بسم الله
الرحمن الرحیم

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای صالح نوروزی پایان نامه ۸ واحدی خود را با عنوان بررسی رسوب دهی نانو کامپوزیت $Ni-Co-Al_2O_3$ به روش الکتروشیمیایی در تاریخ ۱۳۸۸/٤/۳۱ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی مواد - خوردگی پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر علیرضا صبور روح اقدم	دانشیار	
استاد مشاور	دکتر تقی شهرابی فراهانی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر سهراب سنجابی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر چنگیز دهقانیان	استاد	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر سهراب سنجابی	استادیار	

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته مهندسی مواد-خوردگی است که در سال 1388 در دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر علیرضا صبور روح اقدم و مشاوره جناب آقای دکتر تقی شهرابی فراهانی از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب صالح نوروزی دانشجوی رشته مهندسی مواد-خوردگی مقطع کارشناسی ارشد

تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: صالح نوروزی

تاریخ و امضا:

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه

تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب ، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه می باشد، باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مواد

بررسی رسوب دهی نانوکامپوزیت $Ni\text{-}Co\text{-}Al_2O_3$ به روش الکتروشیمیایی

نگارنده

صالح نوروزی

استاد راهنما

دکتر علیرضا صبور روح اقدم

استاد مشاور

دکتر محمد تقی شهرابی فراهانی

تیر ۱۳۸۸

http://www.Khatati.ir

تقدیم به برادرانم

صابر، علیرضا و محمدرضا

تقدیر و تشکر

حال که در مراحل پایانی دوره کارشناسی ارشد خود به سر می‌برم بر خود لازم می‌دانم که از تمامی کسانی که مرا در طول تحصیل و همچنین انجام این پروژه یاری کردند تشکر و قدردانی کنم. باشد که بتوانم ذره‌ای از زحمات آنان را جبران کنم.

در ابتدا باید قدردان زحمات خانواده خود باشم که بدون کمک آنها امکان تحصیل هرگز برای من فراهم نمی‌شد و من موفق به اخذ درجه کارشناسی ارشد نمی‌شدم. مادرم، که با فداکاریهایش اینک برایم اسطوره ایثار است، پدرم، که سمبل اراده است و برادرانم که از صمیم قلب دوستشان دارم. مادربزرگ عزیزم که در دوران حیاتش مشوقم بود و از هرگونه کمکی دریغ نمی‌کرد.

قدردان زحمات دوستانم هستم که سرمایه‌های آتی من در زندگی هستند. از مهندس مهدی عطارچی که کمک‌های شایان توجهی در انجام این پروژه به بنده کرد و مهندس آیدین منفرد که راهنماییهای زیادی در جهت پیشرفت این تحقیق داشت، تشکر ویژه دارم. از دوستانم مهندس حسام‌الدین شکوریان، آیت حسینی، مهندس مرتضی ترابی، دکتر اسد خورانی، دکتر خسرو خلیفه، مهندس کریم بهروز، فرهاد علیزاده، مهندس رضا کیارسی، دکتر احمد لاجوردی و بسیاری دیگر از عزیزانی که اینک نام زیبایشان در خاطرم نیست صمیمانه قدردانی میکنم. همچنین از خانم مهندس پریسا درستکار که در جمع‌آوری و تحلیل اطلاعات کمکهای شایان توجهی به بنده کردند تشکر می‌کنم.

در نهایت باید دست‌بوس اساتید گرانقدرم در گروه خوردگی دانشکاه تربیت مدرس باشم که بدون کسب فیض از محضر این اساتید امکان انجام این تحقیق وجود نداشت. دکتر صبور روح اقدم که راهنماییهایش راهگشای گره‌های کور این پروژه بود و دکتر شهرابی فراهانی که معلم اخلاق و زندگی برایم بود. همچنین از اساتید محترم دکتر دهقانیان و دکتر سنجابی که زحمت قرائت این پایان‌نامه را کشیدند کمال تشکر را دارم.

باشد که بتوانم با دانش ناچیز خود خدمتی به بشریت کنم.

چکیده

پوششهای نانوکامپوزیتی به دلیل خواص مطلوب و قابل کنترلشان بسیار مورد علاقه محققان گوناگون است. یکی از این پوششهای پرکاربرد، پوشش نیکل-کبالت است که به دلیل خواص مکانیکی مطلوبش بسیار مورد توجه است. این پوششها روشهای اعمال گوناگونی دارند که یکی از قابل‌کنترل‌ترین و مقرون به صرفه‌ترین آنها روش رسوب الکتروشیمیایی است. در پروژه حاضر به تولید پوشش نیکل-کبالت-آلومینا به روش الکتروشیمیایی پرداخته شد و روشهای جریان مستقیم و جریان پالسی برای نشست این پوشش با هم مقایسه شد. نتایج نشان داد که با افزایش جریان از $0/5\ A/dm^2$ تا ۲۰ در حالت مستقیم میزان آلومینای داخل پوشش کاهش پیدا می‌کند اما در حالت پالسی با افزایش جریان این رفتار حالت نوسانی دارد که این نواسانات بر طبق پیش‌بینی-های مدل نشست گاگلیلمی اصلاح شده است. سختی کلیه نمونه‌ها تابعی از میزان آلومینای موجود در پوشش است که از مکانیزم اوروان پیروی می‌کند. بیشترین سختی بدست آمده در نمونه‌های پالسی بود که حدود ۶۰۰HV بود که مربوط به نمونه پالسی با چرخه کاری ٪۱۰ بود. این نمونه بیشترین میزان آلومینا را در خود داشت که تقریبا ٪۲۵ حجمی بود. مقاومت به خوردگی در نمونه‌های تولید شده با فرکانس متوسط حدود ۱Hz نسبت به فرکانسهای کمتر و بیشتر بهتر است و ساختار نمونه‌ها در حالت پالسی از یکنواختی بیشتری برخوردار است. درکل تولید پوشش به روش پالسی بهتر و قابل کنترل‌تر است.

کلمات کلیدی: نانوکامپوزیت، نیکل، آلومینا، جریان پالسی

فهرست

۱-مقدمه	۱
۲-مروری بر منابع مطالعاتی	۵
۲-۱-مقدمه	۶
۲-۲-پوشش‌های کامپوزیتی	۷
۲-۲-۱-کاربرد پوشش‌های کامپوزیتی	۷
۲-۳-پوشش کامپوزیتی $Ni\text{-}Co\text{-}Al_2O_3$	۱۲
۲-۳-۱-سختی	۱۲
۲-۳-۲-مقاومت سایشی	۱۷
۲-۳-3-مقاومت خوردگی	۱۸
۲-۳-4-تنش باقیمانده	۱۸
۲-۴-روش‌های ساخت	۱۹
۲-۴-۱-روش مرسوم CECD	۲۰
۲-۴-۲-روش ته نشین SCD	۲۰
۲-۴-۳-روش الکترود چرخان ACR & CR	۲۲
۲-۵-شرایط آبکاری	۲۳
۲-۵-۱-الکترولیت‌ها	۲۴

۲-۵-۲-دیگر افزودنی‌ها ۲۶

۲-۵-۳-جریان ۲۸

۲-۵-۳-۱-دانسیته جریان ۲۸

۲-۵-۳-۲-نوع جریان ۲۹

۲-۵-۴- میزان ذرات آلومینا ۳۲

۲-۵-۵- pH ۳۳

۲-۵-۶-هم‌زدن ۳۴

۲-۶-مکانیزم رسوب هم‌زمان ۳۵

۲-۶-۱-مدل گاگلیلمی ۳۶

۲-۶-۲-مدل MTM ۳۸

۲-۶-۳- مدل گاگلیلمی اصلاح شده ۴۰

۳-روش تحقیق ۴۸

۳-۱-آماده‌سازی نمونه‌ها قبل از پوشش‌دهی ۴۹

۳-۲-ترکیب شیمیایی حمام آبکاری ۵۰

۳-۳-شرایط آبکاری نمونه‌ها ۵۳

۳-۴- شرایط دستگاهی ۶۳

۴-نتایج و بحث ۶۵

۴-۱-مقدمه ۶۶

۴-۲- اثر جریان در پوشش دهی با جریان پیوسته ۶۶

۴-۳-اثر سرعت همزدن محلول در پوشش دهی با جریان پیوسته ۷۶
۴-۴-اثر غلظت پودر در پوشش دهی با جریان پیوسته ۷۹
۴-۵-اثر دانسیته جریان در رسوب دهی پالسی ۸۱
۴-۶-اثر فرکانس در پوشش دهی پالسی ۹۰
۴-۷-اثر غلظت یون کبالت بر پوشش ۱۰۰
۵-نتیجه گیری ۱۰۶
پیشنهادات ۱۰۹
مراجع ۱۱۰

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱- روند افزایش سختی زمینه نیکلی با افزایش میزان آلومینا ۱۳

شکل ۲-۲-ریز شدن دانه ها در اثر کامپوزیت کردن. a) کامپوزیت نیکل-کبالت و b)کامپوزیت قبلی همراه ۸ درصد آلومینا ۱۴

شکل ۲-۳ شماتیکی از ممانعت ذرات در برابر حرکت نابجایی‌ها ۱۶

شکل ۲-۴: شماتیکی از نحوه تاثیر ذرات سخت در مقاومت سایشی ۱۷

شکل ۲-۵- منحنی پلاریزاسیون برای پوششهای کامپوزیتی نیکل-کبالت-آلومینا
با پوششهای حاوی مقادیر مختلف آلومینا ۱۸

شکل ۲-۶ – افزایش تنش باقیمانده بر حسب افزایش میزان آلومینا ۱۹

شکل ۲-۷- شماتیک روش SCD ۲۱

شکل ۲-۸- مقایسه درصد گرافیت درون پوشش مسی از دو روش SCD و $CECD$ ۲۲

شکل ۲-۹- سیستم با قابلیت اعمال روش‌های CR و ACR ۲۲

شکل ۲-۱۰- شماتیک شرایط درون الکترولیت در روش‌هایACR و CR در مقایسه با $CECD$ ۲۳

شکل۲-۱۱- ساختار مولکولی $AZTAB$، $n=0$ می‌دهد $C0\text{-}AZTAB$، $n=2$ و $n=4$ به ترتیب $C2\text{-}AZTAB$ و $C4\text{-}AZTAB$ به وجود خواهند آورد ۲۷

شکل۲-۱۲- تغییرات میزان آلومینای پوشش نیکل با افزایش HPB ۲۸

شکل ۲-۱۳- مقایسه میکروسختی نمونه‌های مختلف پالسی و مستقیم با درصد یکسان آلومینا در پوشش ۳۰

شکل۲-۱۴- تغییرات سختی با نوع جریان، با کاربرد ذرات نانو و میکرو ۳۲

شکل ۲-۱۵- رابطه میزان آلومینای داخل پوشش با غلظت آلومینای موجود در محلول آبکاری ۳۳

شکل ۲-۱۶- تاثیر pH بر روی میزان آلومینای پوشش ۳۴

شکل ۲-۱۷- اثر سرعت هم زدن بر روی میزان آلومینای درون پوشش ۳۵

شکل ۲-۱۸ شماتیک جذب دو مرحله ای گاگلیلمی ۳۷

شکل ۲-۱۹- مراحل پنجگانه نشست ذره طبق مدل MTM ۳۹

شکل ۲-۲۰- نشست ذره درون محلول ۴۱

شکل ۲-۲۱- لایه نفوذی و پروفیل غلظت یون هیدروژن و فلز ۴۲

شکل ۲-۲۲ - تصویر SEM نمونه کامپوزیتی با دانسیته جریان اعمالی $4A/dm^2$ و تحت امواج اولتراسونیک ۴۶

شکل ۲-۲۳ - تصویر SEM نانوکامپوزیت نیکل-آلومینا تولید شده به روش پالسی در چرخه کاری ٪۵۰ و فرکانس ۱ Hz ۴۷

شکل ۳-۱-تصویر SEM نانو پودر آلومینای مورد استفاده در این پروژه ۵۲

شکل ۳-۲- حمام جدول ۳-۱ آماده برای آبکاری ۵۳

شکل ۳-۳- فلوچارت کلی انجام آزمایشات این پروژه ۵۵

شکل ۳-۴- نمودار زمان-دانسیته جریان برای چرخه کاری ٪۲۵ و فرکانس ۱ Hz ۵۹

شکل ۳-۵- نمودار زمان-دانسیته جریان برای چرخه کاری ٪۵۰ و فرکانس ۱۰ Hz ۶۰

شکل ۳-۶- محلول آبکاری با غلظت بالای کبالت در حال انجام تست ۶۲

شکل ۳-۷- تجهیزات آبکاری و اندازه‌گیریهای دقیق کامپیوتری نمونه‌ها ۶۲

شکل ۴-۱- تصاویر SEM نمونه‌های کامپوزیتی جریان مستقیم در دانسیته جریانهای مختلف

الف) $0.5\ A.dm^{-2}$ ب) $1\ A.dm^{-2}$ ج) $2\ A.dm^{-2}$ د) $4\ A.dm^{-2}$ ه) $10\ A.dm^{-2}$ و) $20\ A.dm^{-2}$ ۶۷

شکل ۴-۲- نمودار EDX نمونه‌های کامپوزیتی جریان مستقیم در جریانهای مختلف

الف) $0.5\ A.dm^{-2}$ ب) $1\ A.dm^{-2}$ ج) $2\ A.dm^{-2}$ د) $4\ A.dm^{-2}$ ه) $20\ A.dm^{-2}$ ۶۹

شکل۴-۳- اثر دانسیته جریان پوشش دهی با جریان ثابت در میزان ذرات آلومینا دفن شده در پوشش نیکل-کبالت ۷۰

شکل۴-۴- اثر دانسیته جریان پوشش دهی با جریان ثابت در میزان نیکل و کبالت پوشش ۷۱

شکل ۴-۵ - میکروسختی نمونه‌های ۸ تا ۱۴ با توجه به دانسیته جریان نشست ۷۲

شکل ۴-۶- نمودارهای پلاریزاسیون نمونه‌های کامپوزیتی با جریان مستقیم متغیر الف) $0.5\ A.dm^{-2}$ ب) $1\ A.dm^{-2}$ ج) $2\ A.dm^{-2}$ د) $4\ A.dm^{-2}$ ه) $10\ A.dm^{-2}$ و) $20\ A.dm^{-2}$ ۷۳

شکل۴-۷- اثر دانسیته جریان پوشش دهی با جریان ثابت در پتانسیل خوردگی برای نمونه‌های نیکل خالص و کامپوزیتی ۷۴

شکل۴-۸- اثر دانسیته جریان پوشش دهی با جریان ثابت در دانسیته جریان خوردگی

برای نمونه‌های نیکل خالص و نمونه‌های کامپوزیتی ۷۶

شکل ۴-۹- منحنی‌های پلاریزاسیون نمونه‌های کامپوزیتی در سرعتهای مختلف

الف) ۱۰۰rpm ب) ۲۰۰rpm ج) ۳۰۰rpm د) ۴۰۰rpm ۷۷

شکل۴-۱۰- اثر سرعت همزدن محلول بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ rpm بر پتانسیل خوردگی و دانسیته جربان

خوردگی در پوشش‌دهی با جریان پیوسته ۷۸

شکل ۴-۱۱- تصاویر SEM نمونه‌های کامپوزیتی با غلظت پودر متغیر الف)g/lit ۳۰ ب)g/lit ۴۰ ۸۰

شکل ۴-۱۲-نتایج آنالیز EDX برای نمونه‌های کامپوزیتی با غلظت پودر متفاوت

الف)g/lit ۳۰ ب)g/lit ۴۰ ۸۰

شکل ۴-۱۳- تصاویر SEM نمونه‌های کامپوزیتی پالسی با چرخه‌های کاری مختلف

الف) ٪۱۰ ب)٪۲۵ ج)٪۵۰ د)٪۷۵ ه)٪۹۰ ۸۲

شکل ۴-۱۴- تصویر سطح مقطع نمونه پالسی با ٪۹۰ چرخه کاری ۸۴

شکل ۴-۱۵- نمودارهای EDX نمونه‌های کامپوزیتی پالسی با چرخه‌های کاری مختلف

الف)٪۱۰ ب)٪۲۵ ج)٪۵۰ د)٪۷۵ ه)٪۹۰ ۸۵

شکل۴-۱۶- اثر مدت سیکل کاری(دانسیته جریان) پوشش دهی پالسی در میزان ذرات دفن شده در پوشش ۸۶

شکل۴-۱۷- اثر دانسیته جریان (مدت سیکل کاری) پوشش‌دهی پالسی در میزان ذرات دفن شده در پوشش ۸۶

شکل ۴-۱۸- نمودار میکروسختی نمونه‌های پالسی با چرخه کاری متفاوت ۸۷

شکل ۴-۱۹- نمودار پلاریزاسیون نمونه‌های کامپوزیت پالسی با چرخه کاری مختلف

الف)٪۱۰ ب)٪۲۵ ج)٪۵۰ د)٪۷۵ ه)٪۹۰ ۸۸

شکل۴-۲۰- اثر مدت سیکل کاری(دانسیته جریان) پوشش دهی پالسی در پتانسیل خوردگی و دانسیته جریان خوردگی. ۸۹

شکل۴-۲۱- اثر دانسیته جریان (مدت سیکل کاری) پوشش دهی پالسی در پتانسیل خوردگی و

دانسیته جریان خوردگی ۹۰

شکل ۴-۲۲- تصاویر SEM نمونه‌های کامپوزیت پالسی با فرکانسهای مختلف

الف)۰.۱Hz ب)۱Hz ج)۱۰Hz د)۵۰Hz ه)۱۰۰Hz ۹۱

شکل ۴-۲۳-نمودارهای EDX نمونه‌های کامپوزیتی پالسی با فرکانسهای مختلف

الف)۰.۱Hz ب)۱Hz ج)۱۰Hz د)۵۰Hz ه)۱۰۰Hz ۹۳

شکل۴-۲۴- اثر فرکانس پوشش دهی بر روی میزان آلومینای دفن شده در پوشش نانوکامپوزیت ۹۴

شکل۴-۲۵- اثر فرکانس پوشش دهی بر روی میزان نیکل و کبالت موجود در پوشش نانوکامپوزیت ۹۵

شکل۴-۲۶- اثر فرکانس پوشش دهی بر روی نسبت نیکل و کبالت موجود در پوشش نانوکامپوزیت ۹۶

شکل۴-۲۷- سختی نمونه‌های پالسی با فرکانسهای مختلف ۹۷

شکل۴-۲۸- نمودارهای پلاریزاسیون نمونه‌های کامپوزیت پالسی با فرکانسهای مختلف

الف)۰.۱Hz ب)۱Hz ج)۱۰Hz د)۵۰Hz ه)۱۰۰Hz ۹۸

شکل۴-۲۹- اثر فرکانس پوشش دهی بر روی پتانسیل و دانسیته جریان خوردگی پوشش های نانو کامپوزیت ۱۰۰

شکل ۴-۳۰-نمودار EDX نمونه‌های کامپوزیت جریان مستقیم با غلظتهای کبالت مختلف

الف)۵ g/lit ب)۱۰ g/lit ج)۲۵ g/lit د)۵۰ g/lit ۱۰۱

شکل۴-۳۱- اثر غلظت سولفات نیکل بر روی میزان نیکل و کبالت در پوشش نانوکامپوزیت ۱۰۲

شکل۴-۳۲- اثر غلظت سولفات نیکل بر روی میزان آلومینا دفن شده و نسبت علظت نیکل/کبالت در پوشش نانوکامپوزیت ۱۰۲

شکل ۴-۳۳ - سختی نمونه‌های با میزان کبالت مختلف در پوشش ۱۰۳

شکل ۴-۳۴- نمودار پلاریزاسیون نمونه‌های کامپوزیتی جریان مستقیم با مقادیر کبالت مختلف
الف) ۵ g/lit ب) ۱۰ g/lit ج) ۲۵ g/lit د) ۵۰ g/lit ۱۰۴

شکل۴-۳۵-اثر غلظت سولفات نیکل برروی پتانسیل و دانسیته جریان خوردگی پوشش نانوکامپوزیت ۱۰۵

فهرست جداول

جدول ۳-۱- ترکیب شیمیایی حمام آبکاری ۵۱

جدول ۳-۲- مشخصات آبکاری نمونه‌های نیکل خالص به روش مستقیم ۵۶

جدول ۳-۳- شرایط آبکاری نمونه‌های کامپوزیتی به روش مستقیم ۵۷

جدول ۳-۴- شرایط آبکاری نمونه‌های کامپوزیتی تحت سرعتهای مختلف ۵۷

جدول ۳-۵- شرایط آبکاری نمونه‌های کامپوزیتی با غلظت پودر مختلف ۵۸

جدول ۳-۶- شرایط آبکاری نمونه‌های پالسی در چرخه‌های کاری مختلف ۶۰

جدول ۳-۷- شرایط آبکاری نمونه‌های پالسی با فرکانسهای مختلف ۶۱

جدول ۳-۸- شرایط آبکاری نمونه‌های کامپوزیتی با غلظت کبالت مختلف ۶۱

جدول ۴-۱- نتایج آنالیز بدست آمده از آزمون EDX برای نمونه‌های ۱۸ با محلول حاوی ۳۰g/lit آلومینا و ۱۹ با محلول حاوی ۴۰g/lit آلومینا ۸۱

فصل ۱

مقدمه

مقدمه

پوششهای کامپوزیتی به دلیل خواص مناسب و قابل کنترل از قبیل خواص مکانیکی مناسب، خواص سایشی و مقاومت به خوردگی عالی محبوبیت بسیار زیادی پیدا کرده‌اند. روشهای الکتروشیمیایی نیز به دلیل ساده بودن، ارزان بودن و قابلیت کنترل خوب جزو روشهای پوشش‌دهی کامپوزیتی محسوب می‌شود [۱].

از مواد گوناگونی برای کامپوزیت کردن استفاده می‌شود که سرامیکهای اکسیدی عمده این مواد را تشکیل می-دهند. این ذرات مقاومت شیمیایی بالا و خواص خوردگی خوب و اغلب سختی بالایی دارند [۲-۳]. برای زمینه این کامپوزیتها هم از مواد گوناگونی استفاده شده است اما نیکل به دلیل خواص مکانیکی و مقاومت به خوردگی مناسب کاربرد بیشتری در کامپوزیتها دارد [۴-۸].

همین موضوعات باعث شد که دانشمندان با کامپوزیت کردن ذرات گوناگون سعی در بهبود خواص پوششها کنند. برای مثال با افزودن ذرات Al_2O_3 به زمینه نیکلی باعث افزایش سختی و مقاومت به سایش و کاهش ضریب اصطکاک شدند [۳-۲]. با اضافه کردن ذرات TiO_2 به زمینه نیکلی سختی و مقاوت سایشی نیکل را بهبود دادند و دریافتند که حضور این ذرات باعث کاهش دمای تبلور مجدد نیکل می‌شود[۹].

SiC یکی از ذرات مهم و پرکاربرد در پوشش کامپوزیتی است که همراه با نیکل بسیار مورد مطالعه قرار گرفته است. اضافه شدن این ذره به نیکل سختی نیکل را بسیار تحت تاثیر قرار می‌دهد و مقاومت به سایش خوبی نیز دارد [۱۰و۱۱]. ذرات بسیار زیادی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند اما بیشترین تاثیر را بر روی سختی و مقاومت به سایش سرامیکهای کاربیدی مانند SiC، WC و B_4C دارند [۱۲-۱۰].

رسوب ذرات سخت به داخل آلیاژهای پرکاربرد و مهم نیز برای دانشمندان و محققین بسیار حائز اهمیت است. از این آلیاژها می‌توان به آلیاژ نیکل-فسفر، نیکل-آهن و نیکل-کبالت اشاره کرد که به دلیل خواص مطلوبشان کاربردهای زیادی در صنایع گوناگون دارند [۱۶-۱۳]. برای مثال رسوب ذرات Al_2O_3 به داخل پوشش نیکل-