



دانشکده‌ی علوم
گروه آموزشی شیمی کاربردی

پایان نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی شیمی گرایش شیمی فیزیک

عنوان:

**اعمال پوشش‌های بدون برق نیکل – فسفر و نیکل – فسفر – روی بر روی منیزیم
آلیاژی با استفاده از پیش تیمار مائیک اسید و بررسی خواص آن‌ها**

استاد راهنما:

دکتر داود سیف زاده

پژوهشگر:

مهرداد حشمتی

زمستان 95

نام خانوادگی دانشجو: حشمتی	نام: مهرداد
عنوان پایان نامه: اعمال پوشش های بدون برق نیکل - فسفر و نیکل - فسفر - روی بر روی منیزیم آلیاژی با استفاده از پیش تیمار مالٹیک اسید و بررسی خواص آن ها	
استاد راهنما: دکتر داود سیف زاده	استاد مشاور: --
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: شیمی
گرایش: شیمی فیزیک	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: علوم پایه	تاریخ دفاع: 1395/11/30
	تعداد صفحات: 116
<p>چکیده: آلیاژهای منیزیم دارای کاربردهای بالقوه بسیاری در حوزه های صنعتی هستند که به دلیل داشتن نسبت سختی به دانسیته بالا حائز اهمیت می باشند. متأسفانه کاربردهای بیشتر آلیاژهای منیزیم به دلیل مقاومت پایین خوردگی و سختی آن ها محدود شده است. یکی از راه های رفع این مشکل اعمال پوشش های یکنواخت الکترولس بر روی آلیاژهای منیزیم است. که در کنار ایجاد مقاومت خوردگی زیاد، سختی آلیاژ تا حد زیادی ارتقاء پیدا می کند. آبکاری الکترولس نیکل - فسفر مهم ترین نوع آبکاری الکترولس است که برای اعمال آن بر روی آلیاژهای منیزیم معمولاً از مراحل پیش تیمار شامل فرایندهای پوشش تبدیلی کرومات و فعال سازی در اسید فلئوریدریک استفاده می گردد. به دلیل سمیت بالای کروم و خوردگی شدید HF، یافتن فرایندهای دوست دار محیط زیست ضرورت دارد. در بخش اول از کار پژوهشی اخیر آبکاری نیکل - فسفر به روش الکترولس بر روی آلیاژ AM60B منیزیم مدنظر است. برای این کار از پیش تیمار دوست دار محیط زیست اسید مالٹیک استفاده شده است. بعد از پیش تیمار مالٹیک اسید نمونه آلیاژی در داخل حمام آبکاری الکترولس نیکل - فسفر (که شامل یک حمام سولفات بود) غوطه ور گردید. مطالعات میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) نشان داد که بعد از حدود سه ساعت آبکاری پوشش الکترولس با مورفولوژی گل کلمی و سطح کاملاً یکنواخت و بدون حفره بر روی آلیاژ تشکیل شد. ترکیب شیمیایی نیکل - فسفر با روش پراکندگی انرژی اشعه ایکس (EDX) مطالعه شد نشانگر وجود 6/64 درصد وزنی فسفر در پوشش بود. همچنین ریزساختارهای پوشش با روش پراش اشعه ایکس (XRD) بررسی شد. به علاوه مقاومت خوردگی پوشش نیکل - فسفر با روش های پلاریزاسیون پتانسیودینامیک و اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی در محلول 3/5 درصد NaCl مطالعه گردید که حاکی از افزایش قابل توجه مقاومت خوردگی آلیاژ بود. همچنین آزمون های تخلخل و شوک حرارتی بر روی نمونه انجام شد که حاکی از عدم تخلخل پوشش و چسبندگی خوب آن به سطح آلیاژ بود. همچنین اعمال پوشش نیکل - فسفر - روی که دارای کاربردهای بالقوه در صنعت و خودروسازی است، در این پایان نامه مدنظر قرار گرفت. شبیه بخش اول در اینجا نیز پوشش نیکل - فسفر - روی با استفاده از پیش تیمار اسید مالٹیک اعمال گردید. نتایج نشان داد که پوشش تا حد زیادی آمورف با مقدار میانگین فسفر 10/25 درصد وزنی و 7/55 درصد وزنی روی و با ضخامت تقریبی 22 میکرومتر تشکیل می شود. نتایج حاصل از آنالیزهای خوردگی نشان داد که این پوشش نسبت به پوشش نیکل - فسفر اعمال شده سختی بیشتر و همین طور مقاومت خوردگی بیشتری دارد که این مسئله با ساختار متراکم تر و بی شکل تر آن ارتباط دارد.</p>	
کلیدواژه ها: آبکاری، الکترولس، خوردگی، مالٹیک اسید، منیزیم	

فهرست مطالب

صفحه	عنوان مطالب
	فصل اول: مقدمه
2	1-1- پوشش.....
2	2-1- انواع پوشش ها.....
3	1-2-1- پوشش های آلی.....
3	1-1-2-1- پوشش های فنلی.....
3	2-1-2-1- پوشش های اپوکسی و آلکیدی.....
4	3-1-2-1- پوشش های فلوتوروپلیمر.....
4	2-2-1- پوشش های معدنی.....
4	1-2-2-1- لعاب های شیشه ای.....
4	2-2-2-1- پوشش های سیمانی.....
5	3-2-2-1- پوشش های تبدیلی.....
5	4-2-2-1- پوشش های سل - ژل.....
6	3-2-1- پوشش های فلزی.....
7	1-3-2-1- پوشش های نیکل.....
	Error! Bookmark not defined. 2-3-2-1- پوشش های روی.....
	Error! Bookmark not defined. 3-3-2-1- پوشش های سرب.....
	Error! Bookmark not defined. 4-3-2-1- پوشش های آلومینیوم.....
	Error! Bookmark not defined. 5-3-2-1- پوشش های کروم.....
	Error! Bookmark not defined. 6-3-2-1- پوشش های قلع.....
	Error! Bookmark not defined. 7-3-2-1- پوشش های مس.....
	Error! Bookmark not defined. 8-3-2-1- پوشش های کادمیم.....
	Error! Bookmark not defined. 9-3-2-1- پوشش های نقره.....
	Error! Bookmark not defined. 3-1- روش های اعمال پوشش های فلزی.....
	Error! Bookmark not defined. 1-3-1- غوطه وری در مذاب.....
	Error! Bookmark not defined. 2-3-1- پاشش گرمایی.....

Error! Bookmark not defined. 3-3-1-3 نورد کردن
Error! Bookmark not defined. 4-3-1-4 ترسیب بخار و خلاء
Error! Bookmark not defined. 5-3-1-5 نفوذی یا سمناسیون
Error! Bookmark not defined. 6-3-1-6 نورد دادن
Error! Bookmark not defined. 7-3-1-7 آبکاری و انواع آن
Error! Bookmark not defined. 1-7-3-1-1 دسته‌بندی کاربردی
Error! Bookmark not defined. 2-7-3-1-2 دسته‌بندی فرایندی
Error! Bookmark not defined. 4-1-4-1 مزایای آبکاری الکترولس
Error! Bookmark not defined. 5-1-5-1 معایب پوشش‌های الکترولس نسبت به پوشش‌های رسوب الکتریکی
Error! Bookmark not defined. 6-1-6-1 کاربردهای آبکاری الکترولس
Error! Bookmark not defined. 7-1-7-1 مراحل آبکاری الکترولس
Error! Bookmark not defined. 1-7-1-1 آماده‌سازی سطح
Error! Bookmark not defined. 1-1-7-1-1 پرداخت مکانیکی
Error! Bookmark not defined. 2-1-7-1-2 پرداخت حرارتی وانرژیک
Error! Bookmark not defined. 3-1-7-1-3 پرداخت شیمیایی
Error! Bookmark not defined. 8-1-8-1 ماهیت اجزا در حمام آبکاری الکترولس
Error! Bookmark not defined. 1-8-1-1 منبع یون فلزی
Error! Bookmark not defined. 2-8-1-2 عامل کمپلکس کننده
Error! Bookmark not defined. 3-8-1-3 عامل احیاکننده
Error! Bookmark not defined. 4-8-1-4 مواد افزودنی آلی
Error! Bookmark not defined. 9-1-9-1 آبکاری الکترولس نیکل
Error! Bookmark not defined. 1-9-1-1 تأثیر فسفر در پوشش الکترولس نیکل
Error! Bookmark not defined. 2-9-1-2 آبکاری الکترولس نیکل بر روی آلیاژ منیزیم
Error! Bookmark not defined. 3-9-1-3 روش‌های موجود برای آبکاری بدون برق نیکل بر روی منیزیم
Error! Bookmark not defined. 10-1-10-1 منیزیم و آلیاژهای آن
Error! Bookmark not defined. 1-10-1-1 منیزیم و خواص آن
Error! Bookmark not defined. 2-10-1-2 آلیاژهای منیزیم
Error! Bookmark not defined. 3-10-1-3 معایب منیزیم و آلیاژهای آن
Error! Bookmark not defined. 11-1-11-1 خوردگی

Error! Bookmark not defined.1-11-1 اهمیت مطالعه خوردگی و روشهای مقابله با آن
 Error! Bookmark not defined.1-1-11-1 انتخاب مواد و طراحی مناسب دستگاهها
 Error! Bookmark not defined.2-1-11-1 حفاظت کاتدی
 Error! Bookmark not defined.3-1-11-1 حفاظت آندی
 Error! Bookmark not defined.4-1-11-1 بازدارندهها
 Error! Bookmark not defined.5-1-11-1 پوششها
 Error! Bookmark not defined.12-1 بررسی منابع
 Error! Bookmark not defined.1-12-1 مطالعات مربوط به جایگزینی مواد مضر در عملیات پیش تیمار
 Error! Bookmark not defined.1-1-12-1 اعمال پوشش فسفات پرمگنات به عنوان پیش تیمار سطحی
 Error! Bookmark not defined.2-1-12-1 اعمال پوشش کامپوزیتی مولیبدات فسفات بر روی آلیاژ منیزیم
 Error! Bookmark not defined.3-1-12-1 اعمال پوشش تبدیلی ژل سترات بر روی آلیاژ منیزیم AZ31
 Error! Bookmark not defined.4-1-12-1 بررسی پوشش تبدیلی فیتیک اسید بر روی منیزیم آلیاژی
 Error! Bookmark not defined.2-12-1 پوششهای سه گانه

فصل دوم: بخش تجربی

Error! Bookmark not defined.1-2 مواد مورد استفاده
 Error! Bookmark not defined.1-1-2 مواد شیمیایی
 Error! Bookmark not defined.2-1-2 نمونه های فلزی
 Error! Bookmark not defined.2-2 ابزارهای مورد استفاده
 Error! Bookmark not defined.3-2 روش های مطالعه سطح
 Error! Bookmark not defined.1-3-2 تصویربرداری میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
 Error! Bookmark not defined.2-3-2 تفرق اشعه ایکس (EDX)
 Error! Bookmark not defined.3-3-2 طیف سنج پراش اشعه ایکس (XRD)
 Error! Bookmark not defined.4-3-2 طیف نگاری فوتوالکترونی اشعه ایکس (XPS)
 Error! Bookmark not defined.4-2 روشهای مطالعه خوردگی
 Error! Bookmark not defined.1-4-2 روش پلاریزاسیون پتانسیودینامیک
 Error! Bookmark not defined.2-4-2 روش اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی
 Error! Bookmark not defined.3-4-2 روش پتانسیل مدار باز (OCP)
 Error! Bookmark not defined.4-4-2 آماده سازی نمونه ها جهت انجام تست های خوردگی

Error! Bookmark not defined. 5-4-2 شرایط انجام تست‌های پلاریزاسیون پتانسیودینامیک
 Error! Bookmark not defined. 6-4-2 شرایط انجام تست‌های امپدانس الکتروشیمیایی
 Error! Bookmark not defined. 5-2 سایر تست‌ها
 Error! Bookmark not defined. 1-5-2 تست تعیین سختی پوشش با میکرو سختی سنج ویکرز
 Error! Bookmark not defined. 2-5-2 تست شوک گرمایی
 Error! Bookmark not defined. 3-5-2 تست تخلخل
 Error! Bookmark not defined. 6-2 آماده‌سازی نمونه‌ها و آباری
 Error! Bookmark not defined. 1-6-2 آماده‌سازی پوشش تبدیلی اسید مالئیک
 Error! Bookmark not defined. 2-6-2 آباری نیکل - فسفر بر روی پوشش تبدیلی مالئیک اسید
 Error! Bookmark not defined. 3-6-2 آباری نیکل - فسفر - روی بر روی پوشش تبدیلی مالئیک اسید

فصل سوم: نتایج و بحث

Error! Bookmark not defined. 1-3 آباری نیکل - فسفر بر پایه پوشش تبدیلی مالئیک اسید
 Error! Bookmark not defined. 1-1-3 تصاویر SEM از مورفولوژی سطح پوشش تبدیلی اسید مالئیک
 Error! Bookmark not defined. 2-1-3 تصاویر SEM از مورفولوژی سطح پوشش نیکل - فسفر
 Error! Bookmark not defined. 3-1-3 تصاویر برش عرضی از پوشش نیکل - فسفر
 Error! Bookmark not defined. 4-1-3 آنالیز عنصری پوشش نیکل - فسفر
 Error! Bookmark not defined. 5-1-3 الگوی XRD پوشش نیکل - فسفر
 Error! Bookmark not defined. 6-1-3 مطالعات خوردگی الکتروشیمیایی
 Error! Bookmark not defined. 7-1-3 تست شوک حرارتی
 Error! Bookmark not defined. 8-1-3 تست تخلخل
 Error! Bookmark not defined. 9-1-3 تست میکرو سختی سنجی ویکرز
 Error! Bookmark not defined. 2-3 آباری نیکل - فسفر - روی بر پایه پوشش تبدیلی اسید مالئیک
 Error! Bookmark not defined. 1-2-3 تصاویر SEM از مورفولوژی سطح پوشش نیکل - فسفر - روی
 Error! Bookmark not defined. 2-2-3 تصویر برش عرضی از پوشش نیکل - فسفر - روی
 Error! Bookmark not defined. 3-2-3 آنالیز عنصری پوشش نیکل - فسفر - روی
 Error! Bookmark not defined. 4-2-3 الگوی XRD پوشش نیکل - فسفر - روی
 Error! Bookmark not defined. 5-2-3 مطالعات خوردگی پوشش‌های نیکل - فسفر - روی
 Error! Bookmark not defined. 6-2-3 تست شوک حرارتی

Error! Bookmark not defined.تست تخلخل-7-2-3

Error! Bookmark not defined.تست میکرو سختی سنجی ویکرز-8-2-3

Error! Bookmark not defined.نتیجه گیری

Error! Bookmark not defined.پیشنهادات

فهرست جداول

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول 3-1- داده‌های حاصل از مطالعات پلاریزاسیون پتانسیودینامیک بروی نمونه آلیاژی قبل و بعد از پیش تیمار اسید مالئیک و آبکاری الکترولس نیکل - فسفرپیش تیمار شده با مالئیک اسید و کروم سنتی	Error! Bookmark not defined.
جدول 3-2- پارامترهای امپدانس الکتروشیمیایی به دست آمده از فیت کردن داده‌های تجربی برای پوشش نیکل - فسفر پیش تیمار شده با مالئیک اسید و کروم سنتی	Error! Bookmark not defined.
جدول 3-3- مقدار میکرو سختی آلیاژ و پوشش‌های الکترولس نیکل - فسفر پیش تیمار شده با مالئیک اسید و نیکل - فسفر پیش تیمار شده با کروم	Error! Bookmark not defined.
جدول 3-4- درصد وزنی عناصر موجود در پوشش الکترولس نیکل - فسفر - روی	Error! Bookmark not defined.
جدول 3-5- داده‌های حاصل از مطالعات پلاریزاسیون پتانسیودینامیک بر روی نمونه آلیاژی قبل و بعد از پیش تیمار اسید مالئیک و آبکاری الکترولس نیکل - فسفر - روی	Error! Bookmark not defined.
جدول 3-6- پارامترهای امپدانس الکتروشیمیایی به دست آمده از فیت کردن داده‌های تجربی برای پوشش نیکل - فسفر - روی	Error! Bookmark not defined.
جدول 3-7- مقدار میکرو سختی آلیاژ و پوشش‌های الکترولس	Error! Bookmark not defined.

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل 1-1-1 (a) پوشش فلزی کاتدی و (b) پوشش فلزی آندی.....	7
شکل 1-2-2 پوشش‌های کرومی.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-3-3 آبکاری الکتریکی.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-4-4 فرآیند کلی پیش تیمار سطح در آبکاری الکترولس نیکل.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-5-5 (الف) تصویر SEM مورفولوژی سطح پوشش تبدیلی فسفات پرمنگنات (ب) به همراه تصویر برش عرضی پوشش الکترولس اعمال شده [1].....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-6-6 اثر PH بر ضخامت پوشش.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-7-7 نتایج ضد خوردگی برای 1. پوشش‌های کروم سنتی 2. پوشش‌های فسفات پرمنگنات 3. پوشش‌های کروم سنتی.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-8-8 نمودارهای پلاریزاسیون برای دو نوع پوشش پرمنگنات فسفات و پوشش کروم سنتی.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-9-9 تصاویر SEM مربوط به پوشش‌های (a) ژل سیترات، (b) ژل سیترات- سولفات مس 0/1، (c) ژل سیترات- سولفات مس 0/2، (f,e,d) بزرگنمایی برای (c,b,a).....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-10-10 نمودار پتانسیل زمان برای پوشش‌های مختلف.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-11-11 نمودار پتانسیل جریان برای پوشش‌های مختلف.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-12-12 نمودار نایکوئیست برای پوشش‌های مختلف.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-13-13 تصاویر (SEM) برای (a) بستر منیزیم، (b) پوشش بعد از 15 دقیقه، (c) 1 ساعت، (d) 3 ساعت.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-14-14 نمودار جریان برحسب زمان برای پوشش‌های فیتیک اسید.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-15-15 نمودارهای پلاریزاسیون بستر منیزیمی و پوشش تبدیلی فیتیک اسید.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-16-16 تصاویر SEM مورفولوژی سطح پوشش‌های سه‌گانه نیکل- فسفر- روی در درصدهای مختلف روی و زمان‌های مختلف حمام آبکاری.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-17-17 آنالیز EDX برای مقدار 25 درصدی روی و زمان غوطه‌وری 30 دقیقه.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-18-18 آنالیز EDX برای مقدار 35 درصدی روی و زمان غوطه‌وری 90 دقیقه.....	Error! Bookmark not defined.

defined.

شکل 1-19- آنالیز EDX برای مقدار 50 درصدی روی و زمان غوطه‌وری 15 دقیقه **Error! Bookmark not**

defined.

شکل 1-20- آنالیز EDX برای مقدار 50 درصدی روی و زمان غوطه‌وری 90 دقیقه **Error! Bookmark not**

defined.

شکل 1-21- تصاویر مربوط به خوردگی گالوانیکی پوشش‌های سه‌گانه و بستر منیزیمی **Error! Bookmark not**

defined.

شکل 2-1- رفتار پلاریزاسیون فلز (M) در محلول اسیدی بدون هوا..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 2-2- منحنی تافل برای تعیین ثابت‌های تافل..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 2-3- پتانسیل اضافی برحسب لگاریتم جریان در نمودار تافل..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 2-4- نمودار نایکوئیست برای سیستم ساده فلز در محلول خورنده به همراه مدار معادل متناسب آن روش **Error!**

Bookmark not defined.

شکل 2-5- نمودارهای بُد متناسب با نمودار نایکوئیست شکل 2-4..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 2-6- مهم‌ترین مدارهای الکتریکی مورد استفاده در مطالعات خوردگی..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 2-7- ساختار هیدرولیز مالٹیک انیدرید به مالٹیک اسید..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 3-1- تصاویر SEM از مورفولوژی سطح پوشش تبدیلی مالٹیک اسید بر روی بستر منیزیمی در دو بزرگنمایی 500

(a) و 20000(b) برابر..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 3-2- تصاویر SEM مورفولوژی سطح پوشش نیکل-فسفر در بزرگنمایی (a)500 و (b)20000 برابر **Error!**

Bookmark not defined.

شکل 3-3- تصاویر SEM از برش عرضی پوشش نیکل- فسفر بعد از 3 ساعت آبکاری **Error! Bookmark not**

defined.

شکل 3-4- آنالیز EDX پوشش نیکل- فسفر بر روی لایه تبدیلی مالٹیک..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 3-5- الگوی XRD پوشش نیکل- فسفر..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 3-6- منحنی‌های پلاریزاسیون پتانسیودینامیک مربوط به آلیاژ منیزیم، پوشش تبدیلی اسید مالٹیک و پوشش نیکل-

فسفر بر روی آلیاژ منیزیم..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 3-7- منحنی نایکوئیست پوشش‌های الکترولس نیکل- فسفر بعد از یک ساعت غوطه‌وری در محلول خورنده نمک

طعام 3/5 درصد وزنی..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 3-8- منحنی مدول بد پوشش‌های الکترولس نیکل- فسفر بعد از یک ساعت غوطه‌وری در محلول خورنده نمک طعام

3/5 درصد وزنی..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل 3-9- منحنی بد فازی پوشش‌های الکترولس نیکل- فسفر بعد از یک ساعت غوطه‌وری در محلول خورنده نمک طعام

Error! Bookmark not defined. 3/5 درصد وزنی

Error! شکل 3-10- مدار الکتریکی معادل برای پوشش کترولس نیکل - فسفر با پوشش تبدیلی اسیدمالئیک

Bookmark not defined.

Error! Bookmark not defined. شکل 3-11- تصویر پوشش کترولس نیکل - فسفر بعد از تست شوک حرارتی

Error! Bookmark not defined. شکل 3-12- تصویر نمونه نیکل - فسفر بعد از تست تخلخل

شکل 3-13- مورفولوژی سطح پوشش کترولس نیکل - فسفر - روی بر روی اسید مالئیک با بزرگنمایی (a) 500

Error! Bookmark not defined. و (b) 20000 برابر

شکل 3-14- تصویر برش عرضی پوشش کترولس نیکل - فسفر - روی با پیش تیمار مالئیک اسید با بزرگنمایی 600 برابر

Error! Bookmark not defined.

شکل 3-15- طیف آنالیز عنصری پوشش کترولس نیکل - فسفر - روی

شکل 3-16- الگوی XRD پوشش نیکل - فسفر - روی

شکل 3-17- منحنی های پلاریزاسیون پتانسیودینامیک مربوط به آلیاژ منیزیم، پوشش تبدیلی اسید مالئیک و پوشش نیکل -

فسفر - روی بر روی آلیاژ منیزیم

شکل 3-18- منحنی ناپکوئیست پوشش های کترولس نیکل - فسفر بعد از یک ساعت غوطه وری در محلول خورنده نمک

طعام 3/5 درصد وزنی

شکل 3-19- منحنی مدول بد پوشش های کترولس نیکل - فسفر - روی بعد از یک ساعت غوطه وری در محلول خورنده

نمک طعام 3/5 درصد وزنی

شکل 3-20- منحنی بد فازی پوشش های کترولس نیکل - فسفر - روی بعد از یک ساعت غوطه وری در محلول خورنده

نمک طعام 3/5 درصد وزنی

Error! شکل 3-21- مدار الکتریکی معادل برای پوشش کترولس نیکل - فسفر - روی با پوشش تبدیلی اسید مالئیک

Bookmark not defined.

Error! Bookmark not شکل 3-22- تصویر پوشش کترولس نیکل - فسفر - روی بعد از تست شوک حرارتی

defined.

Error! Bookmark not defined. شکل 3-23- تصویر نمونه نیکل - فسفر - روی بعد از تست تخلخل

فصل اول

مقدمه

1-1- پوشش^۱

پوشش دهی به سطح با هدف ایجاد مانع بین محیط‌های خورنده و جسم موردنظر به کار برده می‌شود. پوشش‌های صنعتی برای مقاصد گوناگون بکار گرفته می‌شوند که از جمله آن‌ها مسائل ظاهری و ایمنی است. اما به‌طور حتم یکی از مهم‌ترین دلایل استفاده از آن‌ها در صنعت، جلوگیری از خوردگی است. قسمت اعظم اشیای فلزی همچون اکثر قطعات ساختاری، وسایل نقلیه موتوری، وسایل آشپزخانه، قوطی‌های کنسرو، پنجره‌های فلزی، قطعات وسایل الکترونی نظیر مدارهای چاپی، خازن‌ها و غیره که در کاربردهای روزمره با آن‌ها سروکار داریم، یک نوع فرآیند پوشش دهی را متحمل شده‌اند. پوشش‌ها با مکانیزم‌های زیر مانع از خوردگی فلزات می‌شوند:

- 1) جلوگیری از تماس محیط و جسم موردنظر.
- 2) محدود ساختن تماس بین محیط و جسم موردنظر.
- 3) انتشار موادی که سبب کند کنندگی حملات محیط بر روی جسم موردنظر است.
- 4) تولید جریان‌های الکتریکی جهت محافظت جسم موردنظر [1].

1-2- انواع پوشش‌ها

پوشش‌ها به سه نوع پوشش‌های آلی، معدنی و فلزی تقسیم‌بندی می‌شوند.

1. Coating

1-2-1- پوشش های آلی

پوشش های آلی لایه های محافظ نازکی هستند که با ایجاد آن ها بر روی قطعات مورد نظر می توان رابطه سطح را با محیط قطع کند. این مواد اغلب شامل رنگ ها^۱، لاک ها^۲، لعاب ها^۳، لاستیک ها و پوشش های قیری و پلاستیک ها می شوند. در ادامه به برخی از مهم ترین انواع پوشش های آلی اشاره می گردد:

1-1-2-1- پوشش های فنلی^۴

این نوع پوشش ها در بسیاری از صنایع کاربرد دارد. مواد فنلی، پلاستیک های سخت با انبساط حرارتی بالایی می باشند. این مواد دارای مقاومت بالایی در برابر سایش و خراش بوده و خواص اصطکاکی بسیار پائینی دارند [1].

2-1-2-1- پوشش های اپوکسی و آلکیدی

این نوع پوشش ها در واقع صمغ های مصنوعی هستند. در مواردی که جسم مورد نظر تماس دائم با آب داشته باشد و یا جهت ایجاد مقاومت بیشتر در برابر اسیدها و بازها و نیز در مواردی که درجه حرارت بالاست، استفاده می شوند [1].

1 . Lacquer
2 . Varnish
3 . Paint
4 . Phenolic Coating

1-2-1-3- پوشش های فلوئوروپلیمر¹

این پوشش ها برای حفاظت از فلزات آهنی و غیر آهنی از مواد شیمیایی خورنده در محیط های تا دمای 4600 درجه فارنهایت به کار گرفته می شوند. این پوشش ها دارای مقاومت بالایی در برابر مواد شیمیایی بوده که همین دلیل باعث می شود تا از آن ها در کاربردهای متنوعی استفاده شود [1].

1-2-2-1- پوشش های معدنی

این گروه از پوشش ها متشکل از موادی هستند که ترکیبات معدنی دارند (نه آلی) و اغلب شامل پوشش هایی از جنس شیشه، سیمان و یا پوشش هایی که از فعل و انفعالات و تبدیلات شیمیایی از جمله اکسیداسیون آندی به دست می آیند، می باشند [1].

1-2-2-1-1- لعاب های شیشه ای

لعاب های شیشه ای، پوشش های شیشه ای و لعاب های چینی، روکش هایی از جنس شیشه می باشند که در پاره ای موارد برای حفاظت فلزات بر روی آن ها ایجاد می گردد. این پوشش ها علاوه بر مصارف تزئینی جهت محافظت در برابر خوردگی در محیط های مختلف نیز بکار می روند [1].

1-2-2-2-1- پوشش های سیمانی

این پوشش ها با توجه به موارد استعمال آن ها از محاسن و مزایای زیادی برخوردارند از جمله: ارزان قیمت بوده و دارای ضریب انبساطی مناسبی می باشند. این پوشش ها گاهی برای حفاظت سطوح داخلی لوله های فولادی و چدنی آبرسانی و گاهی در سطوح خارجی، و در مواردی هم در هر دو

1 . Fluoropolymer

طرف آن ایجاد می‌شود. از معایب این پوشش‌ها حساسیت آن‌ها در برابر شوک حرارتی و مکانیکی است [1].

1-2-2-3- پوشش‌های تبدیلی^۱

نوعی پوشش است که در آن بستر فلزی یون‌هایی تولید می‌کند که این یون‌ها بخشی از پوشش حفاظتی را تشکیل می‌دهند. لایه‌های پوششی از ترکیب معدنی تشکیل می‌شود که از لحاظ شیمیایی بی‌اثر می‌باشند. این ترکیبات بی‌اثر روی سطح، نواحی فعال آندی و کاتدی را کاهش داده و عبور اجزای واکنش‌پذیر به فلز بستر را به تأخیر می‌اندازند و در نتیجه کاهش شیب آندی و کاتدی منحنی پلاریزاسیون، سرعت خوردگی بستر کاهش می‌یابد.

پوشش‌های تبدیلی با اهداف مختلفی همچون بهبود چسبندگی لایه‌های آلی، ایجاد لایه‌های سدی عایق الکتریکی، برای تهیه سطح‌های یکنواخت عاری از روغن، بازدارندگی فعال خوردگی به‌وسیله کاهش سرعت احیای اکسیژن یا به‌وسیله روئین کردن سطح فلزات اعمال می‌شوند. پوشش‌های تبدیلی معمولاً شامل پوشش‌های فسفات، کرومات، اکسیدی و آندایزینگ می‌باشند [2].

1-2-2-4- پوشش‌های سل - ژل

این پوشش امروزه به خاطر مزایایی همچون عدم نیاز به دماهای بالا، دوستدار محیط‌زیست بودن، امکان پوشش دهی آسان و ارزان بودن بسیار مورد توجه است. در این روش در واقع از اصل محلول سازی و رسوب‌دهی جامدات در مایعات با استفاده از تغییر پارامترهایی مثل دما استفاده می‌کنیم و محصولاتی مثل پوشش و پودر را به دست می‌آوریم. برای این کار، ابتدا از ماده‌ای که می‌خواهیم پوشش

1. Conversion coating

دهیم یک محلول تهیه می‌کنیم و بعد با حرارت دادن این محلول آن را تبدیل به یک ماده ژلاتینی می‌نماییم. با ادامه حرارت دادن، مواد معلق در محلول را روی ماده پذیرنده پوشش رسوب می‌دهیم. این رسوب می‌تواند به صورت یک لایه پیوسته باشد که در آن صورت یک لایه نانومتری تشکیل می‌شود. باید دقت کرد که دما و سرعت حرارت دهی و ... ممکن است باعث شود که به جای یک لایه پیوسته، مجموعه‌ای از ذرات تشکیل دهنده لایه به صورت پودر تشکیل شوند. البته باید یادآور شد که پوشش‌هایی که از این روش تولید می‌شوند دارای تخلخل‌هایی هستند که خواص آن‌ها را ضعیف می‌کند. فرآیند سل-ژل شامل یک سری واکنش‌های شیمیایی تغییرناپذیر است که در حقیقت این واکنش‌ها باعث تبدیل مولکول‌های محلول هموژن اولیه به عنوان سل به یک مولکول نامحدود سنگین سه‌بعدی پلیمری به عنوان ژل می‌شوند. مهم‌ترین مزیت این روش تهیه مواد در دمای پایین است وقتی که هدف تهیه ترکیبات آلی-غیر آلی یا ژل‌های متخلخل باشد، سنتز در دماهای نزدیک دمای اتاق انجام می‌شود. اگر ماکزیمم دمای گرم کردن پائین باشد، می‌تواند باعث افزایش خلوص محصول گردد. این افزایش ناشی از گرم کردن بدون آلودگی و احتمالاً ترکیب با دیگر مواد امکان‌پذیر می‌گردد.

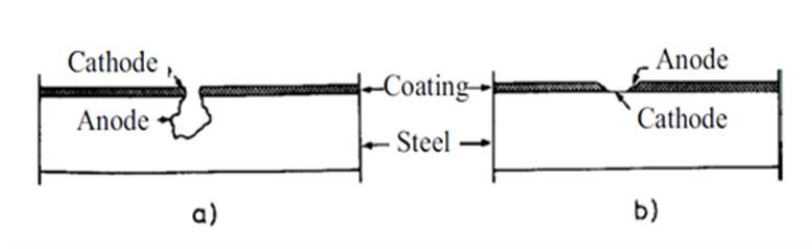
1-2-3- پوشش‌های فلزی

هر فلزی که بتواند به روش‌های الکتریکی، شیمیایی یا مکانیکی رسوب نماید، می‌تواند به عنوان پوشش محافظ مورد استفاده قرار گیرد. پوشش‌های فلزی که به روش‌های تجاری انجام می‌شوند، تا حدودی دارای خلل و فرج هستند و همچنین در حین حمل و نقل و یا کار ممکن است صدمه ببینند. از این رو وجود منافذ یا خراشیدگی و در نتیجه بروز پدیده گالوانیکی عامل مهمی در عملکرد آن‌ها است. لذا از نقطه نظر جنس و خواص این پوشش‌ها و مسائل خوردگی ناشی از آن، پوشش‌های فلزی رامی توان

به دودسته تقسیم نمود که عبارت‌اند از پوشش‌های کاتدی و آندی:

در پوشش کاتدی، سطح فلز بستر با فلزی پوشش داده می‌شود که تمایل به خوردگی آن کمتر است. پوشش کاتدی به دلیل مقاومت خوردگی بالایی که نسبت به فلز بستر دارد، از آن محافظت می‌کند. یک پوشش نازک از فلزاتی مثل قلع، مس و نیکل روی آهن مثالی از این روش است. در صورتی که پوشش کاتدی بدون نقص و پیوسته باشد، می‌تواند به خوبی از فلز بستر محافظت کند. در صورت وجود نقص در پوشش، آسیب خوردگی وارده بر فلز بستر که نقش آند را دارد، به دلیل اثرات گالوانیک تشدید می‌یابد [3].

پوشش کاری آندی که در آن از فلزاتی که نسبت به فلز بستر فعال‌تر هستند (در جدول پتانسیل کاهش استاندارد، پتانسیل منفی‌تری دارند)، به عنوان پوشش محافظ استفاده می‌گردد. این پوشش نسبت به فلز بستر مقاومت خوردگی کمتری دارند و در صورتی که ترک یا خراشی در پوشش وجود داشته باشد، پیل گالوانیکی تشکیل می‌شود که بستر نقش کاتد را داشته و بیشتر محافظت می‌گردد و تا زمانی که پوشش کامل خورده نشده باشد، خوردگی در فلز بستر رخ نمی‌دهد. برعکس پوشش‌های فلزی کاتدی، میزان خلل و فرج اهمیت چندانی در خوردگی نخواهد داشت [4].



شکل 1-1- (a) پوشش فلزی کاتدی و (b) پوشش فلزی آندی

1-3-2-1- پوشش‌های نیکل

پوشش‌های از جنس نیکل را معمولاً به روش آبکاری تهیه می‌کنند به طوری که فلز نیکل مستقیماً

Family name: Heshmati	Name: Mehrdad
Title of Thesis: Application of electroless Ni-P and Ni-P-Zn coating on magnesium alloy via maleic acid per-treatment and investigation of their properties.	
Supervisor(s): Dr. Davod . Seifzadeh	
Advisor(s): -	
Graduate Degree: M.Sc.	
Major: Chemistry	Specialty: Physical Chemistry
University: Mohaghegh Ardabili	Faculty: Science
Graduation date: 18/2/2017	Number of pages: 116
<p>Abstract: Due to the high strength to weight ratio, magnesium alloys have potential applications in the industrial field. Unfortunately, low corrosion resistance and hardness of the magnesium alloys are restricted the widespread applications of them. Electroless plating is a suitable way to overcome these problems and improve the corrosion resistance and hardness of the alloys. Surface pretreatment layer is including the chromate conversion coating and surface activation by hydrofluoric acid. Due to high toxicity of the hexavalent chromium compound and severe corrosivity of the HF, finding of an environmentally-friendly processes is necessary. In this work, the electroless Ni-P plating of the AM60B magnesium alloy by maleic acid as an environmentally-friendly pretreatment layer is investigated. After applying the maleic acid pretreatment layer, the sample was immersed in sulphate containing electroless Ni-P plating bath. Scanning Electron Microscopy (SEM) showed that the surface of the sample was uniformly covered by a cauliflower-like electroless coating after 3h plating. Chemical composition of the Ni-P coating which was studied by Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX) demonstrated that the surface has about 6.64 wt.% phosphorus. Moreover the microstructure of the coating was studied by X-ray Diffraction(XRD). The corrosion resistance of the Ni-P coating was studied by potentiodynamic polarization and electrochemical impedance spectroscopy in 3.5 wt.% NaCl solution. The result showed that the Ni-P coating was improved the corrosion resistance of the magnesium alloys. Porosity and thermal shock tests revealed that the coating was not porous and has a good adhesion to the substrate. Furthermore, in this study the electroless Ni-P-Zn coating, with a widespread potential applications in the automotive industry was applied. Similar to the Ni-P coating the electroless Ni-P-Zn coating, was applied on the AM60B alloy by the maleic acid pretreatment layer. The results showed that the coating was amorphous to some extent and the average amount of the P and Zn were about 10.25 and 7.55 wt% respectively. Moreover, the thickness of the coating was about 22 μm. The corrosion results showd that the Ni-P-Zn in comparison with the applied Ni-P coating has a better hardness and good corrosion resistance which is due to the more compact and amorphous structure of the coating.</p>	
Keywords: Corrosion, Electroless, Electroplating, Magnesium, Maleic acid	



University of Mohagheh Ardabili

Faculty of Science

Department of Applied Chemistry

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of
M.Sc. in Physical Chemistry**

Title:

**Application of Electroless Ni-P and Ni-P-Zn Coating on Magnesium Alloy Via
Maleic Acid Pre-Treatment and Investigation of Their Properties**

Supervisor:

Dr. Davod Seifzadeh

By:

Mehrdad Heshmati

February – 2017