



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “M.Sc”
مهندسی مواد-شناسایی و انتخاب مواد مهندسی

عنوان:

بررسی خواص مکانیکی پوششهای نانوکریستالی پایه کرم تولید شده به روش
آبکاری الکتریکی

استاد راهنما:

نگارش:

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده
۲	مقدمه
۳	فصل اول : کلیات
۴	کلیات
۵	فصل دوم : نانوپوششها و روشهای تولید آنها
۶	۱-۲- مقدمه
۶	۲-۲- نانوپوششها
۷	۳-۲- انواع نانوپوششها
۷	۲-۳-۱- پوششهای دانه ای
۸	۲-۳-۲- پوششهای شبکه ای و چندلایه ای
۸	۲-۳-۳- پوششهای لایه نازک
۹	۲-۴- پوششهای نانوکامپوزیتی
۱۱	۲-۵- روش های تولید نانوپوششها
۱۱	۲-۵-۱- روش پاشش حرارتی
۱۱	۲-۵-۲- روش رسوبدهی شیمیایی بخار
۱۲	۲-۵-۳- لایه نشانی الکترولیتی کاتد
۱۳	۲-۵-۴- روش نیتروراسیون
۱۳	۲-۵-۵- روش رسوبدهی فیزیکی بخار
۱۴	۲-۵-۶- روش سل ژل
۱۵	۲-۶- خواص نانوپوششها
۱۵	۲-۶-۱- خواص خوردگی

۱۶	۲-۶-۲- خواص مکانیکی
۱۸	۲-۶-۳- خستگی
۱۹	۲-۶-۴- خواص فیزیکی
۱۹	۲-۶-۵- کاربرد پوششهای نانوکامپوزیتی
۲۰	فصل سوم: اصول آبکاری الکتریکی در تولید پوششهای نانوکامپوزیتی پایه کرم
۲۱	۳-۱- مقدمه
۲۱	۳-۲- آبکاری الکتریکی
۲۲	۳-۲-۱- مزایا و معایب آبکاری الکتریکی
۲۳	۳-۳- آبکاری پوششهای کامپوزیتی
۲۵	۳-۳-۱- مزایا و معایب آبکاری کامپوزیتی
۲۵	۳-۴- مکانیزم رسوب الکتریکی
۲۶	۳-۵- رسوبگذاری کرم سه ظرفیتی
۲۷	۳-۶- کمپلکس سازی در محلولهای حاوی کرم سه ظرفیتی
۲۹	۳-۷- کمپلکس سازهای کرم
۲۹	۳-۸- آبکاری کرم سه ظرفیتی
۳۰	۳-۸-۱- ترکیب حمام کرم سه ظرفیتی
۳۰	۳-۸-۲- ویژگیهای ترکیب حمام آبکاری
۳۱	۳-۸-۳- مشکلات آبکاری کرم سه ظرفیتی
۳۲	۳-۹- مکانیزمهای هم‌رسوبی الکتروشیمیایی
۳۳	۳-۹-۱- مدل های اولیه فرآیند رسوبدهی همزمان
۳۴	۳-۹-۳- مدل کلاسیک گاکلیمی
۳۸	۳-۱۰- پایداری کلونیدی
۳۹	۳-۱۰-۱- توزیع فیزیکی نانوذرات با عملیات اولتراسونیک
۳۹	۳-۱۰-۲- روشهای شیمیایی پراکندگی سیستمهای کلونیدی

۴۴	۱۱-۳- تاثیر نوع جریان آبکاری
۴۵	۱۲-۳- تاثیر زمان روشنایی و خاموشی
۴۶	۱۳-۳- تاثیر دانسیته جریان
۵۰	۱۴-۳- روشهای تعیین ذرات پراکنده در پوشش
۵۰	۱-۱۴-۳- روش وزنی
۵۰	۲-۱۴-۳- روش میکروسکوپی
۵۰	۳-۱۴-۳- روش میکرو آنالیزورهای پروپ الکترونی
۵۱	۴-۱۴-۳- روش طیف نگاری مرتبط با فوتون (PCS)

۵۲ فصل چهارم : بررسی خواص مکانیکی مواد نانوکریستال و پوششهای نانوکامپوزیتی پایه کرم

۵۳	۱-۴- مقدمه
۵۴	۲-۴- سختی و استحکام
۵۸	۳-۴- رابطه هال پیچ
۶۲	۴-۴- داکتیلیته
۶۴	۵-۴- مدول ینگ
۶۶	۶-۴- مکانیزمهای تغییر شکل مواد نانوکریستالی
۶۷	۱-۶-۴- خزش نفوذی
۶۷	۲-۶-۴- سرش مرزدانه ای
۶۸	۷-۴- خواص کرم
۶۹	۱-۷-۴- سختی و مقاومت در برابر سایش
۷۲	۲-۷-۴- مقاومت در برابر خوردگی و حرارت
۷۳	۳-۷-۴- ضخامتهای توصیه شده جهت مقاومت در مقابل خوردگی
۷۴	۴-۷-۴- مقاومت در برابر حرارت
۷۴	۵-۷-۴- ضریب اصطکاک پایین
۷۵	۶-۷-۴- ممانعت از چسبندگی

۷۶	۴-۷-۷- سطوح کاملاً چسبان در حالت استاتیک
۷۶	۴-۷-۸- خواص پارامغناطیسی
۷۷	فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها
۷۸	نتیجه گیری
۷۹	پیشنهادها
۸۰	مراجع
۸۱	مراجع فارسی
۸۲	مراجع لاتین
۸۷	چکیده انگلیسی

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۳۶	جدول ۱-۳- درصد حجمی ذراتی که توسط جذب ضعیف و قوی در حین ایجاد پوشش کامپوزیتی نیکل-کاربیدسیلسیم به سطح کاتد چسبیده اند
۴۰	جدول ۲-۳- شرایط پایداری بر حسب پتانسیل زتا
۴۳	جدول ۳-۳- شرایط گوناگون شفافیت محلول بر حسب پتانسیل غلظت ترساز
۵۵	جدول ۱-۴- استحکام فلزات و آلیاژهای مواد نانوکریستالی
۵۶	جدول ۲-۴- سختی فلزات و آلیاژهای نانوکریستال
۶۰	جدول ۳-۴- نتایج تجربی مقالات مختلف که به رابطه هال-پچ معکوس اشاره دارند
۶۵	جدول ۴-۴- مدول یانگ مواد نانوکریستالی تولید شده به روشهای مختلف
۶۹	جدول ۵-۴- خواص کرم فلزی

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲- شمایی از یک پوشش نانوساختار	۱۰
شکل ۲-۲- شماتیکی از روش پاشش حرارتی	۱۱
شکل ۳-۲- شماتیکی از روش CVD	۱۲
شکل ۴-۲- محصولات قابل تولید با فرآیند سل ژل	۱۵
شکل ۵-۲- شمایی از محل تلاقی سه دانه با یکدیگر	۱۶
شکل ۱-۳- شماتیکی از سلول آبکاری الکتریکی.	۲۲
شکل ۲-۳- نمودار شماتیک انواع رشد.	۲۶
شکل ۳-۳- مدل پنج مرحله ای Celis.	۳۸
شکل ۴-۳- تصویر شماتیک از یک فعال ساز.	۴۲
شکل ۵-۳- پوششهای نانو نیکل با اعمال دانسیته جریان های مختلف.	۴۷
شکل ۶-۳- ارتباط دانسیته جریان پوشش دهی و اندازه دانه پوشش نیکل نانو	۴۸
شکل ۷-۳- الگوی پراش X پوشش نانونیکل در دانسیته جریانهای مختلف	۴۹
شکل ۱-۴- انتقال مقادیر سختی از رابطه هال-پچ عادی به معکوس	۶۱
شکل ۲-۴- تاثیر دانسیته جریان بر سختی پوشش کامپوزیتی کرم ساده	۷۰
شکل ۳-۴- تاثیر دانسیته جریان بر سختی پوشش کامپوزیتی کرم-نانوکاربید تنگستن	۷۱
شکل ۴-۴- سختی کرم خالص و کرم کامپوزیتی بر حسب درصد WC در پوشش	۷۱
شکل ۵-۴- نرخ سایش کرم خالص و کرم کامپوزیتی بر حسب درصد WC در پوشش	۷۲
شکل ۶-۴- نرخ خوردگی کرم خالص و کرم کامپوزیتی بر حسب درصد WC در پوشش	۷۳

چکیده

آبکاری الکتریکی یکی از روش های مناسب جهت اعمال پوشش های ساده و کامپوزیتی بر روی فلزات می باشد. در این تحقیق نانو مواد، خواص، روش های تولید و کاربردهای آن مورد بررسی قرار گرفتند. اصول آبکاری الکتریکی در اعمال پوشش های ساده و کامپوزیتی پایه کرم مطرح شد. مکانیزم های همرسوبی الکتروشیمیایی گالیمی و *Celies* ارائه شد. تاثیر نوع جریان آبکاری و پارامترهای جریان آبکاری بر مورفولوژی پوشش کامپوزیتی پایه کرم ارائه شد. همچنین خواص مکانیکی پوشش های ساده و کامپوزیتی پایه کرم و تاثیر نوع جریان بر خواص مکانیکی این پوشش ها ارائه شد. با توجه به مطالب جمع آوری شده در این تحقیق پوشش های کامپوزیتی پایه کرم نسبت به کرم ساده از خواص مکانیکی بهتری از قبیل سختی، مقاومت به سایش و مقاومت به خوردگی برخوردارند.

مقدمه

از اوایل سال ۱۹۸۰ مطالعات وسیعی روی مواد نانو کریستالی صورت گرفت و خواص آنها با مواد میکروکریستال مشابه مورد مقایسه قرار گرفتند. این مواد انقلاب وسیعی را در طراحی مواد برای کنترل ساختار در ابعاد اتمی به قصد اصلاح خواص مهندسی متعدد، به وجود آورده اند. علاوه بر خصوصیات جالب فیزیکی و شیمیایی این مواد در زمینه های الکتریکی و مغناطیسی و کاتالیزور و رفتار خوردگی، این دسته از مواد محدوده وسیعی از خصوصیات عالی مکانیکی را نشان می دهند. در مواد نانوکریستالی خصوصیات جالب مکانیکی مثل رفتار تغییر شکل سوپر پلاستیک در دمای نسبتا پایین و سختی فوق العاده بالا و استحکام کششی و فشاری بالا مشاهده شده است. همچنین دیده شده که خصوصیات خستگی و خزش و داکتیلیته این مواد متفاوت از مواد میکروکریستال است.

استحکام مکانیکی مواد کریستالی به مقدار زیادی به اندازه دانه وابسته بوده و با آن کنترل شده، که معمولا با رابطه هال-پچ توصیف می شود. همچنان که اندازه دانه تا ابعاد نانو متری کاهش پیدا می کند، تغییرات در استحکام و سختی، دیگر بطور کامل از رابطه هال-پچ پیروی نمی کند و تعریف عمومی از نقطه تسلیم دیگر معتبر نیست و مکانیزم های جدیدی در تغییر شکل این مواد با دانه ریز در ابعاد نانومتری نقش بازی می کنند.

توسعه ذاتی خواص مختلف این مواد، امکان برخورد فنی بعضی از کاربردهای مهندسی را ایجاد می کند که نیاز به تحقیق و بررسی بیشتر این مواد را اجتناب ناپذیر می کند. پوشش های کرم تهیه شده به روش لایه نشانی الکتریکی در قطعات مهندسی بسیار مهمند. پوشش کرم به دلیل مقاومت سایشی بالا و مقاومت شیمیایی بالا برای حفاظت از فلز پایه در مقابل سایش، خوردگی در دمای بالا و کاربرد های تزئینی کاربرد فراوانی دارد.