاتری را داشته باشد. از آنجایی که این نوع زاماک مشکل پایداری ابعادی دارد، هنگامی استفاده از آن در دستور ساخت قرار می گیرد که با زاماک های نوع سه و پنج نتوان سختی و استحکام کششی مورد نظر را به دست آورد. زاماک نوع دو معمولاً در مواردی که تجهیزات تحت بارگذاری سنگین هستند، کاربردی می باشد.

زاماک شماره ۳: این زاماک همیشه بهترین گزینه در ریخته گری روی به شیوه ی دایکاست می باشد. در این آلیاژ توازن مناسبی میان خواص فیزیکی و مکانیکی وجود دارد. قابلیت برجسته ی این نوع زاماک در ریخته گری و پایداری ابعادی

آلیاژ زاماک که در اصطلاح عمومی (غیر تخصصی) آن را به دلیل شباهت ظاهری و ترد بودن به نام سرب خشک می شناسند، به دلیل ویژگی هایی نظیر قیمت پایین، در دسترس بودن و سهولت در ریخته گری و ماشین کاری از جمله آلیاژهای پر کاربرد و محبوب در زمینه تولید قطعات پر تیراژ نظیر ادوات خودور، دسته اهرمی شیرآلات، دستگیره و پلاک می باشد. عنوان زاماک (Zamac) از کنار هم قرار گرفتن حروف ابتدایی چند عنصر فلزی سرچشمه می گیرد. این عناصر عبارتند از روی (Zinc)، آلومینیوم (Aluminum)، منیزیم (Magnesium) و مس (Copper) که در درصد های مختلف منجر به تشکیل دسته بندی های متنوعی از این آلیاژ می گردند. همانگونه که مشخص است پایه ی اصلی آلیاژ زاماک فلز روی می باشد و از همین رو عمده ویژگی های متالورژیکی این آلیاژ برگرفته از خواص فلز روی خواهد بود. هر چقدر مقدار این فلز در زاماک بیشتر باشد، میزان استحکام این آلیاژ و نیز مقاومت به خوردگی آن افزایش می یابد. حضور عنصر آلیاژی آلومینیوم سبب افزایش استحکام ضربه، استحکام کششی، مقاومت در برابر خزش و نیز سختی آلیاژ می گردد. در این میان محدوده ی مجاز برای مقدار آلومینیوم در آلیاژ زاماک تعریف می شود تا خواص آلیاژ دستخوش تغییرات منفی نشود. این مهم از آنجاست که استحکام ضربه آلیاژ زاماک در حضور مقادیر اضافی آلومینیوم به شدت تاثیر می پذیرد. افت این شاخص از درصد های بیشتر از ۴/۵ درصد شروع می شود و تا جایی پیش می رود که در ۵ درصد، آلیاژ شدیداً شکننده می شود. از سوی دیگر حداقل مقدار آلومینیوم ۳/۵ درصد اعلام شده است و علت آن تاثیر این عنصر بر رفتار ریختگی آلیاژ است. از همین رو محدوده ی مناسب برای این عنصر ۳/۳-۴/۳-۳/۵ پیشنهاد می شود. شایان ذکر است که در این میان دسته ای از آلیاژهای روی هستند که مقدار آلومینیوم بالاتری دارند و با علامت ZA نشان داده می شوند. این آلیاژها در مقایسه با زاماک دارای استحکام بیشتر، مقاومت سایش و خزش بالاتر و نیز دانسیته ی کمتر می باشند. گفتنی است که ماندگاری و دوام قطعات زاماک آبکاری شده با کاهش میزان آلومینیوم به شدت کاهش می یابد. عنصر دیگری که در آلیاژ زاماک مورد استفاده قرار می گیرد، مس است. هدف از افزودن این عنصر افزایش مقدار استحکام کششی و سختی می باشد. در مواردی که کاربرد قطعه در دمای اتاق می باشد، هیچگونه تاثیر منفی تا مقدار ۱/۵ درصد مس وجود ندارد. مقادیر بیشتر مس به بروز تاثیرات پیر شدن (aging) که می تواند به صورت کاهش استحکام ضربه و ازدیاد طول خودنمایی کند، خواهد انجامید. این موارد به خصوص در شرایطی که دمای کاری به حدود ۱۰۰ درجه سانتی گراد برسد، بیشتر خواهد بود. موارد مذکور در ابتدا با حدود ۰/۴ درصد مس شروع می شوند اما تغییرات در خواص و ابعاد تا هنگامی که مقدار مس به ۱/۵ درصد برسد، آنچنان مشهود نمی باشد. عنصر مس به افزایش مقاومت به خوردگی زاماک نیز کمک خواهد نمود. عنصر سومی که تحت عنوان عنصر آلیاژی به زاماک اضافه می شود، منیزیم

قطعات پیش از آبکاری و نیز فرآیند آبکاری مس برای این قبیل قطعات پرداخته خواهد شد.

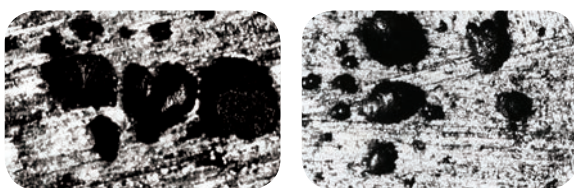
برخی عیوب محتمل در فرآیند ریخته‌گری دایکاست

عیوب سطحی: عیوبی نظیر Cold flow ، Cold lap ، Chill Non-fill ، و Swirls می‌باشند که عمده‌ترین علل بروز آن‌ها سرد بودن جریان پیشروی سیال مذاب است که به روی یکدیگر هم پوشانی می‌نمایند. جهت غلبه بر این نوع عیب مواردی چون افزایش دمای قالب (به خصوص در نقاطی که عیب وجود دارد) پیشنهاد می‌شود. در این میان عواملی که می‌توانند باعث سردی قالب شوند عبارتند از: زمان تزریق آرام، نرخ (جریان) اضافی خنک‌کننده‌های قالب و اسپری اضافی بر روی قالب‌ها. همچنین پیشنهاد می‌شود که مواردی چون کاهش زمان پر کردن قالب، تغییر نقشه جریان مذاب و نیز کنترل دقیق ترکیب آلیاژ زاماک به خصوص مقدار آلومینیوم در قسمت‌های انتهایی مذاب در شرف انجماد بررسی و اجرا گردد. در شکل ۱ نمونه‌های تصویری از عیوب سطحی به جا مانده از Cold flow نشان داده شده است.



شکل ۱. نمونه‌هایی از عیوب سطحی

حفرات گازی: همانگونه که از نام این عیب مشخص است، علت به وجود آمدن این پدیده حبس شدن گاز در درون جریان سیال مذاب می‌باشد. حال جهت حذف آن باید متغیرهایی را که امکان ایجاد آن را فراهم می‌نمایند از میان برداشت. از همین رو می‌توان به راهکارهایی چون فرصت دادن به خروج گاز از درون مذاب (بطور مثال غلبه بر ایجاد جریان آشفته سیال مذاب در درون قالب با تاخیر در شارژ مذاب)، استفاده از راهگاه‌های ظریف‌تر، پرهیز از به کارگیری لبه‌های تیز و انتهای بسته در طراحی قالب و همچنین کنترل خروجی‌های مذاب اضافی اشاره نمود. در شکل ۲ می‌توان چند نمونه از بروز اینگونه عیب را مشاهده نمود. شایان ذکر است حبس بودن قالب نیز از دیگر عوامل موثر در بروز این نوع عیب می‌باشد.



شکل ۲. نمونه‌هایی از عیب حفرات گازی در ساختار قطعه

قطعات تولید شده با آن است به طوری که بیش از ۷۰ درصد از محصولات ریختگی دایکاست روی را این نوع زاماک تشکیل می‌دهد.

زاماک شماره ۵: این زاماک در مقایسه با زاماک نوع سه، از استحکام کششی و سختی بالاتری برخوردار است اما خاصیت انعطاف‌پذیری کمتری را دارد. در صورتی که قطعات از جنس این آلیاژ تحت عملیات‌های تکمیلی نظیر خم، پیچش و یا نورد قرار بگیرند، احتمال آسیب دیدن وجود خواهد داشت. خواص مکانیکی این نوع زاماک به دلیل افزودن یک درصد مس بهبود یافته است. زاماک نوع پنج، خواص ریختگی فوق‌العاده‌ای را در کنار مقاومت به خزش بهتر در مقایسه با زاماک نوع سه دارد. این نوع زاماک برای مصارف آبکاری، ماشین‌کاری و نیز سایر پروسه‌های رایج مهندسی مناسب می‌باشد.

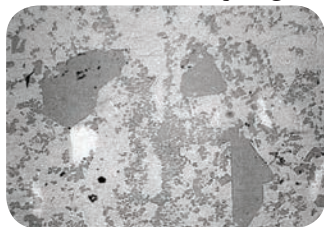
ریخته‌گری دایکاست

روش رایج در تولید قطعات زاماک، ریخته‌گری دایکاست (die casting) می‌باشد. در این نوع از ریخته‌گری، مواد مذاب تحت فشار به داخل قالب تزریق می‌شود و در همان حالت تحت فشار، مواد مذاب منجمد می‌شوند. با این روش می‌توان تیراژ بالایی از تولید را در مدت زمان کوتاه به دست آورد. از جمله مزایای این شیوه از تولید می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- با استفاده از این روش قطعات با اشکال پیچیده را می‌توان تولید نمود.
- ۲- به دلیل استفاده از فشار در حین تزریق مواد مذاب به درون قالب، می‌توان قطعات با ضخامت‌های کم را نیز تولید نمود (امکان تولید قطعات ظریف‌تر).
- ۳- بالا بودن سرعت تولید و امکان استفاده از قالب‌هایی با تعداد Cavity بیشتر (تزریق بیش از یک قطعه در هر بار)
- ۴- به دلیل استفاده از فشار به هنگام تزریق امکان دستیابی به قطعات با کیفیت سطحی مطلوب (البته این موضوع به کیفیت قالب‌ها نیز وابسته است)
- ۵- به دلیل ماهیت متالورژیکی مذاب، معمولاً قالب‌های مورد استفاده در این شیوه از تولید عمر طولانی‌تری دارند.
- ۶- قطعات تولید شده به این روش، در صورت داشتن کیفیت سطحی نامناسب، با کمترین میزان پرداخت کاری آماده فرآیند‌های پوشش‌دهی می‌شوند.

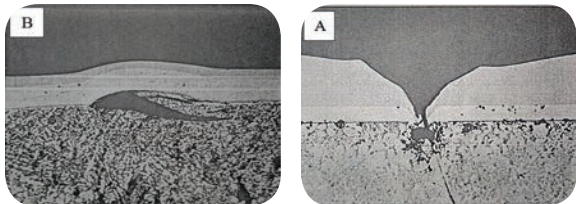
در کنار مزایای مذکور، معایبی وجود دارند که می‌توانند در اثر تغییر در برخی از پارامترهای موثر در فرآیند، به صورت عیب بر روی قطعه خود‌نمایی کنند. با مراجعه به منابع تدوین شده در زمینه ریخته‌گری دایکاست میتوان به دسته‌بندی کلی برای اینگونه عیوب دست یافت. در این میان برخی عیوب که بیشتر تکرار می‌شوند پیرامون عیوب سطحی و نیز حباب‌های حبس شده در قطعه می‌باشند که به دلیل ماهیت آبکاری، می‌توان حضور اینگونه عیوب را بروی قطعات متوجه شد. در ادامه پیرامون برخی از عیوب پر تکرار و علل بروز آن‌ها مطالبی ارائه می‌شود و پس از آن به فرآیندهای مربوط به آماده‌سازی

به جهت مرتفع نمودن این عیب توصیه شده است که فرآیند ذوب در درون بوتله ها به دقت کنترل شود و از تمیز بودن مذاب اطمینان حاصل شود. کنترل دمای مذاب و نیز رعایت زمان استراحت بین هر تزریق اکیدا توصیه شده است. نمونه ای از این نوع عیب در شکل ۵ ارایه شده است.



شکل ۵. تصویری از حضور ناخالصی ها در ساختار آلیاژ زاماک

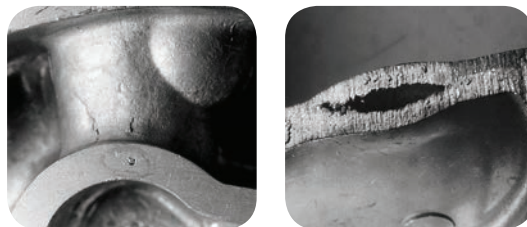
باید یادآور شد که عیوب دیگری نیز در فرآیند تولید قطعات زاماک به روش دایکاست وجود دارد که به دلیل استفاده از فرآیند آماده سازی مکانیکی پیش از آبکاری، غالب آن ها از بین می رود اما عیوبی که مورد اشاره قرار گرفت، مشاهده شده است که پس از فرآیند آبکاری خودنمایی نموده و به این وسیله معیوب بودن سیکل تولید (ریخته گری) را متذکر می شوند. به صورت کلی اشتباه در طراحی قالب و نیز روش ریخته گری منجر به بروز عیوب سطحی نظیر شکاف، تاول، حفرات گازی و یا ترک ها می گردد. در شکل ۶ نمونه هایی از اینگونه عیوب که در عمل اتفاق می افتند نشان داده شده است. این دسته از عیوب اگر قبل از آبکاری برطرف نشوند به عنوان مکان های مناسب برای بروز خوردگی پس از آبکاری خواهند بود.



شکل ۶. نمونه هایی از عیوب سطحی رخ داده در آلیاژهای زاماک در بزرگنمایی ۵۰۰ (A) و ۲۵۰ (B) برابر

تاول زدن که در طول آبکاری و یا در مدت زمان کمی بعد از آن رخ می دهد، نتیجه ی حضور گاز هیدروژنی است که به دلیل واکنش فلز روی و محلول خورنده ای که در درون حفرات و شکاف ها حبس شده تشکیل می شود. از همین رو این محصولات خوردگی مذکور باید از درون حفرات و شکاف های قطعه خارج گردند. حرارت دادن قطعات زاماک آبکاری شده روند تشکیل تاول را تسریع و امکان ردیابی مکان های حبس شدن محلولهای خورنده و هرگونه روغن و گریس را تسهیل می نماید. این پدیده در مورد قطعاتی که بوسیله ی فرآیند الکترولاک پوشش داده می شوند بیشتر مشهود است چرا که بعد از لاک قطعات نیازمند پخت در درون کوره می باشند. به استثنای عیوب سطحی، مانند مواردی که در شکل ۶ نشان

تاول: منشاء بروز این نوع عیب نیز گاز های حبس شده در مذاب می باشد اما تفاوت آن با عیب قبلی در موقعیت مکانی حبس شدن گاز است. در حالت قبلی حباب گاز در فصل مشترک مذاب و قالب حبس می گردد اما در این نوع عیب حباب در زیر سطح مذاب و در حالی که قالب در حال پرشدن است، حبس می شود. از آنجایی که ماهیت بروز این عیب نیز جریان گازی می باشد، پیشنهادات ارایه شده جهت رفع عیب قبلی، در برطرف نمودن این مورد نیز کارآمد می باشند. در این میان راهکارهای دیگری نیز پیشنهاد می شود. به طور مثال سرد نمودن سریع قطعات درست بعد از تزریق تا به این ترتیب استحکام رویه ی قطعه را افزایش داده و امکان بروز تاول را کاهش دهیم. همچنین کاهش دمای مذاب نیز توصیه می گردد. در شکل ۳ نمونه های تصویری از این عیب نشان داده



شده است.

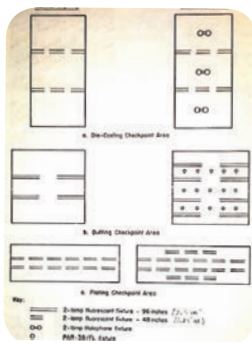
شکل ۳. تصاویری از عیب تاول

حفرات انقباضی: از آنجایی که مواد ریخته گری در حالت جامد (پس از انجماد) فضای کمتری را نسبت به حالت مایع اشغال می نماید، این اختلاف ابعاد منجر به بروز حفرات انقباضی به خصوص در نقاط گرم قالب می گردد. موثرترین روش غلبه بر این عیب افزایش فشار تزریق بر مناطق نیمه جامد، که شدت حفرات انقباضی در آنجا بیشتر است، می باشد. از همین رو توصیه میشود مقدار فشار تزریق همواره کنترل شود. برای آلیاژهای روی حداقل فشار ۲۰۰۰ bar پیشنهاد شده است هرچند که در برخی موارد میتوان مقدار ۱۵۰۰ bar را نیز به کار گرفت. در شکل ۴ تصاویر مربوط به این عیب ارایه شده است. کنترل دما و ذوب ریزی در دمای کمتر، بررسی نمودن ترکیب آلیاژ و نیز استفاده از ذوب اضافی به خصوص برای نواحی دارای عیب نیز توصیه می شود.



شکل ۴. تصاویری از عیب حفرات انقباضی

ناخالصی ها: حضور ناخالصی ها منجر به شکل گیری نقاط سخت می گردد. این پدیده در آلیاژهای روی، با تشکیل ترکیبات بین فلزی میان آلومینیوم و آهن، منجر به بروز مشکلاتی در حین پرداختکاری و پولیش قطعات می گردد.



شکل ۹. نورپردازی در دو حالت عادی و بهینه سازی شده در سه واحد مختلف کنترل کیفی

فرآیند بازیابی قطعات معیوب شامل پرداخت مکانیکی (پولیش نمودن) سطح می باشد که معمولاً عمق محدوده ی عملیاتی آن کمتر از ۵۰ میکرون می باشد. گفته شده است که عمق اغلب عیوب سطحی کمتر از ۲۵ میکرومتر می باشد.

تمام کاری سطح قطعات زاماک

مهم ترین ویژگی آلیاژهای روی تولید شده به شیوه ی دایکاست، فراهم نمودن امکان دستیابی به تیراژ بالای تولید و در عین حال صرفه ی اقتصادی آن می باشد. این موضوع در کنار محدوده ی وسیعی از پوشش های به نسبت ارزان قیمت امکان دستیابی به تولیدات جذاب، کاربردی و مقاوم در برابر خوردگی را فراهم می نماید. همواره از روش های متنوعی جهت بهبود رفتار خوردگی آلیاژهای روی استفاده می شود که در یک دسته بندی کلی می توان آن ها را به سه گروه زیر تقسیم نمود:

- تمام کاری سطح به روش شیمیایی نظیر به کارگیری کرومات ها و فسفات ها
- تمام کاری سطح فلزی نظیر آبکاری با و بدون استفاده از برق ، بخار نشانی
- تمام کاری سطح با استفاده از مواد آلی نظیر استفاده از رنگ ، رزین و ...

موضوع این مقاله پیرامون ایجاد لایه های فلزی بر روی قطعات زاماک با استفاده از روش آبکاری می باشد و از همین رو در ادامه به روند آماده سازی و آبکاری این دسته از قطعات اشاره می شود. تلاش شده است که تا حد ممکن نکات کاربردی ارائه گردد.

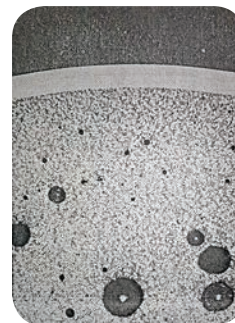
پولیش قطعات زاماک

پس از آنکه قطعات زاماک با روش ریخته گری دایکاست تولید گردید، در مرحله ی بعدی باید آن ها را برای پذیرش بهتر پوشش و نیز افزایش کیفیت آبکاری، آماده نمود. فرآیند آماده سازی این دسته از قطعات، همانند اکثر قطعات، با پرداخت کاری سطح به صورت مکانیکی آغاز می شود. البته باید یادآور شد که پیش از این مرحله نسبت به جداسازی پلیسه ها و زوائد باقی مانده بر روی قطعه اقدام می شود. معمولاً پلیسه های درشت توسط اپراتورها و پلیسه های ریز در حین استفاده

داده شد، لایه سطحی قطعات (در محدوده ضخامت ۱۰۰-۵۰ میکرومتر) نسبتاً فشرده و در برخی موارد ساختار دندردستی دارد (شکل ۷) زیر این لایه، ساختار متالورژیکی قطعه به صورت فرآینده ای حفره دار می شود (شکل ۸). از همین رو مراحل آماده سازی مکانیکی قطعات باید با دقت بالایی انجام شود تا احتمال مواجهه با محدوده ی حفره دار مذکور کاهش یابد. حفرات مذکور ناشی از حبس شدن هوا درون مذاب در حین فرآیند انجماد می باشد و از همین رو نظر به ماهیت فرآیند ریخته گری دایکاست و نیز رفتار متالورژیکی آلیاژ زاماک، محث کنترل کیفی در تولید قطعات به این روش همواره حائز اهمیت است. در اغلب موارد بازرسی چشمی میتواند نقش موثری را در شناسایی قطعات معیوب ایفا نماید.



شکل ۷. ساختار دندردستی روی در لایه ی فشرده ی سطحی به ضخامت ۱۰۰ میکرون (بزرگنمایی تصویر ۵۰۰ برابر)



شکل ۸. حفرات زیر سطحی در ساختار متالورژیکی قطعه ی زاماک دارای دانه بندی ریز و فشرده (بزرگنمایی ۱۰۰ برابر)

شایان ذکر است که در مواردی که قطعه دارای عیب ساختاری می باشد اصلاح آن به روش ذوب و ریخته گری مجدد هزینه کمتری را در مقایسه با آبکاری دارد. در این میان استفاده از میزهای کنترل کیفی مجهز به میزان روشنایی مناسب در تشخیص قطعات معیوب بسیار کارآمد است. مجدداً یادآور می شود که اگر قطعات معیوب پیش از آبکاری از فرآیند تولید خارج شود به مراتب هزینه کمتری را به تولید کننده تحمیل می نماید. گزارش شده است که میزان قطعات برگشتی بعد از آبکاری با استفاده از فرآیند کنترل کیفی تحت روشنایی مناسب بیش از ۶۰ درصد کاهش داشته است. در شکل ۹ به صورت شماتیک حالت های بهینه سازی شده ی نورپردازی برای واحدهای مختلف کنترل کیفی مربوط به مراحل ریخته گری، پرداختکاری و آبکاری نشان داده شده است.

پیش از فرآیند آبکاری، باید قطعات مراحل آماده سازی سطح را به شیوه ی شیمیایی طی نمایند. در ادامه به ترتیب و توالی مراحل استاندارد آماده سازی قطعات زاماک می پردازیم.

آماده سازی قطعات زاماک

آلیاژ روی از نقطه نظر شیمیایی فعال می باشد و از همین رو و به جهت جلوگیری از هرگونه انحلال و اچ شدن قطعه باید تمهیدات لازم را در استفاده از محلول های مربوطه بکار گرفت. به صورت کلی فرآیند آماده سازی استاندارد آماده سازی قطعات زاماک به شرح زیر می باشد:

- چربی گیری گرم (اولتراسونیک - غوطه روی)
- چربی گیری الکتریکی
- اسیدشویی

که میان هر یک از مراحل مذکور آبکشی وجود دارد. در ادامه توضیحاتی پیرامون این مراحل ارائه می گردد.

چربی گیری گرم: به واسطه ی ماهیت تولید قطعات زاماک، همواره حجمی از مواد آلاینده نظیر واکس پرداخت و روغن بر روی قطعات وجود دارد که باید آن ها را از قطعه جدا نمود چرا که در غیر این صورت علاوه بر آلوده نمودن محلول های موجود در خط سبب تشکیل پوشش های بی کیفیت می گردند. چربی گیری گرم مورد استفاده جهت چربی گیری قطعات زاماک بایستی دارای درجه ی قلیایی ملایم و با کمترین میزان سود (NaOH) باشد زیرا قلیایی بودن بیش از حد منجر به باز شدن حفرات ناشی از فرآیند ریخته گری و در نتیجه حفره دار شدن پوشش تشکیل شده بر روی قطعه می گردد. علت این پدیده از آنجاست که حفرات تشکیل شده بعضاً ماهیت غیرفلزی دارند و از همین رو امکان پر شدن آن ها توسط فرآیند آبکاری میسر نمی شود.

در این میان به منظور حصول اطمینان از زدایش کامل آلودگی ها از قطعه (به خصوص آلودگی های متراکم و چسبنده) پیشنهاد می شود که از دستگاه های اولتراسونیک (جهت آلودگی های خارجی) و یا هیدروسونیک (جهت آلودگی های داخل قطعه) استفاده شود. ذکر این نکته ضروری است کیفیت آلیاژ بر دستیابی به کیفیت مناسب بعد از این مرحله ضروری است چرا که در صورت مرغوب نبودن آلیاژ، استفاده از اولتراسونیک سبب ایجاد حفرات بیشتر خواهد شد. در این میان باید به رابطه ی میان توان مصرفی دستگاه (وات) و نوع چربی گیری مورد استفاده توجه نمود.

چربی گیری الکتریکی: استفاده از این نوع چربی گیری در حالت های مختلف کاتدی - آندی و یا صرفاً آندی توصیه می شود. گفتنی است در مواردی که از چربی گیری الکتریکی به شیوه ی کاتدی استفاده شود، به کارگیری مرحله ی آندی، به منظور حذف لایه ی سیلیکات که در مرحله ی کاتدی تشکیل می گردد، ضروری می باشد، چرا که فیلم مذکور به سختی در آبکشی های بعدی حذف می گردد و در نهایت منجر به بروز مشکلات چسبندگی می گردد. در چربی گیری الکتریکی به

از دستگاه های پرداختکاری و یا ویراتوری حذف می شوند. دستگاه های ویراتوری دارای یک مخزن حاوی ذرات ساینده (در شکل های متنوع) می باشد که به صورت دورانی در حال گردش هستند. قرار گرفتن قطعه در میان ذرات مذکور منجر به ساییده شدن وجوه مختلف آن ها و دستیابی به سطوح صیقلی می شود. این دستگاه جهت خش گیری قطعه و ایجاد سطوح صاف و براق بسیار ایده آل می باشد. در شکل ۱۰ نمونه ای از دستگاه ویراتوری و اشکال متنوع ذرات ساینده ی مورد استفاده در آن نشان داده شده است.



شکل ۱۰. تصاویری از دستگاه ویراتوری و اشکال متنوع ذرات ساینده ی آن

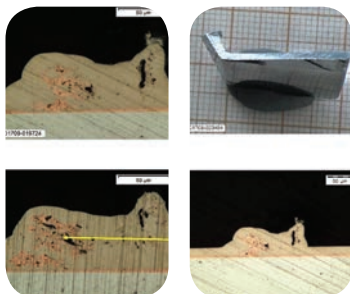
شایان ذکر است که از دستگاه ویراتوری در مورد قطعات کوچک و یا با هندسه ی پیچیده بیشتر استفاده می شود. به صورت کلی می توان گفت که بسته به اندازه و طرح قطعه در پولیش مکانیکی سطح آن ها از فرآیندهای پرداختکاری با چرخ، ویراتوری و یا ترکیبی از آن ها استفاده می شود. یادآوری این نکته ضروری است که کیفیت پولیش قطعات و نیز زمان و نحوه ی نگهداری قطعات بعد از مرحله ی پولیش و قبل از آبکاری، به دلیل احتمال ایجاد لایه ی اکسید سطحی، نقش بسیار موثری را در کیفیت نهایی پوشش خواهد داشت. لذا توصیه شده است که قطعاتی که مدت زمان طولانی از پولیش آن ها گذشته است و یا شرایط نگهداری مناسبی را بعد از پولیش نداشته و در معرض اتمسفر خورنده بوده اند، مجدداً پولیش گردند. این موضوع به صورت مستقیم بر روی کم شدن حفرات سطحی (Porosity) تاثیرگذار خواهد بود. از سوی دیگر نوع واکس مصرفی و نیز کیفیت پولیش کاری نیز نقش بسزائی را در کیفیت پولیش خواهد داشت. در کنار این موضوع حضور پولیش کار با تجربه و حرفه ای می تواند بسیار موثر واقع شود. گفتنی است که در برخی مراجع استفاده از محلول های پولیش شیمیایی (Chemical polishing) حاوی ترکیبات کروم شش ظرفیتی نیز موثر یاد شده است. پس از آنکه سطح قطعات پولیش شد، به جهت فعالسازی آن ها

آزاد شدن گاز تاثیر بسزایی را در کیفیت لایه ی مس تشکیل شده بر روی قطعه خواهد داشت. توصیه می شود که دانسیته ی جریان در دقایق ابتدایی در بالاترین حد باشد و در ادامه به مرور کاهش یابد. استفاده از سیستم قطع - وصل جریان (interruption current) نقش مهمی را در افزایش راندمان دانسیته جریان اعمالی و نیز دستیابی به ضخامت های بیشتر و یکنواخت تر پوشش خواهد داشت. علت این موضوع از آنجاست که بخش عمده ای از جریان اعمال شده در محلول های قلیایی به احیاء و آزاد شدن گاز هیدروژن بر روی سطح قطعه اختصاص می یابد و از همین رو گاز تشکیل شده در اطراف قطعه (کاتد) جمع می شود که این پدیده منجر به کاهش راندمان دانسیته جریان کاتدی می گردد. از جمله مهم ترین تبعات این پدیده می توان به کاهش سرعت رشد پوشش، متخلخل شدن پوشش و نیز عدم براقت آن اشاره نمود.

دانسیته جریان آندی: این پارامتر در فرآیند آبکاری مس سیانوری بیش از 2 A/dm^2 می باشد و این به آن معنا می باشد که حداقل سطح آند مورد نیاز در این فرآیند باید دو برابر ماکزیمم سطح کاتد باشد. گفتنی است که کم بودن سطح آند منجر به غیرفعال شدن آند و افت جریان در حین آبکاری خواهد شد.

جنس آند: آند مورد استفاده باید از مس خالص که به روش الکترولیز تهیه شده است، انتخاب گردد (معروف به مس کاتدی). عدم خالص بودن آند منجر به افت جریان و نیز غیر فعال شدن آن خواهد شد. گفتنی است که تغییر رنگ آند در حمام های مس سیانوری می تواند بیانگر تغییرات شیمیایی داخل محلول باشد. به طور مثال رنگ سیاه و یا سبز روشن آند می تواند شاخصی از پایین بودن غلظت سیانور آزاد در محلول باشد. در مراجع مختلف این موضوع مورد اشاره قرار گرفته است.

فیلتراسیون محلول: از آنجایی که پروسه ی زاماک مستعد حضور ذرات ناخالصی معلق در محلول ها و نیز هم رسوبی آن ها با یون های فلزی می باشد، فیلتراسیون از جمله مهم ترین شاخص های فرآیند می باشد. استفاده از فیلترهای کربنی با دبی مناسب نقش بسزائی را در حذف ذرات معلق و نیز آلودگی های آلی ایفا می نماید. در شکل ۱۲ تصویر متالوگرافی از مقطع قطعه ی زاماک که به دلیل عدم فیلتراسیون مناسب ذرات مس در درون پوشش حبس شده و در نهایت منجر به زبری سطحی گردیده، نشان داده شده است.



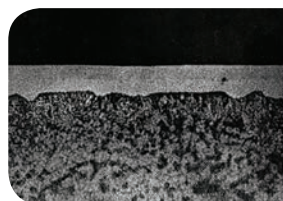
شکل ۱۲. مقطع برش قطعه ی زاماک و حضور زواید مسی در درون پوشش

ویژه در مراحل کاتدی مقدار دانسیته جریان اعمالی و نیز مدت زمان فرآیند بایستی با دقت بالا تنظیم و اعمال گردد چرا که در غیر این صورت، به دلیل پدیده ی تضاد گاز هیدروژن بر روی سطح قطعه، با پدیده ی حفرات سطحی مواجه خواهیم شد. همچنین توصیه می شود که زمان چربی گیری الکتریکی آندی کمترین مقدار ممکن باشد تا از انحلال قطعه و اچ شدن آن جلوگیری به عمل آید.

اسیدشویی: بعد از مرحله ی چربی گیری گرم که قلیایی می باشد، باید از یک مرحله ی اسیدی با هدف حذف نمودن محصولات ناشی از اکسیداسیون آلیاژ روی و نیز از بین بردن ترکیبات قلیایی که به واسطه ی عدم آبکشی مناسب کماکان بر روی قطعه حضور دارند، استفاده نمود. غلظت اسید مورد استفاده باید متناسب با زمان غوطه وری باشد. در این مرحله استفاده از محلول های اسیدی حاوی ترکیبات فلئوئور با درجه اسیدیته ملایم نقش موثری را در کم شدن حفرات سطحی و نیز بهبود چسبندگی پوشش به فلز پایه خواهد داشت. گفتنی است که آبکشی بعد از این مرحله باید هرگونه اسید باقیمانده در خلل و فرج قطعه را خارج نماید چرا که در غیر این صورت منجر به تشکیل تاول پس از اتمام آبکاری خواهد شد.

آبکاری مس سیانوری

تقریباً کلیه ی فرآیندهای آبکاری قطعات زاماک در مرحله ی نخست نیازمند زیر لایه ای از جنس فلز مس می باشند که از محلول سیانوری به دست می آید. ضرورت این مرحله در مرتفع نمودن عیوب سطحی محتمل و نیز محافظت فلز پایه ی روی در مقابل محلول های اسیدی است که در مراحل بعدی مورد استفاده قرار می گیرند. در شکل ۱۱ مقطع برش قطعه ی زاماک که زیر لایه ی مس بر روی آن اعمال گردیده نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می شود زیر لایه ی مس نقش بسیار موثری را در ایجاد لایه ی صاف برای مراحل بعدی آبکاری دارد. در محلول آبکاری مس سیانوری، به واسطه ی شرایط شیمیایی محلول، حداقل انحلال فلز پایه (روی) در محلول اتفاق می افتد. ضمن اینکه این محلول قادر است نقاط فرو رفتگی در قطعات با اشکال هندسی پیچیده را نیز به خوبی پوشش دهد.



شکل ۱۱. مقطع برش قطعه ی زاماک و نقش زیر لایه ی مس در ایجاد سطح صاف

پیرامون آبکاری مس از حمام های سیانوری مطالب گسترده ای در منابع وجود دارد و از همین رو در اینجا صرفاً به برخی نکات کاربردی اشاره می شود:

دانسیته جریان کاتدی: اعمال دانسیته جریان مناسب و شدت

قلیایی ملایم استفاده گردد چرا که درجه ی قلیایی بالای محلول های چربی زدایی سبب حفره دار شدن (باز شدن حفرات) لایه ریخته گری خواهد شد.

۳- در پروسه چربی زدایی الکتریکی توصیه می شود فرآیند به چربی گیری الکتریکی آندی کوتاه ختم گردد. اعمال چربی زدایی الکتریکی کاتدی به دلیل چسبیدن فیلم لایه سیلیکات به سطح و ایجاد مشکلات چسبندگی ، توصیه نمی گردد.

۴- کیفیت مناسب لایه مس ، نقش مهمی در کیفیت نهایی پوشش از قبیل چسبندگی و حفره دار نشدن پوشش خواهد داشت. در مورد حمام های مس سیانیدی توصیه می شود از حمام های با راندمان بالا (حمام های پتاسیمی) استفاده گردد ، زیرا در این نوع حمام ها مشکل ضخامت گیری پوشش به حداقل می رسد. در حمام های رایج و متداول (بر پایه سدیم) سرعت آبکاری پس از دقایق ابتدایی به شدت افت می کند.

۵- ضخامت لایه مس تاثیر بسزایی در کنترل آلودگی حمام های بعدی از جمله نیکل خواهد داشت و از طرفی کنترل دقیق اجزای حمام مس از جمله نسبت یون فلزی مس به سیانید آزاد ، نقش تاثیر گذاری در راندمان جریان و عدم پولاریزه شدن آند و سرعت آبکاری دارد.

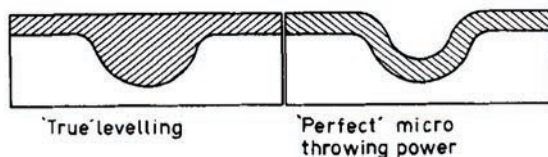
۶- در متدهای جدید توصیه می شود به جای حمام های سیانیدی مس از حمام های قلیایی فاقد سیانور بر پایه پیروفسفات استفاده شود. مزایای اصلی این حمام ها در صورت همراه شدن با پروسه های مس اسیدی بعدی ، در به حداقل رسیدن مشکلات چسبندگی (تاول) و حفره دار نشدن پوشش می باشد زیرا پوشش تشکیل شده از حمام مس سیانیدی بصورت پل (bridge) روی حفره می نشیند و محلول حاوی سیانید داخل حفرات حبس می گردد و در اثر واکنش با فلز پایه، گاز سیانید هیدروژن آزاد شده که این پدیده سبب ترکیدن حفره و تشکیل تاول می گردد ولی در حمام های مس قلیایی فاقد سیانور این معضلات وجود ندارد.

منابع

1. Nickel and Chromium plating, J. K. Dennis and T. E. Such, Third edition, ۱۹۹۳.
2. Standard Guide for Preparation of Zinc Alloy Die Castings for Electroplating and Conversion Coating, ASTM B ۹۲-۲۵۲.
3. Specification for Zinc-Aluminum (ZA) Alloy Foundry Die Castings, ASTM B ۹۷-۷۹۱.
4. Modern electroplating, Third edition.
5. ASM Handbook, volume ۵, surface engineering.
6. Schlitters technical letters.

شایان ذکر است که ضخامت پایین لایه ی مس احتمال آلوده شدن محلول های بعدی (به طور مثال نیکل) را افزایش می دهد و از همین رو حداقل ضخامت برای این لایه پنج میکرون توصیه شده است. همچنین افزایش ناخالصی فلزی روی در محلول مس سیانوری سبب بالا رفتن درصد فلز روی در پوشش مس گردیده که تبعات آن تغییر رنگ پوشش مس از قرمز به نارنجی می باشد. در ضمن حضور ناخالصی های فلزی منجر به افت کیفیت پوشش در مناطق با دانسیته جریان پایین می گردد.

گفتنی است که امروزه استفاده از محلول های مس فاقد سیانید و بر پایه ی پیروفسفات به عنوان جایگزین محلول های سیانوری متداول شده است. کیفیت نشست پوشش در این نوع محلول ها بر خلاف نوع سیانوری می باشد. بدین معنی که در حمام های سیانوری لایه ی مس بر روی حفرات فلز پایه پل می زند و این موضوع سبب حبس محلول داخل حفرات و آزاد شدن گاز سیانید هیدروژن داخل آن ها می شود که در نتیجه ی آن با پدیده ی ترکیدن پوشش مواجه خواهیم شد. این در حالیست در محلول های مس غیرسیانوری به دلیل توان پرتاب میکرو بالایی دارند (High micro throwing power) داخل حفرات سطحی نیز تحت فرآیند آبکاری قرار می گیرند. نشان داده شده است که اعمال پوشش های بعدی نظیر مس اسیدی بر روی لایه ی مس حاصل از محلول های غیرسیانوری، منجر به کاهش چشمگیر حفرات سطحی می گردد. در شکل ۱۳ شماتیکی از پدیده ی توان پرتاب میکرو نشان داده شده است.



شکل ۱۳. شماتیکی از تشکیل پوشش در داخل حفره

پس از اعمال پوشش مس، بنا به نیاز و نوع کاربری قطعه از روکش هایی نظیر نیکل، کروم، نقره ، طلا و ... استفاده می شود که به دلیل گستردگی مطالب مربوطه در این مقاله به آن اشاره نگردید و نظر به اهمیت آماده سازی قطعات زاماک بیشتر به مباحث آماده سازی اشاره شد. در پایان این مقاله برخی نکات کاربردی در آبکاری قطعات زاماک مجدداً یادآوری می شود.

نکات کاربردی در آبکاری قطعات زاماک

- ۱- از آنجایی که ناخالصی آلیاژ و شرایط ریخته گری تاثیر به سزایی در شرایط نهایی قبل از اجرای مراحل آماده سازی (به منظور حصول بهترین چسبندگی ممکن پوشش ایجاد می کند)، لذا توصیه می شود از عملیات های حرارتی ویژه پیش از آبکاری استفاده شود.
- ۲- در مراحل آماده سازی توصیه شده است چربی گیری با درجه



ایمنی انبارها



داود براتی
معاون سابق پیشگیری
سازمان آتش نشانی تهران
کارشناس رسمی دادگستری
در رشته ایمنی و آتش سوزی

در سال های اخیر، با بروز حریق در انبارهای مختلف به ویژه در حاشیه شهر تهران، خسارات قابل توجهی به صاحبان انبارها تحمیل شده و حتی در صورتی که، براساس بیمه نامه و سرمایه بیمه ای، صاحبان انبارها پس از مراحل بازدید و ارزیابی خسارت و کارشناسی های فنی و علت یابی حریق، موفق به دریافت خسارت مادی از شرکت های بیمه شوند ولی بازهم تاثیر بروز آتش سوزی بر فعالیت های آنان و اختلال در خرید و فروش کالا و اقلام، موجب تاثیرات نامطلوب بر چرخه فعالیت صاحبان انبارها می شود.

در تجارب جهانی نیز وقوع آتش سوزی های بزرگ در انبارها و خسارات سنگین ناشی از آن موجب شده تا در پروسه تدوین استانداردها و توسعه کمی و کیفی مستمر آن، ضوابط و مقررات مرتبط با ایمنی انبارها با ضرایب بالاتر و با نگاه حساس تر مورد توجه قرار گیرد در این رابطه در سالیان اخیر در قوانین و مقررات داخلی از قبیل قانون نظام صنفی و آیین نامه های اجرایی آن، صاحبان انبارها مکلف به بیمه کردن اقلام و کالاهای خود در مقابل بروز حریق شده اند.

از سوی دیگر در طبقه بندی اماکن از نظر میزان خطر در گروه های کم خطر، میان خطر، پر خطر و بسیار پرخطر، انبارهایی که دارای مواد قابل اشتعال و خطرناک هستند متناسب با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد و اقلام که در انبار نگهداری می شوند در زمره اماکن پرخطر و یا بسیار پرخطر قرار دارند.

در انبارها به دلیل تراکم اقلام و کالا در صورت بروز حریق، با توجه به نقطه اشتعال و گرمای احتراق مواد و کالا، حریق در مدت کوتاهی گسترش و توسعه یافته و می تواند به ساختمانها و تاسیسات مجاور آن خسارت و آسیب وارد نماید.

با توجه به کدهای معتبر حفاظت در برابر حریق از جمله NFPA که مرجع کاملی برای رعایت دقیق فاکتورها و مولفه های ایمنی و حفاظت در برابر حریق می باشد مهم ترین الزامات و تمهیدات ایمنی در انبارها به قرار زیر مورد تاکید می باشد:



هر کدام از آن‌ها تحت شرایط ایمن و بر اساس برگه اطلاعات شیمیایی مواد خطرناک (MSDS) در انبارها از اهمیت بسزایی برخوردار است و باید با دقت مراعات شود همچنین نصب MSDS در نزدیکی اقلام و مواد خطرناک در معرض دید مستقیم کارکنان الزامی می‌باشد.

۴- ایجاد معابر طولی و عرضی و رعایت فواصل از دیوارها، ستون‌ها و سقف‌ها در انبارها بر اساس ضوابط و مقررات الزامی است در این رابطه نباید با چیدمان اقلام و کالاها در مجاورت درب‌های خروج از انبارها، تخلیه اضطراری از انبارها در مواقع بروز حریق و حوادث با مانع و تاخیر زمانی همراه باشد.

۵- پیش‌بینی سیستم‌های اعلام و اطفای حریق اتوماتیک و دستی از نوع مناسب آن با توجه به شرایط فیزیکی و کالبدی انبارها در جهت حفاظت از سرمایه‌ها ضروری می‌باشد در این رابطه با توجه به تنوع سیستم‌های ایمنی باید بر اساس کدها و استانداردها طراحی و اجرای اصولی سیستم‌های ایمنی صورت گرفته تا بیشینه بهره‌وری و کارایی حاصل شود.

۶- نصب کپسول‌های آتش‌نشانی (خاموش‌کننده حریق) از نوع مناسب آن با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محتویات انبارها و به تعداد و جانمایی مناسب آن بر اساس ضوابط و مقررات الزامی است.

۷- انجام عملیات گرم از قبیل جوشکاری و برش در انبارها برای تغییرات و تعمیرات ساختمانی در شرایطی که از انبار برای نگهداری کالا استفاده می‌گردد ممنوع و پرخطر می‌باشد و بارها در اینگونه موارد در انبارها حریق رخ داده است.

۸- آموزش‌های لازم انبارداران و کارکنان انبارها در خصوص مبانی ایمنی و پیشگیری و آشنایی با امکانات ایمنی و اطفایی انبارها در راستای تحقق ترویج ایمنی و پیشگیری از بروز حریق و حوادث حائز اهمیت می‌باشد.

در خاتمه با توجه به حضور مستمر اینجانب در ۳۷ سال گذشته در حریق و حوادث رخ داده در تهران و سایر شهرهای کشور عزیزمان، امیدوارم با نگاهی جدی و مشارکت حلقه‌های مرتبط شاهد تحقق اهداف ایمنی انبارها و کاهش مستمر حریق و حوادث در انبارها باشیم.

۱- ساختمان و معماری ایمنی انبارها: انبارها باید از نظر ساختمان و معماری به گونه‌ای طراحی شوند که فاکتورهایی از قبیل: معابر خروج اضطراری از لحاظ تعداد و موقعیت خروج‌ها، زون بندی حریق به منظور پیشگیری از گسترش حریق برخوردی، ساختار و عناصر ساختمانی مقاوم حریق، حریم ایمنی و پوشش مقاوم حریق سازه فلزی مراعات شود. بدیهی است متناسب با سطح زیربنا، ارتفاع، موقعیت انبار و خصوصیات محتویات انبارها، باید مولفه‌های فوق بر اساس ضوابط و استانداردهای معتبر به درستی انتخاب و در انبارها اجرا شده و همواره با کنترل‌های لازم شرایط پایداری ایمنی انبارها تامین باشد.

۲- در انبارها رعایت ضوابط و مقررات تاسیسات الکتریکی و مکانیکی با لحاظ فاکتورهای ایمنی از اهمیت بسزایی برخوردار است و در این رابطه سیستم گرمایش باید از نوع مرکزی بوده و اصول و موازین ایمنی در سیستم برق بطور کامل و با دقت رعایت شود. فاکتورهایی که در سیستم برق به منظور تحقق اهداف پیشگیری از حریق باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:

- استفاده از سیم و کابل استاندارد و قطر آن متناسب با جریان و توان مصرفی در مدارات برق.

- پرهیز از مفصل بندی غیر اصولی با نوارلنت و استفاده از ترمینال‌های مناسب به منظور پیشگیری از نشت جریان و اتصال کوتاه در مدارات برق.

- استفاده از فیوزهای حساس و متناسب با جریان و توان مصرفی به منظور حفاظت مطمئن از مدارات برق در مقابل اضافه‌جریان و یا اتصال کوتاه.

- انتخاب وسایل برقی از قبیل کلید و پریز و لامپ روشنایی با توجه به شرایط و خصوصیات محتویات انبارها به منظور تحقق اهداف پیشگیری از حریق و حوادث.

- عدم استفاده از دستگاه‌های برقی از قبیل انواع هیترها و امثال آن در انبارها.

- پیش‌بینی سیستم ارتینگ (اتصال به زمین) در مواردی که بر اساس ضوابط و مقررات الزامی است.

۳- تفکیک و رده بندی اقلام و کالاها در انبارها با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محتویات انبارها و نگهداری



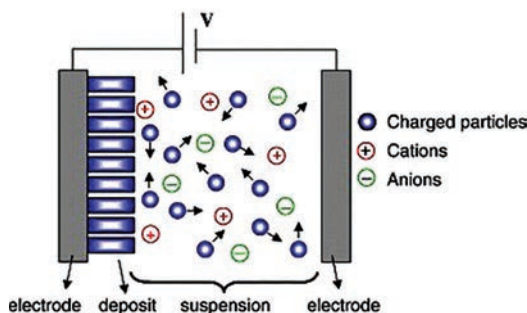
مروری بر اصول و کاربردهای پوشش الکتروفورتیک



فروزان
درویشی
کارشناس ارشد
مهندسی مواد و
متالورژی
شرکت نیکل گستر

در طول تاریخ صنعت آبکاری همواره رسیدن به پوششی مقاوم، مورد توجه بوده است. از این رو استفاده از لاک های غوطه وری پس از پروسه های آبکاری، مورد استقبال بسیاری از آبکاران قرار گرفت. از طرفی وجود عیوبی از جمله ترکیبات آلی فرار (VOC) موجود در این لاک ها، باقی ماندن اثر چکه بر روی قطعات، غیر یکنواختی پوشش، ضعف و ماندگاری پایین، اشتعال پذیری و مات شدن قطعات پس از مدت کوتاه، سبب کاهش به کارگیری این لاک ها در صنعت آبکاری گردید. امروزه لاک های الکتروفورتیک، به دلیل خواص منحصر به فرد و نداشتن عیوب و نواقص لاک های غوطه وری، توانستند جایگزین بسیار مناسبی برای لاک های پیش از خود شده و جایگاه ویژه ای در صنعت آبکاری پیدا کنند. در مقاله ی حاضر سعی بر این است که اطلاعاتی کاربردی تر از آنچه تاکنون شنیده یا خوانده اید در اختیارتان قرار گیرد.

سازی آن، پوششی یکنواخت ایجاد کرده، که این پوشش با توجه به ماندگاری بالا، مقاومت به خش پذیری و تنوع در ایجاد طیف گسترده ای از رنگ ها، بسیار مورد استقبال قرار گرفته است.



شکل ۲- نمایی شماتیک از پوشش نشانی در پروسه الکتروفور تیک

پروسه الکتروفور تیک

مراحل استفاده از لاک های الکتروفور تیک به ۴ دسته کلی تقسیم می شوند که در ذیل به شرح آن ها می پردازیم:

- ۱- مراحل آماده سازی
- ۲- حمام الکتروفور تیک و پوشش دهی
- ۳- عملیات نهایی و شستشوی پایانی
- ۴- پخت



شکل ۳- تصویر شماتیک از مراحل پوشش دهی الکتروفور تیک

۱- مراحل آماده سازی

قطعات خام آماده سازی شده و یا قطعاتی که از پیش آبکاری شده اند (نقره، برنج، نیکل براق، صدفی، شادو و ...) را پس از چند مرحله آبکشی، جهت فعال سازی سطح قطعه و تنظیم pH چند ثانیه به صورت غوطه وری وارد محلول شستشوی قبل از لاک کرده و پس از شستشو توسط آب مقطر وارد لاک الکتروفور تیک می نماییم.

۲- حمام الکتروفور تیک و پوشش دهی

قطعات پس از آماده سازی وارد حمام الکتروفور تیک می شوند. در این بخش ابتدا به بررسی مواد موجود در این فرآیند و سپس نحوه پوشش دهی می پردازیم:

۱-۲- مواد

مواد موجود در وان های الکتروفور تیک شامل سه دسته اصلی زیر هستند:

رژین

رژین ها بسته به نوع آن ها ویژگی های منحصر به فردی داشته و میزان مصرف آن ها ۳۰-۱۵ درصد می باشد. عمده ترین رژین های مورد استفاده در پروسه های الکتروفور تیک،

تاریخچه ی پوشش های الکتروفور تیک

اولین حق امتیاز جهت ایجاد پوشش های رنگی به وسیله ی الکتروفور تیک، در سال ۱۹۱۷ توسط شرکت جنرال الکترونیک ثبت گردید. اما این فرآیند تا سال ۱۹۵۰، که کمپانی فورد با همکاری دکتر پروور آن را به طور رسمی وارد صنعت خودرو سازی کردند، مورد استقبال واقع نشد؛ تا سال های ۶۵-۱۹۶۳ که اولین امتیاز تولید مواد مربوط به پروسه های لاک الکتروفور تیک آندی و کاندی توسط شرکت PPG آمریکا ثبت و وارد بازار جهانی گردید.



شکل ۱- تصویری از آبکاری بدنه خودرو با پوشش های الکتروفور تیک

مزایای لاک الکتروفور تیک

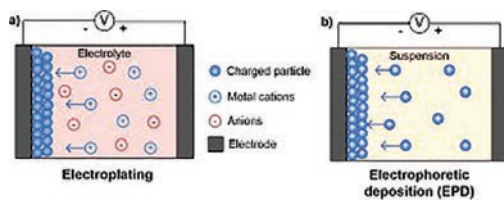
امروزه صنعت آبکاری به دنبال فرآیندی است که با حداکثر راندمان و ویژگی های کاملاً رقابتی، به خوبی بتواند جایگزین مناسبی برای انواع پوشش های پایانی و یا لاک های محافظت کننده باشد.

از این رو لاک های الکتروفور تیک با توجه به مزایای زیر، در حال رشد و توسعه در صنعت آبکاری هستند:

- توان پرتاب بالا و قدرت پوشش دهی کامل حتی برای قطعات پیچیده
- بازدهی ۹۵-۹۹ درصد با توجه به میزان مصرف مواد و هزینه های مربوطه
- مقاومت به خوردگی بالا
- مقاوم در برابر خش
- عدم پاک شوندگی و مقاومت در مقابل عوامل شیمیایی
- ثبات پوشش و یک دستی در قطعات با تیراژ بالا
- تنظیم ضخامت پوشش
- کاربرد آسان

الکتروفور تیک چیست؟

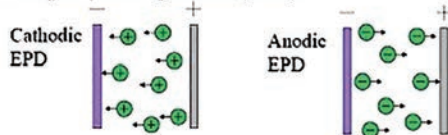
الکتروفور تیک فرآیندی است که طی آن ذرات با بار الکتریکی توسط جریان الکتریسیته از سوسپانسیون مایع بر روی سطوح رسانا رسوب کرده و فیلمی با ضخامت مشخص در سطح قطعه ایجاد می شود که این ضخامت توسط ولتاژ قابل تنظیم است. ذرات باردار الکتروفور تیک با رسوب بر سطوح رسانا و عایق



شکل ۵- مقایسه بین سیستم پوشش دهی در الف) وان های آبکاری. ب) الکتروفور تیک

در سیستم های آندی، قطعه مورد آبکاری به عنوان آند قرار گرفته (حامل بار مثبت) و با ذرات رنگی حامل بارهای منفی احاطه می گردد. اما به دلیل تعداد یون های کمی که طی این فرآیند به سطح پوشش رنگی مهاجرت می کنند، عملکرد سیستم های آندی با محدودیت همراه است. با معکوس شدن قطب ها و تبدیل قطعه به کاتد، خواص پوشش بهبود چشم گیری خواهد داشت. از این رو پوشش های ایجاد شده در سیستم های کاتدی مقاومت به خوردگی بسیار بالا، ماندگاری و دوام بیشتری از خود نشان می دهند.

Electrophoretic Deposition (EPD)



شکل ۶- تصویری از سیستم های کاتدی و آندی در الکتروفور تیک

جدول ۱- بررسی موارد کاربرد انواع فرآیندهای لاک های الکتروفور تیک

آندی		کاتدی		تصاویر کاربردها
اپوکسی	آکریلیک	اپوکسی	آکریلیک	
-	-	-	-	قطعات خودرو و لوازم جانبی
-	-	-	-	تجهیزات پر کاربرد
-	-	-	-	لوازم آشپزخانه
-	-	-	-	لوله
-	-	-	-	قطعات تزئینی و لوازم منزل
-	-	-	-	سیستم تهویه هوا
-	-	-	-	چفت و بست
-	-	-	-	هوا فضا

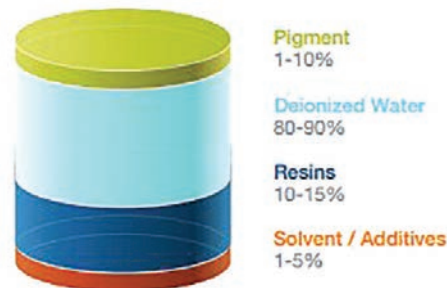
رزین های اپوکسی، آکریلیک و پلی اورتان می باشند. رزین های اپوکسی و آکریلیک دارای مقاومت به خوردگی بسیار بالا بوده که به طور استاندارد ۱۰۰۰ - ۵۰۰ ساعت سالت اسپری را پاس می کنند. از طرفی رزین های اورتان و آکریلیک دارای ویژگی آنتی UV هستند که در مقابل نور خورشید مقاوم بوده و تغییر رنگ ایجاد نمی کنند. در پروسه لاک های الکتروفور تیک، رزین های آکریلیک با توجه به مقاومت خوردگی بالا، آنتی UV بودن و همچنین طیف رنگی گسترده، مورد توجه ویژه قرار دارند.

- پیگمنت

پیگمنت ها در واقع وظیفه ایجاد رنگ و براقیت قطعه را بر عهده دارند.

- حلال و رقیق کننده ها

حلال ها و رقیق کننده ها که جزء اصلی آن آب مقطر بوده، حدود ۸۰-۹۰ درصد از وان های فور تیک را تشکیل می دهند و بستری جهت حمل ذرات جامد رنگی می باشند. سایر حلال ها نیز کمک به شفافیت و یکنواختی پوشش می کنند.



شکل ۴- اجزای مورد استفاده در وان الکتروفور تیک

۲-۲- پوشش دهی

قطعات پس از خروج از محلول شستشوی قبل از لاک و چند مرحله آبکشی توسط آب مقطر، وارد وان الکتروفور تیک می شوند. زمانی که ولتاژ DC بین الکترودهای موجود در وان اعمال می شود با الکترولیز آب موجود در وان همراه بوده که سبب آزادسازی گاز O_2 در آند (الکترو مثبت) و گاز H_2 در کاتد (الکترو منفی) می شود. این امر سبب اختلال در تعادل یونی هیدروژن شده و جابجایی pH را به دنبال خواهد داشت که در نتیجه، لخته سازی و چسبندگی مناسبی از امولسیون رزین و رنگ بر روی قطعه رخ خواهد داد.

الکترولیز آب سبب قلیایی شدن کاتد و اسیدی شدن آند می گردد. از این رو سیستم های الکتروفور تیک دو دسته کلی آندی و کاتدی هستند. سیستم های کاتدی در pH های قلیایی و سیستم های آندی در pH های اسیدی پایدار نیستند.



شکل ۸- تصویر وان الکتروفور تیک

• **رکتیفایر:** رکتیفایرهای ویژه ی لاک الکتروفور تیک با محدوده ی ولتاژ نهایت ۱۰۰ ولت و جریان بسیار پایین که دارای ۳ سلکتور مجزا هستند، به طور ویژه جهت این فرآیند طراحی شده اند.

• **دستگاه اولترافیلتراسیون:** از آنجا که سختی مواد لاک الکتروفور تیک به مرور زمان بالا می رود، این فرآیند نیازمند دستگاه اولترافیلتراسیون می باشد. این دستگاه شامل ممبران، پمپ، صافی، پایه و اتصالات داخلی و خارجی است که جهت تصفیه ی لاک و پرمیت، و بازگرداندن رزین و حلال خروجی به چرخه ی الکتروفور تیک، استفاده می شود. در برخی از لاک ها بسته به جنس رزین مورد استفاده در فرآیند و میزان سختی قابل تحمل، تا چند ماه اولیه نیاز به این دستگاه نمی باشد.



شکل ۹- تصویر دستگاه اولترافیلتر

• **کوره:** جهت پخت کامل قطعات خروجی از وان الکتروفور تیک نیاز به محدوده ی دمایی ۱۶۰-۱۸۰ درجه سانتیگراد می باشد که از طریق کوره های باکسی یا کاموایر قابل تأمین است.

• **پمپ سیرکوله:** این دستگاه جهت ترکیب مناسب مواد و یکنواخت سازی پوشش می باشد که بسته به نوع و جنس رزین مورد استفاده، ممکن است نیاز به سیرکوله به صورت دائم

۳- عملیات نهایی و شستشوی پایانی

زمانی که قطعات درون وان الکتروفور تیک قرار می گیرند، ممکن است ذرات رنگی اضافه به سطح آن ها بچسبند که پس از خروج از کوره سبب ایجاد نقص بر روی قطعات شود. لذا پس از خروج قطعه از وان الکتروفور تیک نیاز است قطعات مورد شستشوی نهایی قرار گیرند. این شستشو در مرحله اول از طریق غوطه وری قطعات درون پرمیت انجام گرفته و پس از آن قطعات وارد محلول شستشوی بعد از لاک می شوند و در این مرحله آماده ورود به کوره و پخت می باشند.

۴- مرحله پخت

مرحله پایانی فرآیندهای الکتروفور تیک مرحله پخت قطعات می باشد. در این مرحله کیفیت اصلی پوشش نمایان شده و نقایص احتمالی قطعه در صورت وجود، اعم از آبکاری نامناسب زیرکار، نقص در مراحل زینکاته (برای قطعات آلومینیومی) و... به وضوح قابل مشاهده خواهند بود.

به همین منظور قطعات در محدوده ی دمایی ۱۹۰ - ۱۴۰ درجه سانتی گراد و در مدت زمان ۴۰ - ۲۰ دقیقه (بسته به نوع قطعات و تکنولوژی مورد استفاده) درون کوره قرار گرفته و پخته می شوند.

پخت قطعات این امکان را فراهم می سازد که پلیمر (رزین) با سطح قطعه که در اثر خروج گاز دچار تخلخل شده، چسبندگی کامل و اتصال متقابل برقرار کرده و لذا پوششی صاف و یکنواخت حاصل گردد.



شکل ۷- تصویری از قطعات الکتروفور تیک شده بعد از پخت

تجهیزات مورد نیاز فرآیند لاک الکتروفور تیک

به طور کلی تجهیزات فرآیند الکتروفور تیک شامل موارد زیر می باشد:

• **وان:** وان های لاک الکتروفور تیک با توجه به نیاز این فرآیند به آند استیل، عمدتاً از جنس استیل بوده تا از بدنه وان به عنوان آند استفاده شود. این وان ها طراحی ویژه خود را داشته و معمولاً به صورت ۲ یا ۳ خانه و متصل به هم می باشند که هر کدام مربوط به ماده اصلی لاک، سرریز و پرمیت (محلولی از آب مقطر و ۳-۲ درصد حلال) می باشد.

میزان BOD و COD در این پروسه ها وجود ندارد.

باشد.

• **چیلر یا دستگاه خنک کننده:** این دستگاه در برخی از پروسه های الکتروفوریتیک با توجه به جنس رزین، مورد نیاز نمی باشد.

- **خطر احتراق:** مواد لاک های الکتروفوریتیک به دلیل اینکه قابل انحلال در آب می باشند اشتعال زا نبوده و این امر سبب تسهیل فرآیندهای حمل و نقل و نگهداری آن ها می شود.

- **پسماند جامد:** خوشبختانه سیستم های الکتروفوریتیک دارای حداقل میزان پسماند جامد می باشند. در سایر فرآیندهایی که پسماند جامد باقی مانده وجود دارد اپراتور مجبور به دور ریز و دفع آن ها در محیط زیست می شود.



آیا لاک های فوریتیک نیاز به تصفیه ی پساب دارند؟

شکل ۱۰- تصویر شماتیک از تصفیه پساب

فرآیند الکتروفوریتیک فرآیندی با بازدهی ۹۵ درصد به بالا است که در آن اجزا موجود در وان (رزین، پیگمنت و سایر افزودنی ها) بر روی قطعه اعمال شده و یا از طریق سیستم اولترافیلتراسیون بازیافت و مجدداً وارد وان الکتروفوریتیک می شوند. لذا در نهایت مواد مذکور بر روی قطعات پوشش دهی و پخته می شوند. از این رو این فرآیند فاقد پساب بوده و در واقع نیازی به سیستم تصفیه پساب ندارد.

فقط در موارد بسیار نادری (در صورت عدم رعایت اصول توسط اپراتور) که وان ها دچار آلودگی های غیر قابل فیلتر و یا حذف به انواع روش های شیمیایی گردند، مواد درون وان باید به طور کامل دور ریز شود.

به طور کلی می توان نتیجه گرفت که لاک های الکتروفوریتیک فاقد خطرات زیست محیطی هستند.

بررسی های فنی

خواص پوشش های الکتروفوریتیک بسته به نوع و کیفیت لایه های زیرین و همچنین مراحل آماده سازی نمونه، متغیر هستند. اما همانند سایر تولیدات صنعتی، رزین های پروسه فوریتیک نیز پس از گذراندن تست های مربوطه با استانداردهای مشخص، به بازار عرضه می شوند. تعدادی از خواص پوشش های الکتروفوریتیک در جدول ۳ قابل مشاهده است.

بررسی تاثیرات محیطی و زیست محیطی

- **ترکیبات آلی فرار (VOC):** میزان این ترکیبات در هر گالن کمتر از ۱ پوند معادل ۴۵۳ گرم است، لذا به لحاظ زیست محیطی خطرزا نیستند. این امر در حالی است که میزان ترکیبات فرار موجود در انواع لاک های غوطه وری مطابق با جدول زیر بسیار بیشتر از لاک های الکتروفوریتیک است.

جدول ۲- مقایسه اجزا و ترکیبات لاک های آلی و الکتروفوریتیک

ترکیبات	لاک های آلی	لاک های الکتروفوریتیک
حلال	در ۹۰	۱۱ درصد
مواد غیر فرار	۱۰ درصد	۲۹
آب	۰	۶۰-۸۵ درصد
چگالی	۰/۹	۱
ترکیبات آلی فرار	۶/۷ lb/gal	<۱ lb/gal

- **آلاینده های هوایی خطرناک (HAPS):** امروزه بسیاری از مواد به گونه ای طراحی شده اند که فاقد آلاینده های هوایی خطرناک باشند. در فرآیند الکتروفوریتیک نیز رزین های آکریلیک و اپوکسی فاقد این دست از آلاینده ها، مورد استفاده قرار می گیرند.

BOD / COD -

BOD (Bio Chemical Oxygen Demand) نرخ مصرف اکسیژن در داخل آب توسط ارگانیسم ها است. اگر BOD کم باشد در واقع آب پاک و فاقد ارگانیسم است. COD (Chemical Oxygen Demand) یا همان اکسیژن خواهی شیمیایی، یکی از مهم ترین شاخص های سنجش آلودگی فاضلاب ناشی از مواد خارجی است، که به صورت معلق یا محلول وارد آب شده و سبب تولید فاضلاب شده اند. بدیهی است هرچه مقدار این مواد در فاضلاب بیشتر باشد، بار آلودگی آن نیز بیشتر خواهد بود. از آنجایی که فرآیند الکتروفوریتیک کاتدی فاقد پساب است

جدول ۳- خواص فنی

خواص	روش تست	نتیج
ضخامت لایه	...	۲۵ - ۱۲ میکرون
براقیت - ۶۰ درجه	ASTM D۵۲۳	براقیت کامل
تست سختی	ASTM D۳۳۶۳	H۶ - H۵
Crosshatch چسبندگی	ASTM D۳۳۵۹	۱۰۰ درصد
رطوبت / چسبندگی	ASTM D۱۷۳۵/D۳۳۵۹	۵۰۰ ساعت - ۱۰۰ درصد(بدون کاهش چسبندگی)
تست استون	...	بیش از ۳۰۰۰ مرتبه (۲۰+ میکرون)
تعریق	ANSI/BHMA-۱۵۶,۱۸ ۲۰۰۰	۹ - ۶ سیکل
(خوردگی) (سالت اسپری	ASTMB۱۱۷	۱۰۰۰ - ۵۰۰ ساعت
مقاومت در برابر اشعه UV	QUV-A	بی تاثیر تا ۲۰۰۰ ساعت
تست ساییش	ASTM D۴۰۶۰	کمتر از ۲۵ میلی گرم / ۳۰۰ سیکل

Chemical Society; Washington D.C.; ۱۹۷۳;
ISBN ۷-۰۱۶۱-۸۴۱۲-۰۰

۴. Electropainting; R. L. Yeates; Robert Draper LTD; Teddington; ۱۹۶۶

۵. Paint and Surface Coatings; R. Lambourne editor; Ellis Horwood Limited; Chichester, West Sussex, England; ۱۹۸۷; ISBN ۵-۶۹۲-۸۵۳۱۲-۰۰ and ISBN ۰۰-۲۰۸۰۹-۴۷۰-۰۰

۶. A review on fundamentals and applications of electrophoretic deposition (EPD); Laxmidhar Besraa; Meilin Liu; Progress in Materials Science; Volume ۵۲, Issue ۱, January ۲۰۰۷, Pages ۶۱-۱.

۷. Electrophoretic Deposition of Nanomaterials (edited by J. H. Dickerson and A. R. Boccaccini, Springer (۲۰۱۲), ISBN -۹۷۸ ۹-۹۶۹۰-۴۴۱۹-۱).

۸. Formation of deposition by electrophoresis; Hamaker HC; Trans Farad Soc ۸۳-۳۶:۲۷۹;۱۹۴۰.

جمع بندی

پوشش های الکتروفوریتیک با توجه به مزایایی از قبیل مقاومت به خوردگی، مقاومت در برابر خش، توان پرتاب و بازدهی بالایی که دارند در صنعت پوشش مورد توجه ویژه قرار گرفته اند. این پوشش ها بسته به جنس رزین مورد استفاده خواص مختلفی از خود نشان داده و طبق نتایج آزمون های انجام شده با طیف گسترده ای از رنگ ها و مقاومت در مقابل اشعه UV، با موفقیت به عنوان پوشش نهایی در صنعت آبکاری مورد استفاده می باشند.

منابع

1. Electrocoating; The Electrocoat Association; Cincinnati, OH; ۲۰۰۲ ISBN-۰۰-۸-۰۰-۹۷۱۲۴۲۲
2. Finishing Systems Design and Implementation; Society of Manufacturing Engineers; Dearborn, MI; ۱۹۹۳; ISBN -۸۷۲۶۳-۰-۵-۴۳۴
3. Electrodeposition of Coatings; American

رسوب‌دهی الکتریکی و بررسی خواص پوشش آلیاژی نیکل-مولیبدن



سپهر مسیپی
کارشناسی ارشد مهندسی
مواد-شناسایی، انتخاب و روش
ساخت
میلاذ رضایی استادیار و عضو
هیات علمی
دانشکده مهندسی معدن
ومتالورژی دانشگاه صنعتی
امیرکبیر



در این پژوهش به ایجاد پوشش آلیاژی نیکل-مولیبدن از حمام‌های سیتراتی-آمونیاکی با غلظت‌های متفاوت مولیبدن با روش رسوب‌دهی الکتریکی یا آبکاری پرداخته شده است و خواص پوشش با پوشش نیکل تنها مقایسه شده است. با افزایش غلظت مولیبدن تا ۰/۰۷ مولار در حمام آبکاری میزان مولیبدن تا ۳۰ درصد وزنی افزایش می‌یابد. برای مقایسه مقاومت خوردگی پوشش نیکل-مولیبدن با نیکل تنها آزمون پلاریزاسیون تافل انجام شد که مقاومت خوردگی پوشش نیکل-مولیبدن تا بیش از ۱۰ برابر نسبت به نیکل تنها بهبود یافت. برای مقایسه سختی و مقاومت سایشی پوشش‌ها آزمون میکرو سختی سنجی ویکرز و آزمون پین روی دیسک انجام شد که مشاهده شد سختی پوشش نیکل مولیبدن تا حدود ۹۰۰ ویکرز افزایش یافته است در حالی که این مقدار برای پوشش نیکل تنها حدود ۵۰۰ ویکرز می‌باشد. نتایج آزمون پین روی دیسک نیز بیانگر کاهش نرخ سایش پوشش نیکل-مولیبدن نسبت به نیکل تنها می‌باشد. نتایج آزمون پراش پرتو ایکس برای پوشش نیکل مولیبدن نشان‌دهنده تشکیل ترکیبات بین‌فلزی نیکل و مولیبدن در پوشش می‌باشد. نتایج حاصله از آزمون سایش و خوردگی نشان داد که پوشش حاوی ۱۵ درصد وزنی مولیبدن بدست آمده در $\text{pH}=10$ دارای بیشینه مقاومت سایشی و خوردگی و سختی است. کلمات کلیدی: رسوب‌دهی الکتریکی، پوشش آلیاژی، نیکل-مولیبدن، مقاومت خوردگی، مقاومت سایشی، ولتامتری چرخه‌ای

مواد و روش تحقیق

۱- حمام و شرایط آبکاری

برای تهیه حمام آبکاری نیکل-مولیبدن از نمک سولفات نیکل به عنوان منبع یون نیکل، سدیم مولیبدات به عنوان منبع یون مولیبدن و سدیم سیترات به عنوان عامل کمپلکس کننده استفاده شد. تمامی مواد با هم اختلاط و در آب مقطر حل شدند و برای تنظیم pH از محلول آمونیاک استفاده شد. تمامی مواد استفاده شده از نوع مواد آزمایشگاهی MERK تهیه شد. در جدول ۱ ترکیب شیمیایی حمام آبکاری و متغیرهای مورد استفاده نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود غلظت نیکل و سدیم سیترات ثابت در نظر گرفته شد و غلظت مولیبدن از ۰/۰۱ مولار تا ۰/۰۷ مولار متغیر است.

جدول ۱- شرایط حمام آبکاری و متغیرهای آبکاری

$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	۰,۲ M
$\text{Na}_2\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	۰,۲ M
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	۰,۰۷-۰,۰۱ M
pH	۱۰
T °C	۲۵ °C
I (mA/cm ²)	۲۰
time	۱ hour

آبکاری نیکل-مولیبدن تحت جریان مستقیم و با منبع تغذیه یکسو کننده جریان (رکتیفایر) انجام شد. از فولاد ساده کربنی به عنوان زیرلایه و کاند آبکاری و همچنین از فولاد زنگ‌نزن آستنیتی به عنوان آند استفاده شد. زیرلایه فولادی ابتدا با سنباده زنی از شماره ۸۰، ۱۲۰، ۲۲۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۲۰۰ و ۱۵۰۰ به سطح صاف و صیقلی می‌رسید. قبل از ورود زیرلایه به حمام آبکاری چربی گیری با محلول ۱ مولار NaOH و اسیدشویی الکتریکی در محلول ۵ درصد حجمی اسید سولفوریک در جریان ۱/۶ آمپر به مدت ۱۵ دقیقه انجام گرفت.

۲- بررسی ساختار پوشش

برای بررسی ساختار و مورفولوژی پوشش از تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و میکروسکوپ الکترونی روبشی کیفیت بالا (FESEM) استفاده شد. برای مشخص شدن ترکیب شیمیایی پوشش از آنالیز طیف‌سنجی پراش انرژی پرتو ایکس (EDS) استفاده شد. برای بررسی فازهای موجود در پوشش آزمون پراش پرتو ایکس (XRD) انجام شد و با نرم‌افزار X'Pert High Score تحلیل شد.

۳- سختی‌سنجی و سایش

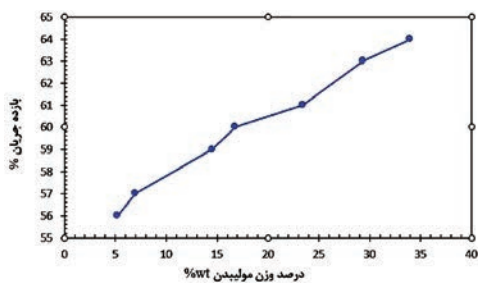
برای مشخص شدن سختی پوشش آزمون سختی‌سنجی ویکرز با بار اعمالی ۵۰ گرم استفاده شد و برای بررسی مقاومت سایشی پوشش از آزمون پین روی دیسک استفاده گردید. مسافت آزمون سایش ۱۸۰ متر و بار اعمالی ۱۰ نیوتون در نظر گرفته

پوشش نیکل حاصل شده از رسوبدهی الکتریکی یکی از پرکاربردترین مواد مهندسی در صنعت می‌باشد. ظاهر براق و چسبندگی بسیار مناسبی که نیکل با سطوح مختلف دارد باعث افزایش اقبال روزافزون صنعتگران به این عنصر شده است [۱]. رسوبدهی الکتریکی یا آبکاری به عنوان یک روش کم‌هزینه با قابلیت تولید انبوه و ساده شناخته شده است. آبکاری نیکل سهم عمده‌ای از تولیدات صنعتی کشورهای مختلف را به خود اختصاص داده است. از این رو رفع معایب موجود در پوشش نیکل حاصل شده از روش آبکاری برای افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های تولید ضروری بنظر می‌رسد. پوشش نیکل علی‌رغم چسبندگی مناسب مقاومت سایشی نسبتاً ضعیفی داشته و به مرور زمان با افزایش بار وارده روی سطح از سطح زیرلایه جدا می‌شود، همچنین در محیط‌های کلریدی مقاومت خوردگی نسبتاً ضعیفی داشته و پوشش مورد انهدام قرار می‌گیرد [۱]. از این رو برای بهبود خواص سایشی و خوردگی و براقیت پوشش نیکل از هم‌رسوبی عنصر نیکل همراه با عناصر دیگری همچون کروم، تنگستن، مولیبدن و غیره استفاده می‌شود، این عناصر به همراه نیکل تشکیل ترکیباتی می‌دهند که باعث بهبود عملکرد پوشش در تنش‌های زیاد و محیط‌های خورنده می‌دهد [۳].

مولیبدن در صورت تشکیل آلیاژ با نیکل باعث بهبود رفتار پسیوشدگی می‌شود و از رشد حفرات در لایه پسیو جلوگیری می‌کند. علاوه بر این، حضور مولیبدن باعث بهبود خواص مکانیکی و مقاومت حرارتی آلیاژ می‌شود. نقطه ذوب مولیبدن 2620°C است. مولیبدن باعث پایداری حرارتی شده و با نیکل باعث بهبود مقاومت خوردگی، خواص مکانیکی و پایداری حرارتی می‌شود [۵]. پوشش Ni-Mo سختی و استحکام و مقاومت سایشی بالای از خود نشان می‌دهد. آلیاژ پایه نیکل همراه ۹-۱۶ درصد وزنی مولیبدن مقاومت خوردگی بالایی در برابر کلرید از خود نشان می‌دهد [۶]. آلیاژهای نیکل-مولیبدن مقاومت خوردگی بالایی در محلول‌های هیدروکلرید، فسفریک و سولفوریک اسید از خود نشان می‌دهد. آلیاژهای نیکل-مولیبدن انتخاب مناسبی برای استفاده در کاربردهای سایشی، دما بالا و خوردگی هستند [۷].

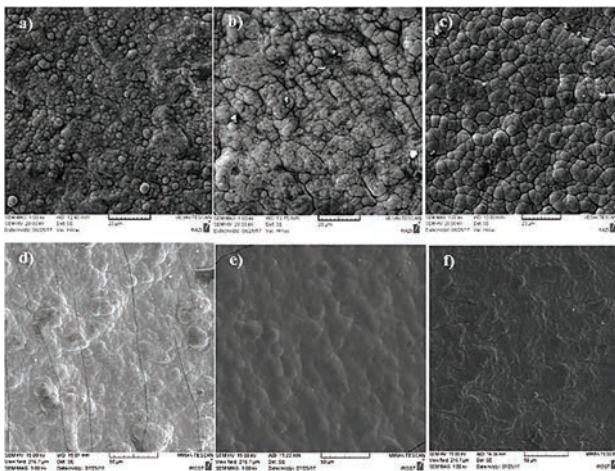
طبق مطالعات انجام شده توسط چیسینگ و همکارانش پوشش نیکل-مولیبدن حاوی ۳۰-۱۶ درصد وزنی مولیبدن مقاومت خوردگی بیشینه‌ای داشته است و پوشش‌هایی با مقدار مولیبدن بیش یا کمتر از این مقدار دچار افت خواص خوردگی می‌شوند [۸]. همچنین با مطالعاتی که سوهو و همکارانش روی خواص سایشی پوشش نیکل-مولیبدن انجام دادند به این موضوع پی بردند که پوشش نیکل-مولیبدن حاوی حدود ۲۰ درصد وزنی مولیبدن سختی و مقاومت سایشی بیشینه‌ای نسبت به باقی درصد وزنی‌های مولیبدن در پوشش را داراست [۹].

در این پژوهش پوشش نیکل-مولیبدن در pH ثابت با غلظت‌های متفاوت مولیبدن به منظور مشخص کردن مقدار درصد وزنی مولیبدن بهینه برای مقاومت خوردگی و سایشی مناسب ایجاد شد و همچنین رفتار شیمیایی محلول آبکاری نیکل-مولیبدن مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۲- بازده جریان در مقادیر مختلف مولیبدن موجود در پوشش نیکل-مولیبدن

تصاویر مشخص است ساختار پوشش کروی بوده و با افزایش درصد مولیبدن ساختار کروی نیز افزایش پیدا کرده است که این مسئله گویای افزایش برافیت پوشش با افزایش مولیبدن است. با دقت در تصاویر دیده می‌شود که با افزایش درصد مولیبدن اندازه میکروکره‌های موجود در ساختار پوشش کاهش می‌یابد. چیسینگ و همکارانش این کاهش اندازه کره‌های ساختار پوشش را مربوط اندازه کاهش دانه پوشش دانسته‌اند، همچنین ایشان اعلام کردند که ترک‌های موجود در ساختار پوشش در درصدهای بیش از ۲۳ درصد وزنی مولیبدن به دلیل افزایش تنش‌های کششی موجود در پوشش است [۸].



شکل ۳- تصاویر SEM و FESEM برای: (a) ۶ درصد وزنی مولیبدن، (b) ۱۲ درصد وزنی مولیبدن، (c) ۱۵ درصد وزنی مولیبدن، (d) ۲۳ درصد وزنی مولیبدن، (e) ۲۶ درصد وزنی مولیبدن، (f) ۳۳ درصد وزنی مولیبدن

شکل ۴ الگوی پراش پرتو ایکس پوشش نیکل-مولیبدن را نشان می‌دهد. با توجه به پهن شدگی پیک‌های الگوی پراش می‌توان نتیجه گرفت که ساختار پوشش از لحاظ کریستالی آمورف است، که با نتایج گرفته شده از سوی اوهگای و همکارانش مطابقت دارد [۱۱]. مطابق آنچه که در شکل مشخص است اکثر پیک‌های موجود در الگوی پراش مربوط به ترکیبات بین‌فلزی نیکل و مولیبدن هستند که با پیک‌های نیکل و مولیبدن خالص همپوشانی دارند. ترکیبات بین فلزی غالب موجود در پوشش نیکل-مولیبدن در اکثر تحقیقات انجام شده دو ترکیب $MoNi_3$

شد. جنس پین مورد استفاده کاربرد سیلیسیم (SiC) انتخاب شد. برای مشخص شدن مکانیزم سایش از تصاویر میکروسکوپی الکترونی روبشی کیفیت بالا (FESEM) در دو وضعیت الکترون ثانویه و الکترون برگشتی استفاده شد.

۴- آزمون الکتروشیمیایی

آزمون الکتروشیمیایی پلاریزاسیون تافل، با دستگاه پتانسیوایستات و گالوانواستات ۳۰۱ Auto lab PGSTAT در سیستم سه الکترودی شامل الکتروود مرجع Ag/AgCl، الکتروود شمارنده پلاتین و الکتروود کاری انجام شد. نرم‌افزار خروجی دستگاه پتانسیوایستات Nova ۱٫۶ در نظر گرفته شد که تحلیل نتایج آزمون پلاریزاسیون با آن انجام گرفت.

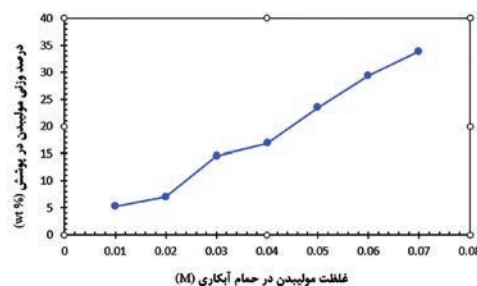
نتایج و بحث

۱- ساختار پوشش

در شکل ۱ نتایج آنالیز EDS برای پوشش‌های ایجاد شده در غلظت‌های متفاوت مولیبدن نشان داده شده‌است. همانطور که در شکل مشخص است با افزایش غلظت مولیبدن در حمام آبکاری نیکل-مولیبدن مقدار مولیبدن در پوشش افزایش یافته است و در غلظت مولیبدن ۰/۰۷ مولار میزان مولیبدن در پوشش به حدود ۳۵ درصد وزنی رسیده‌است. با استفاده از فرمول ۱ بازده جریان برای هر یک از مقادیر مولیبدن به دست آمده محاسبه شد و همانگونه که در شکل ۲ مشخص است با افزایش درصد وزنی مولیبدن در پوشش بازده جریان آبکاری نیز افزایش می‌یابد. بازده جریان آبکاری نیکل-مولیبدن بین ۵۰-۶۰ درصد است، که این مقدار با نتایج بلتسکواوا در $pH=10$ مطابقت خوبی دارد [۱۰].

$$\eta = \frac{w}{\frac{It}{zF} \times (\%at_{Ni} \times M_{Ni} + \%at_{Mo} \times M_{Mo})} \quad (1)$$

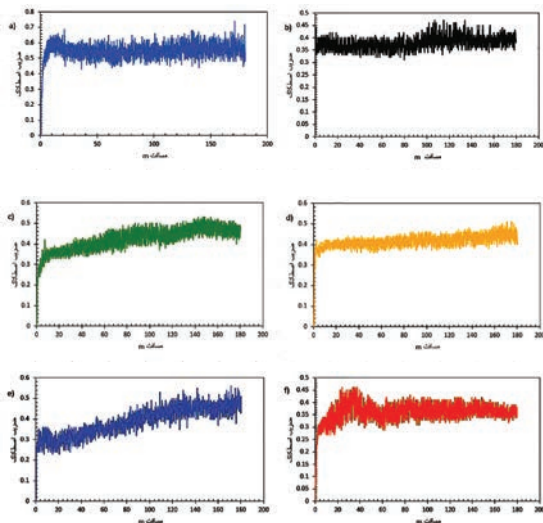
که در آن w = وزن پوشش، I = جریان آبکاری، t = زمان آبکاری، Z = مقدار بار الکتریکی، F = ثابت فارادی، M = جرم مولی و at = درصد اتمی عناصر است.



شکل ۱- درصد وزنی مولیبدن در پوشش در غلظت‌های مختلف مولیبدن

در شکل ۳ تصاویر SEM و FESEM گرفته شده از ساختار پوشش نیکل-مولیبدن نشان داده شده‌است. همانگونه که در

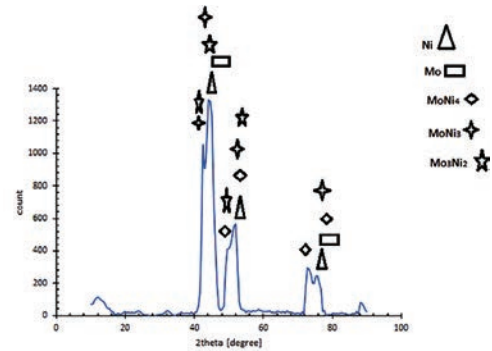
در شکل ۶ نتایج آزمون سایش پین روی دیسک در پوشش با درصدهای وزنی مختلف مولیبدن نشان داده شده است. نمونه با درصد وزنی صفر درصد مولیبدن مربوط به پوشش نیکل تنها است. با استفاده از روابط (۲) و (۳) نرخ سایش برای پوشش‌های نیکل تنها و نیکل-مولیبدن محاسبه و در شکل ۷ نشان داده شد. در شکل ۸ نیز تصاویر FESEM از مسیر سایش برای سه نمونه با سختی و نرخ سایش متفاوت نشان داده شده است. با مقایسه نمودارهای شکل ۶ می‌توان به کاهش ضریب اصطکاک پوشش نیکل-مولیبدن نسبت به پوشش نیکل تنها پی برد، همچنین با توجه به شکل ۷ نرخ سایش پوشش نیکل-مولیبدن بسیار کمتر از نرخ سایش پوشش نیکل تنها است. پوشش نیکل-مولیبدن حاوی ۱۵ درصد وزنی مولیبدن که مطابق شکل ۵ دارای بیشترین سختی است دارای کمترین نرخ سایش نیز می‌باشد. با افزایش میزان مولیبدن از ۲۰ درصد وزنی میزان نرخ سایش اندکی افزایش یافته اما همچنان نسبت به پوشش نیکل تنها نرخ سایش کمتر قابل توجهی دارد. با توجه به شکل ۸ کندگی‌هایی در مسیر سایش برای نمونه با ۱۵ درصد وزنی مولیبدن دیده می‌شود که حاکی از مکانیزم سایش خراشان آزمون سایش بوده است. این کندگی‌ها برای نمونه با ۳۰ درصد وزنی مولیبدن شدیدتر بوده و برای نمونه بدون حضور مولیبدن پوشش در برخی نقاط از روی سطح برداشته شده است که در تصاویر الکترون برگشتی زیرلایه کاملاً مشخص است که نشان از مقاومت سایشی ضعیف پوشش نیکل تنها دارد. سوهو افزایش مقاومت سایشی پوشش نیکل-مولیبدن نسبت به پوشش نیکل تنها را مربوط به افزایش سختی و کاهش زبری سطح می‌داند [۹].



شکل ۶- نتایج آزمون سایش برای پوشش نیکل با: a) بدون حضور مولیبدن، b) ۱۵ درصد وزنی مولیبدن، c) ۶ درصد وزنی مولیبدن، d) ۲۳ درصد وزنی مولیبدن، e) ۲۹ درصد وزنی مولیبدن، f) ۳۳ درصد وزنی مولیبدن

$$V = \frac{\pi}{6} \times D \times \frac{W^3}{R} \quad (2)$$

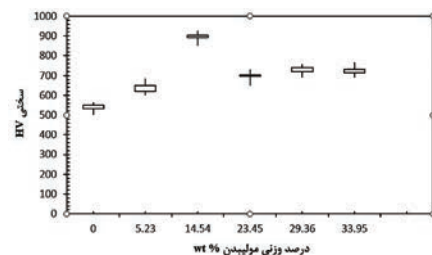
و $MoNi_4$ گزارش شده‌اند که این دو فاز در تحقیق حاضر نیز مشاهده می‌شوند اما با این حال فاز Mo_3Ni_4 نیز در این الگوی پراش حضور دارد که حضور این فاز مبین این نکته می‌باشد که در حین آبکاری نیکل مولیبدن، این دو عنصر تشکیل محلول جامد می‌دهند که این نکته در گزارشات چیسینگ و بلتسکا نیز آورده شده است [۸ و ۱۰].



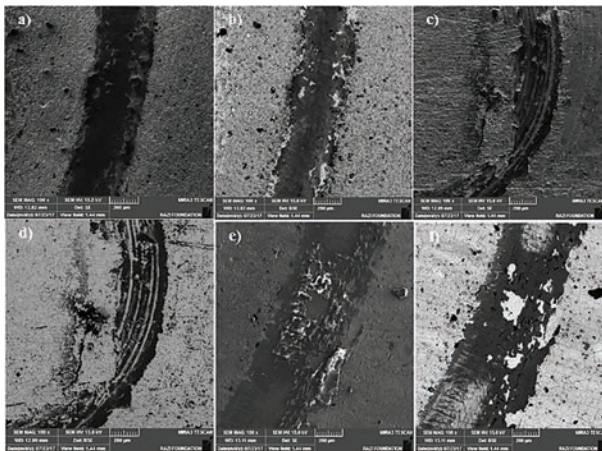
شکل ۴- الگوی پراش پرتو ایکس پوشش نیکل-مولیبدن

۲- سختی سنجی و سایش

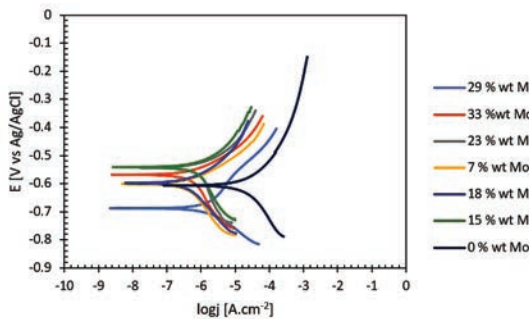
در شکل ۵ نمودار سختی بر حسب درصد وزنی مولیبدن نشان داده شده است. مقدار صفر درصد وزنی مولیبدن مربوط به پوشش نیکل تنها است. مقدار سختی برای پوشش نیکل تنها حدود ۵۰۰ ویکرز است، در حالی که این مقدار برای پوشش نیکل-مولیبدن تا مقدار ۹۰۰ ویکرز افزایش می‌یابد که این مقدار مربوط به پوشش با ۱۵ درصد وزنی مولیبدن است. با افزایش بیشتر مقدار مولیبدن از ۱۵ درصد وزنی مقدار سختی تا ۷۰۰ ویکرز افت می‌کند که باز هم نشان از سختی بیشتر پوشش نیکل-مولیبدن نسبت به پوشش نیکل تنها دارد. علت این امر را می‌توان به تشکیل ترکیبات بین‌فلزی نیکل-مولیبدن و همین‌طور ریزدانه شدن پوشش نیکل-مولیبدن عنوان کرد. همان‌طور در بخش قبلی گفته شد با افزایش مقدار مولیبدن، پوشش نیکل-مولیبدن ریزدانه‌تر می‌شود با این حال با افزایش مقدار مولیبدن از ۲۰ درصد وزنی مولیبدن ترک‌هایی در ساختار پوشش بوجود می‌آیند که باعث افت سختی پوشش نیکل-مولیبدن می‌شوند. چیسینگ و همکارانش نشان دادند با افزایش مقدار ریزدانه شدن پوشش نیکل-مولیبدن سختی پوشش دیگر از رابطه هال-پچ تبعیت نمی‌کند و با کاهش بیشتر اندازه دانه سختی لزوماً افزایش نمی‌یابد [۸].



شکل ۵- نمودار سختی پوشش نیکل-مولیبدن بر حسب درصد وزنی مولیبدن



شکل ۸- تصاویر FESEM از مسیر سایش: (a) تصویر الکترون ثانویه پوشش ۳۰ درصد وزنی مولیبدن، (b) تصویر الکترون برگشتی پوشش ۳۰ درصد وزنی مولیبدن، (c) تصویر الکترون ثانویه پوشش ۱۵ درصد وزنی مولیبدن، (d) تصویر الکترون برگشتی پوشش ۱۵ درصد وزنی مولیبدن، (e) تصویر الکترون ثانویه پوشش نیکل تنها، (f) تصویر الکترون برگشتی پوشش نیکل تنها



شکل ۹- نمودار آزمون پلاریزاسیون در محیط ۳/۵ درصد وزنی سدیم کلرید روی پوشش نیکل- مولیبدن با مقادیر مختلف مولیبدن

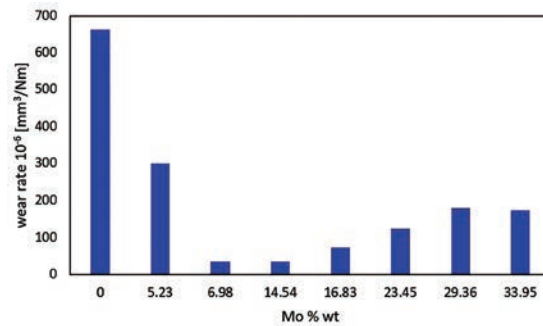
آلیاژی این دو عنصر نشان از تشکیل محلول جامد بین نیکل و مولیبدن در حین آبکاری است. با اضافه شدن مولیبدن به پوشش نیکل سختی، مقاومت سایشی و خوردگی نسبت به پوشش نیکل تنها افزایش می‌یابد. پوشش نیکل- مولیبدن دارای ۱۵ درصد وزنی مولیبدن دارای بیشینه‌ترین خواص ذکر شده‌است.

منابع

1. Y. Song, J. Tang, J. Hu, S. Liu, Y. Fu, and X. Ji, "Insights into electrodeposition process of nickel from ammonium chloride media with speciation analysis and in situ synchrotron radiation X-ray imaging," *Electrochimica Acta*, April ۲۰۱۶, vol ۲۱۰, p.۸۱۲.
2. C. Xu, J.-b. Zhou, M. Zeng, X.-l. Fu, X.-j. Liu, and J.-m. Li, "Electrodeposition mechanism

$$Wear_{rate} = \frac{V}{F \times S} \quad (۳)$$

در فرمول (۲) و (۳) حجم ساییده شده دیسک، $D =$ شعاع ترک سایش، $W =$ عرض شکاف سایش، $R =$ شعاع سر پین، $F =$ نیروی وارده، $S =$ مسافت سایش



شکل ۷- نمودار نرخ سایش پوشش نیکل- مولیبدن بر حسب درصد وزنی مولیبدن

۳- آزمون پلاریزاسیون

در شکل ۹ نمودارهای آزمون پلاریزاسیون انجام شده روی پوشش نیکل- مولیبدن در درصدهای وزنی مختلف مولیبدن در محیط ۳/۵ درصد وزنی سدیم کلرید نشان داده شده‌است. در جدول ۲ مقادیر مربوط به آزمون خوردگی پوشش نیکل- مولیبدن آورده شده‌است. همانطور که از شکل ۹ و جدول ۲ پیداست، سرعت خوردگی پوشش نیکل- مولیبدن نسبت به پوشش نیکل تنها تا بیش از ۱۰ برابر کاهش یافته‌است که این مورد نشان از افزایش مقاومت خوردگی نیکل با اضافه شدن مولیبدن است. پوشش با ۱۵ درصد وزنی مولیبدن کمترین سرعت خوردگی را داراست و با افزایش مقدار مولیبدن سرعت خوردگی تغییر چندانی نمی‌یابد اما به دلیل ریزدانه شدن و افزایش مرزدانه‌ها که محل‌های مناسب برای تشدید خوردگی است سرعت خوردگی اندکی افزایش می‌یابد که این افزایش برای پوشش حاوی ۲۹ درصد وزنی مولیبدن محسوس است. با مقایسه نتایج به دست آمده با تحقیقات گلدن و همکارانش سرعت خوردگی‌های به دست آمده در $pH=10$ کمتر از مقادیر به دست آمده برای $pH=8.5$ است [۱۲]. حضور مولیبدن در کنار نیکل باعث تشکیل لایه پایدار در برابر یون‌های کلر می‌دهد که این پوشش نیز با تشکیل لایه اکسیدی چسبنده نیز باعث تشدید مقاومت خوردگی پوشش می‌شود.

نتیجه‌گیری

پوشش نیکل- مولیبدن دارای ساختار کروی و آمورف است که با افزایش مولیبدن ساختار آن ریزدانه می‌شود. با افزایش مولیبدن از میزان ۲۰ درصد وزنی مولیبدن ترکیبی در ساختار پوشش ظاهر می‌شود که نتیجه تنش کششی زیاد در پوشش است. ترکیبات بین‌فلزی نیکل و مولیبدن موجود در پوشش

جدول ۲- پارامترهای بدست آمده از آزمون پلاریزاسیون روی پوشش نیکل- مولیبدن با مقادیر مختلف مولیبدن

wt Mo	Ba (V/dec)	Bc (V/dec)	Ecorr (V vs Ag/AgCl)	Jcorr (A.cm ⁻²)	Rp (ام)
۳۳	۰,۳۶	۰,۰۸	-۰/۵۶	۸/۱۲ * ۱۰ ^{-۷}	۳۲۰۱۹
۲۹	۰,۰۹	۰,۱۵	-۰/۶۸	۱/۵۱ * ۱۰ ^{-۶}	۱۷۲۱۸
۲۳	۰,۳۱	۰,۱۵	-۰/۵۴	۶/۱۷ * ۱۰ ^{-۷}	۴۲۱۳۹
۱۸	۰,۲۱	۰,۰۹	-۰/۵۹	۶/۰۷ * ۱۰ ^{-۷}	۴۲۸۳۳
۱۵	۱,۵۸	۰,۱۴	-۰/۵۴	۲/۷۲ * ۱۰ ^{-۷}	۹۵۵۸۸
۷	۰,۲۱	۰,۰۷	-۰/۶۰	۵/۳۱ * ۱۰ ^{-۷}	۴۸۹۶۴
۰	۰,۳۱	۰,۱۹	-۰/۶۰	۴/۲۹ * ۱۰ ^{-۶}	۶۰۶۰

۳۵, p. ۵۱۹۴.

۸. E. Chassaing, N. Portail, A.-f. Levy, and G. Wang, "Characterisation of electrodeposited nanocrystalline Ni-Mo alloys," *Journal of applied electrochemistry*, ۲۰۰۴, vol. ۳۴, p. ۱۰۸۵.

۹. P.-C. Huang, K.-H. Hou, G.-L. Wang, M.-L. Chen, and J.-R. Wang, "Wear properties of the Ni-Mo Alloy Coatings produced by pulse electroforming," *Surface and Coatings Technology*, ۲۰۱۵, vol. ۲۵۸, p. ۶۳۹.

۱۰. A. Blogs, E. Beltowska, "Ni-Mo alloys electrodeposited under direct current from citrate-ammonia plating bath", *Inzyniera Materialowa*, ۲۰۱۳, vol ۱۹۳, p. ۱۳۹-۱۳۵.

۱۱. T. Ohgai, Y. Tanaka, and R. Washio, "Nanocrystalline structure and soft magnetic properties of nickel-molybdenum alloy thin films electrodeposited from acidic and alkaline aqueous solutions," *Journal of Solid State Electrochemistry*, ۲۰۱۳, vol. ۱۷, p. ۷۴۳.

۱۲. T. D. Golden, J. Tientong, and A. M. Mohamed, "Electrodeposition of Nickel-Molybdenum (Ni-Mo) Alloys for Corrosion Protection in Harsh Environments," *Research Perspectives on Functional Micro-and Nanoscale Coatings*, p. ۲۰۱۶, ۳۶۹.

and characterization of Ni-Mo alloy and its electrocatalytic performance for hydrogen evolution," *International Journal of Hydrogen Energy*, ۲۰۱۶, vol. ۴۱, p. ۱۳۳۴۱.

۳. E. Beltowska-Lehman, A. Bigos, P. Indyka, and M. Kot, "Electrodeposition and characterisation of nanocrystalline Ni-Mo coatings," *Surface and Coatings Technology*, ۲۰۱۲, vol. ۲۱۱, p. ۶۷.

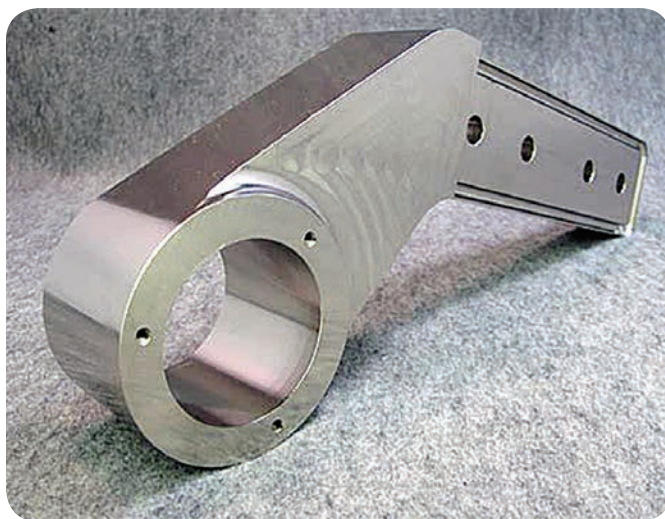
۴. A. K. Mishra and D. W. Shoesmith, "The activation/depasivation of nickel-chromium-molybdenum alloys: An oxyanion or a pH effect—Part II," *Electrochimica Acta*, ۲۰۱۳, vol. ۱۰۲, p. ۳۲۸.

۵. J. Halim, R. Abdel-Karim, S. El-Raghy, M. Nabil, and A. Waheed, "Electrodeposition and characterization of nanocrystalline Ni-Mo catalysts for hydrogen production," *Journal of Nanomaterials*, ۲۰۱۲, vol. ۲۰۱۲, p. ۱۸.

۶. Y. Gao, J. Xiong, D. Gong, J. Li, and M. Ding, "Improvement of solar absorbing property of Ni-Mo based thermal spray coatings by laser surface treatment," *Vacuum*, ۲۰۱۵, vol. ۱۲۱, p. ۶۴.

۷. Q. Han, S. Cui, N. Pu, J. Chen, K. Liu, and X. Wei, "A study on pulse plating amorphous Ni-Mo alloy coating used as HER cathode in alkaline medium," *international journal of hydrogen energy*, ۲۰۱۰, vol.

آبکاری الکتریکی پوشش های چند لایه های Ni-P/ Zn-Ni با استفاده از روش تک حمام



بهروز بهادرمنش،
دانشجوی دکترا
مهندسی مواد
محمد قربانی،
استاد مهندسی مواد
دانشکده مهندسی
و علم مواد، دانشگاه
صنعتی شریف

در پژوهش حاضر به منظور فرموله کردن و ساخت حمامی جهت آبکاری پوشش چند لایه Ni-P/Zn-Ni، تاثیر ترکیب حمام و متغیرهای رسوب دهی بر روی ترکیب پوشش های Zn-Ni مطالعه شده است. مطالعات نشان داد با کاهش غلظت Ni نسبت به Zn در حمام، چگالی جریان لازم برای نشست لایه غنی از نیکل به مقادیر کمتر جابجا می شود و این چگالی جریان با افزایش دما، افزایش می یابد. اساس طراحی حمام جدید افزایش ناگهانی سرعت نشست Ni در قیاس با Zn در پتانسیل اضافه های پایین بود و همچنین عدم امکان نشست Zn همراه با P. آنالیز EDS اثبات نمود که رسوبات ایجاد شده در حمام طراحی شده در پتانسیل اضافه های پایین عملاً Ni-P و آلیاژ ایجاد شده در اضافه پتانسیل های بالا عمدتاً Zn-Ni حاوی ۳/۲ درصد وزن نیفسفر بودند.

کلمات کلیدی: رسوب دهی الکترو شیمیایی، آلیاژ Zn-Ni-P، چند لایه ها

۱. مقدمه

سرعت نشست Ni نسبت به Zn افزایش می یابد و در چگالی جریان های پایین به شکل ناگهانی افزایش می یابد [۲۰-۲۱].

ب) رسوب دهی هم زمان P همراه با Ni و Zn

گزارشات متعددی وجود دارد که اظهار می دارند P همراه با Zn راسب نمی شود. به عنوان مثال در آلیاژهای Zn-Ni-P، عنصر P فقط همراه با Ni راسب می شود و نه Zn [۲۴-۲۲،۹]. همچنین حضور و نشست P، سرعت نشست Ni را افزایش می دهد [۲۳،۹].

بنابراین فرضیه ذیل از تلفیق دو رفتار فوق الذکر قابل استنتاج خواهد بود:

الف) رفتار رسوب دهی هم زمان P همراه با Zn و Ni در پتانسیل اضافه های پایین

در پتانسیل اضافه های به میزان کافی پایین، بدون توجه به نسبت Zn^{2+} / Ni^{2+} مکانیزم نشست الکتروشیمیایی، نرمال خواهد بود و در نتیجه راسب شدن Ni غالب است. علاوه بر آن، حضور منبع P مانند هیپوفسفات سدیم باعث خواهد شد: (۱) نشست Ni تشدید شود [۲۳،۹] و (۲) به دلیل عدم امکان نشست هم زمان P و Zn، نشست Zn کاهش شدید خواهد داشت [۲۴-۲۲،۹]. با استفاده از چنین شرایطی می توان درصد Zn در رسوبات را کاهش داد.

ب) رفتار رسوب دهی هم زمان P همراه با Ni ، Zn در پتانسیل اضافی های بالا

با افزایش چگالی جریان، نسبت Ni به Zn در رسوبات به شدت کاهش پیدا خواهد کرد که چنین رفتاری در هر دو نوع نشست آنومالوس و نرمال دیده می شود. چنین شرایطی به شکلی موثر کمک می کند تا رسوبات غنی از Zn نشانده شود که بقیه آن Ni و مقادیری P خواهد بود. ورود مقادیری P به آلیاژ Zn-Ni پتانسیل خوردگی را مثبت تر کرده و مقاومت به خوردگی را بهبود خواهد بخشید [۲۳،۲۵،۲۶].

مهم ترین هدف پژوهش حاضر بررسی و استفاده از فرضیه فوق جهت رسوب دهی الکتروشیمیایی چند لایه Ni-P/Zn-Ni از روش تک حمام است.

۲- روش پژوهش

۲-۱- رسوب دهی پوشش ها

رسوب دهی پوشش ها به وسیله دستگاه گالوانواستات/پتانسیواستات اتولب مدل PGSTAT۳۰۲N که مجهز به نرم افزار NOVA۱۰۵ بود، انجام گردید. حجم محلول رسوب دهی 400 cm^3 و فاصله بین آند و کاتد 3 cm^3 بود. فولاد کم کربن، نیکل خالص و الکتروکاتولم اشباع به ترتیب کاتد (با ابعاد $2 \times 1 \text{ cm}^2$)، آند و الکتروکاتول مرجع آزمایش بودند. مراحل آماده سازی سطح کاتد شامل سمباده زنی، تمیزکاری با استون در حضور امواج آلتراسونیک، شستشو با آب دو بار تقطیر و در نهایت خشک کردن توسط دمش هوا می شد. جدول ۱ ترکیب شیمیایی حمام پوشش دهی را نشان می دهد.

پوشش های آلیاژی پایه Zn با استفاده از دو مکانیزم فداشوندگی و مانعی زیرلایه فولادی را از خوردگی حفاظت می کنند [۱]. اگر چه افزودن ۹ تا ۱۵ درصد Ni [۲-۵] و بعد از آن ایجاد پوشش های چند لایه Zn/Ni ارتقا زیادی در خواص و کارایی پوشش های پایه Zn ایجاد کرده است، کماکان دستیابی به پوشش هایی با کارایی بالاتر جذابیت های علمی و صنعتی دارد [۱۱-۶،۱۰].

پوشش های Ni-P به دلیل خواص مانعی فوق العاده، به شکل وسیعی جهت حفاظت از خوردگی و سایش قطعات صنعتی به کار می روند. دو روش جهت ایجاد پوشش های Ni-P وجود دارد: الکتروکترولس و آبکاری الکتروکتریکی. در حالی که روش الکتروکترولس جهت ایجاد پوشش های با ضخامت کم و کیفیت بالا کارایی خوبی دارند، با استفاده از روش آبکاری الکتروکتریکی می توان پوشش هایی با ضخامت بالاتر و در زمان کمتر ایجاد نمود [۱۸-۱۲].

پوشش های Ni-P این پتانسیل را دارند که جهت بهبود خواص مانعی و هم زمان حفظ خواص فداشوندگی همراه با پوشش های فداشونده Zn-Ni، به صورت پوشش های چند لایه به کار روند. در پژوهشی، پوشش های چند لایه Ni-P/Zn-Ni (شامل ۸ لایه) با استفاده از روش حمام دوگانه ۱ ایجاد شده اند [۱۹]. بدین صورت که لایه های Zn-Ni در حمامی آبکاری الکتروکتریکی می شدند و لایه های Ni-P در حمام دیگری به صورت الکتروکترولس نشانده می شد. نتایج گزارش شده امیدوار کننده بودند: مقاومت به خوردگی چند لایه ها از مقاومت به خوردگی تک لایه های Ni-P، Zn-Ni و چند لایه Zn-Ni بهتر بودند. با این حال، روش حمام دو گانه نیاز به صرف وقت زیاد داشته و تعداد لایه های محدودی را می توان با آن ایجاد کرد. مضافاً امکان آلوده شدن حمام ها و غیر فعال شدن سطح در حین انتقال زیر لایه از حمامی به حمام دیگر وجود دارد. این معایب روش حمام های چند گانه وقتی نمود بیشتری می یابد که بدانیم با افزایش تعداد لایه ها در چند لایه ها (با ثابت نگه داشتن ضخامت کل چند لایه) مقاومت به خوردگی بهبود می یابد [۱]. لذا در پژوهش حاضر بر آن شدیم تا حمام و شرایطی ایجاد کنیم که قابلیت ایجاد پوشش Ni-P/Zn-Ni را داشته باشد.

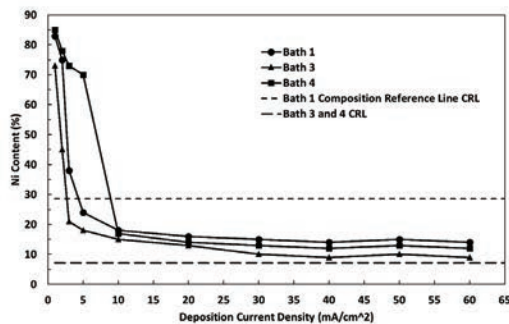
۲. تئوری

دو رفتار خاص رسوب دهی هم زمان Zn، Ni و P جهت ساخت و توسعه حمام جدید در نظر گرفته شد:

الف) رفتار رسوب دهی هم زمان Ni و Zn

به طور کلی پذیرفته شده است که رسوب دهی Zn-Ni از نوع آنومالوس ۲ است که فلز کمتر نجیب (Zn) به صورت ترجیحی رسوب داده می شود. با وجود این، در پتانسیل اضافه های کم و در حمام هایی با غلظت پایین Ni^{2+} (به عنوان مثال $Ni^{2+} / Zn^{2+} = 17/7$) نشست هم زمان Ni و Zn از نوع نرمال است. به عبارت دیگر نسبت Ni به Zn در پوشش از نسبت یون های آن ها در حمام بیشتر است. هر کدام از دو مکانیزم مذکور برقرار باشد با کاهش چگالی جریان

کتر و Zn^{2+} بیشتری تهیه گردید (حمام ۳). آند نیکل نیز جهت جبران یون نیکل مصرف شده حمام به کار گرفته شد. رفتار حمام جدید کاملاً نرمال بود. در چگالی جریان های حدود 20 mA/cm^2 آلیاژی حاوی ۱۰ تا ۱۲ درصد نیکل و در چگالی جریان های حدود $1-2 \text{ mA/cm}^2$ آلیاژی حاوی ۷۰ درصد نیکل پوشش می داد. به عبارت دیگر با افزایش نسبت Zn^{2+} / Ni^{2+} چگالی جریان لازم برای ایجاد پوشش های غنی از نیکل به مقادیر کمتر انتقال یافته بود. چنین رفتاری توسط دیگر محققان گزارش شده است [۲۱،۲۰]. با هدف به دست آوردن رسوبات غنی از نیکل در چگالی جریان های بالاتر و در نتیجه سرعت های بالاتر، اثر دما بر روی پروفیل درصد نیکل - چگالی جریان مطالعه گردید. افزایش دما از 25°C به 65°C (حمام ۴) به شکل قابل توجه ناحیه غنی از نیکل نمودار (بالاتر از ۷۰ درصد نیکل) را به چگالی جریان های بالاتر انتقال داد. این انتقال با مشاهدات فراتزی و همکاران تطابق دارد [۲۱]. در نهایت چگالی جریان های پوشش دهی لایه غنی از Ni از $2-3 \text{ mA/cm}^2$ به 5 mA/cm^2 افزایش پیدا کرد.



شکل ۱. ارتباط بین چگالی جریان و درصد نیکل در پوشش

۴-۲- رسوب دهی پوشش های تک لایه و چند لایه Zn-Ni-P

جدول ۲ ترکیب پوشش های ایجاد شده از حمام ۵ در چگالی جریان های ۵ و 60 mA/cm^2 را نشان می دهد. ترکیب شیمیایی رسوبات به اهداف اولیه نزدیک است. در چگالی جریان 5 mA/cm^2 عملاً آلیاژ Ni-P بدست آمد و میزان P آن بسیار ناچیز و در حدود ۰/۳ درصد وزنی بود. بازداشتن نشست Zn

چند لایه ها از طریق تغییر چگالی جریان یا پتانسیل پوشش دهی بین دو مقدار مشخص ایجاد می گردید. بنابراین لایه هایی با ترکیب شیمیایی متفاوت به دست می داد. چگالی های جریان مورد استفاده در بازه ۱ تا 60 mA/cm^2 قرار داشت. این بازه بر اساس مطالعات اولیه و نیز پژوهش های دیگر محققان انتخاب گردید [۲۵،۲۶،۲۳،۲۱،۲۰].

سطح مقطع پوشش های چند لایه با استفاده از میکروسکوپ الکترونی (SEM, TESCAN) مطالعه گردید و مقدار نسبی Zn و Ni در پوشش ها با استفاده از روش سامانه طیفسنجی پراش انرژی پرتو ایکس (EDS) همراه با SEM آنالیز شد.

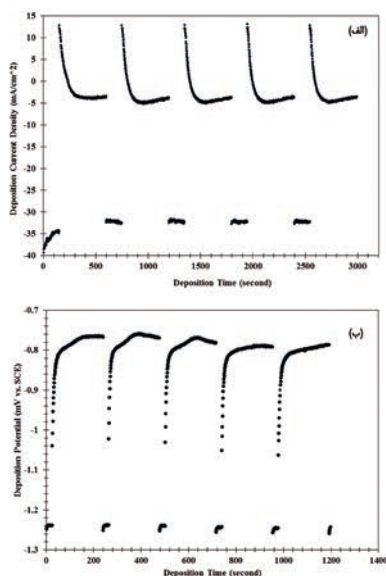
۴- نتایج و بحث

۴-۱- ارتباط بین ترکیب رسوبات Zn-Ni و نسبت Ni^{2+} / Zn^{2+} در حمام و دیگر متغیر ها

مراحل اولیه پژوهش بر روی یافتن و بررسی رفتار الکترولیتی مناسب جهت ترسیب هر دو لایه غنی از Zn و غنی از Ni در چگالی جریان های مختلف متمرکز گردید. پس از آن الکترولیت جهت حصول رفتار و کارایی مناسب تر اصلاح و بهینه سازی شدند. چند لایه Ni-P/Zn-Ni می بایست نسبت به فولاد فداشونده باشد و این معیار در مورد لایه فداشونده (Zn-Ni) نیز اعمال گردید. پتانسیل مدار باز فولاد در محلول ۳/۵ درصد وزنی NaCl حدود ۰/۶۳- نسبت به کالومل اشباع می باشد. لذا پتانسیل مدار باز چند لایه و لایه فداشونده باید منفی تر از این مقدار باشد [۲۶]. اولین الکترولیتی که بررسی گردید حمامی صنعتی بود که توسط الخطابی و همکاران مورد استفاده قرار گرفته بود (حمام ۱) [۲۰]. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است این حمام یک چگالی جریان انتقال از رفتار نرمال به رفتار آنومالوس دارد. همچنین قادر است در چگالی جریان های بالاتر از 10 mA/cm^2 آلیاژی با حدود ۱۵ درصد نیکل (لایه فداشونده) و در چگالی جریان حدود $2-3 \text{ mA/cm}^2$ آلیاژی با حدود ۷۰ درصد نیکل (لایه مانع) ایجاد کند. با این حال با اضافه کردن NaH_2PO_4 (حمام ۲)، پتانسیل لایه فداشونده ایجاد شده در حدود ۰/۶- بود که به میزان کافی منفی جهت حفاظت از فولاد به روش فداشونده نمی باشد. لذا حمام دیگری با Ni^{2+}

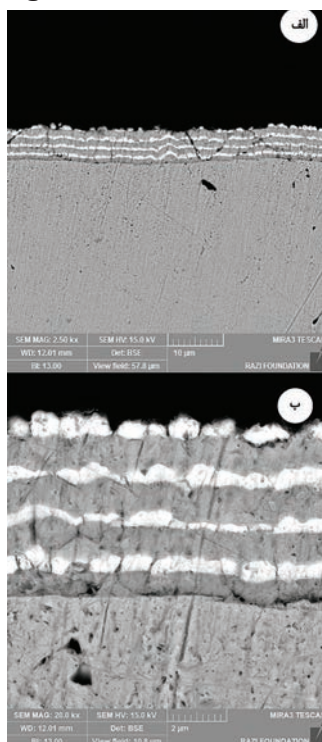
جدول ۱. ترکیب حمام و دیگر پارامتر های آن

شماره حمام	غلظت (mol/lit)					Zn^{2+} / Ni^{2+}	دما ($^\circ \text{C}$)
	$ZnCl_2$	$\text{NaCl}_{16}\text{H}_2\text{O}$	H_3BO_3	NH_4Cl	NaH_2PO_4		
۱	۰/۶۳	۰/۲۵	۰/۵	۲/۸	۰	۲/۵	۲۵
۲	۰/۶۳	۰/۲۵	۰/۵	۲/۸	۰/۰۵	۲/۵	۲۵
۳	۱/۳	۰/۱	۰/۵	۲/۸	۰	۱۳	۲۵
۴	۱/۳	۰/۱	۰/۵	۲/۸	۰	۱۳	۶۵
۵	۱/۳	۰/۱	۰/۵	۲/۸	۰/۰۵	۱۳	۶۵



شکل ۲. رسوب دهی چند لایه Ni-P/Zn-Ni: الف) تغییرات جریان در حین انتقال پتانسیل بین مقادیر -0.82 و -1.28 ، ب، تغییرات پتانسیل در حین انتقال چگالی جریان بین مقادیر 5 و 60 mA/cm^2

شکل ۳ سطح مقطع چند لایه Ni-P/Zn-Ni در بزرگنمایی های مختلف نشان می دهد. لایه های تیره Ni-P و لایه های روشن Zn-Ni هستند. لایه ها به صورت کامل تشکیل شده و کاملا مجزا هستند و فصل مشترک ها کاملا واضح است.



شکل ۳. الف و ب- سطح مقطع چند لایه Ni-P/Zn-Ni در دو بزرگنمایی متفاوت

۵- نتایج

حمام و شرایط رسوب دهی الکترو شیمیایی چند لایه Ni-P/

در حمامی اتفاق افتاد که غلظت Zn^{2+} آن ۱۳ برابر Ni^{2+} بود. آلیاژ به دست آمده در چگالی جریان 60 mA/cm^2 عمدتاً Zn-Ni و حاوی $3/2$ درصد وزنی بود. پتانسیل مدار باز آلیاژهای غنی از Zn و غنی از Ni به ترتیب -0.95 و -0.55 - نسبت به کالومل اشباع بود. بنابراین لایه غنی از Zn نسبت به فولاد فداشونده است. پتانسیل مدار باز لایه Ni-P مثبت تر ولی نزدیک به پتانسیل باز فولاد است و در نتیجه تمایل الکتروشیمیایی چندانی بین فولاد و لایه Ni-P انتظار نمی رود.

جدول شماره ۲. ترکیب پوشش های Zn-Ni-P

شماره حمام	چگالی جریان (mA/cm^2)	پتانسیل رسوبدهی (vs. SCE)	ترکیب رسوبات (درصد وزنی)		
			Zn	Ni	P
۵	۶۰	-0.82	0.3	88.2	11.4
۵	۶۰	-1.28	62.1	34.6	3.2

در ابتدا چند لایه ها با استفاده از تغییرات پتانسیل بین مقادیر -0.82 و -1.28 - (استخراج شده از جدول ۲) ایجاد گردید. شکل ۲ الف تغییرات چگالی جریان در حین تغییر پتانسیل بین دو مقدار مذکور را نشان می دهد. بعد از تغییر پتانسیل از مقادیر بیشتر منفی به کمتر منفی، چگالی جریان به مقادیر مثبت (جریان آندی) انتقال یافت و بعد از آن به تدریج به مقادیر منفی رفته و ثابت گردید. چند لایه به دست آمده سطح بسیار زبری داشت. مشاهدات به وسیله میکروسکوپ نوری ثابت کرد که لایه ها به شکل یکنواختی دچار انحلال شده بودند. دلیل آن این بود که در حین پوشش دهی در پتانسیل -1.28 - رسوبات غنی از Zn ایجاد می شود. پتانسیل -0.82 - علاوه بر پتانسیل نشست لایه غنی از Ni، پتانسیل انحلال لایه غنی از Zn نیز است. در نتیجه با تغییر پتانسیل از -1.28 به -0.82 - این دو فرآیند به طور هم زمان انجام می شود و تا زمانی که لایه غنی از Ni لایه زیرین که غنی از Zn است را می پوشاند فرآیند انحلال ادامه می یابد. به منظور کنترل و جلوگیری از انحلال لایه پوشش داده شده، چند لایه ها به وسیله تغییرات چگالی جریان پوشش داده شد. شکل ۲ ب تغییرات پتانسیل را در حین تغییر جریان بین مقادیر 5 و 60 mA/cm^2 نشان می دهد که به ترتیب لایه غنی از Ni و لایه غنی از Zn را پوشش می دهند. هر دوره پوشش دهی (معادل رسوب دهی دولایه) شامل دو ناحیه تقریباً ثابت پتانسیل و یک ناحیه انتقال است که البته انتقال در حین تغییر از چگالی جریان کمتر به بیشتر رخ می دهد و نه بالعکس. پتانسیل مدار باز چند لایه ایجاد شده مقادیری بین -0.76 و -0.81 - داشت که نشان می دهد نسبت به فولاد فداشونده خواهد بود. این پتانسیل که بین پتانسیل مدار باز لایه های غنی از Zn و غنی از Ni است نشان از آن دارد که مایع خورنده در اثر نفوذ در حفرات و نواقص سطح با بیش از یک لایه در تماس است و منتج به یک پتانسیل مخلوط شده است [۱].

۱۲- A. Bai, P.-Y. Chuang, C.-C. Hu, The corrosion behavior of Ni-P deposits with high phosphorous contents in brine media, *Materials Chemistry and Physics* ۱۰۰-۹۳ (۲۰۰۳) ۸۲.

۱۳- X. Xiu-qing, M. Jian, B. Zhen-quan, F. Yao-rong, M. Qiu-rong, Z. Wen-zhen, The corrosion behavior of electroless Ni-P coating in Cl⁻/H₂S environment, *Applied Surface Science* ۸۸۰۶-۸۸۰۲ (۲۰۱۲) ۲۵۸.

۱۴- L. Wang, Y. Gao, Q. Xue, H. Liu, T. Xu, A novel electrodeposited Ni-P gradient deposit for replacement of conventional hard chromium, *Surface & Coatings Technology* ۳۷۲۶-۳۷۱۹ (۲۰۰۶) ۲۰۰.

۱۵- H. B. Lee, D. S. Wu, C. Y. Lee, C. S. Lin, Wear and immersion corrosion of Ni-P electrodeposited in NaCl solution, *Tribology International* ۲۴۴-۲۳۵ (۲۰۱۰) ۴۳.

۱۶- A. P. Ordine, S. L. Diaz, I. C. P. Margarit, O. E. Barcia, O. R. Mattos, Electrochemical study on Ni-P electrodeposition, *Electrochimica Acta* ۱۴۸۶-۱۴۸۰ (۲۰۰۶) ۵۱.

۱۷- L. Wang, Y. Gao, T. Xu, Q. Xue, Corrosion resistance and lubricated sliding wear behaviour of novel Ni-P graded alloys as an alternative to hard Cr deposits, *Applied Surface Science* ۷۳۷۲-۷۳۶۱ (۲۰۰۶) ۲۵۲.

۱۸- M. Crobu, A. Scorciapino, B. Elsener, A. Rossi, The corrosion resistance of electroless deposited nanocrystalline Ni-P alloys, *Electrochimica Acta* (۲۰۰۸) ۵۳ ۳۳۷۰-۳۳۶۴.

۱۹- J. H. Liu, J. L. Chen, Z. Liu, M. Yu, S. M. Li, Fabrication of Zn-Ni/Ni-P compositionally modulated multilayer coatings, *Materials and Corrosion* ۳۴۰-۳۳۵ (۲۰۱۳) ۶۴.

۲۰- F. Elkhatabi, M. Benballa, M. Sarret, C. Mueller, Dependence of coating characteristics on deposition potential for electrodeposited Zn-Ni alloys, *Electrochimica Acta* ۱۶۵۳-۱۶۴۵ (۱۹۹۹) ۴۴.

۲۱- R. Fratesi, G. Roventi, Electrodeposition of zinc-nickel alloy coatings from a chloride bath containing NH₄Cl, *Journal of Applied Electrochemistry* ۶۶۲-۶۵۷ (۱۹۹۲) ۲۲.

۲۲- A. P. Ordine, S. L. Diaz, I. C. P. Margarit, O. R. Mattos, Zn-Ni and Zn-Fe alloy deposits modified by P incorporation: anticorrosion properties, *Electrochimica Acta* ۲۸۲۳-۲۸۱۵ (۲۰۰۹) ۴۹.

۲۳- V. Bachvarov, M. Peshova, S. Vitkova, N. Boshkov, Electrodeposition, structure and composition of ternary Zn-Ni-P alloys, *Materials Chemistry and Physics* ۱۳۶ ۱۰۰۷-۹۹۹ (۲۰۱۲).

۲۴- V. D. Bachvarov, M. T. Peshova, S. D. Vitkova, N. S. Boshkov, Corrosion properties of Zn-Ni-P alloys in neutral model medium, *Central European Journal of Chemistry*, ۱۲ ۱۱۹۳-۱۱۸۳ (۲۰۱۴).

۲۵- A. Durairajan, A. Krishniyer, B. S. Haran, R. E. White, B. N. Popov, Characterization of Hydrogen Permeation Through a Corrosion-Resistant Zinc-Nickel-Phosphorus Alloy, *Corrosion Engineering, Science and Technology* ۵۶ ۲۸۸-۲۸۳ (۲۰۰۰).

۲۶- A. M. Popescu, K. Yanuskevich, O. Demidenko, J. M. C. Moreno, E. I. Neacsu, V. Constantin, Synthesis, morphology and specific magnetization of the electrodeposited Zn-Ni-P thin films on copper substrate from non-cyanide electrolyte. *Central European Journal of Chemistry* ۱۱۴۹-۱۱۳۷ (۲۰۱۳) ۱۱.

Zn-Ni از تک حمام ایجاد گردید. اگرچه غلظت Zn^{۲+} در حمام بسیار بالاتر از Ni^{۲+} بود (Zn^{۲+}/Ni^{۲+}=۱۳)، حضور NaH₂PO₄ در حمام و رسوب دهی هم زمان P به شکل موثری مانع راسب شدن Zn در پتانسیل اضافه های پایین گردید که در نتیجه در این پتانسیل ها لایه ایجاد شده آلیاژ Ni-P بود. در پتانسیل اضافه بالاتر نیز آلیاژ ایجاد شده عمدتاً Zn-Ni حاوی ۳/۲ درصد وزنی فسفر بود.

منابع

۱- B. Bahadormanesh, M. Ghorbani, N. Lotfi Kordkolaei, Electrodeposition of nanocrystalline Zn/Ni multilayer coatings from single bath: Influences of deposition current densities and number of layers on characteristics of deposits, *Applied Surface Science*, ۴۰۴ ۱۰۹-۱۰۱ (۲۰۱۷).

۲- X. Qiao, H. Li, W. Zhao, D. Li, Effects of deposition temperature on electrodeposition of zinc-nickel alloy coatings, *Electrochimica Acta*, ۷۷۷-۷۷۱ (۲۰۱۳) ۸۹.

۳- T. V. Byk, T. V. Gaevskaia, L. S. Tsybulskaya, Effect of electrodeposition conditions on the composition, microstructure, and corrosion resistance of Zn-Ni alloy coatings. *Surface & Coatings Technology*, (۲۰۰۸) ۲۰۲ ۵۸۲۳-۵۸۱۷.

۴- R. M. Gnanamuthu, S. Mohan, G. Saravanan, C. W. Lee, Comparative study on structure, corrosion and hardness of Zn-Ni alloy deposition on AISI ۳۴۷ steel aircraft material, *Journal of Alloys and Compounds* ۴۵۴-۴۴۹ (۲۰۱۲) ۵۱۳.

۵- S. H. Mosavat, M. H. Shariat, M. E. Bahrololoom, Study of corrosion performance of electrodeposited nanocrystalline Zn-Ni alloy coatings, *Corrosion Science* ۸۷-۸۱ (۲۰۱۲) ۵۹.

۶- P. Ganesan, S. P. Kumaraguru., B. N. Popov, Development of compositionally modulated multilayer Zn-Ni deposits as replacement for cadmium, *Surface & Coatings Technology* ۷۹۰۴-۷۸۹۶ (۲۰۰۷) ۲۰۱.

۷- A. Maciej, G. Nawrat, W. Simka, J. Piotrowski, Formation of compositionally modulated Zn-Ni alloy coatings on steel, *Materials Chemistry and Physics* ۱۳۲ ۱۱۰۲-۱۰۹۵ (۲۰۱۲).

۸- K. Venkatakrishna, A. C. Hegde, Electrolytic preparation of cyclic multilayer Zn-Ni alloy coating using switching cathode current densities, *Journal of Applied Electrochemistry* ۲۰۵۹-۲۰۵۱ (۲۰۱۰) ۴۰.

۹- O. Hammami, L. Dhouibi, P. Bercot, E. Rezaei, Effect of phosphorus doping on some properties of electroplated Zn-Ni alloy coatings, *Surface & Coatings Technology* ۲۱۹ ۱۲۵-۱۱۹ (۲۰۱۳).

۱۰- M. Rahsepar, M. E. Bahrololoom, Corrosion study of Ni/Zn compositionally modulated multilayer coatings using electrochemical impedance spectroscopy, *Corrosion Science*, ۲۵۴۳-۲۵۳۷ (۲۰۰۹) ۵۱.

۱۱- M. E. Bahrololoom, D. R. Gabe and G. D. Wilcox, Development of a Bath for Electrodeposition of Zinc-Cobalt Compositionally Modulated Alloy Multilayered Coatings, *Journal of Electrochemical Society* (۲۰۰۳) ۱۵۰) C-۱۴۴C۱۵۱.

پیشرفت های اخیر در تکنولوژی های سیانوردایی پسماندهای آلوده به سیانید به روش اکسیداسیون شیمیایی



علی بهنام
فرد عضو هیات
علمی دانشگاه
بیرجند

سالیانه حجم زیادی از پسماندهای آلوده به سیانید در فرآیندهای استحصال طلا و آبکاری فلزات، صنایع پتروشیمی و کک سازی و سایر صنایع تولید می شود. این پسماندها باید قبل از رهایش به محیط زیست تصفیه شوند چون سمیت بالای سیانید مشکلات زیست محیطی بسیار زیادی را ایجاد می نماید. حد مجاز غلظت سیانید در پساب های رها شونده به طبیعت 0.2 mg/L است. تصفیه پسماندهای تولید شده در فرآیند سیانوراسیون کانسنگ های طلا دار یکی از مهم ترین مشکلاتی است که صنایع استحصال فلزات با ارزش در تمام دنیا با آن مواجه هستند. در ایران نیز سه معدن طلای موته در استان اصفهان و معدن طلای زرشوران و آغ دره در استان آذربایجان غربی سالیانه حجم زیادی پسماندهای آلوده به سیانید تولید می نمایند.

روش های زیادی برای حذف سیانید از پسماندها پیشنهاد شده است که در دو گروه اصلی قرار می گیرند. در روش های گروه اول فقط حذف سیانید می تواند انجام شود ولی در روش های گروه دوم علاوه بر سیانوردایی، بازبایی سیانید نیز انجام می گیرد. روش های گروه اول از کارایی بیشتر، راحتی عملیاتی بیشتر و هزینه های سرمایه گذاری و عملیاتی کمتر برای سیانوردایی پسماندها نسبت به روش های گروه دوم برخوردار بوده و بیشتر توسط صنایع مورد استفاده قرار می گیرند. در این گروه از روش ها، تجزیه سیانید توسط یک عامل اکسند مناسب انجام می شود. در این مقاله، جنبه های مختلف روش های اکسیداسیون سیانید با استفاده از پراکسید هیدروژن، دی اکسید گوگرد، کلرین-هیپوکلریت قلیایی و ازون به تفصیل بحث شده است و مزایا و معایب هر روش بیان گشته است.

کلمات کلیدی

پسماندهای آلوده به سیانید، فرآیندهای سیانوردایی، اکسیداسیون شیمیایی

۱. مقدمه

سالیانه در حدود ۱/۴ میلیون تن سیانید به صورت گاز HCN و نمک های سدیم (NaCN)، پتاسیم (KCN) و کلسیم $(Ca(CN))_2$ با توجه به نیاز صنایع مختلف در جهان تولید می شود [۱]. نمک های سیانید وقتی به محلول آبی که pH آن بیشتر از ۹ باشد اضافه شوند تفکیک شده و سیانید آزاد (CN^-) تشکیل می شود [۲]. سیانید آزاد موجود در محلول در صورتی که pH محلول کمتر از ۹ شود به سرعت تبدیل به گاز HCN می شود [۲]. گاز HCN بسیار سمی بوده و استنشاق آن موجب مرگ موجودات زنده می شود [۲-۴]. محلول حاوی سیانید آزاد نیز برای موجودات آبی و همچنین برای سایر موجودات در صورتی که از این محلول بیاشامند بسیار سمی و کشنده است [۲-۴].

در صورتی که یون های فلزی در محلول آبی حاوی سیانور آزاد حضور داشته باشند کمپلکس های سیانید فلزی تشکیل می شوند. کمپلکس های سیانید فلزی به دو گروه تجزیه پذیر در شرایط اسیدی ضعیف (WAD) و تجزیه پذیر در شرایط اسیدی قوی (SAD) تقسیم می شوند. کمپلکس های سیانید WAD در شرایط اسیدی ضعیف تجزیه شده و مجدداً تولید سیانید آزاد و کاتیون فلزی می نمایند در صورتی که SAD در شرایط متداول محیط زیست پایدار بوده و فقط تابش اشعه فرابنفش باعث تجزیه آن می شود [۲، ۵]. با توجه به این موضوع، WAD اثر آلاینده‌گی بسیار شدیدتری نسبت به SAD دارند. کمپلکس های سیانید کادمیوم، مس، روی و نیکل در گروه WAD و کمپلکس های سیانید کبالت، آهن، طلا و نقره در گروه SAD قرار می گیرند [۵].

فرآیند سیانوراسیون به طور غالب در سرتاسر دنیا برای استحصال طلا از کانسنگ های طلا دار مورد استفاده قرار می گیرد. در این فرآیند، سیانید عامل لیچینگ طلا است و طلا به صورت کمپلکس سیانید طلا وارد گلاب می شود [۶]. سپس مراحل جذب بر کربن فعال، شستشوی اسیدی و شستشوی سیانیدی کربن فعال باردار و سمنتاسیون با روی انجام گرفته و طلا محلول به صورت فلز بازیابی می شود [۶].

در ایران نیز سه معدن طلای موته در استان اصفهان، معدن طلای آق دره و زرشوران در آذربایجان غربی دارای کارخانه های استحصال طلا به روش سیانوراسیون هستند. کارخانه فرآوری طلای موته در نزدیکی روستای موته و در فاصله ۵۰ کیلومتری از شهرهای گلبایگان، دلپجان و میمه سالیانه حدود ۳۰۰ کیلوگرم طلا تولید می نماید [۷]. کارخانه فرآوری و استحصال طلای آق دره در ۳۰ کیلومتری شهرستان تکاب دارای ظرفیت تولید سالیانه ۲/۲ تن طلا است [۷]. واحد فرآوری و استحصال طلا در منطقه زرشوران تکاب با ظرفیت سالانه سه تن شمش طلا احداث شده و مراحل راه اندازی خود را سپری می کند [۷]. در حال حاضر ذخایر طلای ایران به میزان ۴۵۰ تن ذخیره قطعی است که با اکتشافات جدید انتظار می رود این مقدار به هزار تن افزایش یابد [۷].

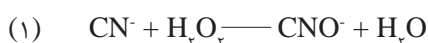
سیانید در صنایع دیگر از جمله در فرآیندهای پرعیارسازی کانسنگ های فلزی، صنایع آبه کاری، صنایع غذایی، ساخت جواهرآلات، صنایع پتروشیمی، ساخت قطعات با روکش طلا در صنایع اتومبیل سازی، ذوب آلومینیوم، کارخانه های کک سازی و پالایش گاز و سایر صنایع نیز مورد استفاده قرار می گیرد [۵]. سالیانه حجم عظیمی از گلاب و پساب های حاوی سیانید آزاد و کمپلکس های سیانید WAD توسط صنایع استفاده کننده از سیانید تولید می شوند [۵]. در آمریکا با توجه به سمیت بالای این پساب ها، حد توصیه شده و مجاز برای سیانید در جریان های خروجی از فرآیندهای صنعتی به ترتیب برابر ۰/۱ mg/L و ۰/۲ تعیین شده است [۸]. به واسطه بالا بودن غلظت سیانید در پساب های خروجی این صنایع، عملیات سیانورزدایی باید قبل از رهاسازی آن ها به محیط زیست انجام شود.

روش های زیادی برای تصفیه پساب های حاوی سیانید وجود دارد که از آن جمله می توان اکسیداسیون شیمیایی [۹]، جذب بر کربن فعال [۱۰]، رزین های تبادل یونی [۱۱]، الکتروکوپلینگ [۱۲]، اسمز معکوس [۱۳]، اسیدی سازی-فرار سازی-بازیابی [۱۴] و فلوتاسیون [۱۵] را نام برد. از بین این روش ها، اکسیداسیون شیمیایی که از اکسنده های مختلف برای تجزیه و حذف سیانید از پساب استفاده می کند بیشترین کاربرد صنعتی را به واسطه کارایی بالا، هزینه سرمایه گذاری کمتر، زمان عملیاتی کم و راحتی عملیات دارد [۵]. هدف از این مقاله بررسی جنبه های مختلف روش های اکسیداسیون شیمیایی و بیان مزایا و معایب آن ها است تا بتواند راه را برای به کارگیری این فرآیندها در کشور باز نماید.

۲. اکسیداسیون سیانید با استفاده از پراکسید هیدروژن

شکل ۱ نمودار جریان فرآیند تصفیه پساب های حاوی سیانید را با استفاده از پراکسید هیدروژن نشان می دهد [۱۶]. در این روش، اکسیداسیون سیانید (CN^-) به سیانات (OCN^-) توسط پراکسید هیدروژن انجام می شود. این فرآیند از زمان خیلی قبل برای تصفیه پساب های حاوی سیانید به دلیل ارزان قیمت بودن، محلول بودن در آب و حمل و نقل آسان پراکسید هیدروژن استفاده می شود [۱۷]. سیستم جریان پیوسته برای اکسیداسیون سیانید با پراکسید هیدروژن به عنوان فرآیند Degussa شناخته می شود که در آلمان طراحی شده و برای اولین بار در مقیاس صنعتی در معدن طلای Ok Tedi Mining Limited در پاپوآگینه نو از نوامبر ۱۹۸۳ به کار گرفته شده است [۱۸].

پراکسید هیدروژن، سیانید آزاد را بر طبق رابطه زیر به سیانات تبدیل می کند:



در محلول قلیایی، کمپلکس های سیانید فلزی از نوع WAD برای مثال مس، نیکل و روی به سیانات و هیدروکسید فلزی اکسید می شوند. این واکنش به طور مثال برای کمپلکس

۱/۳۰	کمتر از ۱/۰۰۰	۴/۵	مس
۰/۲۰	۳/۰۰۰	۲۸۰/۰	سیانید
۰/۳۰	کمتر از ۰/۰۱۵	۱۶/۰	آهن
۰/۰۵	۴/۰۰۰	۵/۰	سلنیوم
۰/۱۰	۱/۰۰۰	۳/۲	نقره
۵/۰۰	کمتر از ۱/۰۰۰	۱۵۷/۰	روی

تخمین زده می شود که مصرف پراکسید هیدروژن تا ۳ کیلوگرم پراکسید هیدروژن به ازای هر کیلوگرم CN⁻ باشد. با این وجود، سایر گونه های حاضر در محلول یا گلاب ممکن است با سیانید برای پراکسید هیدروژن رقابت نمایند و میزان مصرف آن را افزایش دهند [۱۹].

واکنش اکسیداسیون سیانید با پراکسید هیدروژن در حضور یک کاتالیز از قبیل یون های مس و فرمالدئید تسریع می شود. برای مثال، نشان داده شده است که افزودن ۵ تا ۱۰ mg/L فرمالدئید، زمان اکسیداسیون را به میزان ۶۰ درصد کاهش می دهد. واکنش مربوط برای فرمالدئید و سیانید به شرح زیر است:

$$(۴) \quad \text{CN}^- + 2\text{HOCH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HOCH}_2\text{CN} + \text{OH}^-$$

در حضور پراکسید هیدروژن، گلیکولونیتریل تشکیل شده هیدرولیز می شود و گلیکول اسید آمید به شرح زیر تولید می گردد:

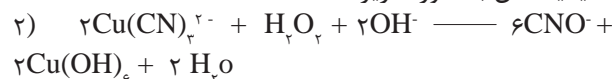
$$(۵) \quad \text{HOCH}_2\text{CN} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HOCH}_2\text{CONH}_2$$

افزودن مس به میزان یک دهم غلظت گونه های سیانید WAD نتایج مشابهی می دهد [۱۹].

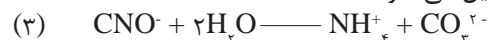
سارلا و سایرین اکسیداسیون سیانید از محلول حاوی ۱۰۰ mg/L CN⁻ را با استفاده از پراکسید هیدروژن در حضور مس به عنوان کاتالیزور مطالعه نمودند. تحقیق آن ها نشان داد که تجزیه سیانید تن ها با استفاده از پراکسید هیدروژن بسیار آهسته است ولی افزودن یون های مس، نرخ واکنش را تسریع می نماید. مس تشکیل کمپلکسی با یون سیانید می دهد که این کمپلکس میل ترکیبی بیشتر با H₂O₂ دارد. بر طبق مطالعه آن ها، شرایط بهینه برای اکسیداسیون سیانید شامل مقدار مصرف H₂O₂ به میزان ۸۸/۲ mM، غلظت Cu²⁺ برابر ۷۵ mg/l و pH برابر با ۱۰ است و تحت این شرایط اکسیداسیون سیانید در طی ۹ دقیقه به انجام می رسد [۲۰].

کیتیس و سایرین تجزیه سیانید موجود در گلاب باطله کارخانه سیانوراسیون کانسنگ طلا دار معدن اواسیک را به وسیله پراکسید هیدروژن انجام دادند. بر طبق مطالعات آن ها، پراکسید هیدروژن با غلظت ۳۰ mg/L قادر به کاهش غلظت سیانید به کمتر از ۱ mg/L در طی مدت ۴ ساعت بود. با این وجود، پراکسید هیدروژن به میزان ۱۰۰ mg/L در حضور ۳۰ mg/L یون مس به عنوان کاتالیز می تواند غلظت سیانید را به کمتر از حد مجاز پس از مدت زمان ۲ ساعت برساند. میزان

سیانید مس به صورت زیر است:

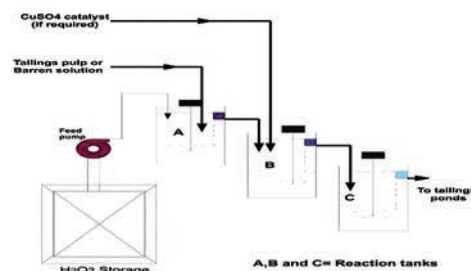


کمپلکس های سیانید فلزی قوی شکسته نمی شوند اما کمپلکس های سیانید آهن (II) می توانند به صورت نمک های مضاعف مس یا روی از طریق افزودن سولفات های مس یا روی حذف شوند [۱۹]. یون های سیانات نیز در pH های کمتر از ۷ و در دمای محیط متحمل هیدرولیز شده و یون های آمونیوم و کربنات تشکیل می شوند:



بین ۱۰ تا ۱۵ درصد یون های سیانات ممکن است به این روش واکنش دهند.

سرعت تجزیه یون های تیوسیانات به وسیله پراکسید هیدروژن در مقایسه با کلراسیون آهسته است و معمولاً فقط درصد کمی از گونه های تیوسیانات تحت شرایط معمول اعمالی در روش اکسیداسیون پراکسید هیدروژن، اکسید می شوند. همیشه مقداری گاز آمونیاک بواسطه واکنش پراکسید هیدروژن در محلول سیانیدی تشکیل می شود و برای اینکه پساب خروجی مشخصات آب آشامیدنی را پیدا نماید آن نیز باید حذف شود [۱۹].



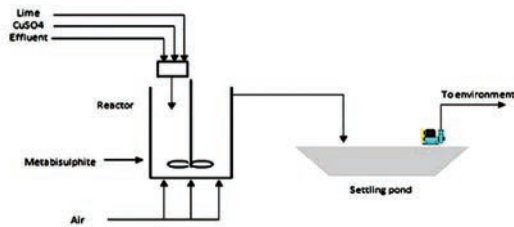
شکل ۱: نمودار جریان فرآیند تصفیه پساب های حاوی سیانید با استفاده از پراکسید هیدروژن [۱۶]

کارایی پراکسید هیدروژن برای تجزیه سیانید کاملاً مشخص شده است. برای مثال، غلظت سیانید در محلولی از ۵۰۰ mg/L یا بیشتر می تواند در طی ۱ تا ۲ ساعت با افزودن ۷۵ تا ۱۲۵ mg/L پراکسید به کمتر از ۲ mg/L کاهش یابد. کاهش غلظت سیانور آزاد به کمتر از ۰/۱ mg/L در جریان های خروجی را می توان با افزایش مقدار مصرف پراکسید هیدروژن دستیابی نمود ولی به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست. مثالی در مورد عملکرد پراکسید هیدروژن برای حذف گونه های محلول مختلف در جدول ۱ ارائه شده است [۱۹].

جدول ۱: غلظت برخی از گونه ها در محلول ورودی و خروجی سیستم سم زدایی سیانید با استفاده از پراکسید هیدروژن در مقدار مصرف ۲/۵ mg/L [۱۹]

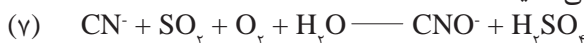
نوع گونه	پساب ورودی (mg/L)	پساب خروجی (mg/L)	حد مجاز در آب آشامیدنی براساس استاندارد USEPA (mg/L)
آرسنیک	۰/۲	کمتر از ۰/۰۵۰	۰/۰۱

های مختلف برای اکسیداسیون گونه های سیانیدی استفاده می شده است. یک نسخه خاص این فرآیند با نام اینکو (Inco) در سادبری اونتاریو کانادا در اوایل دهه ۱۹۸۰ میلادی به ثبت رسید و در سایت های مختلف معدنی از جمله، Scottie, Carolin, Baker و McBean که همگی در کانادا قرار دارند به کار گرفته شده است [۱۹]. شکل ۲ نمایی از نمودار جریان فرآیند اینکو را نشان می دهد.



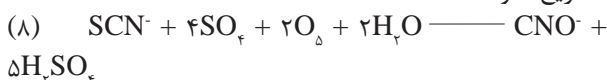
شکل ۲: نمودار جریان فرآیند اینکو

در این فرآیند مخلوطی از دی اکسید گوگرد و هوا به سرعت سیانید آزاد و کمپلکس های سیانید فلزی WAD را در محلول های آبی و در حضور یون های Cu(II) به عنوان کاتالیزور اکسید می نماید:



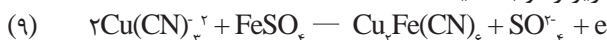
pH بهینه برای این واکنش ۹ است اما این واکنش به میزان قابل توجهی در گستره pH بین ۷/۵ و ۹/۵ نیز انجام می شود و درصد حجمی ترجیحی دی اکسید گوگرد در هوا ۱ تا ۲ درصد است. دی اکسید سولفور می تواند به فرم گاز یا مایع یا سوزاندن گوگرد عنصری تامین شود. سایر منابع مناسب دی اکسید سولفور برای فرآیند شامل سدیم متابی-سولفیت ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) و سدیم بی سولفیت ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) است [۱۹].

یون های تیوسیانات همچنین می توانند از طریق واکنش مشابهی ولی با سرعت کمتر تجزیه شوند. این واکنش را می توان با افزودن یون های نیکل و تا حد کمتری مس و کبالت تسریع نمود:



معمولاً کمتر از ۱۰ درصد یون های تیوسیانات به وسیله فرآیند کاتالیزور شده با مس اکسید می شوند.

همانند فرآیند پراکسید هیدروژن، هرگونه آهن موجود در محلول در فرم احیا شده Fe(II) باقی می ماند و ممکن است به صورت نمک سیانید دوگانه با روی، مس یا نیکل مطابق معادله زیر رسوب نماید:



در صورتی که غلظت فلزات پایه به میزان بیشتر از آنچه برای تشکیل نمک دوگانه لازم است باشد ممکن است به صورت هیدروکسید رسوب نماید که بستگی به غلظت آن ها و شرایط محلول دارد.

این فرآیند برای عمل آوری جریان های خروجی کارخانه طلا که حاوی بیشتر از ۲۰۰ mg/L سیانید کلی بود به کار گرفته

مصرف مورد نیاز پراکسید هیدروژن به ازای مقدار سیانید WAD تجزیه شده تقریباً ۱/۷ و ۵ (گرم H_2O_2 به ازای هر گرم سیانید WAD) به ترتیب در حضور (30 mg/L) و غیاب کاتالیزور مس است. این نتایج نشان داد که بازدهی پراکسید در تجزیه سیانید موجود در گلاب باطله با و بدون کاتالیزور با توجه به خصوصیات کانسنگ تغییرات زیادی می یابد [۲۱]. مزایای اصلی فرآیند اکسیداسیون سیانید با پراکسید هیدروژن را می توان به صورت زیر برشمرد:

- در این روش هیچگونه محصول جانبی مضر برای محیط زیست تولید نمی شود
- هیچگونه یون خارجی به جز کاتالیستی که استفاده می شود به محلول های فرآیندی وارد نمی گردد
- سینتیک اکسیداسیون بسیار سریع است به نحوی که اکسیداسیون موثر در طی چند دقیقه دستیابی می شود
- مقادیر اضافی پراکسید هیدروژن به آسانی به مواد بی ضرر شامل آب و اکسیژن تجزیه می گردند.

معایب اصلی این روش نیز به شرح زیر است:

- کاهش غلظت سیانید پساب با استفاده از این روش به حدی که بتوان آن را به محیط زیست تخلیه کرد بسیار پرهزینه است
- در این فرآیند آمونیاک تولید می شود که برای موجودات آبی خصوصاً ماهی ها مضر است.
- از این روش نمی توان فرآیند برای سیانورزدایی گلاب استفاده نمود زیرا مصرف پراکسید هیدروژن بالا است
- هزینه خرید و حمل و نقل هیدروژن پراکسید نیز باید برای اقتصادی بودن فرآیند ارزیابی شود.

اسید کارو (H_2SO_4) که به وسیله اختلاط هیدروژن پراکسید و اسیدسولفوریک تولید می شود بر طبق رابطه زیر می تواند سیانید آزاد را تجزیه نماید:



تیکسییرا و سایرین اکسیداسیون سیانید را با استفاده از اسید کارو انجام دادند. بر طبق مطالعه آن ها بالاترین نرخ اکسیداسیون در شرایط pH برابر با ۹، نسبت مولی H_2SO_4 به H_2O_2 برابر ۴/۵ به ۱ بود و اسید کارو از مخلوط ۳ مول اسید سولفوریک با یک مول CN^- تولید شده بود. تحت این شرایط پس از ۱۰ دقیقه و در دمای محیط غلظت CN^- از مقدار ابتدایی ۴۰۰ mg/L به ۱ mg/L کاهش یافت [۲۲].

نشان داده شده است که سینتیک تجزیه سیانید با اسید کارو نسبت به پراکسید هیدروژن (بدون حضور کاتالیزور) بسیار بیشتر بوده و اسید کارو به سرعت در طی چند دقیقه غلظت سیانید آزاد و WAD را به کمتر از ۵۰ mg/L کاهش می دهد. با این وجود، اسید کارو باید در محل معدن تهیه شود زیرا ناپایدار بوده و برای اینکه موثر باشد باید بلافاصله پس از آماده سازی مصرف شود (در طی چند ثانیه) [۱۹].

۳. اکسیداسیون سیانید با استفاده از دی اکسید سولفور
در سرتاسر قرن بیستم از دی اکسید سولفور (SO_2) در فرم

دارای مزایای بیشتری نیز است از جمله اینکه سولفیت ها تا حدی دارای قابلیت خنثی سازی هستند و این موضوع تقریباً ۵۰ درصد نیاز به آهک را برای خنثی سازی کاهش می دهد. سایر مزایای کاربرد سولفیت ها (به خصوص سولفیت سدیم) آن است که بسیار در آب محلول هستند (۲۵۰ g/l) و حمل و نقل آن ها از ایمنی بیشتری برخوردار است. از آمونیوم بی سولفیت (NH_4HSO_4) به عنوان منبع دی اکسید گوگرد فقط پس از آنکه در مورد نقش آمونیاک تولیدی بر جریان های خروجی ارزیابی کاملی صورت گیرد استفاده می شود [۲۳].

مزایای فرآیند اینکو را می توان به شرح زیر برشمرد:
- کاربرد این فرآیند در مقیاس صنعتی برای دستیابی به جریان خروجی با غلظت کم سیانید و فلزات سنگین در چندین مورد تایید شده است.

- این فرآیند برای سیانورزدایی گلاب ها علاوه بر محلول ها کاربرد دارد.

- این فرآیند می تواند به صورت گسسته و یا پیوسته انجام شود.
- تمامی فرم های سیانید حتی کمپلکس های سیانید آهن نیز از محلول خارج می شوند.

- هزینه های سرمایه گذاری و عملیاتی این فرآیند قابل مقایسه با سایر فرآیندهای تصفیه شیمیایی است.

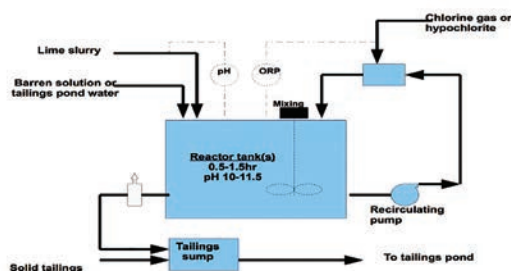
معایب فرآیند اینکو را می توان به شرح زیر برشمرد:
- در طی تصفیه پساب های حاوی غلظت بالای سیانید، هزینه واکنشگرها و هزینه الکتریسیته مورد نیاز می تواند بسیار بالا باشد.
- سیانید بازیابی نمی شود.

- اغلب سطح بسیار بالایی از سولفات در محلول های تصفیه شده وجود دارد.

- برای محلول هایی که قرار باشد در محیط زیست تخلیه شوند ممکن است تصفیه اضافی برای حذف سیانید آهن، تیوسیانات، سیانات، آمونیاک، نیترات و/یا فلزات لازم باشد.

۴. اکسیداسیون قلیایی کلرین-هیپوکلریت

کلرین برای تجزیه سیانید در اولین روزهای به کارگیری فرآیند سیانوراسیون در اواخر دهه ۱۸۰۰ استفاده شد زیرا کلرین و مشتقات آن به آسانی در آن زمان موجود بودند. این روش در فرم های مختلف از آن زمان تاکنون به کار گرفته شده است. شکل ۳ نمایی از نمودار جریان فرآیند کلراسیون قلیایی سیانید را نشان می دهد [۱۶].



شکل ۳: نمودار جریان کلراسیون قلیایی سیانید [۱۶]

شده است و غلظت سیانید را به کمتر از 1 mg/L و در مواردی به کمتر از 0.5 mg/L کاهش داد. غلظت مس، نیکل، روی و آهن را می توان همچنین به سطوح خیلی کم به ترتیب کمتر از ۱، ۲، ۱، ۱ و 0.5 mg/L کاهش داد. مثالی از غلظت گونه های مختلف در خوراک و جریان های خروجی فرآیند در جدول ۲ ارائه شده است. بازدهی بالای حذف آهن به دلیل پتانسیل اکسیداسیون کم سیستم است که آهن را در حالت احیایی Fe(II) حفظ می کند. این امر تشکیل و رسوب نمک های دوگانه نامحلول سیانید آهن (II) را تسریع می کند. با این وجود، عیب مهم این فرآیند ورود یون های سولفات به محلول است که ممکن است غلظت کل جامدهای محلول را به میزان زیادی افزایش دهد [۱۹].

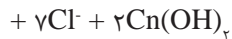
فاکتورهای تاثیرگذار بر فرآیند اینکو شامل تاثیر pH، غلظت مس در محفظه واکنش و منبع تامین دی اکسید گوگرد می شود. بازدهی فرآیند و سینتیک حذف سیانید هنگامی که غلظت مس محلول در محفظه واکنش 50 mg/L است و pH محلول برابر با ۱۰ است بیشترین مقدار را دارد. انتخاب منبع تامین دی اکسید گوگرد در فرآیند اینکو بستگی به موقعیت جغرافیایی کارخانه، هزینه واکنشگرها و استراتژی های کنترل فرآیند دارد. از بین این عوامل، موقعیت کارخانه عامل مهمتری در انتخاب نوع واکنشگر است. با توجه به اینکه بیشتر معادن در مناطق دور افتاده قرار دارند انتقال واکنشگر به محل کارخانه با چالش های بسیار زیادی مواجه می شود. درحالی که گوگرد عنصری ارزان ترین منبع تامین دی اکسید گوگرد است ولی هزینه دستگاه تشویه گوگرد برای تولید دی اکسید گوگرد باعث می شود تا تولید دی اکسید گوگرد پرهزینه و غیرجذاب برای کارخانه های کوچک مقیاس باشد. با این وجود، با توجه به موقعیت ارتباطی کارخانه، هزینه انتقال دی اکسید گوگرد به وسیله راه آهن یا جاده می تواند کم باشد [۲۳].

جدول ۲: غلظت برخی از گونه ها در محلول ورودی و خروجی

سیستم سم زدایی سیانید Inco-SO_4 [۱۹]

نوع گونه	پساب ورودی (mg/L)	پساب خروجی (mg/L)
مس	۳۵/۴۵	۱/۲۱
سیانات	۴۴/۶۰	۳۲۴/۲۰
آهن	۴۵/۸۲	۰/۲۶
نیکل	۴/۱۳	۰/۲۵
تیوسیانات	۱۰۰/۷۰	۸۲/۵۰
سیانید کل	۳۶۵/۸۰	۰/۶۹
سیانید WAD	۲۲۵/۰۰	۰/۱۵
روی	۶۲/۰۰	۰/۲۰

اختلاف قابل توجهی بین قیمت هر تن دی اکسید گوگرد مایع و سولفیت های جامد از قبیل سولفیت سدیم (Na_2SO_3) یا متابی سولفیت سدیم ($\text{Na}_2\text{O}_3\text{S}_2$) وجود دارد. کاربرد سولفیت



کمپلکس های سیانید فلزی قوتر از کمپلکس های سیانید آهن، کبالت و طلا تحت شرایط اکسیداسیون پایدار هستند و تفکیک نمی شوند. $\text{Fe}(\text{II})$ ممکن است به $\text{Fe}(\text{III})$ اکسید شود که بستگی به پتانسیل اکسایش-کاهش دارد ولی کلراسیون عموماً اجازه ترسیب موثر گونه های سیانید آهن را نمی دهد. جدول ۳ غلظت گونه های مختلف در خوراک و محلول خروجی یک سیستم سم زدایی کلراسیون خاص را نشان می دهد [۱۹].

جدول ۳: غلظت برخی از گونه ها در محلول ورودی و خروجی

سیستم سم زدایی سیانید با استفاده از هیپوکلریت سدیم [۱۹]

نوع گونه	پساب ورودی (mg/L)	پساب خروجی (mg/L)	حد مجاز در آب آشامیدنی براساس استاندارد USEPA (mg/L)
آرسنیک	۰/۲	کمتر از ۰/۰۱	۰/۰۱
مس	۴/۵	کمتر از ۰/۵۰	۱/۳۰
سیانید	۲۸۰/۰	۰/۱۰۰	۰/۲۰
آهن	۱۶/۰	۰/۱۵	۰/۳۰
سلنیوم	۵/۰	۴/۰۰	۰/۰۵
نقره	۳/۲	۰/۲۰	۰/۱۰
روی	۱۵۷/۰	کمتر از ۴/۰۰	۵/۰۰

گونه های کلرین و هیپوکلریت همچنین با تعدادی از سایر گونه هایی که غالباً در جریان خروجی وجود دارند از جمله ترکیبات آلی، سولفیدها و تیوسیانات واکنش می دهند. اگر آن ها در مقادیر زیاد حاضر باشند می توانند منجر به مصرف بالای کلرین شوند که به شدت اقتصاد فرآیند را تحت تاثیر قرار می دهند. مصرف های کلرین تقریباً ۸ تا ۲۴ کیلوگرم Cl_2 به ازای هر کیلوگرم CN^- در عمل مورد نیاز است [۱۹].

بهینه سازی مصرف مواد شیمیایی در این فرآیند به سختی کنترل می شود زیرا اکسیداسیون موثر گونه های سمی و کمینه سازی غلظت کلرید آزاد باقیمانده در دو جهت مخالف عمل می کنند. کاهش غلظت های سیانید سمی به کمتر از 0.1 mg/L می تواند در صورتی دستیابی شود که غلظت کلرین فعال باقیمانده در گستره ۱۰ تا 15 mg/L باشد. این سطح از کلرین برای موجودات آبی بسیار سمی است و محلول را برای تخلیه مستقیم در برخی موارد نامناسب می گرداند و در صورت لزوم محلول باید برای مثال با سدیم هیدروسولفید (NaHS) یا پراکسید هیدروژن کلرزدایی شود. این امر برای مثال در Yanacocha پرو به کار گرفته شده است [۱۹].

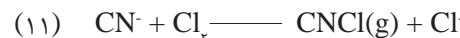
کلراسیون برای سیانورزدایی گلاب های حاوی سیانید مناسب نیست و فقط آنرا می توان برای سیانورزدایی پساب ها به کار گرفت. کلراسیون قلیایی برای تصفیه محلول های با جریان کم حاوی غلظت های اولیه سیانید کم تا زیاد مناسب است. به دلیل واکنش پذیری بالای کلرین، یک فرآیند کلراسیون الکتروشیمیایی توسعه یافته است که کلرین را در محل (در یک

واکنشگر فعال برای اکسیداسیون کلرین سیانید آزاد و کمپلکس شده، یون هیپوکلریت است که در زمان انحلال کلرین در آب تولید می شود. یون های هیپوکلریت همچنین می توانند به وسیله انحلال نمک های مناسب از قبیل هیپوکلریت سدیم یا کلسیم در آب تولید شوند [۱۹].

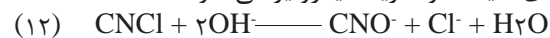
سیانید آزاد به سرعت با هیپوکلریت (OCl) در محلول آبی واکنش داده و کلراید سیانوجن تشکیل می دهد که همچنین به عنوان گاز tear شناخته می شود.



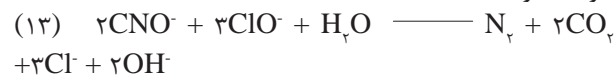
سیانید همچنین به سرعت با کلرین آزاد بر طبق رابطه زیر واکنش می دهد:



با این وجود، در مقادیر pH بالا، کلراید سیانوجن به سرعت به یون های سیانات و کلرید هیدرولیز می شود:

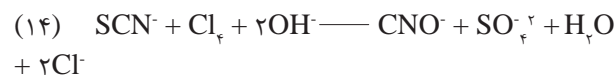


در عمل، اکسیداسیون موثر سیانید می تواند در ۱۰ تا ۱۵ دقیقه دستیابی می شود. نرخ واکنش اکسیداسیون اولیه که در معادله ۱۰ نشان داده شده است به میزان قابل توجهی در مقادیر pH بیشتر از ۱۱ کاهش می یابد و فرآیند اکسیداسیون معمولاً در pH ۱۰ تا ۱۱ انجام می شود که به اندازه کافی بالا است تا از تشکیل مقادیر زیاد کلراید سیانوجن جلوگیری نماید. واکنش هیدرولیز، هیدروکسید را مصرف می کند و ماده قلیایی کمکی در صورتی که خوراک به میزان کافی بافر نشده باشد باید اضافه گردد. استفاده از هیپوکلریت سدیم یا کلسیم می تواند نیاز به افزودن ماده قلیایی را برطرف نماید. اگر غلظت یون هیپوکلریت به اندازه کافی بالا باشد نیتروژن و دی اکسید کربن احتمالاً تولید شوند:

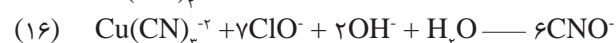
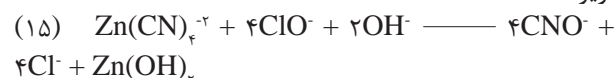


با این وجود، این غلظت به طور معمول بیشتر از غلظت هیپوکلریتی است که در عمل به کار گرفته می شود [۱۹].

یون های تیوسیانات به وسیله کلرین (و گونه های هیپوکلریت) تجزیه می شوند تا تیوسیانات را بر طبق معادله زیر تشکیل دهند:

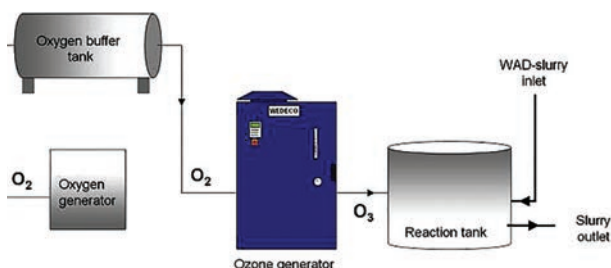


با این وجود، اکسیداسیون تیوسیانات می تواند تولید سیانید آزاد به عنوان یک محصول حدواسط نماید. بنابراین، اکسیداسیون تمام تیوسیانات موجود باید قبل از آنکه غلظت سیانید آزاد بتواند به طور موثر کاهش یابد انجام گیرد. تحت شرایط کلراسیونی که معمولاً انجام می شود سیانیدهای فلزی WAD همچنین اکسید می شوند. واکنش ها برای روی و مس به شرح زیر است:



انجام شد. نشان داده شد که با استفاده از ۱۷۰ گرم ازن به ازای هر متر مکعب پساب، غلظت سیانید ۹۹ درصد کاهش یافت و به حد 0.83 mg/L رسید که نشان می دهد به طور موفقیت آمیزی هدف مطلوب دستیابی شده است [۲۵].

در یک معدن طلا در آفریقا برای حذف کمپلکس های سیانیدی WAD از پساب از فرآیند اکسیداسیون با ازن استفاده شد. ظرفیت این واحد تصفیه برابر با دو میلیون تن در سال بود. شکل ۴ نمایی از این فرآیند را نشان می دهد. ازن به این دلیل انتخاب شد که یک اکسیدان قوی بود و به راحتی کمپلکس های سیانید WAD را تجزیه می نماید. هدف این فرآیند سیانورزدایی آن بود که سطح کمپلکس های WAD را به کمتر از 50 ppm کاهش دهد. با انجام تست های عملیاتی مشخص شد که این فرآیند ۹۹ درصد کمپلکس سیانید WAD را تجزیه می نماید. مزایای خاص این فرآیند تجزیه سریع کمپلکس های WAD است و هیچگونه گاز مضر تشکیل نمی شود [۲۵].



شکل ۴: فرآیند سیانیدزدایی پساب از طریق اکسیداسیون با ازن [۲۵]

مزایای اصلی اکسیداسیون سیانید با استفاده از ازن به شرح زیر است:

- ازن را می توان در محل با استفاده از اکسیژن یا حتی هوای محیط تولید نمود. بسیاری از معادن طلا دارای مخازن اکسیژن هستند.

- ازن بسیار واکنش پذیر است و فرآیند سیانورزدایی بسیار سریع است و نیازمند شرایط خاص از قبیل دما و فشار بالا نیست.

- بیشتر گونه های سیانید شامل سیانور آزاد و کمپلکس های سیانید فلزی حتی کمپلکس سیانید آهن (II) و (III) را تجزیه می نماید.

- ازن تولید محصولات جانبی نامطلوب از قبیل آمونیاک یا ترکیبات آلی کلرینیته که در فرآیند اکسایش کلرین نمی نماید.

- ازن را می توان در سایت معدن بر حسب تقاضا تولید نمود (on/off)

- فرآیند سیانورزدایی ازن نیازمند خرید و انتقال مقادیر زیاد مواد شیمیایی نیست.

سلول الکترولیت) برای فرآیند تولید می کند که نیاز به انتقال کلرین را به سایت برطرف می نماید و از این طریق احتمال تصادفاتی که ممکن است در طی انتقال گاز رخ دهد از بین می برد [۲۴].

مزیت اصلی فرآیند کلراسیون قلیایی آن است که این فرآیند نیازی به استفاده از کاتالیست ندارد. معایب این روش را می توان به شرح زیر برشمرد:

- این فرآیند به دلیل مصرف بسیار بالای کلرین بسیار گران است. این امر هزینه واکنشگر را افزایش داده و فرآیند را گران می سازد. این مصرف بالا از این حقیقت سرچشمه می گیرد که تیوسیانات ها از بین گونه های مختلف سیانید بیشتر در معرض کلراسیون قرار دارند و بنابراین در ابتدا و قبل از سایر گونه های سیانید مورد هجوم قرار می گیرند در صورتی که در فرآیند دی اکسید گوگرد آن ها در انتها مورد هجوم قرار می گیرند.

- تشکیل مشتقات سمی کلرین از قبیل کلراید سیانوجن این فرآیند را خیلی جذاب نمی کند. کلراید سیانوجن از هوا سنگین تر بوده و می تواند در سایت تجمع نموده و منجر به سوزش گلو و چشم شود. کلراید سیانوجن همراه با کلرین باقیمانده می توانند برای موجودات آبی سمی باشند.

- برای سم زدایی گلاب به سختی به کار گرفته می شود.

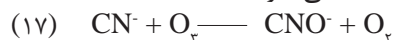
- نمی توانند کمپلکس های سیانید SAD از قبیل کمپلکس سیانید آهن، کبالت، نقره و طلا را تجزیه نماید.

- حضور هرگونه ماده آلی مصرف کلرین را افزایش می دهد.

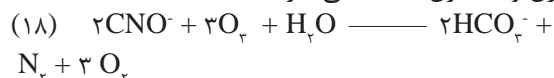
- سیانید بازیابی نمی شود و بنابراین نمی تواند بازیافت شود.

۵. اکسیداسیون سیانید با استفاده از ازن

مشخص شده است که دمش مخلوطی از ۳ درصد ازن در اکسیژن به محلول ایجاد شرایط به شدت اکسند می نماید که قادر است سیانید آزاد و کمپلکس های سیانید فلزی حتی کمپلکس سیانید آهن (II) و (III) را بشکند. فرآیند اکسیداسیون سیانید به وسیله ازن یک فرآیند دو مرحله ای است. در مرحله اول سیانید به تیوسیانات اکسید می شود:



در مرحله دوم سیانات در حضور مقدار اضافی ازن به بیکربنات، نیتروژن و اکسیژن اکسید می شود:



زمان واکنش برای تمام فرآیند اکسیداسیون سیانید معمولاً در گستره ۱۰ تا ۳۰ دقیقه است. بیشتر این زمان در طی واکنش دوم صرف می شود [۲۵].

غلظت اولیه سیانید در پساب Malaysian gold mine برابر g/m^3 بود و باید غلظت سیانید در جریان خروجی فرآیند تصفیه به کمتر از 0.1 mg/L گرم بر متر مکعب کاهش می یافت. سیانورزدایی این پساب با استفاده از فرآیند اکسیداسیون با ازن

تسریع می شود ولی این مساله خود موجب ورود ناخالصی به جریان خروجی مدار می شود.

دی اکسید گوگرد می تواند علاوه بر سیانورزدایی پساب ها برای سیانورزدایی گلاب های آلوده به سیانید نیز استفاده شود. این مساله به خصوص برای فرآیندهای استحصال طلا از کانسنگ دارای اهمیت است که حجم زیادی گلاب های آلوده به سیانید تولید می نمایند. این فرآیند برای سیانورزدایی گلاب های خروجی کارخانه طلا که حاوی بیشتر از 200 mg/L سیانید بود به کار گرفته شد و غلظت سیانید را به کمتر از 1 mg/L و در مواردی به کمتر از 0.5 mg/L کاهش داد. این امر نشان می دهد این فرآیند قادر است تا غلظت سیانید را برعکس روش قبلی تا حد مجاز قانونی و حتی کمتر کاهش دهد. در روش اکسیداسیون با دی اکسید گوگرد امکان تجزیه سیانور آزاد و کمپلکس های WAD و SAD و تاحدودی تیوسیانات وجود دارد. از جمله محدودیت های این روش، قیمت بالاتر عامل اکسند و خطرات حمل آن به محل کارخانه و وجود غلظت بالایی از سولفات در جریان خروجی این فرآیند است.

اکسیداسیون قلبایی کلرین-هیپوکلریت صرفاً برای سیانورزدایی پساب ها می تواند به کار گرفته شود. سرعت اکسیداسیون در این روش بالا است و نیاز به استفاده از عامل کاتالیزور برای افزایش سرعت نیست. در این روش امکان تجزیه سیانور آزاد، کمپلکس های WAD و تیوسیانات وجود دارد ولی کمپلکس های SAD تجزیه نمی شوند. هزینه های عملیاتی این فرآیند به واسطه میزان مصرف بالای کلرین بالا است و در این فرآیند احتمال تشکیل گاز سمی کلراید سیانوجن وجود دارد. همچنین به واسطه حضور کلر در جریان های خروجی این فرآیند نمی توان آنرا به جریان های آب سطحی رها نمود چون برای موجودات آبی سمی است.

ازن نیز می تواند با سرعت بسیار بالا سیانور آزاد، کمپلکس های WAD و تیوسیانات را تجزیه نماید ولی قادر به تجزیه کمپلکس های SAD نیست. این فرآیند همچنین هیچگونه محصول جانبی مضر تولید نمی نماید و می توان از آن را در محل کارخانه تولید نمود. مصرف بالای ازن و قیمت بالای تمام شده آن، کاربرد این فرآیند را علی رغم کارایی بالا محدود می سازد.

۷. منابع

- [۱] Barriga-Ordenez, F. et al, Cyanide oxidation by ozone in a steady-state flow bubble column. Minerals Engineering, Vol. ۲۰۰۶, ۱۹, pp. ۱۲۲-۱۱۷.
- [۲] Kuyucak, N., Akcil, A., Cyanide and removal options from effluents in gold mining and metallurgical processes. Minerals Engineering, Vol. ۲۰۱۳, ۵۱-۵۰, pp. ۲۹-۱۳.
- [۳] Donato, D.B. et al, A critical review of the

ازن می تواند همچنین برای افزایش بازیابی طلا هنگامی که کانسنگ طلا دار از نوع مقاوم باشد استفاده شود.

ازن می تواند سایر ترکیبات آلی حاضر در محلول را از جمله واکنشگرهای فلوتاسیون نیز تجزیه نماید.

به واسطه مصرف بالای ازن و قیمت بالای تمام شده آن، اجرایی شدن این فرآیند مستلزم هزینه های عملیاتی و سرمایه گذاری بالا است.

۶. جمع بندی و نتیجه گیری

صنایع مختلف به خصوص صنایع استحصال طلا، آبکاری فلزات، پتروشیمی و کک سازی حجم زیادی پسماندهای آلوده به سیانید تولید می نمایند که رهاسازی آن ها به طبیعت مشکلات زیست محیطی زیادی را به واسطه سمیت بالای سیانید ایجاد می کند. با توجه به این موضوع، کاهش غلظت سیانید در این پساب ها به کمتر از 2 mg/L از جمله الزامات قانونی این صنایع است. سیانید موجود در این پسماندها به صورت سیانور آزاد و کمپلکس های فلزی از نوع WAD و SAD است. اکسیداسیون شیمیایی گروهی از روش های سیانورزدایی پسماندها است که به واسطه کارایی بالا و سادگی عملیات نسبت به سایر روش ها برتری دارد. در روش های سیانورزدایی برمبنای اکسیداسیون شیمیایی از یک عامل اکسند مناسب برای تجزیه سیانید استفاده می شود. پراکسید هیدروژن، دی اکسید گوگرد، کلرین-هیپوکلریت و ازن از جمله عوامل اکسند ای هستند که برای سیانورزدایی پسماندها می توانند به کار گرفته شوند.

پراکسید هیدروژن به دلیل ارزان قیمت بودن، انحلال بالا در آب، حمل و نقل آسان و سرعت بالای اکسیداسیون به عنوان اکسیدان برای تصفیه پساب های حاوی سیانید ترجیح داده می شود. غلظت سیانید در پساب با افزودن 75 تا 125 mg/L پراکسید می تواند از مقدار اولیه 500 mg/L به کمتر از 1 mg/L در طی ۱ تا ۲ ساعت کاهش یابد. اکسیداسیون سیانید با پراکسید هیدروژن باعث تجزیه سیانور آزاد (CN^-)، کمپلکس های WAD و تا حدودی SAD می شود ولی تیوسیانات در شرایط متداول اعمالی در این روش تجزیه نمی شود. کاهش غلظت سیانید در جریان های خروجی به حد مجاز قانونی (کمتر از 2 mg/L) را می توان با افزایش مقدار مصرف پراکسید هیدروژن دستیابی نمود ولی به واسطه مصرف بسیار بالای پراکسید هیدروژن به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست. همچنین این روش را نمی توان برای سیانورزدایی گلاب های حاوی سیانید به کار گرفت زیرا مصرف پراکسید هیدروژن در آن بسیار بالا است. زمان اکسیداسیون در این فرآیند با افزودن سولفات مس به میزان قابل ملاحظه ای کاهش می یابد ولی خود آن باعث ورود ناخالصی به پساب ها می شود. فرآیند اکسیداسیون سیانید با استفاده از ازن در حضور یون های مس

to decrease the environmental impact of gold milling. CIM Bulletin, March ۱۹۹۳, pp. ۱۷۱-۱۶۷.

[۱۵] Moussavi, M., Separation of cyanide ions by foam fractionation. Separation Science and Technology, Vol. ۱۹۹۲, ۲۷, pp. ۷۹۲-۷۸۳.

[۱۶] Dzombac, D., Ghosh, R. A., Cyanide in water and soil: Chemistry, risk and management. Taylor and Francis/CR, ۲۰۰۶.

[۱۷] Young, C. A., Jordan, T. S. Cyanide remediation: Current and past technologies. Conference on hazardous waste research. Manhattan, Kansas: Department of metallurgical engineering, Montana Tech, Butte, MT, ۱۹۹۵.

[۱۸] Griffiths, S. et al, The detoxification of gold-mill tailings with hydrogen peroxide. Journal of the South African institute of mining and metallurgy. , Vol. ۸۷, No. ۱۹۸۷, ۹, pp. ۲۸۳-۲۷۹.

[۱۹] Marsden, J.O., House, C.I., The chemistry of gold extraction. ۲nd ed. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Colorado, USA, ۲۰۰۶.

[۲۰] Sarlaa, M. et al, Oxidation of cyanide in aqueous solution by chemical and photochemical process. Journal of Hazardous Materials, Vol. B۲۰۰۴, ۱۱۶, pp. ۵۶-۴۹.

[۲۱] Kitis, M. et al, Destruction of cyanide by hydrogen peroxide in tailings slurries from low bearing sulphidic gold ores. Minerals Engineering, Vol. ۲۰۰۵, ۱۸, pp. ۳۶۲-۳۵۳.

[۲۲] Teixeira, L.A.C. et al, Oxidation of cyanide in effluents by Caro's Acid. Minerals Engineering, Vol. ۲۰۱۳, ۴۵, pp. ۸۷-۸۱.

[۲۳] Mudder, T. I. et al, Chemistry and treatment of cyanidation wastes. (Second Edition). Mining Journal Books Ltd, pp. ۲۰۰۱, ۳۳۳- ۳۲۷.

[۲۴] U.S. Department of Energy. Cyanide destruction/immobilisation of residual sludge. Office of environmental management, ۱۹۹۸.

[۲۵] Ozone treatment for cyanide effluents in mining industries, Xylem Water Solutions Herford GmbH, Herford, Germany, July ۲۰۱۳

effects of gold cyanide-bearing tailings solutions on wildlife. Environment International, Vol. , ۳۳ ۲۰۰۷, pp. ۹۸۴-۹۷۴.

[۴] Taylor, J., Toxicological profile for cyanide. U.S. Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, ۲۰۰۶.

[۵] Dasha, R.R. et al, Cyanide in industrial wastewaters and its removal: A review on biotreatment. Journal of Hazardous Materials, Vol. ۲۰۰۹, ۱۶۳, pp. ۱۱-۱۰.

[۶] Eugene, W. W. L., Mujumdar, A. S., Gold Extraction and Recovery Processes. Minerals, Metals and Materials Technology Centre (M²TC), Faculty of Engineering, National University of Singapore, Mar ۲۰۰۹.

[۷] گزارش بررسی بازار طلای ایران، کارگزار آینده نگر خوارزمی، اسفند ۹۴، صفحات ۲-۴.

[۸] Dash, R. R. et al, Treatment of metal cyanide bearing wastewater by simultaneous adsorption biodegradation (SAB). Journal of Hazardous Materials, Vol. ۲۰۰۸, ۱۵۲, pp. ۳۹۶-۳۸۷.

[۹] Botz, M. M., Overview of Cyanide Treatment Methods, Mining Environmental Management, Mining Journal Ltd., London, UK, May ۲۰۰۱, pp. ۳۰-۲۸.

[۱۰] Behnamfard, A., Salarirad, M.M., Equilibrium and kinetic studies on free cyanide adsorption from aqueous solution by activated carbon. Journal of Hazardous Materials, Vol. , ۱۷۰ ۲۰۰۹, pp. ۱۳۳-۱۲۷.

[۱۱] Fernando, K. et al, The use of ion exchange resins for the treatment of cyanidation tailings. Part ۱. Process development of selective base metal elution. Minerals Engineering, Vol. , ۱۵ ۲۰۰۲, pp. ۱۱۷۱-۱۱۶۳.

[۱۲] Desai, J.D. et al, Cyanide wastewater treatment and commercial applications. Chemical Engineering World, Vol. ۱۹۹۸, ۳۳, pp. ۱۲۱-۱۱۵.

[۱۳] Rosehart, R.G., Mine water purification by reverse osmosis. Canadian Journal of Chemical Engineering, Vol. ۱۹۷۳, ۵۱, pp. ۷۸۹-۷۸۸.

[۱۴] Riveros, P.A. et al, Alternative technology

آندایزینگ



امید
عطایی
کارشناس
ارشد شیمی
فیزیک

بر تغییر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی پوشش حاصل از آندایزینگ، باعث تغییر رنگ این فیلم اکسیدی هم بشود. توسعه میکروسکوپ الکترونی منجر به درک بهتر ساختار اکسید آلومینیوم تشکیل شده طی فرایند آندایزینگ گردید. در بین سال های ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۰ میلادی مطالعات متعددی با دقت زیاد بر روی مکانیسم رشد و ایجاد پوشش اکسید آلومینیوم صورت گرفته است.

بر خلاف آبکاری الکتریکی و پوشش های آلی مورد استفاده در صنعت، آندایزینگ به طور تجاری تقریباً به آلومینیوم منحصر شده است. هم زمان با توسعه آندایزینگ در اوایل دهه ۱۹۳۰ میلادی، کاربردهای آلومینیوم در محصولات مختلف و نیز استفاده از آن در جایی که دیگر فلزات قابل استفاده نبودند، گسترش فراوانی یافت.

طی فرایند آندایزینگ بر روی سطح فلز آلومینیوم یک لایه اکسید ایجاد می شود. اگرچه خود فلز آلومینیوم به طور طبیعی یک لایه بسیار نازک از اکسید آلومینیوم را بر روی خودش تشکیل می دهد، آندایزینگ در صورت نیاز می تواند لایه ای از اکسید آلومینیوم با ضخامت چندین میلی

تاریخچه اکسایش الکتروشیمیایی آلومینیوم به آغاز قرن گذشته باز می گردد. بررسی های زیادی بر روی اکسایش آندی آلومینیوم جهت ایجاد یک پوشش محافظ و تزئینی سطحی صورت گرفته است. اخیراً کاربردهایی از آلومینای متخلخل با مساحت سطحی بالا و دامنه توزیع مش (اندازه تخلخل) کوچک به بهره برداری رسیده است. به عنوان نمونه، چندین مورد تلاش جهت ساخت غشاهای معدنی گزارش شده است. این روزها آلومینا (اکسید آلومینیوم) یکی از حساس ترین مواد جهت ساخت نانولوله ها و نانو سیم ها با قطر قابل کنترل و نسبت تصویر بالا می باشد.

تعداد زیادی اختراع در زمینه آندایزینگ آلومینیوم جهت رنگ کاری، قبل از دهه ۱۹۵۰ میلادی به ثبت رسیده است. از سال های اولیه، آندایزینگ با استفاده از جریان الکتریکی مستقیم و متناوب با استفاده از محلول های آندایزینگ حاوی اسید کرومیک، سولفوریک و اگزالیک مورد توجه قرار گرفت. همچنین مشاهده شد که افزودن نمک های فلزی مانند نمک های مس، نیکل، آرسنیک، آنتیموان، بیسموت، تلوریم، سلنیم و قلع می تواند علاوه

۴۵ - ۳۰ دقیقه ایجاد می شود. توجه داشته باشید که پوشش های آندی ایجاد شده توسط محلول اسید کرومیک در مقایسه با پوشش های حاصله از محلول اسید سولفوریک نازک تر بوده و از مقاومت به سایش کمتری نیز برخوردار است.

محلول اسید اگزالیک

این محلول آندایزینگ عمدتاً در ژاپن مورد استفاده قرار می گیرد. ویژگی مشخص پوشش حاصل از آن رنگ متمایل به زردش است. از جمله شرایط عملیاتی آن می توان به موارد زیر اشاره کرد:

محلول ۳ درصد اسید اگزالیک، دمای عملیاتی ۹۵ - ۷۵ فارنهایت و مدت زمان آندایزینگ ۴۰ - ۳۰ دقیقه.

پوشش آندی حاصل از این محلول در مقایسه با پوشش های هم ضخامت به دست آمده از محلول اسید سولفوریک تا اندازه ای سخت تر بوده و از مقاومت به سایش بیشتری هم برخوردار می باشد.

محلول اسید فسفریک

معمولاً قطعه آندایزینگ شده با این محلول به عنوان قطعه پایه جهت آبکاری الکتریکی مورد استفاده قرار می گیرد. از جمله شرایط عملیاتی آن می توان به موارد زیر اشاره کرد:

محلول ۲۰-۳ درصد اسید اگزالیک، دمای عملیاتی ۹۵-۸۵ فارنهایت، ولتاژ ۶۰-۵۰ ولت و مدت زمان آندایزینگ ۴۰-۳۰ دقیقه.

محلول اسید بوریک

با استفاده از محلول اسید بوریک داغ یک پوشش آندی نازک، عاری از حفره، و با قدرت بازدارنگی بالا ایجاد می گردد. کاربرد این نوع پوشش آندی به کارگیری آن به عنوان دی الکتریک در خازن ها می باشد.

محلول اسید سولفوریک

متداول ترین محلول آندایزینگ مورد استفاده، محلول اسید سولفوریک می باشد. معمولاً در این نوع محلول می توان پوششی آندی با ضخامت ۱-۰/۱ میلی متر را در محلولی با غلظت ۱۵ درصد و دمای ۷۰ فارنهایت در مدت زمان ۶۰ - ۱۰ دقیقه ایجاد کرد. این نوع پوشش آندی می تواند بسته به میزان آلیاژ آلومینیوم موجود در آن و نیز ضخامتش به رنگهای زرد، قهوه ای مایل به زرد و یا خاکستری باشد. این نوع پوشش معمولاً با استفاده از رنگدانه های معدنی رنگ شده و یا این که تحت آبکاری قرار می گیرند.

محلول اسید سولفوریک / اسید اگزالیک

از محلول مخلوط اسید سولفوریک و اسید اگزالیک در دانسیته جریان های بالا، در دمای پایین (۵۰ - ۲۰ فارنهایت) و ولتاژهای بالا (۷۵-۱۰۰ ولت) می توان پوشش های آندی با ضخامت ۱ - ۳ میلی متر و بسیار چگال (با سختی بالا) ایجاد کرد. این نوع پوشش ها معمولاً زمانی که نیاز به مقاومت به خوردگی و نیز مقاومت به سایش بالا باشد، به کار گرفته می شوند.

محلول اسید های آلی

رایج ترین محلول آندایزینگ از اسید های آلی محلولی حاوی ۹۰-۱۰۰ گرم در لیتر از اسیدهای آلی است که دارای مقدار کمی اسید سولفوریک (به منظور افزایش رسانایی محلول) می باشد. معمولاً دمای آن ۸۰ - ۷۰ درجه فارنهایت و ولتاژ به کار گرفته شده در آن تا ۷۵ ولت می باشد. این محلول آندایزینگ

متر را بر روی سطح این فلز ایجاد کند.

سختی لایه اکسید ایجاد شده توسط فرایند آندایزینگ مانند سختی الماس می باشد. آندایزینگ به میزان قابل توجهی ظاهر سطح آلومینیوم را نیز اصلاح و بهبود می بخشد. در واقع می توان با استفاده از فرایندهای رنگ کاری و آندایزینگ کاری کرد که سطح آلومینیوم مانند سطح فولاد ضد زنگ، مس و برنج فرچه خورده شود. آندایزینگ مقاوت به خوردگی سطح را به ویژه زمانی که سطح قطعه قرار باشد در معرض اتمسفر صنعتی و مرطوب قرار گیرد، افزایش می دهد. خواص عایق الکتریکی بودن پوشش حاصل از آندایزینگ نیز زمانی که خواص دی الکتریکی در قطعات الکتریکی مهم باشد، کاربرد خواهد داشت. آلومینیوم آندایز شده به سهولت تمیز شده و حتی در دمای ذوب آلومینیوم نیز نسبت به گرما مقاوم است.

تشکیل پوشش در فرایند آندایزینگ

آندایزینگ فرایند ایجاد یک پوشش بر روی سطح یک قطعه نیست، بلکه یک تغییر الکتروشیمیایی است. در واقع در این فرایند سطح فلز آلومینیوم در اثر واکنش شیمیایی که در سطح آن در یک محلول اسیدی رخ می دهد، به اکسید آلومینیوم تبدیل می شود. ضخامت و خواص این پوشش آندی بسته به زمان فرایند (برحسب آمپر- ساعت)، نوع فرایند آندایزینگ مورد استفاده و نیز نوع آلیاژ مورد استفاده متفاوت می باشد.

تشکیل لایه اکسیدی به صورت چند لایه بر روی سطح قطعه رخ می دهد، به طوری که بیرونی ترین لایه آن لایه ای است که در تماس با محلول آندایزینگ قرار دارد و درونی ترین لایه آن لایه ای است که در تماس مستقیم با سطح قطعه فلز است.

از آنجایی که حجم لایه اکسید ایجاد شده در فرایند آندایزینگ بر روی سطح فلز بیشتر از حجم لایه ای از فلزی است که لایه اکسید جایگزین آن می شود، لذا ضخامت لایه اکسید ۵۰ - ۳۰ درصد ضخیم تر از لایه فلزی است که جایگزینش شده است.

ساختار پوشش های آندی متداول غالباً اسفنجی است. البته یک لایه عاری از حفره در سطح مشترک سطح فلز و لایه اکسید آندی به وجود می آید. به منظور جلوگیری از رنگ پریدگی و نیز بهبود مقاومت به خوردگی سطح آندایزینگ شده، نیاز به آب بندی این پوشش آندی می باشد.

فرایند های آندایزینگ موجود

اگرچه پوشش های آندی با استفاده از طیف گسترده ای از محلول های شیمیایی قابل تولید هستند، اما تنها تعدادی از این محلول ها تجاری شده و در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند. برخی از این محلول ها و ویژگی های آن ها در زیر آورده شده است:

محلول اسید کرومیک

معمولاً یک پوشش آندی نسبتاً ضخیم (۰/۳ - ۰/۱ میلی متر)، خاکستری رنگ با استفاده از محلول اسید کرومیک به دست می آید که عمدتاً جهت بهبود مقاومت به خوردگی و نیز به عنوان پایه ای برای رنگ کاری در صنایع هوایی و دریایی مورد استفاده قرار می گیرد. این پوشش معمولاً با استفاده از یک محلول اسید کرومیک ۱۰-۳ درصدی، در ولتاژ ۴۰ ولت و پس از مدت زمان

برای آویزان کردن قطعات بزرگ و سنگین تر باید از آویزهای با ظرفیت حمل جریان الکتریکی بالا و دارای امکان اتصالات پیچی استفاده کرد.

آویزهای آلومینیومی، تیتانیومی و یا ترکیبی می توانند مورد استفاده قرار گیرند. در صورت استفاده از آویزهای آلومینیومی، نیاز است تا بعد از هر بار انجام عملیات سطح آن ها عریان سازی شود. اگرچه آویزهای تیتانیومی دارای طول عمر بیشتری هستند، اما گران تر بوده و به دلیل کم بودن رسانایی الکتریکی تیتانیوم، به سطح تماس بیشتری با قطعه پایه نیاز دارند.



آویزها می توانند توسط پلاستی سل پوشش داده شده باشند، اما در این صورت به دام افتادن محلول آندایزینگ در پوشش پلاستی سلی آویزها می تواند منجر به بروز آلودگی شود.

حالا باید قطعات آویزان شده تحت عملیات تمیزکاری کافی و مناسب قرار گیرند. چرا که بسیاری از ترکیبات آلی موجود بر روی قطعات می توانند به عنوان مانعی در برابر آندایزینگ عمل کنند. بنابراین لازم است تا قبل از انجام آندایزینگ بر روی قطعات، این آلودگی های موجود بر روی آن ها حذف گردد. متداول ترین تمیز کننده که به ویژه برای خطوط عملیاتی بزرگ مورد استفاده قرار می گیرد احتمالاً تمیز کننده های قلیایی فاقد سیلیکات هستند. این تمیز کننده ها بیشتر آلودگی های سطحی مانند روغن و چربی ناشی از عملیات های پرداخت کاری، گرد و خاک و ... را از بین می برند. دمای معمول جهت عملیات تمیز کاری قطعات پایه چیزی در حدود ۱۶۰ - ۱۴۰ فارنهایت می باشد. دمای بیش از حد بالا و نیز هم زدن شدید محلول تمیزکاری می تواند منجر به کف کردن آن محلول و انتقال آن به خارج از مخزن تمیزکاری از طریق قطعه پایه و یا حتی آویزها گردد.

از جمله فاکتورهای مهمی که باید در این مرحله کنترل شوند می توان به غلظت محلول تمیزکاری و نیز دمای آن اشاره کرد. باید از انباشت چربی ها در محلول تمیزکاری جلوگیری کرد. قطعات تمیزکاری شده باید تحت شستشو قرار گیرند. در واقع شستشوی قطعات پایه باید به دنبال انجام هر مرحله از فرایند شیمیایی انجام شود. شستشوی قطعات پایه می تواند از طریق غوطه وری قطعات در یک یا چند مخزن حاوی آب صورت گیرد و یا این که از طریق اسپری کردن آب بر روی سطح قطعات انجام شود. آب مورد استفاده جهت شستشوی قطعات باید تمیز باشد. توجه داشته باشید که لبه ها، گوشه های قطعات، فرورفتگی ها و برجستگی های سطحی نیز باید به خوبی توسط آب شسته شوند. برای اطمینان از کیفیت آب مورد استفاده در شستشوی قطعات می توان از سنجش هدایت الکتریکی آب استفاده کرد. مخازن شستشوی قطعات باید فاقد جریان گالوانیکی بوده و کف آن ها توسط صفحات عایق پوشش داده شده باشد.

معمولاً بعد از شستشو و آبکشی قطعات پایه، آن ها را تحت فرایند

پوشش های سیاه، برنزی و کهربایی با ضخامت متغیر بین ۱ - ۰/۴ میلی متر را ایجاد می کند که عمدتاً در صنایع ساختمانی مورد استفاده قرار می گیرند. این نوع پوشش های آندی سخت و متراکم بوده، دارای ثبات رنگی زیاد در برابر نور بوده و نسبت به شرایط جوی نیز مقاوم هستند.

تولید پوشش های آندی مناسب

کنترل خط فرایند آندایزینگ شامل مراحل کنترل کیفیت قطعه های که قرار است تحت آندایزینگ قرار گیرد، تمیزکاری قطعه پیش از آندایزینگ و آویزان کردن قطعه جهت فروربردن در محلول آندایزینگ و در نهایت جدا کردن قطعه از آویزها، تمیزکاری نهایی و بررسی نهایی قطعه آندایزینگ می باشد.

پیش آماده سازی

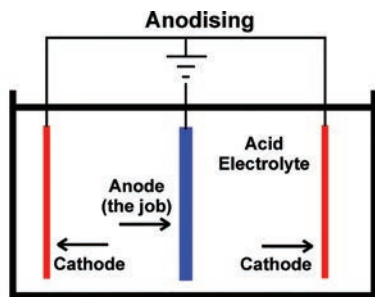
انجام عملیات های مقدماتی می تواند امری ضروری پیش از آویزان کردن قطعات آلومینیومی به آویزها در خط آندایزینگ باشد. پرداخت مکانیکی سطح قطعه به منظور رفع نواقص سطحی می تواند عملی مطلوب در جهت بهبود کیفیت آندایزینگ باشد. لایه های کاغذی و برجسب های چسبیده شده به سطح قطعه را معمولاً با استفاده از یک سری حلال ها می توان از سطح قطعه جدا کرد. روغن های ماشین کاری باقی مانده بر روی قطعه را، به منظور جلوگیری از آلودگی محلول های تمیزکاری آندایزینگ، می توان با استفاده از روش چربی زدایی با بخار از روی سطح قطعه پاک کرد.

آویزان کردن قطعات در خط آندایزینگ

آویزان کردن قطعات در خط آندایزینگ نخستین مرحله ضروری جهت تولید یک پوشش آندی مناسب می باشد. آویزان کردن قطعات باید به گونه ای باشد که ارتباط الکتریکی خوبی بین قطعه کار و آویز برقرار گردد تا جریان الکتریکی در طول فرایند آندایزینگ به خوبی به قطعه کار منتقل شود. تماس الکتریکی ضعیف بین آویز و قطعه به دلیل کم بودن سطح تماس قطعه و آویز و یا هر دلیل دیگر می تواند منجر به بروز سوختگی، پوشش پودری، ظاهر رنگین کمانی پوشش آندی و دیگر مشکلات شود. با ادامه فرایند آندایزینگ و افزایش ضخامت پوشش آندی بر روی قطعه پایه، تمایل برای قطع جریان اعمال شده به قطعه پایه افزایش می یابد. بنابراین هر چه ضخامت پوشش آندی افزایش می یابد، مقاومت در برابر رسیدن جریان الکتریکی به قطعه کار بیشتر می شود. بدیهی است که آویزان کردن نامناسب قطعه کار در چنین وضعیتی می تواند این فشار را افزایش دهد.

بنابراین طراحی آویزها و وصل کردن مناسب قطعات کار به آن ها فاکتور بسیار مهمی است. یک طراحی مناسب در این زمینه باعث می شود تا قطعات به خوبی توسط آویزها نگاه داشته شوند و در عین حال جریان الکتریکی کافی به قطعات برسد و در نتیجه ضخامت پوشش آندی به وجود آمده نیز در سراسر سطح قطعه کار یکنواخت باشد.

برای آویزان کردن قطعات کوچک و سبک می توان از آویزهای کوچک و اصطلاحاً بند انگشتی و یا آویزهای فنری استفاده کرد.



غلظت اسید و نیز آلومینیوم در محلول آندایزینگ در طول فرایند آندایزینگ را با استفاده از تیتراسیون محلول آندایزینگ می توان تعیین کرد. باید از آلوده شدن محلول آندایزینگ توسط کلریدها، فلوریدها، آهن، مس، جیوه و... جلوگیری کرد. غلظت آلومینیوم در محلول آندایزینگ می تواند تا تقریباً ۲۰ گرم بر لیتر باشد. همزدن محلول آندایزینگ به وسیله هوا و یا با استفاده از همزن های مکانیکی به منظور یکنواخت کردن محلول از نظر دما و غلظت باید انجام گیرد.

آب بندی کردن پوشش حاصل از آندایزینگ

مرحله بسیار مهم و نهایی در فرایند آندایزینگ آب بندی پوشش حاصل از آندایزینگ می باشد. این فرایند آب بندی باعث افزایش مقاومت به خوردگی پوشش آندایزینگ می گردد. آب بندی در آب دی یونیزه در حال جوش منجر به تغییر ساختار پوشش آندایزینگ از آلومینیوم اکسید بی شکل به شکل بلورین هیدراته بیشتر پایدار می گردد و این می تواند منجر به شفاف شدن پوشش گردد.

از سوی دیگر آب بندی منجر به از بین رفتن حفرات موجود در پوشش آندایزینگ می شود. معمولاً آب بندی با استفاده از آب جوشش برای مدت زمان ۳۰ - ۲۰ دقیقه انجام می گیرد. گاهی عمل آب بندی بر روی پوشش آندایزینگ طی دو مرحله انجام می گیرد که در این حالت یک مرحله آب بندی با استفاده از محلول دی کرومات نیز به منظور افزایش بیشتر مقاومت به خوردگی انجام می گیرد که البته باعث می شود تا پوشش آندایزینگ سبز رنگ شود. پی اچ محلول آب بندی باید به دقت کنترل شود تا این فرایند کارایی لازم را داشته باشد. لازم به ذکر است که باید از آلودگی محلول آب بندی به وسیله فسفات ها، سیلیکات ها و برخی دیگر از فلزات جلوگیری کرد. همزدن ملایم محلول آب بندی به منظور ایجاد یکنواختی دما نیز لازم می باشد.

بررسی نهایی

بررسی نهایی قطعات آندایزینگ شده شامل کنترل ظاهر و ضخامت پوشش آندایزینگ شده می باشد. امکان انجام آزمایش هایی برای بررسی مناسب بودن کیفیت فرایند آب بندی انجام شده بر روی پوشش آندایزینگ نیز وجود دارد. در صورت نیاز نیز می توان آزمایش پاشش نمک را به منظور بررسی مقاومت به خوردگی پوشش نهایی انجام داد.

اکسید زدایی قرار می دهند یعنی قطعات را در یک محلول اسیدی با دمای بالا (۱۶۰ - ۱۲۰ فارنهایت) غوطه ور می کنند تا لایه اکسید شکل گرفته بر روی قطعات و نیز سایر آلودگی های سطحی که طی فرایند تمیزکاری حذف نشده اند، از بین بروند. بدیهی است قطعاتی که به درستی اکسید زدایی نشوند، در مراحل بعدی فاقد پوشش آندی یکنواخت خواهند بود.

معمولاً جهت اکسید زدایی از محلول حاوی مخلوطی از اسید کرومیک، اسید سولفوریک، اسید نیتریک و یا اسید فسفریک استفاده می شود. بنابراین مخزن اکسید زدایی مورد استفاده در این مرحله باید از مقاومت شیمیایی کافی در برابر این اسید ها برخوردار باشد.

حالا قطعات پایه آماده هستند که تحت فرایند اچ کاری قرار گیرند. فرایندی که به منظور از بین بردن ظاهر براق سطح قطعه آلومینیومی و ایجاد سطحی نرم و مات طراحی شده است. فرایند اچ کاری معمولاً با استفاده از محلول سدیم هیدروکسید ۵ درصد با دمای ۱۲۰ - ۹۰ فارنهایت و برای مدت زمان ۵ دقیقه انجام می گیرد. دمای بیش از این در این مرحله می تواند منجر به بروز سوختگی در سطح قطعات و در نتیجه غیر قابل استفاده شدن آن ها گردد. معمولاً مقدار کمی نمک سدیم گلوکونات به منظور جدا کردن سدیم آلومینات تولید شده در محلول اچ کاری به آن اضافه می شود. این کار مانع از تشکیل رسوب هیدرات آلومینا بر روی دیواره مخزن اچ کاری می گردد.

قطعات اچ کاری شده معمولاً با استفاده از اکسید زدهای اسیدی، آلودگی زدایی می شوند. اگرچه می توان قطعات را مستقیماً به مخزن آندایزینگ نیز منتقل کرد. فلزات مس، آهن، منگنز، سیلیسیم و برخی فلزات دیگر می توانند منجر به ایجاد آلودگی در محلول آندایزینگ گردد. این آلودگی ها می تواند منجر به ایجاد یک لایه تیره بر روی قطعه آندایزینگ شده گردد.

عملیات آندایزینگ

فرایند آندایزینگ معمولاً در محلولی از اسید سولفوریک با غلظت اسمی ۱۵ درصد و در دمای ۸۰-۷۰ فارنهایت (بسته به این که هدف تولید پوششی شفاف و یا تیره باشد) انجام می گیرد. به منظور ایجاد پوشش آندایزینگ با خواص مورد نظر دما باید در طول فرایند آندایزینگ در گستره ذکر شده کنترل شود. اگرچه بسیاری از تولید کنندگان ولتاژ را در حین فرایند آندایزینگ در یک مقدار ثابت حفظ می کنند، اما معمولاً ولتاژ می تواند در یک گستره محدود نوسان داشته باشد.

مقدار اکسید تولید شده بر روی قطعه پایه تابعی از حاصل ضرب ولتاژ اعمال شده در مدت زمان اعمال ولتاژ می باشد. در طول فرایند آندایزینگ هم زدن محلول آندایزینگ به منظور جلوگیری از گرمای بیش از حد موضعی بر روی قطعه پایه و نیز به منظور یکنواخت بودن دمای محلول آندایزینگ ضروری می باشد.

موقعیت قرار گرفتن کاتد در محلول آندایزینگ، به ویژه زمانی که قطعه پایه بزرگ باشد مهم می باشد. چرا که حتی وقتی توان پرتاب محلول بالا باشد، قسمت هایی از قطعه کار که نزدیکتر به کاتد هستند، پوشش آندی ضخیم تری خواهند داشت.



بازی دولت-ملت در زمینه بحران آب



اسماعیل گاه کش
دانشجوی دکترای
مهندسی آب دانشگاه
فردوسی مشهد
شبکه مطالعات سیاست
گذاری عمومی

بدیهی است تا زمانی که مردم دولت را از آن خود ندانند، از ناچیزترین اقداماتی که احساس کنند باعث کمک به پیشبرد اهداف حکومت می‌شود، دریغ خواهند کرد، حتی اگر پای مساله مهمی مانند کاهش منابع آبی در میان باشد که نمود آن در زندگی روزمره آن‌ها به چشم می‌خورد.

اجرای مواردی که به طرز مستقیم از درگاه شهروند عادی می‌گذرد، راه‌حل را در آموزش و همگام‌سازی ملت و دولت یافته‌اند. به شکل تقریبی، از زمانی که در سال ۱۷۹۸ توماس مالتوس، جمعیت‌شناس انگلیسی نخستین هشدارها را در مورد دگرگونی‌های جمعیتی مطرح کرد، فعالان حوزه انرژی متوجه خطری شدند که موضوع اصلی آن عدم همخوانی جمعیت و منابع انرژی بود (۲). این مساله دیر یا زود منجر به ایجاد بحرانی مرتبط با منابع آب می‌شد. با بررسی جوامعی که بهترین عملکرد را در شرایط بحرانی داشته‌اند، می‌توان اذعان داشت که تحقق اهداف و سیاست‌های خرد و کلان حکومتی تنها با مشارکت مردم محقق می‌شود (۳).

در دهه‌های اخیر، نقش آموزش و فرهنگ اجتماعی در جوامع در حال توسعه پررنگ‌تر از گذشته احساس می‌شود. مسایل مختلف اجتماعی که ارتباطی مستقیم با فرهنگ دارند، مورد تاکید دولت‌های جهان سوم قرار گرفته‌اند. از طرفی، دولت‌ها با اتخاذ سیاست‌هایی سعی بر آن داشته‌اند توجه عمومی را به سمت مواردی پیش ببرند که در آینده‌ای نه‌چندان دور تهدیدی جدی به لحاظ معضلات اجتماعی و اقتصادی، برای بشریت محسوب می‌شوند. از جمله موارد مطرح‌شده، فرهنگ مصرف آب و نوع دیدگاه و موضع مردم عام در قبال کمبود منابع آبی در سال‌های گذشته است. بدیهی است تا زمانی که مردم دولت را از آن خود ندانند، از ناچیزترین اقداماتی که احساس کنند باعث کمک به پیشبرد اهداف حکومت می‌شود، دریغ خواهند کرد، حتی اگر پای مساله مهمی مانند کاهش منابع آبی در میان باشد که نمود آن در زندگی روزمره آن‌ها به چشم می‌خورد.

در حوزه بحران آب، هم‌اینک در دوران نادانی به‌سر می‌بریم و در صورت تداوم شرایط کنونی، به‌زودی قدم به دوران ناتوانی خواهیم گذاشت

نگاه به مساله آب

با نگاهی به سیاست‌های اتخاذشده کشورهای جهان اول طی دوره‌ای که کمبود منابع انرژی بیش‌ازپیش بشریت را به تکاپو واداشته، نکته‌ای که به‌عنوان یک خلا جدی به چشم می‌آید، دخیل کردن مردم در تصمیمات مدیریتی دولت‌ها است (۱). کشورهای صنعتی با بهره‌گیری از تجربیات گذشته و رکودی که گاهی هر چند سال یک‌بار فضای رقابت اقتصادی آن‌ها را در برمی‌گیرد، در مواجهه با کمبود فاحش منابع آب و لزوم

روابط بین دولت و شهروندان و تعامل بین حاکمیت ملی و مردم عادی، امری بسیار زمان‌بر و پیچیده است. در سال‌های گذشته، فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی پیشرفته بر این

حدود ۳۰۰۰ سال پیش، این سرزمین از هند تا ایران کشیده شده بود و پر از جلگه‌های سرسبز بوده است و گاهی از وفور باران در سیل فرو می‌غلتید، اما تمدن دره سند به تدریج نابود شد. محققان علت اصلی آن را تغییر الگوی باران و کاهش محصول می‌دانند. طبیعی است جمعیت ۵ میلیونی این تمدن که در دوره خود عدد بسیار بزرگی بوده و دست‌کم ۱۰ درصد جمعیت جهان محسوب می‌شد، نیازمند آب و غذای فراوانی بوده است، اما بشر امروز با پیشرفت‌های فراوانی که در سایر علوم داشته، به‌نوعی نگاه دست‌یافته است که انقراض نسل در اثر کمبود آب را بیشتر شبیه افسانه می‌داند، حال آنکه این امر با رویه‌ای که در پیش گرفته‌ایم، چندان دور از انتظار نیست (۵).



با گذری بر تاریخ، گاهی ناظر نزاع‌هایی در طول دوران بوده‌ایم که موضوع اصلی این مناقشات، دسترسی به منابع آب بوده است و در بسیاری موارد شاهد شکل‌گیری بازیگران و نظام‌های سیاسی بر پایه وجود منابع آب بوده‌ایم. این روند در آغاز هزاره سوم و با شروع هشدارهای جدی مجامع بین‌المللی دوباره از سر گرفته شده است و تا آنجایی پیشروی کرده که بسیاری از تحلیل‌گران سیاسی پا را فراتر گذاشته و علت عمده نزاع‌های جهانی را چیزی غیر از دستیابی به انرژی و به‌صراحت مساله آب می‌دانند. در ۲۰۱۲ هیلاری کلینتون، وزیر امور خارجه وقت ایالات متحده، اذعان داشت دولت آمریکا تهدیدهای کمبود آب را بسیار جدی می‌داند و این مساله از دغدغه‌های اصلی مرتبط با حفظ امنیت ملی ایالات متحده است. همچنین، گفته می‌شود یکی از علل عمده تصاحب بلندی‌های جولان توسط رژیم صهیونیستی تأمین امنیت آب برای یهودی‌های منطقه است. منازعه سنگال و موریتانی بر سر رود سنگال و مناقشات سوریه و عراق بر سر فرات در چند دهه اخیر نیز از نشانه‌های وقوع جنگ آب در آینده نزدیک است. تلاش قدرت‌های سیاسی و نظامی دنیا برای تسلط بر منابع آب، سایر دولت‌ها را بر آن داشته با اتخاذ تدابیری در تمامی سطوح اجتماعی، مردم را متوجه وخامت ماجرا کرده تا به‌وسیله همسویی با تدابیر اتخاذشده توسط سیاست‌گذاران حکومتی، تلاشی بیش‌ازپیش برای جلوگیری از هدر رفت منابع محدود آب داشته باشند (۶).

فرهنگ مصرف و نقش حکومت

صندوق جهانی طبیعت (WWF) بحران آب را دومین بحران

وابستگی‌های متقابل افزوده است. تا زمانی که تنها راه ارتباطی میان شهروندان و مدیران، صندوق‌های انتقادات و پیشنهادهای دایر در ادارات دولتی باشد، حکومت‌ها نمی‌توانند انتظار اجرایی شدن سیاست‌های مصوب شده را توسط عموم مردم داشته باشند، حتی در مباحث حساسی چون کمبود آب که اولین زبان‌دیدگان خود جامعه است. به‌عنوان مثال، طبق گزارش نشنال جئوگرافی، دریاچه آرال در ۳۰ سال گذشته، وسعتی برابر با دریاچه میشیگان آمریکا را ازدست‌داده که این امر موجب کاهش آبیان، شور شدن آب دریاچه و به‌تبع آن به خطر افتادن زندگی بومیان منطقه شده است (۴)، اما به لحاظ روانی تا زمانی که ساکنان یک منطقه نتوانند با چشم خود شاهد کاهش ذخایر آب موجود در دریاچه‌ها و بارش‌های پراکنده سالیانه باشند، توجیه مساله کمبود آب برای عوام از لحاظ تقریبی امری محال است. اکنون، دولت‌ها دریافته‌اند که چنانچه شهروندان سیاست‌های مصوب را درک نکرده و از آن‌ها حمایت به عمل نیاورند، در اجرا و هدایت آن سیاست‌ها ناکام خواهند ماند. بنابراین، حکومت‌ها به دنبال الگوها و رویکردهای بهتری برای مطلع ساختن، مشورت و درگیر کردن شهروندان در فرایند تدوین خط‌مشی‌ها هستند.

بدیهی است که ضعف زیرساخت‌های قانونی در حوزه نظام مشارکت‌های مردمی، فقدان ساختارها و تشکیلات تخصصی و عدم توجه کافی به این موضوعات، روزبه‌روز باعث گسترش شکافی خواهد شد که بین دولت و ملت ایجاد شده است. در شرایط جاری، بهترین راهکار دسته‌بندی سیاست‌ها در دو بخش بلندمدت و کوتاه‌مدت می‌باشد. سیاست‌های کلان بلندمدت بیشتر وارد فاز آموزشی و توانمندسازی شده و نوعی سرمایه‌گذاری طولانی‌مدت (۱۰ تا ۲۰ ساله) دولت‌ها می‌باشد. طی سالیان گذشته در بخش آموزش، متولیان امر تنها به توصیفی ساده از چرخه آب بسنده کرده بودند. با ذکر این مطلب که آب همواره از آسمان به زمین نازل می‌شود و دوباره بخار شده و این روند ادامه دارد و هرگز از بین نخواهد رفت، اما اکنون نیاز به تغییر رویه در این امر احساس می‌شود، به‌گونه‌ای که بحث آموزش را از سنین ابتدایی شروع کرده و با ارایه واحدهای درسی که دغدغه اصلی آن‌ها بحث کمبود منابع انرژی، مصرف‌گرایی و فزونی جمعیت باشد، به‌نوعی این موضوع را در ضمیر ناخودآگاه کودکان القا نماییم.

به‌طور خاص در مبحث کمبود منابع آب، لزوم توجه بیشتر به تمایز قایل‌شدن میان نادانی و ناتوانی در مباحث مدیریتی به چشم می‌خورد. امروزه، بحران آب به‌عنوان پدیده‌ای سیاسی-اجتماعی در مجامع بین‌المللی مطرح می‌شود و به اعتقاد بسیاری از اندیشمندان حوزه‌های اجتماعی، هم‌اینک در دوران نادانی در بحث حاضر به‌سر می‌بریم و در صورت تداوم شرایط کنونی، به‌زودی قدم به دوران ناتوانی خواهیم گذاشت. در صورتی که بشر وارد مرحله ناتوانی شود، راهکارهای مدیریتی هم پاسخگو نخواهند بود و تنها باید منتظر بحران شدیدتر منابع آب و به‌خطراتدن نسل بشریت باشیم. یکی از عجیب‌ترین نمونه‌های مطلب اخیر، تمدن دره سند می‌باشد. روزگاری در

مصرف و نقش مردم

تجربه جوامع موفق در همسو کردن ملت و دولت نشان داده تا زمانی که مردم آن جامعه خود به این سطح از فرهنگ و درک درست از مسایل اجتماعی نرسند که نقش آن‌ها در تکمیل سیاست های دولت تا چه میزان می‌تواند پررنگ باشد، اگر حکومت‌ها در ایده‌آل‌ترین شرایط سیاست‌گذاری و مدیریتی هم باشند، توفیق چندانی در گذر از شرایط بحرانی نخواهند داشت. با تعمیم این سخن به باقی مسایل و معضلات جامعه، می‌توان تفکر خود را به سمتی سوق داد که حتی اگر قصوری هم از جانب دولت باشد یا در جاهایی که نظارت کامل بر میزان و نحوه مصرف منابع آب صورت نگیرد، به‌عنوان یک شهروند، وظیفه خود بدانیم آن‌گونه مصرف کنیم که نه‌تنها حق سایر افراد را ضایع نکنیم، بلکه این منبعی که به‌صورت امانت از آیندگان در اختیار ما قرار گرفته است را پایمال نکنیم.



مصرف‌گرایی نوین در اثر گسترش سرمایه‌داری در اروپا به وجود آمده است. یک دیدگاه در مورد توسعه سرمایه‌داری در اروپا بر اساس نوشته‌های جامعه‌شناس آلمانی، ماکس وبر، گویای این مساله است که در اروپا به دلیل اشاعه تفکرات لوتر و کالوین، سخت کارکردن، صرفه‌جویی و سرمایه‌گذاری به تدریج به یک نظام اجتماعی تبدیل شد (۱). باید توجه داشت که نیازهای مادی انسان به‌عنوان محرکی برای تلاش‌های اقتصادی و اجتماعی وی می‌باشد و بشر امروز در بحبوحه رقابتی که در جوامع مدرن و نیمه مدرن روح جامعه را تشکیل می‌دهد، از هیچ تلاشی برای نیل به اهداف خود دریغ نخواهد کرد و شاید در خوش‌بینانه‌ترین حالت، توجه به مصرف بهینه منابع در اولویت‌بندی وی، جایگاهی در پایین‌ترین رده‌ها را به خود اختصاص دهد. سوالی که ذهن جامعه‌شناسان را به‌خود مشغول می‌کند، این است که چند نفر از مردم عامه در سرتاسر دنیا هنگام مصرف منابع انرژی این جملات به‌ظاهر زیبای روشنفکران را در ذهن خود مرور می‌کنند؟

در ابتدای قرن بیستم، ظهور فرهنگی نوپا در میان افراد طبقه بالا و متوسط شهری رواج پیدا کرد. در کلان‌شهرها فروشگاه‌های بزرگ تأسیس شدند و فرهنگ مصرف‌گرایی را القاء کردند. در این فرهنگ ویژه یک شعار اصلی رواج پیدا کرد و آن اینکه «تا می‌توانی بخر و هر چه بیشتر مصرف کن». بر پایه همین شعار

بزرگ دنیا طی ۱۰ سال آینده اعلام کرده است (۷). دولت‌هایی که هشدارهای مطرح‌شده را جدی گرفته‌اند، گاهی دست به ایجاد خلاقیت‌هایی زده‌اند، به‌گونه‌ای که با زبانی از جنس عوام، معضل پیش‌آمده را برای افراد جامعه تشریح کنند. به‌عنوان مثال، از جانب دولت ایالتی کالیفرنیا آمریکا روزانه افرادی تحت عنوان پلیس آب درب منزل شهروندان مراجعه می‌کنند و توسط گفتگو با اقسار مختلف جامعه که اغلب مردمی عادی به لحاظ سطح سواد و فرهنگ اجتماعی هستند، بحران پیش‌رو و نقشی که شهروندان می‌توانند در کنترل آن ایفا کنند را توصیف می‌کنند.

دولت آمریکا تهدیدهای کمبود آب را بسیار جدی می‌داند و این مساله از دغدغه‌های اصلی مرتبط با حفظ امنیت ملی ایالات متحده است

در کشورهای درحال توسعه که از روش‌های سنتی آبیاری استفاده می‌کنند، از میزان سهم ۷۰ درصدی بخش کشاورزی از منابع آب، حدود سه‌پنجم آن از دسترس خارج می‌شود (۸). این آمار تأمل‌برانگیز، فعالان بخش سیاست‌گذاری آب را بر آن داشته تا با آموزش‌هایی، کشاورزان را به‌گونه‌ای توجیه کنند که در شرایط کنونی ناچار هستند از سیاست‌های اتخاذشده توسط دولت‌ها پیروی نمایند. در شرایط عادی به طور قطع فرد کشاورز بیش از هر چیز افزایش محصول و فروش هرچه بیشتر در بازار رقابتی را در اولویت کار خود قرار می‌دهد، حتی با علم به اینکه کشت و نحوه آبیاری نادرست محصولات می‌تواند مانند موجودی هولناک به جان منابع آبی منطقه بیفتد. در این میان، نقش دولت در تاسیس نظام «حکمرانی خوب» بیش‌ازپیش موردتوجه قرار می‌گیرد. سیاست‌گذاران بخش کشاورزی وظیفه‌دارند با پیاده‌سازی برنامه‌هایی، شخص کشاورز را به‌گونه‌ای توجیه کنند که روش کشت و آبیاری که سالیان متمادی از آن استفاده می‌کرده‌اند و اغلب به‌صورت تجربی از گذشتگان خود به ارث برده‌اند، ممکن است غلط بوده و نیاز به اصلاح داشته باشد. این امر در بخش تنوری به شکل کامل منطقی و علمی بوده و طرح و اجرای آن به‌ظاهر ساده انگاشته می‌شود، اما در حوزه اجرا تنها زمانی می‌توان کشاورزان و صاحبان اراضی کشاورزی را توجیه نمود که در عمل روش‌های جدید منجر به تولید محصولات بیشتر با کیفیتی بهتر از گذشته باشد. از نقطه نظر مذهبی در کشورهایی که حکومتی دین‌محور دارند، متولیان جامعه با اتکا به عناصر مذهبی و اهرم قرار دادن آموزه‌های دینی، سعی بر توجیه شهروندان دارند، به‌گونه‌ای که مصرف بیش از نیاز منابعی که در اختیار ما قرار دارند را از منظر دینی امری مغایر با نمایه‌های دینی دانسته که باعث آسیب‌های فردی و اجتماعی فراوانی می‌شود (۹).

می‌کند برای تولید محصولات غذایی ساکنین کره زمین در یک سال، از لحاظ تقریبی به حجم آبی معادل یک کانال با عرض یک کیلومتر، عمق ۱۰۰ متر و طولی به اندازه دو برابر محیط کره زمین نیاز است. این میزان برابر با آورد ۴۰۰ ساله میزان آب رودخانه کارون می‌باشد که بزرگ‌ترین رود کشور ایران است. حال آنکه ایران و کشورهای خاورمیانه با اتکایی پوچ به منابع غنی انرژی و نفتی، بیشترین میزان دورریز مواد غذایی و پلاستیکی را در جهان دارند و این به معنی هدررفت سالیانه مقدار زیادی از منابع آب است. از طرفی دیگر، طبق آمار، بیشترین نرخ افزایش جمعیت را در کشورهای جهان سوم شاهد هستیم که ریشه‌ای عمیق در اعتقادات فرهنگی و مذهبی آنان دارد. همچنین، فرهنگ غذایی ساکنان کره زمین طی سالیان گذشته از مصرف غلات به سمت مواد گوشتی سوق پیدا کرده که این به معنی مصرف بیشتر آب برای تامین غذای ساکنین کره خاکی است (۱۲). در مواجهه با موارد مطرح‌شده، اگر نقش دولت‌ها را خاکستری قلمداد کنیم، به طور قطع، نقش عموم جامعه به سمت سیاهی نیل خواهد کرد.

منابع

[۱] Hogg, M. A. (۲۰۰۶). Social Identity Theory. in Contemporary Social Psychological Theories. Peter J. Burke, ed. Stanford, CA: Stanford University Press.

[۲] Skrbis, Z. Kendall, G. & Woodward, I. (۲۰۰۴). Locating cosmopolitanism: Between humanist ideal and grounded social category. Theory, Culture, and Society, ۱۳۶-۱۱۵. (۶)۲۱.

[۳] مهرآرا، محسن، اسدیان، زهرا (۱۳۸۸). تأثیر حکمرانی خوب بر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کشورهای با درآمد متوسط، مطالعات اقتصاد بین‌الملل، دوره ۲۰، شماره ۳۵.

[۴] nationalgeographic.com/۰۶/۲۰۱۵/araal-sea/synnott-text

[۵] Gordon, H. (۱۹۵۸) the Pre- historic Background of Indian Culture. Bombay: N. M. Tripathi, Ltd.

[۶] news.nationalgeographic.com/۰۷/۲۰۱۶/world-aquifers-water-wars/

[۷] http://www.wwf.eu/campaigns/beauties_nature

[۸] <http://www.oecd.org/agriculture/water-use-in-agriculture>

[۹] iqna.ir/fa/news/۱۴۵۰۰۴۷

[۱۰] عبدی جمایران، علی (۱۳۹۵). بررسی و نقد مکتب مدیریت کلاسیک، دومین اجلاس بین‌المللی یافته‌های نوین علوم و فناوری، COI: DSCONF۰۲-۰۷۶.

[۱۱] سلیمانی، کریم (۱۳۹۴). ظهور شهر و شهرنشینی در قرون وسطی، تحقیقات تاریخ اجتماعی، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، سال پنجم، شماره دوم.

[۱۲] www.theguardian.com/environment/۲۰۱۸/jan/۱۶/eu-declares-war-on-plastic-waste۲۰۳۰-

بود که رقابت در خرید و مصرف به عنصر اصلی این فرهنگ تبدیل شد. افراد در خرید و مصرف بیشتر از یکدیگر سبقت می‌گرفتند و به طور نسبی مصرف‌گرایی به‌نوعی وجهه اجتماعی مثبت تبدیل گردید (۱۱).

در بین اقشار پردرآمد جامعه شاید کمترین چیزی که در هنگام مصرف منابع آب ذهن آنان را درگیر می‌کند، پرداختن به مسایل حقایق و وجهه مادی آن باشد. تفکر غلطی که در جوامع روبه‌رشد در حال اوج‌گیری است، مربوط به این تصور نادرست است که «اگر قادر به پرداخت هستی، پس می‌توانی هر میزان که خواستی مصرف کنی». در مقابل، افراد متوسط جامعه که هرگز نمی‌خواهند در قیاس با افراد پردرآمد عقب بیفتند، با مصرف کالاهایی که در مواردی ارزان‌تر هستند و در عمل به‌مراتب در روند تولید آن‌ها آب بیشتری صرف شده است، ضمن اینکه به لحاظ روانی دچار یک آرامش کاذب می‌شوند، صدمات جبران‌ناپذیری به محیط‌زیست وارد می‌آورند و سبب کاهش منابع آب می‌شوند.

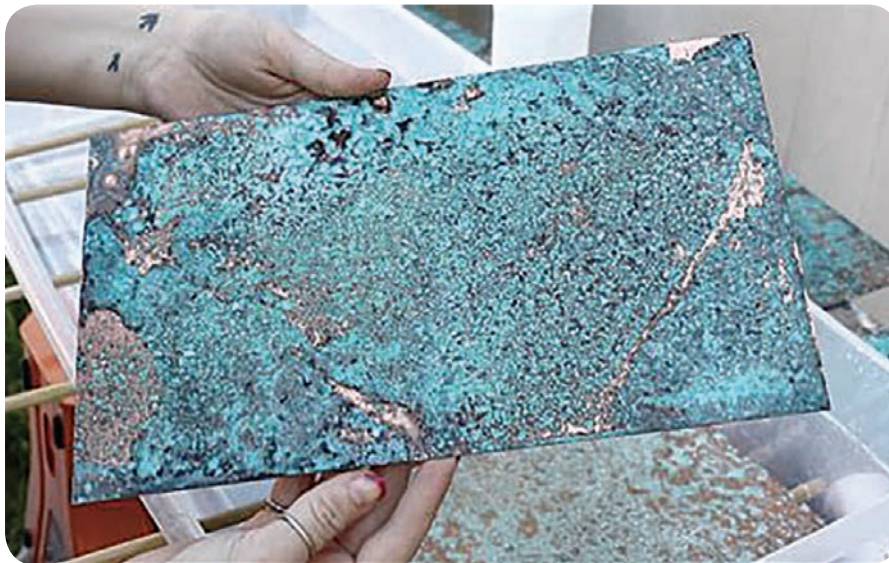
در کشورهای در حال توسعه، از میزان سهم ۷۰ درصدی بخش کشاورزی از منابع آب، حدود سه پنجم آن از دسترس خارج می‌شود

در این میان، تولیدکنندگان که در فضای ناسالم رقابتی قرار گرفته‌اند، برای در اختیار گرفتن بازار رو به سوی تولید محصولاتی می‌آورند که اساس تشکیل آن‌ها مواد پلاستیکی با ظاهری لوکس و بازاری‌پسند است و به این ترتیب، در چرخه‌های مسموم قرار می‌گیریم که تولیدکننده به هدف خود می‌رسد، اقشار متوسط جامعه کالاهای موردنظر را با قیمتی پایین خریداری می‌کنند و به‌نوعی احساس ارضای اجتماعی می‌رسند و به این شکل، تنها چیزی که اهمیت خود را از دست می‌دهد، میزان آب هدررفته در این چرخه است. یکی دیگر از مصادیق اصلاح الگوی مصرف توسط عوام جامعه، پایین بودن سطح دانش عمومی است. در سالیان گذشته، تصور غلطی که پیرامون مصرف منابع آب در بین مردم رواج پیدا کرده است، نگاه تک‌بعدی به مصرف می‌باشد، به‌گونه‌ای که یک شهروند عادی در بهترین شرایط اگر بخواهد در مصرف دقت و صرفه‌جویی کند، کاری جز بستن شیر آب به ذهنش خطور نمی‌کند، حال آنکه اگر بگوییم این موضوع سطحی‌ترین دیدگاه در مصرف منابع آب است، سخن به‌گزارف نگفته‌ایم.

به گزارش گاردین، در جوامع پیشرفته بیشترین میزان زباله اختصاص به مواد کاغذی و مقوایی دارد، در حالی که در کشورهای جهان سوم، مواد غذایی و پلاستیکی بیشترین سهم را در زباله‌ها و مواد دورریز دارا می‌باشند. این گزارش همچنین خاطرنشان

پتینه کاری

سعيدة پختيار
کارشناس ارشد متالورژی



چه کسی یک قطعه پتینه کاری شده را دوست ندارد؟ پتینه کاری در حالی که باعث محافظت از قطعه می شود، ظاهری زیبا و سرشار از طیفی از رنگ ها را نیز بر روی قطعه ایجاد می کند. پتینه کاری وقتی رخ می دهد که قطعه اکسید شود. پتینه کاری می تواند در اثر قرار گرفتن در معرض عوامل جوی و یا به وسیله یک محلول اسیدی انجام گیرد. یکی از مثال های کلاسیک پتینه کاری رنگ سبزی است که در اثر گذشت زمان بر روی قطعات مسی ایجاد می شود. اگر چه تولید طبیعی یک قطعه پتینه کاری شده ممکن است چندین سال به طول بکشد، اما تولید کنندگان محلول های پتینه کاری به مصرف کنندگان استفاده از موادی را پیشنهاد می کنند که امکان کنترل بیشتر بر روی فرایند پتینه کاری را فراهم کند. وجود چنین کنترلی، سرعت فرایند پتینه کاری را افزایش داده و طول مدت آن را به کمتر از یک هفته و در برخی موارد به کمتر از یک روز و حتی به کمتر از چند ساعت می رساند.

مرحله اول: تمیز کاری

کارشناسان معتقد هستند که استفاده از یک محلول تمیز کننده با کیفیت و یا استفاده از روش ماسه زنی می تواند بهترین روش برای تمیز کاری سطح قطعه فلزی باشد. ماسه زنی باعث سایش سطح قطعه فلزی می شود که به ویژه وقتی قطعه فلزی به شدت پرداخت شده باشد، ضروری می باشد. وقتی قطعه پایه از جنس آهن، آلومینیوم و یا استیل باشد، نیاز است تا زنگار ایجاد شده در سطح قطعه پایه زدوده شود. از سوی دیگر اگرچه در این مورد می توان از محلول اسیدهای متوسط از نظر قدرت اسیدی جهت رفع زنگار سطحی استفاده کرد، اما باید توجه داشت که این محلول های اسیدی ممکن است که مزاحمت و مداخله برای واکنش پتینه کاری ایجاد کنند لذا بهترین کار استفاده از روش ماسه زنی خواهد بود.

وقتی قرار است از یک تمیز کننده فلزی جهت تمیز کاری سطح قطعه پایه از جنس برنج، برنز و یا مس استفاده شود، این تمیز کننده باید همراه با یک فرچه و یا اسفنج جهت فرچه زنی بر روی سطح قطعه پایه به کار گرفته شود. به این ترتیب که ابتدا باید اجازه داده شود تا قطعه پایه در محلول تمیز کننده برای مدت زمان پنج دقیقه خیس بخورد و سپس سطح قطعه پایه با استفاده از فرچه و یا اسفنج سایده شود و در نهایت با استفاده از آب آبکشی شود. حالا باید در صورت نیاز این عمل را تکرار کرد و در نهایت قطعه پایه را خشک و جهت پتینه کاری مورد استفاده قرار داد. در صورتی که قطعه پایه از جنس آهن، استیل و یا آلومینیوم باشد همین کار انجام می گیرد با این تفاوت که آبکشی قطعه پایه با آب حذف شده و به جای آن قطعه را با استفاده از یک پارچه تمیز خشک کرده و بلافاصله تحت پتینه کاری قرار می دهند.

مرحله دوم: عملیات پتینه کاری

وجود پوشش های فلزی و یا لایه های اکسید بر روی سطح قطعه پایه می تواند باعث شود تا عملیات ایجاد روکش پتینه بر روی سطح قطعه پایه انجام نگیرد و یا این که به سختی انجام شود. اما گاهی استفاده از پوشش های فلزی بروی سطح قطعه پایه ضروری است مانند استفاده از پوشش های فلزی بر روی سطح قطعات پایه غیر فلزی که برای ایجاد رسانایی الکتریکی در قطعه پایه به کار گرفته می شود و یا زمانی که قرار است تا نوع فلز موجود بر روی سطح قطعه پایه از جنس خود قطعه پایه نباشد. در این حالت می توان به منظور جلوگیری از بروز مشکل طی عملیات پتینه کاری از پرایمر بر روی سطح پوشش فلزی موجود بر روی قطعه پایه استفاده کرد. استفاده از پرایمر باید بلافاصله پس از تمیز کاری قطعه پایه انجام شود چرا که در غیر این صورت لایه اکسید سطحی خیلی سریع بر روی سطح قطعه پایه ایجاد می گردد. از طرف دیگر زمانی که از قطعات پایه

پتینه کاری به دو دلیل در حال تبدیل شدن به یک انتخاب عمومی برای مصرف کنندگان است:

(۱) پتینه کاری ظاهری جذاب تر و طبیعی تر به قطعه فلزی می دهد.

(۲) پیشرفت های روزافزون در پتینه کاری، افزایش سرعت این فرایند را تسریع می کند.

به عنوان مثال استفاده از محلول های پتینه کاری که به محلول های پتینه کاری داغ معروف هستند نیاز به استفاده از گرما جهت فرایند پتینه کاری را رفع می کند. البته باید توجه داشت که اگرچه استفاده از فرایند پتینه کاری سرد در مقایسه با نوع داغ آن جهت ایجاد رنگ دلخواه زمان بیشتری را مطالبه می کند، اما به تجهیزات کمتری هم نیاز دارد، ضمن آنکه یک پتینه زیبا را نیز ایجاد خواهد کرد. اگرچه فرایند پتینه کاری داغ لزوم استفاده از حرارت را در فرایند پتینه کاری از بین می برد اما باید توجه داشت که پتینه کاری داغ هنوز یک پروژه در حین بررسی است که نیاز به صرف زمان و دقت بیشتری بر روی جزییاتش وجود دارد.



مراحل فرایند پتینه کاری

صرف نظر از نوع محلول پتینه کاری، به طور کلی عملیات پتینه کاری بر روی یک قطعه فلزی شامل سه مرحله می شود: تمیز کاری قطعه پایه، انجام پتینه کاری و محافظت. اما مهم ترین مرحله آن کدام است؟ بر اساس نظر کارشناسان این حرفه، مهم ترین مرحله آن تمیز کاری اولیه قطعه فلزی می باشد چرا که اگر سطح قطعه پایه به خوبی از وجود آلودگی های سطحی مثل گرد و غبار، روغن و چربی و... پاک نشود، این آلودگی های سطحی مانع از انجام واکنش های مربوط به پتینه کاری می شوند.

تا قطعه پایه در محلول غوطه ور شود و یا این که محلول بر روی سطح قطعه پایه اسپری شود و یا اینکه هم زمان با قرار گرفتن قطعه پایه در محلول پتینه کاری باید سطح آن برس زده شود. همچنین باید در حین عملیات پتینه کاری مراقب ایجاد فرورفتگی ها در نواحی از سطح قطعه پایه که ضخیم تر است، بود. بررسی ها نشان داده است که دما و رطوبت هم می توانند واکنش پتینه کاری را تحت تأثیر قرار دهند. برخی کارشناسان معتقد هستند که فرایند پتینه کاری نباید زیر نور مستقیم خورشید، دمای بیش از حد بالا، دمای خیلی پایین و یا حتی رطوبت بالا انجام گیرد. همچنین در صورت استفاده از چندین لایه پتینه کاری، پس از هر مرحله پتینه کاری باید اجازه داده شود تا لایه پتینه قبلی ایجاد شده کاملاً خشک شود و سپس لایه بعدی بر روی آن ایجاد گردد.



مرحله سوم: محافظت

زمانی که روکش پتینه مورد نظر به دست آمد، باید آن را آب بندی کنید. آب بندی کردن پوشش پتینه آن را از عوامل مخرب جوی محافظت می کند. قطعات فلزی از جنس آهن و فلزات مشابه آن پس از پتینه کاری نیز می توانند زنگ بزنند. همچنین قطعات پایه از جنس فلزات غیر آهنی نیز پس از پتینه کاری می توانند کدر و تیره شوند. بهترین کار برای جلوگیری از این مشکل استفاده از یک پوشش شفاف بر روی لایه پتینه می باشد. کارشناسان معتقد هستند که استفاده از دو و یا سه پوشش شفاف بهتر از استفاده از یک لایه شفاف ضخیم می باشد. بسته به نوع پتینه مورد استفاده، می توان از یک لایه واکس یا به تنهایی و یا همراه با یک لایه پوشش شفاف استفاده کرد.

دارای پوشش های فلزی برای پتینه کاری استفاده می شود بهتر است تا فرایندهای پتینه کاری سرد به کار گرفته شوند. زمانی که قطعه پایه به خوبی تمیزکاری و خشک شده است بهترین زمان برای انجام عملیات پتینه کاری است. نوع محلول پتینه کاری مورد استفاده، به جنس قطعه پایه و نیز نوع رنگ مورد نظر جهت ایجاد بر روی سطح قطعه پایه بستگی دارد.

بین پتینه کاری فلزات آهنی شامل آهن و استیل با فلزات غیر آهنی شامل برنج، برنز و مس تمایز زیادی وجود دارد. درک این مطلب که پتینه کاری یک واکنش شیمیایی است که منجر به اکسید شدن سطح قطعه پایه می شود از اهمیت زیادی برخوردار است. این لایه اکسید ایجاد شده بر روی سطح قطعه پایه بسته به جنس قطعه پایه و نیز نوع محلول پتینه کاری مورد استفاده رنگ های مختلفی خواهد داشت.

معمولاً اکسید آهن و دیگر فلزات آهنی به رنگ زنگار آهن است در حالی که آلومینیوم تشکیل اکسیدی سفید رنگ می دهد. بنابراین در صورت استفاده از این فلزات برای پتینه کاری رنگ پتینه ایجاد شده بر روی آن ها بین رنگ های قهوه ای و سفید در نوسان خواهد بود. اضافه کردن عنصر سلنیوم به محلول پتینه کاری می تواند منجر به تیره تر شدن رنگ پتینه، مثلاً ایجاد رنگ مشکی و یا خاکستری بر روی فلزات آهنی گردد. در پتینه کاری قطعات پایه از جنس برنج، برنز و مس، تنوع رنگی بیشتری برای پتینه ایجاد شده از رنگ سبز تا آبی و صورتی در دسترس می باشد. از آنجایی که در این قطعات فلز آهن وجود ندارد، رنگ قهوه ای ایجاد نخواهد شد. اما بر اساس تجربیات موجود ایجاد رنگی معین بر روی قطعه پایه غیر آهنی کاری بسیار دشوار است.



همان گونه که پیش از این نیز ذکر شد، برای رسیدن به رنگ مطلوب مورد انتظار از پوشش پتینه ایجاد شده، با استفاده از محلول های پتینه کاری سنتی ممکن است به چندین هفته زمان نیاز باشد. در برخی از محلول های پتینه کاری نیاز است

نام خانوادگی: نام خانوادگی: / / تاریخ تولد: / /

آخرین مدرک تحصیلی: رشته تحصیلی:

نشانی کامل پستی: کد پستی:

تلفن: تلفن همراه: صندوق پستی: نامبر:

ایمیل:

نوع اشتراک: شخصی سازمانی تعداد نسخه‌های مورد نیاز:

آیا مشترک شماره‌های قبل بوده‌اید: بله خیر

شماره اشتراک قبلی:

بدین وسیله مبلغ ریال طی فیش بانکی شماره تاریخ بانک صادرات، حساب سپهر، شماره ۰۳۲۶۸۵۸۲۷۰۰۱ به نام نشریه صنعت آبکاری پرداخت شد.

شغل: سمت: نام موسسه:

دولتی نیمه دولتی خصوصی

در کدام یک از زمینه‌های زیر مایلید با مجله همکاری نمایید:

تالیف ترجمه سایر نام ببرید:

برای اشتراک در فصلنامه صنعت آبکاری به موارد ذیل توجه فرمایید:

- بهای اشتراک یک‌ساله ۱۶۰۰۰۰ ریال است.
- هزینه پست سفارشی ۱۴۰۰۰۰ ریال برای یکسال است.
- کپی فرم اشتراک نیز قابل قبول است.
- شماره شبا حساب ۰۱ ۷۰ ۶۸۵۸ ۳۲ ۰۰۰۰ ۰۱۹۰ ۰۱۹۰ IR۲۱ می باشد .
- خواهشمند است تغییر آدرس خود را در اولین فرصت به صورت کتبی اعلام فرمایید.

• فرم اشتراک را پس از تکمیل همراه با تصویر رسید بانکی حق اشتراک از طریق نامبر ارسال نمایید، در غیر اینصورت به نشانی تهران، صندوق پستی ۱۴۴۷-۱۵۸۱۵ پست نمایید..

• برای کسب اطلاعات بیشتر با تلفن ۴۴۳۸۳۲۴۰ و یا نامبر ۴۴۳۸۳۲۴۰ تماس حاصل فرمایید.

Electroplating Industry Magazine

-----QUARTERLY

10th year/No 11/Spring 1401

Publisher & License Holder & Managing Editor & Editor in chief:
A. H. Seifi

Deputy Editor:
F. Palizban

Contributors This Issue:
S.Bakhtiar, D.Barati, B.Bahador manesh, A. Behnam fard, F.Darvishi, P.Samadi,
O.Ataee, E.Kahkesh, S.Mosayebi

Coordination & Page Designer:
S. Bakhtiar

Advertising:
M. Barati, Fatemeh Zoghi
Task of Subscribe to the magazine:
M. Barati

Office Address:
Apt. No. 910, Kish Bld, Satar khan St, Tehran, Iran.
P.O.Box: 1134837486
mobile: 09121214439

Web sites:
www.iranplating.com
E-mail:
leic_ir@yahoo.com

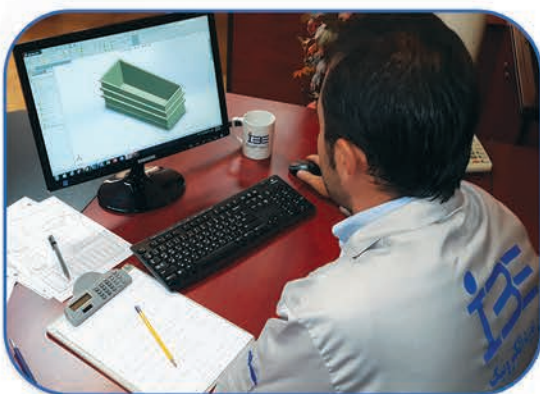
Channel telegram link:
<https://t.me/sanatabkarimag>





ایران بورد الکترونیک

اولین سازنده ی وان PP در ایران



طراحی و ساخت انواع وان ها با استفاده از مواد اولیه شرکت **SIMONA** آلمان مطابق با استاندارد DVS 2205



ساخت انواع خطوط آبکاری یکپارچه با تجهیزات مدرن آلمانی



Website: www.ibe-co.com

تلفن: ۴ - ۵۵-۳۲۱۳۳



Quality Pumps & Filters

Made in Netherland 

شرکت هندور هلند با بیش از ۶۵ سال سابقه ، ارائه کننده انواع پمپ ها و فیلترهای آبکاری با بالاترین سطح تکنولوژی



■ فیلتر با پمپ افقی مگنتیک از جنس PP و PVDF در ابعاد و سایز های مختلف، دارای دوام بی نظیر

- ◀ دارای پمپ مگنتیک از جنس PP و PVDF
- ◀ ظرفیت فیلتراسیون بالا تا ۳۵ هزار لیتر در ساعت
- ◀ دارای خدمات پس از فروش



■ فیلتر با پمپ عمودی قدرتمند از جنس PP و PVDF در ابعاد و سایز های مختلف، دارای دوام بی نظیر و عاری از هرگونه مشکل هواگیری یا نشست محلول

محصول با کیفیت برای مشتریان با کیفیت

برخی مشتریان مهم :



شرکت ایران بورد الکترونیک ارائه کننده ی دانش فنی ، مواد اولیه و تجهیزات آبکاری



MAZURCZAK

THERMOPROZESSE

Made in Germany 

شرکت **مزورزاک** آلمان با بیش از ۸۰ سال سابقه ، تولید کننده بهترین تجهیزات گرمایشی و سیستم کنترل دما و سطح محلول ها با بالاترین دوام ، کارایی و ایمنی

- ◀ ارائه انواع هیترهای سرامیکی ، تفلون ، استیل ، تیتانیوم ، کوارتز
- ◀ انواع ترموستات ، کنترلر دما ، کنترلر سطح محلول ها
- ◀ مناسب برای هر نوع کاربرد در اشکال گوناگون و قابل استفاده در انواع محلول های آبکاری



■ گرمکن های میله ای با غلاف استیل، تیتانیوم، تفلون، کوارتز

■ گرمکن های مارپیچ با روکش تفلون

■ انواع سیستم های کنترل سطح و دمای محلول ها با بالاترین دقت

محاسبه و طراحی سیستم های گرمایش و کنترل دما با استفاده از نرم افزار اختصاصی مزورزاک

طراحان حرفه ای و بهترین سازندگان خطوط و تجهیزات آبکاری در دنیا فقط از محصولات **Mazurczak** در خطوط آبکاری خود استفاده می نمایند



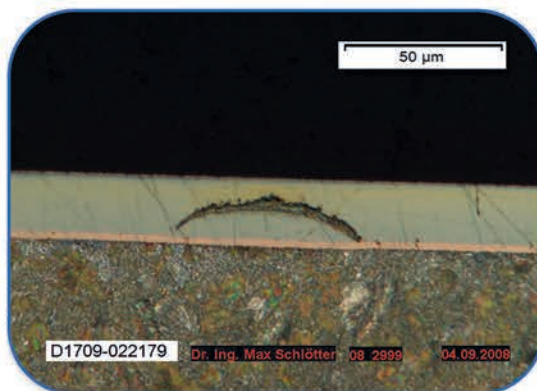
IBE
Iran Board Electronic

شرکت ایران بورد الکترونیک ارائه کننده ی دانش فنی ، مواد اولیه و تجهیزات آبکاری

شرکت ایران بورد الکترونیک با استفاده از پیشرفته ترین تجهیزات و با همکاری کارشناسان مجرب آلمانی ، آماده ارائه ی انواع خدمات مشاوره ای و آزمایشگاهی می باشد



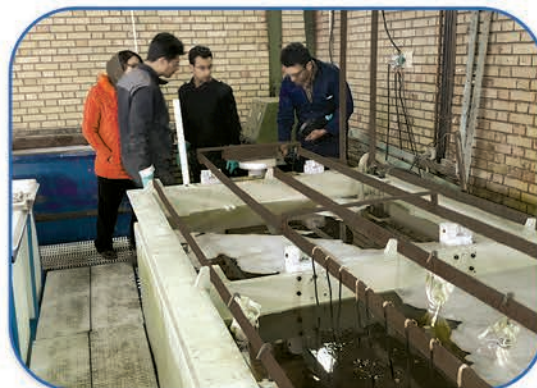
آنالیز محلول های تمامی پروسه های رایج در آبکاری و ارائه راهکارهای عملی جهت برطرف نمودن عیوب آنها



انجام آزمونهای متالورژیکی از قبیل متالوگرافی ، سختی سنجی و چسبندگی پوشش



آبکاری قطعات در خطوط پایلوت با هدف امکان سنجی ، راه اندازی خطوط و صرفه جویی در وقت و هزینه



انجام بازدید های دوره ای جهت بررسی ، کنترل کیفی و آموزش فرآیندهای آبکاری





Process Automation
International Limited

www.pelhk.com



Kamtress Automation
Systems

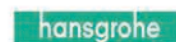
www.kamtress.com

شرکت PAL با ۵۰ سال سابقه و ساخت بیش از ۲۰۰۰ خط ، بزرگترین طراح و سازنده ی خطوط
آبکاری در دنیا با بالاترین سطح تکنولوژی و استفاده از تجهیزات مرغوب
شرکت Kamtress هند ، همکار اصلی گروه PAL با تجربه ساخت بیش از ۱۵۰ خط اتوماتیک و
اجرای پروژه های موفق در خدمت صنایع آبکاری ایران



PAL تنها شرکت در دنیا با توانایی ساخت ۱۰ خط بطور همزمان و امکان تست کامل ، قبل از نصب در محل

برخی مشتریان مهم :



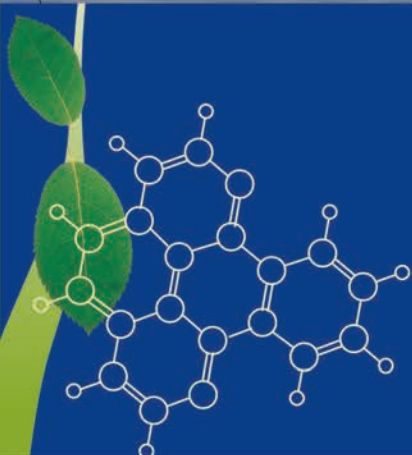
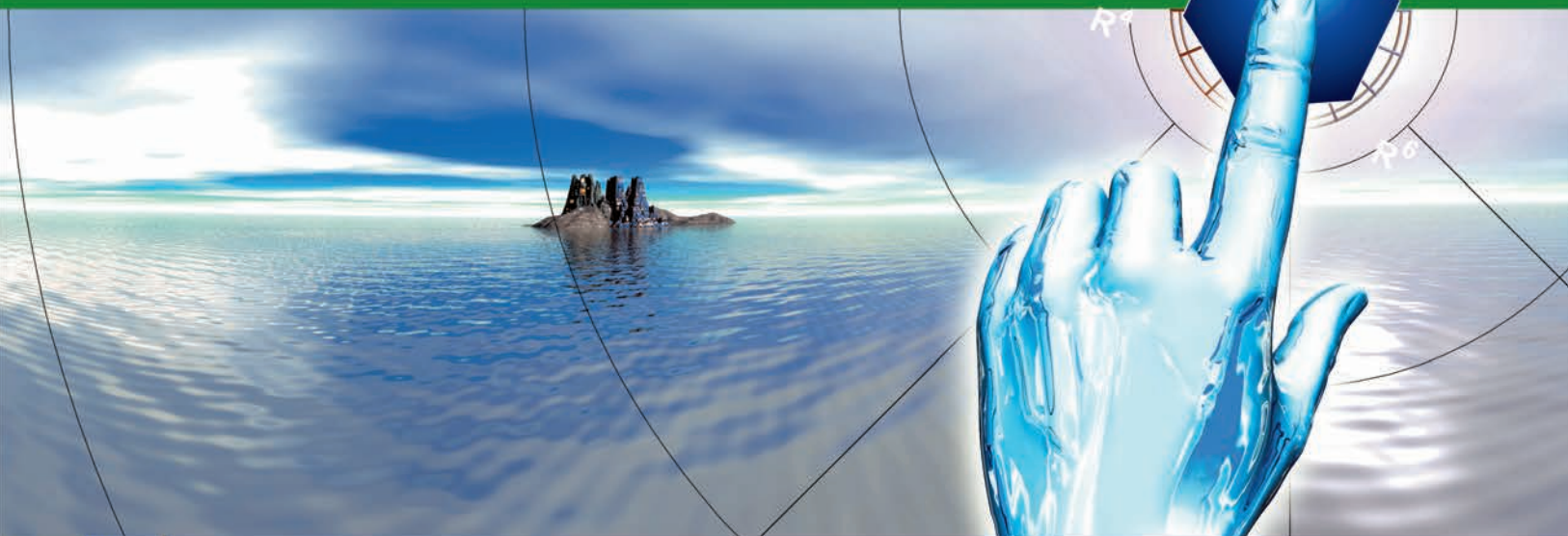
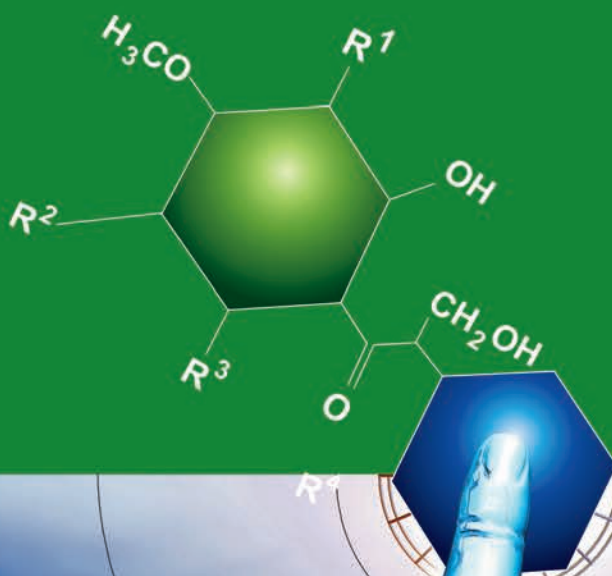
شرکت ایران بورد الکترونیک ارائه کننده ی دانش فنی ، مواد اولیه و تجهیزات آبکاری



شرکت نیکاب شیمی

تولید کننده مواد شیمیایی و تجهیزات آبراری

- ✓ تولید کننده مواد شیمیایی آبراری، چربیگیر و فسفات‌های صنعتی
- ✓ مشاوره و راه‌اندازی خطوط دستی، نیمه اتوماتیک و تمام اتوماتیک آبراری
- ✓ مشاوره، طراحی و راه‌اندازی خطوط تصفیه پساب آبراری
- ✓ ارائه دوره‌های کوتاه مدت آموزش فنی و تخصصی آبراری



www.nikabchemie.com
info@nikabchemie.com

کارخانه: شهرک صنعتی ایوانکی، خیابان کوشش ۵ شماره ۶۱۸
تلفن: ۵۴ - ۳۴۵۸۴۳۵۲ - ۲۳

با نیم قرن تجربه

CANNING

ما افتخار داریم که اولین بنیانگذار تکنولوژی کرم سخت در ایران هستیم

کارخانه آبکاری کانینگ

ارائه خدمات آبکاری فلزات و قطعات صنعتی با بهترین کیفیت نظیر آبکاری کرم سخت ، قلع و نقره و پرداخت انواع منبع غذایی و دارویی ، ضمناً مجهز به تجهیزات آزمایشگاهی جهت آنالیز محلولهای آبکاری و کلیه خدمات آزمایشگاهی تضمین کیفیت پوشش آبکاری شده منوط به استفاده از مواد اولیه و فرایندهای پیشرفته امروزی می باشد. این کارخانه تنها با یک شعبه در دو نقطه مختلف تهران آماده همکاری با شرکت های محترم می باشد .



کانینگ شعبه دیگری ندارد

دفتر : جاده قدیم ، بعد از میدان شیر پاستوریزه ، بین فتح نهم و یازدهم ، پاساژ پارس حمید ، شماره ۱۱

تلفن : ۶۶۸۰۶۷۷۸-۶۶۸۱۶۵۰۴ فکس : ۶۶۸۰۹۰۱۸

کارخانه : جاده مخصوص کرج ، کمربندی اندیشه ، بعد از پل هوایی دوم ، خیابان ۳۰ متری زاگرس

مجتمع کارگاهی زاگرس ، بعد از کوچه هومن

تلفن : ۴۶۸۳۳۱۵۷-۸ و ۴۶۸۷۹۶۰۶ فکس : ۴۶۸۳۳۱۵۹

پروژه‌ها:

طراحی، ساخت و اجرای خط آبکاری

نیکل کروم شرکت تولیدی

بازرگانی نیلپر با ظرفیت

۳۰/۰۰۰ لیتر نیکل.

NSV

شرکت نیک صنعت ونداد

* طراحی، ساخت و اجرا انواع خطوط آبکاری و تصفیه پساب دستی و اتومات. * ساخت انواع وان های

PP تا دمای ۹۵ درجه - PVC - PE استیل (۱۵ سال خدمات پس از فروش و ۵ سال گارانتی).

* ساخت کوره، کانوایر، خشک کن و کوره پخت با ابعاد و دمای مختلف. * سازنده انواع فن بکوارد،

فوروارد و سانتریفیوژ آهنی و استیل. * ساخت زیر پای ضد اسید PP. * سازنده انواع سبد

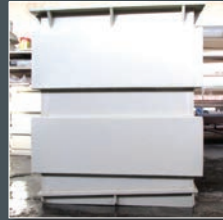
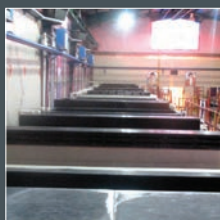
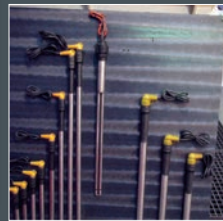
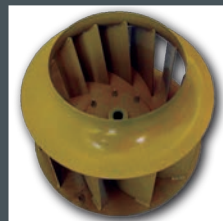
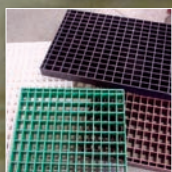
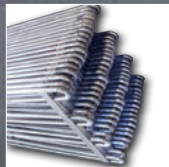
تیتانیومی و کوئیل تیتانیومی و استیل. * سازنده انواع فیکسچرهای تیتانیومی، مسی و آهنی.

* تلفن: ۰۹۱۲۱۵۷۵۵۸۳ - ۰۹۱۲۲۴۸۹۹۱۷ * تلگرام: ۰۹۱۰۸۸۸۶۳۵۱

* ایمیل: nik.sanat.vandad@gmail.com

* سایت: www.nsv-co.com

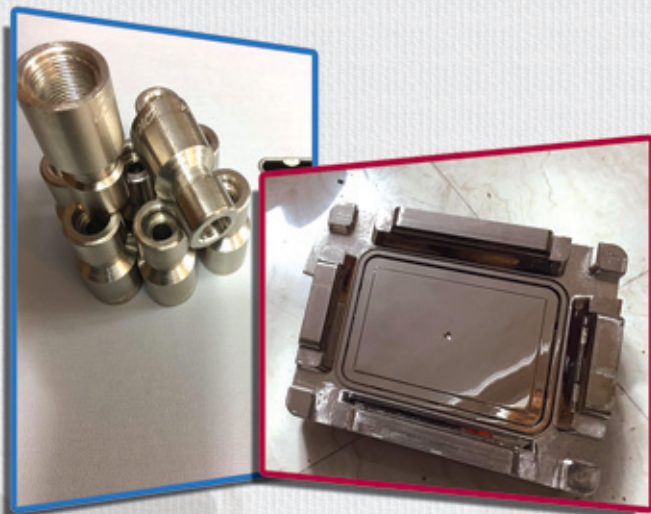
طراحی، ساخت و راه اندازی خط آبکاری
قطعه سازی فشارکی اصفهان.
طراحی، ساخت و راه اندازی شرکت پنجا
(بشتیبانی و نوسازی
هلیکوپترهای
ایران).



NIK SANAT VANDAD Co

Designing. Construction & execution of all plating lines

پوشش انواع قطعات فلزی مطابق استاندارد Covering A Variety Of Metal Parts According To Standards



- پوشش های الکترولس (نیکل ، طلا ، نقره)
- گالوانیزه ، انواع کروماته
- قلع اسیدی
- راه اندازی کلیه خطوط آبکاری
- مشاوره ، رفع عیوب و آنالیز کلیه محلول های آبکاری
- EN Plating
- Zinc Plating
- Tin Plating
- Gold , Silver
- CONSULTING , Installation , Trouble Shooting

برخی موارد مصرف نیکل شیمیایی (الکترولس) :

- صنایع اتومبیل / در قسمت های مختلف ترمز ، کاربوراتور ، چرخ دنده ها
- صنایع نفت ، گاز و شیمیایی / مخازن ، همزن ها ، شیرها و اسلایدرها
- صنایع غذایی / هم زدن تانک ها ، قسمت های مختلف نقاله
- صنایع الکترونیک / اجزا و قسمت های مختلف الکترونیک ، دیسک ها ، خازن ها و ...
- صنایع هواپیمایی و فضائی / توربین ، لوله ها و قسمت های ئیدرولیک
- صنایع پلاستیک / فرآیند PVC
- صنایع مهندسی / شیرهای مختلف ، چرخ دنده ها ، بلبرینگ ها و غلطک های مدار چاپی
- صنایع نساجی / سیستم راهنمای نخ ها ، غلتنده ها
- صنایع نظامی / خودروها ، کشتی های نظامی ، سکوها و آینه های نظامی
- معادن / سیلندرهای ئیدرولیکی و مته های حفاری

نشانی دفتر : تهرانپارس ، خ گلبرگ ، بین رشید و ۱۱۳ ، پلاک ۹۵ ، واحد ۶
تلفن : ۶ - ۷۷۳۳۹۰۵۵ - ۷۷۳۲۲۷۸۴ همراه : ۰۹۱۲-۱۲۵۳۱۹۱

Address : 6th Unit , No.95 , Between Rashid St. & 113 St. , Golbarg St. , Tehranpars , Tehran , Iran

Tel : 77339055-6 77322784 Mobile : 0912-1253191

website : www.sathazin.com email : hamidgaeeni@gmail.com

A.F.T

شرکت آبگینه فلز تهران

آبکاری گالوانیزه تا طول ۴ متر

آبکاری نیکل کروم

رنگ پودری (الکترواستاتیک)

راه اندازی خطوط آبکاری

فسفاته



تلفن: ۰۲۱ ۴۶۸۲۱۸۰۲ تلفن همراه: ۰۹۱۲۱۱۷۳۲۸۲

۰۹۱۲۲۲۵۵۶۸۵ (محمدی) ۰۲۱ ۴۶۸۷۱۳۹۸

آدرس کارخانه: شهرقدس- بلوار انقلاب- روبروی پارک آزادگان- جنب

پمپ بنزین- کوی مطهری- پلاک ۸ - شرکت آبگینه فلز تهران

تکنیکی و الکترونیکی فیروزیان

انواع ترانسفورمر رکتیفایر آبکاری و حفاظت کاتدیک بر اساس سفارش

تکنیکی و الکترونیکی فیروزیان با بیش از ۴۵ سال سابقه درخشان در ساخت ترانسفورمر رکتیفایر آبکاری و حفاظت کاتدیک با بهترین کیفیت و برترین خدمات پس از فروش در خدمت صنایع آبکاری ایران



برای اولین بار در ایران



● ترانسفورمر رکتیفایر اتوماتیک
مخصوص آبکاری کروم
برای بالا بردن کیفیت قطعه آبکاری شده



● ترانسفورمر رکتیفایر تمام اتوماتیک
مخصوص هارد آنودایزینگ
با قابلیت برنامه ریزی



● ترانسفورمر رکتیفایر هوشمند آبکاری با امکان برنامه ریزی و با قابلیت اتصال به PLC

نشانی: تهران، نارمک، خیابان دردشت، بالاتر از کوچه ۵۴، پلاک ۱۱۴

تلفن: ۷۷۹۰۹۶۹۶ - ۷۷۹۱۱۶۵۱ فاکس: ۷۷۹۱۸۱۵۸

WWW.FIROUZIAN.COM

INFO@FIROUZIAN.COM



گروه صنایع شیمیایی - پوششی معین توس

MOEIN TOOS Chemical Ind. Group

تعقیب همیشگی شعار
از (ا) تا (ی) آبکاری

تولید و عرضه کلیه مواد و تجهیزات صنایع:
آبکاری - آندایزینگ - الکتروپولیش - الکتروفورینگ
الکتروفرمینگ - پرداختکاری - فلزات رنگین
مشاوره، طراحی، راه اندازی،
خدمات فنی مهندسی،
پشتیبانی و
آزمایشگاهی

نماینده انحصاری و عاملیت فروش برندهای معتبر مواد و تجهیزات در شرق کشور و کشورهای همجوار
تلفکس: ۰۵۱-۳۲۶۰۵۳۵۰ همراه: ۰۹۱۵۱۱۱۰۷۴۵ سامانه پیام کوتاه: ۳۰۰۰۲۷۲۲۵۰۱۲۲
کانال تلگرام: telegram.me/moeintoosgroup

info@moeintoos.ir

Web Site :www.moeintoos.ir @

E-mail : info@moeintoos.ir

آدرس: مشهد، ابتدای جاده کلات، جنب معاینه فنی خودرو بهمن، مجموعه معین توس

آریا سایان گستر

تولید کننده ماشین آلات پلیسه گیری، پرداختکاری و پولیش

چربی گیری و اکسید زدایی



● دستگاه گیانسان زنی



● دستگاه ویبره



● دستگاه سمباده زنی ۴ ایستگاهه

وارد کننده لوازم پرداختکاری، اسکاچ، کنفی (Sisal) و ...

Field of activities:

- 1-Plastic pumps: ■ Horizontal ■ Vertical ■ Barrel ■ Mechanical ■ Magnetic ■ Self Prime
- 2-Plastic filter: ■ Unit filters ■ Filter presses ■ Strainers
- 3-Designing manufacturing and erecting Polymer equipment: ■ Tanks ■ Baths ■ Fans
- 4-Designing and erecting installations, plastic pipes and fitting from: P.V.C - P.E - P.P - P.V.D.F - E.C.T.F.E.
- 5-Designing and manufacturing polymer parts : P.P - P.P.G.F. - P.V.C - P.E - P.V.D.F - P.T.F.E.
- 6-Providing side services for all above mentioned matters
- 7-Designing and executing chemical projects for above cases according

All products of this company are provided with guarantee and after sales services

الکترو پمپ های افقی
مکانیکی و مغناطیسی پلاستیکی
Plastic pumps
Mechanical - Horizontal



AMP-N
الکترو پمپ های نرمال

32-125

25-100



Magnetic

ANP
پمپ های استاندارد API-610 (پاتاقان)



80/50/250 50/32/160 125/80/315

AMP-H

الکترو پمپ های استاندارد API-610



80/50/160

AMP-S

الکترو پمپ های افقی خود مکش و الی ۸۰ لیتری
Selfprime pumps
6-80 Lit.



L-80

L-50

AMP-V

الکترو پمپ عمودی
Plastic pumps vertical



40 - 180

AMP-B

پمپ های بشکه ای
Barrel pumps



F.A.900

P.E.900

S.E.900



پمپ پروستاتیک
Peristaltic Pumps



پمپ دیافراگمی
Air Diaphragm Pumps

فیلتر های محفظه ای
Unite Filters



6

3

2

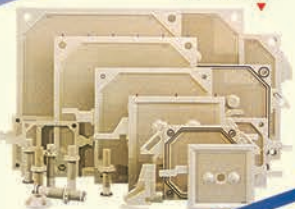
AFP

فیلتر پرس
Filter Press



500/30/25

صفحات فیلتر پرس و تجهیزات
Filter Presses Plate & Accessories



AFM

فن پلاستیکی
Plastic Fan
2800 - 380

ASU

استریتر پلاستیکی
Strainers



پروانه های پلاستیکی
Impellers



سیل های مکانیکی
Mechanical seals



شیر یکطرفه
Chek Valves



وان هول سل
Hull Cell



موره ناموره تانک
Tank Adaptors/pp



موزن نازل
Eductor nozzle



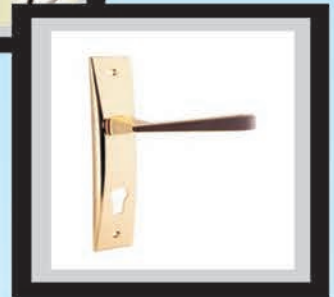
زمینه های فعالیت:

- ۱- ساخت پمپهای پلاستیکی: ■ افقی ■ عمودی ■ بشکه ای ■ مکانیکی ■ مغناطیسی ■ خودمکش
- ۲- ساخت فیلترها: ■ فیلترهای محفظه ای ■ فیلتر پرسها ■ استریترها
- ۳- طراحی، ساخت و نصب تجهیزات پلیمری: ■ مخازن ■ وانها ■ فن ها
- ۴- طراحی و نصب لوله ها و اتصالات پلیمری از مواد: پی وی سی - پلی اتیلن - پلی پروپیلن - پی وی دی اف
- ۵- طراحی و ساخت قطعات پلیمری و اتصالات از مواد: پی وی سی - پلی پروپیلن - پلی اتیلن - پلاستیکیهای نسوز
- ۶- ارائه سرویسهای جانبی در مورد کلیه محصولات آبتین و مشابه خارجی
- ۷- مشاوره، طراحی و اجرای پروژه های شیمیایی و ضد خوردگی در کلیه زمینه های فوق

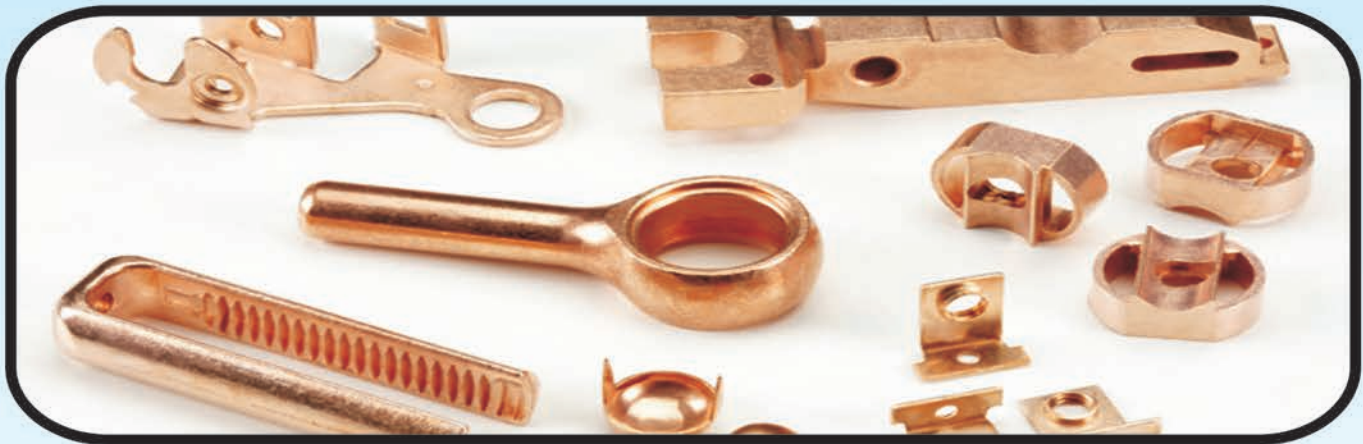
کلیه محصولات و تولیدات این شرکت شامل یکسال گارانتی و خدمات پس از فروش می باشد.

صنایع آبکاری عارفی

(با مدیریت مرتضی عارفی)



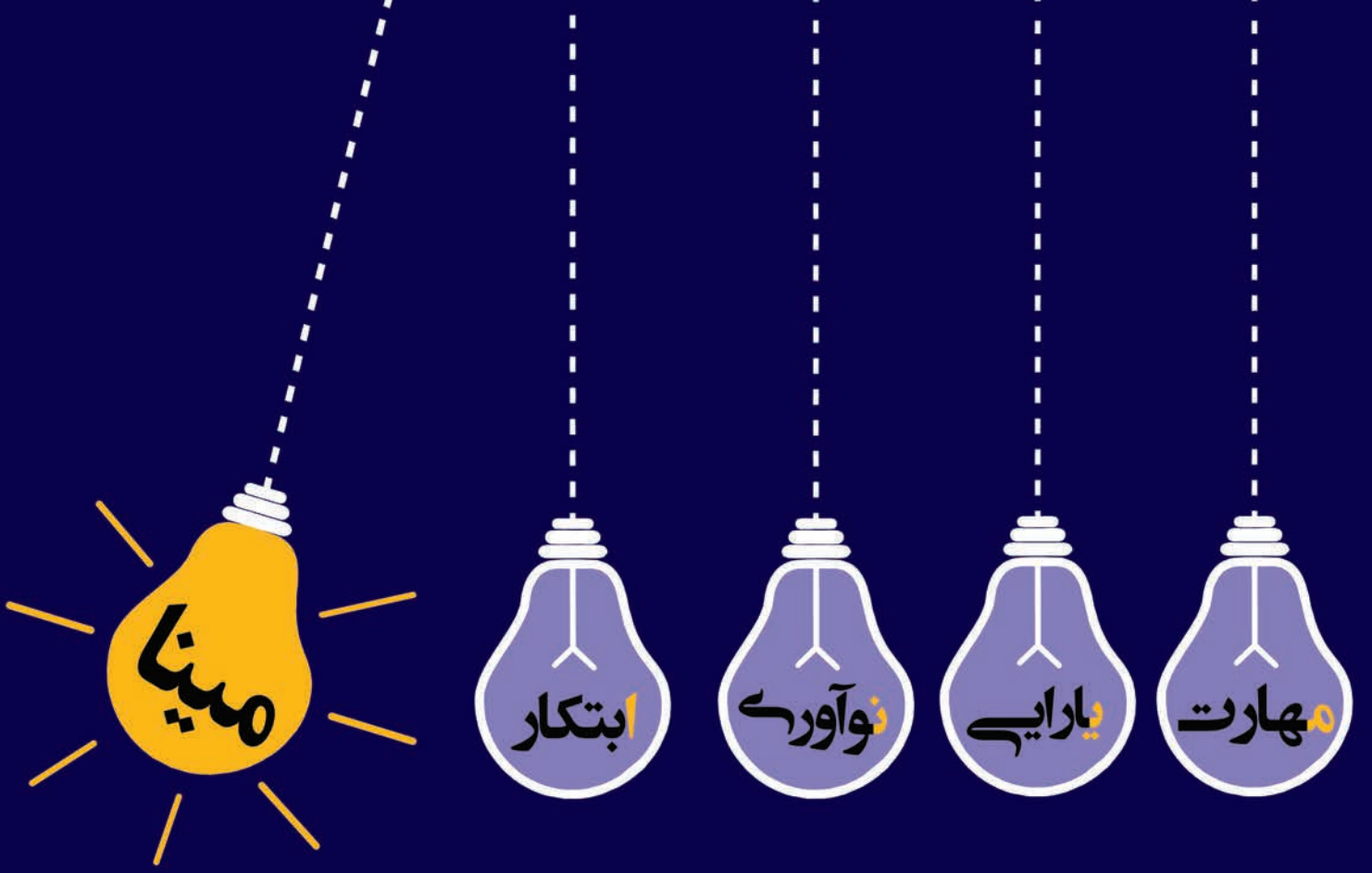
- ✓ آبکاری و پوشش دهی بر روی کلیه فلزات
- ✓ مشاوره و رفع عیب محلول های آبکاری
- ✓ راه اندازی کلیه خطوط آبکاری



۶۳-۷۷۳۳۶۶۶۱

۷۷۳۴۹۴۵۲

آدرس: خیابان دماوند جاده آبعلی - سه راه اتحاد خیابان ۱۸ غربی (ضمیرایی) پلاک ۱۷



مینا
سطح آرا

اعتبار صنعت پوشش دہے

تاسیس ۱۳۴۰

کارخانہ آبکاری: سہ راہ تہرانپارس خیابان اتحاد کوچہ ششم غربی (طوروسیان) پلاک ۷

دفتر فروش: تہرانپارس خیابان ۱۸۴ شرقی (نقلے اصفہانی) پلاک ۱۱۹ واحد ۸

☎ (+۹۰)۷۷۳۲۹۸۹۷-۸

🌐 www.msf-co.com

GOLKAR SEPAHAN

عضوانجمن صنایع آّبکاری ایران



شرکت گلکار سپاهان

تولیدکننده

آندهای مس فسفردار و خالص

ورق و صفحات مسی

تسمه‌های مسی

آدرس: اصفهان، منطقه صنعتی پلیس راه نجف آباد، خیابان نیرو، خیابان کوشش، پلاک ۷
کد پستی: ۸۵۱۶۹۵۴۶۴۱
تلفن: ۰۳۱-۴۲۴۹۹۱۴۵
فکس: ۰۳۱-۴۲۴۹۹۶۲۰
golkarsepahan@gmail.com
www.golkarsepahan.com

برنامه عمل فلزاب در تامین مواد شیمیایی تصفیه آب و پساب

- آزمایش پساب صنایع و معرفی کارآمدترین مواد شیمیایی برای تصفیه در آزمایشگاه فلزاب
- ارسال نمونه مواد پیشنهادی برای تست آزمایشگاهی مشتری
- تست صنعتی در کارخانه مشتری
- دوز مصرف پایین مواد برنامه فروش فلزاب
- استمرار کیفیت مواد تحویلی در تمامی پارتی ها
- مشاوره مستمر فنی فلزاب با تیم فنی مشتری
- کلیه مواد برنامه فروش فلزاب ساخت و بسته بندی در آلمان است.
- کلیه مواد دارای ایران کد برای تأیید اصالت کالا است.

مواد شیمیایی تصفیه آب و پساب برنامه فروش فلزاب

- ضدکف
سیلیکونی
سیلیکونی-خوراکی
خوراکی
الکلی
- پلی الکترولیت
کاتیونی
آنیونی
- پلی آلومینیوم کلراید (PAC)
بهداشتی
صنعتی

مزیت های پلی الومینیوم کلراید مایع، ساخت آلمان

- ❖ عدم شکست پیوندهای پلیمری، کیفیت بالاتر، دوز مصرف کمتر
- ❖ محلول پایدار، آماده مصرف
- ❖ بدون رسوب دهی و آسیب به دوزینگ پمپ
- ❖ Basicity حداقل ۵۰٪





umicore

Electroplating

شرکت یومیکور پیشگام در تولید مواد آبکاری فلزات گرانبها در دنیا

مواد و دانش فنی فرایندهای آبکاری فلزات گرانبها برای کاربردهای تزئینی و تکنیکی

Made in Germany 

شرکت یومیکور با بیش از ۱۲۵ سال سابقه در تولید مواد آبکاری فلزات گرانبها، تکنولوژی سطوح، کاتالیست ها، ترکیبات فلزاتی همچون نیکل و کبالت، مبدع بسیاری از فرآیندهای آبکاری در دنیا بوده و در حال حاضر در بیش از ۶۰ کشور جهان دارای نمایندگی بوده و بیش از ۱۲۰۰ محصول نوآورانه را در بالاترین سطح کیفیت در برنامه ی فروش خود دارد.

شرکت ایران **بورد الکترونیک** به عنوان تنها نماینده ی رسمی شرکت یومیکور آلمان در ایران مفتخر است انواع فرآیندها و محصولات آبکاری فلزات گرانبها را به صورت **اصل** و به همراه **گارانتی، خدمات پس از فروش و آموزش** به صنایع آبکاری ایران ارائه نماید.

- رودیوم
- پالادیوم و آلیاژهای آن
- پلاتین
- روتنیوم
- نقره و آلیاژهای آن
- طلا و آلیاژهای آن
- برنز سفید و طلایی
- آلیاژ نیکل - فسفر الکترولیتی
- آنتی تارنیش نقره
- انواع آند های تیتانیوم با روکش پلاتین و MMO

Rhodium Plating



Gold Plating



Palladium Plating



Anodes



شرکت ایران بورد الکترونیک ارائه کننده ی انواع خطوط خنثی سازی پساب های آبکاری در ظرفیت های مختلف متناسب با نیاز مشتری

شرکت ایران بورد الکترونیک با هدف ارائه دانش فنی ، انواع مواد افزودنی و تجهیزات در زمینه آبکاری و خنثی سازی پساب های صنعتی ، فعالیت های خود را از سال ۱۳۶۱ آغاز نموده است. اکنون این شرکت با برخورداری از امکانات تولیدی و آزمایشگاهی مدرن ، آماده ارائه هرگونه خدمات و انواع سیستم های تصفیه پساب های صنعتی مطابق با استاندارد های سازمان حفاظت از محیط زیست بصورت یک پکیج مستقل و قابل جابجایی با کیفیت عالی و سهولت کاربرد و قابلیت بازگشت آب به چرخه ی تولید می باشد.

مزیت های این سیستم:

- ◀ حذف کلیه ی عناصر مزاحم از پساب های آبکاری مطابق با استاندارد محیط زیست
- ◀ قابلیت اجرا بر روی انواع پساب های آبکاری با بالاترین راندمان خروجی
- ◀ بکارگیری سیستم های اتوماتیک PLC جهت کنترل دقیق فرآیند و بررسی لحظه ای (Online)
- ◀ هزینه ی تعمیر و نگهداری پایین



سیستم خنثی سازی پساب برای پساب های نیکل ، کروم و سیانور با امکان بازیافت آب به چرخه آبکاری با ظرفیت ۱۵ متر مکعب در روز



سیستم خنثی سازی پساب برای پساب های نیکل ، کروم و سیانور با امکان بازیافت آب به چرخه آبکاری با ظرفیت ۵۰ متر مکعب در روز





H₂O₂ PLANT

شرکت فرآیند گستر تامین
آب اکسیژنه



اولین و بزرگترین تولید کننده آب اکسیژنه ۳۵ و ۵۰ درصد در ایران

FIRST AND BIGGEST PRODUCER OF

HYDROGEN PEROXIDE

IN IRAN

راههای ارتباطی:

تلفن: ۵ - ۱۰۶۴ ۳۶۳۰ (۴۱) ۹۸+

فکس: ۱۰۳۷ ۳۶۳۰ (۴۱) ۹۸+

وبسایت: www.hydrogenperoxide.ir

ایمیل: info@hydrogenperoxide.ir

آدرس کارخانه و دفتر فروش:

تبریز، کیلومتر ۲۰ جاده تهران

ابتدای جاده باسمنج

جنب کارخانه کلر پارس

شرکت فرآیند گستر تامین

تهیه و توزیع

سیانید سدیم



۴۶۸۹۷۱۸۲ - ۳

لایه نشانی در خلأ

PVD

(آبکاری تحت خلأ)



- لایه نشانی در محیط خلأ به کمک فاز بخار
- لایه طلائی رنگ TiN رایج ترین پوشش با ظاهر تزیینی
- سختی بالا و چسبندگی عالی در کنار کاهش ضریب اصطکاک
- مناسب جهت انواع قالب و ابزار و قطعات صنعتی و لوازم لوکس و مقاوم

تلفن: ۲۲۰۷۹۸۸۸

فکس: ۲۲۰۶۳۱۹۵

Web: www.sakhtkari.com

Email: info@sakhtkari.com



آ.ف.ک

تولید کلیه نمکهای عملیات حرارتی

- ♦ نمکهای سختکاری مشابه نمکهای دور فریت (دگوسا)
- ♦ نمکهای آنیل، سمتاسیون، نیترو کربوراسیون، کوئینچ و تمپر
- ♦ مشاوره در کلیه امور عملیات حرارتی و پوشش های سطحی
- ♦ تأمین تجهیزات و راه اندازی خطوط سختکاری حمام نمک



تلفن: ۲۲۰۷۹۸۸۸

Web: www.sakhtkari.com

Email: info@sakhtkari.com

عملیات حرارتی



پلی تکنیک



نیتراسیون

(نیتره کربوراسیون)

- ✓ افزایش سختی و مقاومت به سایش و مقاومت به خستگی حتی در دماهای بالا
- ✓ عدم ایجاد تغییر ابعاد، تابیدگی و ترک و عدم نیاز به ماشینکاری پس از سختکاری
- ✓ بیشترین چسبندگی لایه سخت به زیرلایه به علت نفوذی بودن فرآیند
- ✓ مناسب برای قالب پلاستیک، سیلندر و مادون و قالب دایکست، اکستروژن و فورج



آرکور

(پست اکسیداسیون)

- ✓ دارا بودن خواص نیتراسیون همزمان با افزایش مقاومت به خوردگی
- ✓ افزایش مقاومت به خوردگی چندین برابر پوشش کروم سخت
- ✓ قابل انجام بر روی آهن و فولاد به ویژه فولاد زنگ نزن (استنلس استیل)
- ✓ رنگ تزیینی مشکی براق

تلفن: ۴۶۸۸۰۶۷۴ و ۴۶۸۶۸۲۰۰ - ۷



مهندسی سگوس

- ♦ طراحی و ساخت قطعات پیچیده فلزی از روی نمونه اصلی آن
- ♦ تهیه دانشنامه فنی قطعات با تکیه بر ساختار و خواص متالورژیکی
- ♦ بورسی جنس، روش تولید، خواص مکانیکی، عملیات حرارتی و پوشش

Web: www.sakhtkari.com

Email: info@sakhtkari.com

تلفن: ۲۲۰۷۹۸۸۸

شرکت شیمیائی



JAHANTAB
CHEMICAL CO.

جهانتاب (سهامی خاص)

اولین تولید کننده مواد آبکاری در ایران با نیم قرن تجربه

دارنده گواهینامه ISO 9001 - 2008 از انگلستان



تولید کننده انواع براقی های نیکل ، روی و مس (اسیدی و سیانوری)

انواع کروماته ها ، انواع نمک ها و انواع چربی گیری های گرم و سرد (جامد و مایع)

حساس کننده استنلس استیل ، آند کروم در سایز های مختلف ، ضد گاز کروم و...

دفتر مرکزی : تهران ، چهارراه ولی عصر ، روبروی تاتر شهر ، کوچه پشن ، شماره ۴ تلفن : ۰۲۰-۶۶۴۱۴۵۱۹ فکس : ۰۲۵۲۲-۶۶۴۰۲۵۲۲


دفتر فروش : تهران ، خیابان شهید رجایی ، شماره ۱۹۰ تلفن : ۰۲۳۳-۵۵۰۰۳۳۹۱ - ۵۵۰۰۹۸۶۲

کارخانه : شهرک صنعتی پایتخت (علی آباد) بلوار صنوبر ، یاسمن ۵ تلفن : ۰۲۳۳-۴۵۷۲۰۶۱ فکس : ۰۲۳۳-۴۵۷۲۰۶۴

www.jahantabchemical.com

ARTENOUS GROUP



 گروه آرتنوس (سهامی خاص)
سیانید سدیم و پتاسیم



Draslovka
کلراید و سولفات
نیکل ، سیانید سدیم



 **BIOPREMIUM**
کلراید و سولفات
نیکل ، سیانید سدیم



 **KEMCORE** سود پتاسیم



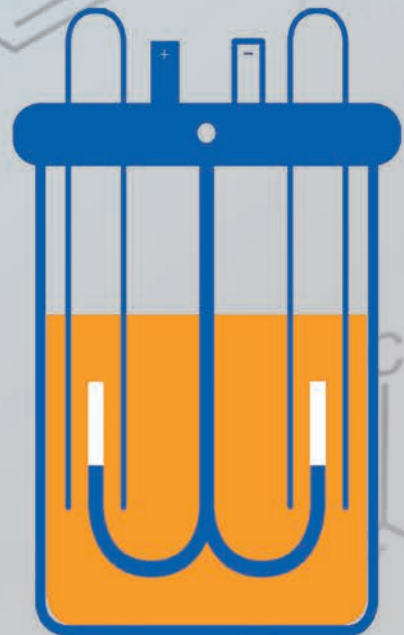
 **ERAMET** نیکل
اسید بوریک و کربمیک



 **PG GROUP** سرجه و واگس پودخته کلری



 **YILDIZ CILA**



ماننده انحصاری برندهای
معتبر در صنعت آبکاری

تهران ، خیابان شهید قرنی ، خیابان برادران شاداب ، شماره ۴۹ ، طبقه ۴ ، واحد ۸ ، کدپستی ۱۵۹۸۹۸۷۵۳۱

تلفن: ۸۸ ۸۹ ۱۰ ۷۹ - فکس: ۸۸ ۸۰ ۳۷ ۴۱

www.artenousgroup.ir

info@artenousgroup.ir



فناوری محیط زیست
فناوری سطح
فناوری فلزات غیر آهنی

فناوری محیط زیست

ارائه راه کار فنی و مواد شیمیایی با هدف رساندن واحدهای تصفیه آب و پساب به استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران بر اساس جدول آنالیتا (دانلود از وب سایت فلزاب)

رشته های برنامه کار فلزاب :

- | | |
|--------------------------------|-----------------|
| ✓ صنایع شیمیایی مخصوصاً آبکاری | ✓ معادن |
| ✓ خودروسازی | ✓ آهن و فولاد |
| ✓ نیروگاه | ✓ غذا و نوشیدنی |
| ✓ نفت، گاز و پتروشیمی | ✓ نساجی و چرم |
| ✓ خمیر و کاغذ | ✓ داروسازی |

مواد شیمیایی برنامه توزیع فلزاب عیناً همان محصولات مصرفی صنایع آلمان است.

فرآیندهای تخصصی فناوری سطح (آبکاری)

- ۱ - آبکاری تزئینی: نیکل - کروم - مس - برنج - آنتیک - فلزات گرانبها.
- ۲ - مقاوم به خوردگی: گالوانیزه اسیدی، قلیایی و آلیاژی - زینک فلیک.
- ۳ - مقاوم به سایش: کروم سخت - نیکل و مس الکتروپلاس.
- ۴ - قطعات الکترونیکی و مدارهای چاپی.

کلیه محصولات شرکت فلزاب ساخت، بسته بندی و پلمپ شده در آلمان با کیفیت یکنواخت در تمام پارتی های تحویلی

تهران - خیابان کریمخان زند - خیابان نجات الهی - کوچه حقیقت طلب - پلاک ۱۵

تلفن: ۸۸۸۹۵۰۱۳ (۱۰ خط) فکس: ۸۸۸۹۵۰۱۲

ایمیل: info@felezab.com www.felezab.com

IFAT MAY 14-18, 2018
resources, innovations, solutions.
World's Leading Trade Fair for Water, Sewage, Waste and Raw Materials Management.

نمایشگاه دوسالانه IFAT 2018 توسط کارشناسان فلزاب بازدید و جدیدترین مواد و روش های کار به برنامه کاری فلزاب برای ارائه خدمات حرفه ای به مشتریان افزوده گردید.

IFAT
May 2018 14-18

Deutsche Messe

تیم فنی و بازرگانی شرکت فلزاب برای دستیابی به آخرین یافته های علمی در زمینه آبکاری و مواد شیمیایی مرتبط با این صنعت در نمایشگاه تکنولوژی سطح آلمان با هدف ارائه خدمات فنی به روز به صنایع ایران شرکت نمودند.

SurfaceTechnology
GERMANY
June 2018 05 - 07

Surface Technology
GERMANY