



دانشگاه صنعتی اصفهان  
دانشکده مهندسی مواد

جلسه دفاع از رساله دکتری مهندسی مواد

## ارزیابی و تحلیل رفتار حرارتی و اکسیداسیون پوشش های آلومینیوم فسفات آمورف- نانو کریستال

فاطمه سادات سیدان

اساتید داور  
دکتر مسعود عطاپور  
دکتر علی اشرفی  
دکتر بهروز موحدی

استاد مشاور  
دکتر کیوان رئیسی

استاد راهنما  
دکتر محمد حسین عنایتی

۱۳۹۷/۰۶/۱۸، ساعت ۹:۳۰

سالن سمینار دانشکده مهندسی مواد

### چکیده

هدف از اجرای پژوهش حاضر، تولید پوشش آلومینیوم فسفات آمورف به روش ساده و کم هزینه سل-ژل برای افزایش دمای کاری و یا افزایش طول عمر قطعات فلزی در معرض اکسیداسیون دمای بالا می باشد. بدین منظور، محلول آلومینیوم فسفات آمورف به روش سل-ژل ساخته و پوشش دهی به روش غوطه وری بر روی فولاد زنگ نزن ۳۰۴ انجام شد. به منظور بررسی ریز ساختار پودر حاصل از فرایند سل-ژل، از میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) استفاده شد. آنالیز حرارتی و مطالعه رفتار انتقال از فاز آمورف به ساختار کریستالی به کمک آنالیز حرارتی وزن سنجی و گرماسنجی روبشی تفاضلی (TG-DSC) انجام شد. طیف سنجی مولکولی پودر سنتز شده توسط طیف سنجی رامان (Raman spectroscopy) و طیف سنجی تبدیل فوریه فروسرخ (FTIR) انجام شد. زبری و توپوگرافی سطح پوشش به وسیله میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) مورد بررسی قرار گرفت. رفتار اکسیداسیون سیکلی پوشش با استفاده از یک کوره الکتریکی قابل برنامه ریزی در دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰۰ ساعت در اتمسفر هوا و با اندازه گیری وزن نمونه ها در فواصل زمانی مشخص مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور شناسایی ساختار فازی پوشش، از آزمون پراش پرتو ایکس (XRD) استفاده شد. مورفولوژی سطحی، سطح مقطع و نیز ترکیب شیمیایی پوشش به وسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مجهز به آنالیز عنصری با تفکیک انرژی پرتو ایکس (EDS) مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس الگوهای پراش پرتو ایکس و نیز تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری پودر آئیل شده در دماهای مختلف، محصول فرایند سل-ژل پس از خشک شدن در دمای ۱۵۰ درجه سانتی گراد و نیز پس از آئیل در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد کاملاً آمورف بوده در حالی که پس از آئیل در دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد، ساختار آمورف-نانو کریستال ظاهر شد. آنالیز حرارتی ژل خشک شده در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد، دمای انتقال از فاز آمورف به ساختار کریستالی را در حدود ۱۰۵۰ درجه سانتی گراد نشان داد. طیف سنجی رامان، حضور کربن در ساختار پوشش را به صورت آمورف و گرافیتی تأیید نمود. نتایج آزمون طیف سنجی تبدیل فوریه فروسرخ حضور پیوندهای Al-O-Al را علاوه بر پیوندهای Al-O-P در ساختار آلومینیوم فسفات آمورف نشان داد. تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی و نیروی اتمی، پوششی یکنواخت، متراکم و عاری از ریز ترک با زبری ۶٫۵ نانومتر را بر روی سطح زیر لایه فولادی آشکار ساخت. بر اساس نتایج اندازه گیری تغییرات وزن نمونه ها پس از گذشت ۱۰۰ ساعت از آزمون اکسیداسیون، زیر لایه بدون پوشش و پوشش دار از قانون سرعت سهموی تبعیت کرده و زیر لایه بدون پوشش، افزایش وزن قابل توجهی (۱۲۰ میلی گرم بر سانتی متر مربع) را در مقایسه با زیر لایه پوشش دار (۴ میلی گرم بر سانتی متر مربع) از خود نشان داد که تأثیر حفاظتی و مقاومت به اکسیداسیون پوشش آلومینیوم فسفات را به خوبی آشکار می سازد. بر اساس تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی سطح مقطع پوشش، ضخامت پوشش در حدود ۳۰۰ نانومتر بود که این میزان، حفاظت سطحی از زیر لایه را تا دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد فراهم نمود. در مجموع، نتایج نشان داد پوشش حاصل، قادر به حفاظت سطحی از فلز/آلیاژ در برابر اکسیداسیون و تخریب در دماهای بالا تا بیش از ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد می باشد.