



دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد تهران جنوب  
دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “M.Sc”  
مهندسی مواد – انتخاب، شناسایی و روش ساخت مواد فلزی

عنوان:

پوششهای کامپوزیتی حاوی نانو ذرات الماس

استاد راهنما:

نگارش:

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده
۲	مقدمه
	<b>فصل اول: کلیات</b>
۳	۱-۱ معرفی فناوری نانو
۳	۱-۲ تاریخچه فناوری نانو
۳	۱-۳ مزایای فناوری نانو
۵	۱-۴ مضرات فناوری نانو
۵	۱-۵ کاربردهای فناوری نانو
	<b>فصل دوم: نانو مواد</b>
۸	۲-۱ نانو ساختارها
۸	۲-۲ روشهای تولید نانو ذرات
۹	۲-۲-۱ روشهای شیمیایی
۸	۲-۲-۱-۱ چگالش شیمیایی فاز بخار
۸	۲-۲-۱-۲ احتراق
۸	۲-۲-۱-۳ تبخیر
۸	۲-۲-۱-۴ رسوب دهی کنترل شده
۹	۲-۲-۱-۵ تشعشع
۹	۲-۲-۱-۶ قوس الکتریکی
۹	۲-۲-۲ روشهای فیزیکی
۹	۲-۲-۳ فرایند مکانیکی-شیمیایی
۱۰	۲-۲-۳-۱ تولید نانو ذرات از پلاسمای فشار پایین - دما پایین
۱۰	۲-۲-۳-۲ فرایند سل-ژل
۱۱	۲-۳ دسته بندی نانو مواد
۱۱۱	۲-۳-۱ دسته بندی از لحاظ نانو مواد
۱۱	۲-۳-۲ دسته بندی از لحاظ شکل مواد
۱۲	۲-۴ ابزارهای شناسایی نانو ساختارها
۱۳	۲-۵ برخی از محصولات شگفت انگیز فناوری نانو
	<b>فصل سوم: نانو پوشش ها</b>
۱۴	۳-۱ معرفی نانو پوشش ها
۱۵	۳-۲ ویژگی های مهم نانو ذرات در پوشش ها

- ۱۵ ۳-۳ خواص نانو پوشش ها
- ۱۷ ۳-۴ کاربرد نانو پوشش ها فلزات
- ۲۰ ۳-۵ نانو کامپوزیت ها
- ۲۱ ۳-۶ طبقه بندی نانو کامپوزیت ها
- ۲۲ ۳-۷ نمونه هایی از نانو کامپوزیت ها

### فصل چهارم: استفاده از نانو ذرات الماس در پوشش دهی فلزات

- ۲۵ ۴-۱ الماس و خواص آن
- ۲۵ ۴-۲ تولید نانو ذرات الماس
- ۲۷ ۴-۳ رسوبگذاری نانو ذرات الماس
- ۲۷ ۴-۴ مزایای استفاده از نانوالماس در پوشش ها

### فصل پنجم: ایجاد پوششهای کامپوزیتی طلا-نانو الماس

- ۲۹ ۵-۱ آبکاری طلا
- ۳۰ ۵-۲ انواع آبکاری طلا
- ۳۰ ۵-۲-۱ آبکاری تزئینی طلا
- ۳۰ ۵-۲-۱-۱ آبکاری تزئینی لحظه ای یا پیش آبکاری
- ۳۰ ۵-۲-۱-۲ آبکاری بشکه ای لحظه ای
- ۳۰ ۵-۲-۲ آبکاری صنعتی طلا
- ۳۰ ۵-۲-۲-۱ آبکاری صنعتی سیانیدی
- ۳۰ ۵-۲-۲-۲ آبکاری صنعتی غیر سیانیدی
- ۳۲ ۵-۳ ضخامت رسوب طلا
- ۳۲ ۵-۴ استانداردها در آبکاری طلا
- ۳۲ ۵-۵ برخی نکات در مورد حمامهای اسیدی طلا
- ۳۲ ۵-۶ جمع آوری طلا از حمامهای مستعمل
- ۳۲ ۵-۷ استفاده از آندهای مختلف در آبکاری طلا
- ۳۳ ۵-۸ پوششهای کامپوزیتی طلا
- ۳۳ ۵-۹ رسوبگذاری الکتریکی پوششهای کامپوزیتی طلا- نانوالماس و طلا-کبالت-نانو الماس  
با استفاده از حمام سیانیدی طلا
- ۳۳ ۵-۹-۱ شرایط رسوبگذاری
- ۳۵ ۵-۹-۲ بررسی اثر غلظت نانو الماس روی رفتار آبکاری الکتریکی
- ۴۰ ۵-۹-۳ بررسی میکروسختی و مقاومت سایشی
- ۴۲ ۵-۹-۴ نتیجه گیری

### فصل ششم: پوششهای کامپوزیتی نیکل-نانو الماس

- ۴۳ ۶-۱ پوششهای کامپوزیتی نیکل-نانو الماس
- ۴۴ ۶-۲ خواص پوششهای کامپوزیتی نیکل-نانو الماس

۴۵ ۶-۳ میکروسختی و مقاومت سایشی پوششهای کامپوزیتی نیکل-نانو الماس

۴۷ ۶-۴ مزایای پوششهای کامپوزیتی نیکل-نانو الماس

### فصل هفتم: سایر پوششهای کامپوزیتی حاوی نانو ذرات الماس

۴۸ ۷-۱ پوششهای کامپوزیتی نقره-نانو الماس

۴۹ ۷-۲ پوششهای کامپوزیتی اکسید آلومینیوم-نانو الماس

### فصل هشتم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۵۱ نتیجه گیری

۵۲ پیشنهادها

۵۳ فهرست منابع

## فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۲۸	جدول ۴-۱ مزایای انواع پوشش کامپوزیتی نانو الماس - فلز نسبت به فلز خالص
۳۵	جدول ۵-۱ ترکیب و شرایط کاری حمامهای آبکاری
۳۹	جدول ۵-۲ مقادیر کربن/ الماس در پوششها
۴۱	جدول ۵-۳ مقاومت سایشی پوششهای کامپوزیتی طلا - نانوالماس
۴۴	جدول ۶-۱ نتایج آزمون سایش نمونه ها
۴۶	جدول ۶-۲ پارامترهای سایش مواد مختلف
۴۶	جدول ۶-۳ پارامترهای سایش مواد مختلف
۴۸	جدول ۷-۱ مقاومت سایشی پوششهای نقره-نانو الماس
۵۰	جدول ۷-۲ مقاومت سایشی پوششهای اکسید آلومینیوم-نانو الماس

## فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۲۶	شکل ۴-۱ طیف XRD پودر الماس
۲۶	شکل ۴-۲ تصاویر TEM پودر الماس
۲۷	شکل ۴-۳ تصاویر SEM یک لایه نازک پودر الماس
۳۷	شکل ۵-۱ پیک XRD طلای (۱۱۱) یک پوشش طلای خالص ( خط پیوسته ) و یک پوشش کامپوزیتی طلا- نانوالماس ( خط چین )
۴۰	شکل ۵-۲ عمق توزیع کربن / نانوالماس در پوششها با غلظتهای مختلف نانوالماس
۴۱	شکل ۵-۳ ارتباط میکروسختی پوششهای کامپوزیتی طلا و طلا-کبالت با غلظت نانو الماس در محلولهای آبکاری

## چکیده:

در این سمینار روش تهیه پوشش کامپوزیتی طلا- کبالت- نانو الماس با استفاده از روش آبکاری الکتریکی همزمان شرح داده شده است. سوابقی از انجام این پروژه در داخل کشور وجود ندارد و این فرایند یک فرایند نو به نظر می رسد. در این روش نانو ذرات الماس ۵ نانومتری به میزان ۰ و ۵ و ۱۲ گرم بر لیتر و ذرات کبالت به میزان ۱ گرم بر لیتر در الکترولیتهای حمامهای اسیدی طلا حضور یافته و با برقراری جریان برق به مدت ۱۰ دقیقه نانو ذرات الماس، ذرات کبالت به همراه ذرات طلا روی زیرلایه مس رسوب همزمان کرده و یک پوشش کامپوزیتی ایجاد می کنند. در حین انجام فرایند رسوبگذاری نانو ذرات الماس بدلیل اندازه بسیار ریزشان به شدت تمایل به آگلومره شدن دارند که با قراردادن الکترولیت در معرض امواج ماورای صوت به مدت ۲۰ دقیقه قبل از انجام رسوبگذاری میزان آگلومره شدن ذرات به حداقل رسیده است. بدین ترتیب توزیع مناسبی از ذرات تقویت کننده در زمینه حاصل گردیده است. در زمان انجام رسوبگذاری یک هم زن با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه الکترولیت را هم می زند تا از ته نشین شدن ذرات جلوگیری شود. مقاومت سایشی و سختی بالا از جمله خواص این پوشش کامپوزیتی محسوب می شود که می تواند در پوشش دهی تجهیزات مورد استفاده در صنایع الکترونیک و هوا فضا و مصارف تزئینی بکار آید. تاثیر میزان نانو ذرات الماس در حمام بر میزان میکروسختی و مقاومت سایشی و بهبود پیوستگی ذرات در پوشش مورد بررسی قرار گرفته است. مقاومت سایشی پوشش حاصله تا ۴ برابر نسبت به پوشش آلیاژی طلا- کبالت افزایش و میکروسختی این پوشش نیز تا ۲۵ درصد نسبت به پوشش آلیاژی طلا- کبالت افزایش یافته است. با بررسی تصویر پوشش توسط SEM و شناسایی ذرات موجود در آن اطمینان حاصل شده که فرایند رسوبگذاری با موفقیت انجام شده و یک پوشش یکنواخت حاصل شده است. در ادامه میکروسختی سنجی ویکرز روی نمونه ها انجام شده است و در مرحله بعد پروژه با انجام آزمون سایش Pin on Disk روی نمونه ها ادامه یافته و میزان کاهش وزن نمونه ها بعد از انجام آزمون به عنوان پارامتر مقاومت سایشی گزارش شده است. در هر آزمون نتایج بدست آمده از هر پوشش با یکدیگر مقایسه شده است.

## مقدمه:

امروزه کامپوزیتهای زمینه فلزی را می توان به عنوان دسته ای از مواد پیشرفته در نظر گرفت که دارای مقاومت سایشی مطلوب، وزن کم، استحکام بالا، مدول الاستیسیته بالا و ضریب انبساط حرارتی بالا می باشند. معمولا ترکیبی از این خواص به تنهایی در یک ماده ساده یافت نمی شود از این رو هدف از ساخت مواد کامپوزیتی زمینه فلزی، ترکیب خواص مطلوب فلزات و سرامیک ها بوده است. فلزات ترکیب خوبی از خواصی چون استحکام، انعطاف پذیری و مقاومت در دمای بالا دارند ولی در برخی موارد پایداری کمی را از خود نشان می دهند در حالی که سرامیک ها ترد و مستحکم می باشند. با افزودن درصد کمی از فاز تقویت کننده سرامیکی به آلیاژهای فلزی متداول می توان مقاومت سایشی را به مقدار زیادی افزایش داد.

با توجه به سختی بالای الماس و با پیشرفت تولید نانو مواد دانشمندان بر آن شدند تا نانوذرات الماس را با استفاده از روشهای انفجاری تولید و این ماده سخت با خواص شگفت انگیز را در مصارف صنعتی به کار برند. برای بهبود سختی و مقاومت سایشی پوشش های فلزی اخیرا از نانو ذرات الماس در فرایندهای پوشش دادن الکتریکی و الکترولس استفاده شده است. با حضور نانوذرات الماس در فرایند رسوبگذاری این ذرات به همراه فلز پایه روی زیرلایه رسوب کرده و پوشش کامپوزیتی حاصل می گردد. نانو ذرات الماس قابلیت شرکت در پوششهای فلزی همچون طلا، نیکل، کروم، مس، روی، قلع واکسید آلومینیوم را دارد. در این سمینار به ویژگی ها و روش ایجاد این پوششهای کامپوزیتی بویژه پوششهای کامپوزیتی طلا-نانوالماس پرداخته می شود.