



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مواد

دفاع از رساله دکتری مهندسی مواد و متالورژی

ایجاد پوشش‌های اکسیدی به روش‌های آندیزاسیون و اکسیداسیون الکترولیتی پلاسما حاوی بازدارنده‌های آلی-معدنی بر زیر لایه منیزیم خالص و آلیاژ AZ31 برای بهبود خواص زیستی و خوردگی

ارائه دهنده: مجید شاه سنایی

زمان (تاریخ و ساعت): سه شنبه ۱۴۰۴/۰۷/۱۵ ساعت ۹ صبح مکان: سالن سمینار دانشکده مهندسی مواد

اعضای کمیته داوری:

استادان راهنما: دکتر مسعود عطاپور، دکتر مرتضی شمعیان

استادان داور: دکتر کیوان رئیسی، دکتر عبدالمجید اسلامی، دکتر مریم محتشم زاده

چکیده

منیزیم و آلیاژهای آن به دلیل نسبت استحکام به وزن بالا در صنایع مختلف مانند حمل و نقل، هوافضا و به ویژه بیومواد بسیار مورد توجه هستند، اما مقاومت به خوردگی پایین آن‌ها استفاده گسترده را محدود می‌سازد. به همین دلیل، روش‌های مختلفی برای بهبود عملکرد حفاظتی سطح منیزیم بررسی شده است. در این پژوهش، دو رویکرد اصلی برای بهبود مقاومت به خوردگی و افزایش زیست‌فعالی بررسی گردید. در فاز نخست، آلیاژ AZ31 با روش اکسیداسیون الکترولیتی پلاسما (PEO) پوشش داده شد. این پوشش دارای ساختاری دولایه شامل یک لایه داخلی متراکم و یک لایه خارجی متخلخل است. برای افزایش کارایی حفاظتی، لایه متخلخل خارجی با فرایند هیدروترمال و ترکیبات سربمی آب‌بندی گردید و پوشش PEO/HT ایجاد شد. سپس برای کنترل آزاد شدن تدریجی سربوم در محیط خورنده، از پوشش سیلان استفاده شد که با ایجاد پیوند هیدروژنی به سطح فلز، زمان اثرگذاری بازدارنده‌ها را افزایش داد و پوشش PEO/HT/Silane شکل گرفت. در ادامه، بازدارنده آلی ۸-هیدروکسی کوئینولین (8-HQ) به پوشش سیلان افزوده شد که منجر به تشکیل سیستم PEO/HT/Silane+8HQ شد. این ترکیب اثر هم‌افزایی بین بازدارنده‌های آلی و معدنی ایجاد کرد و مقاومت خوردگی را به‌طور قابل توجهی افزایش داد. آزمون‌های الکتروشیمیایی نشان دادند که مقاومت فارادیک پوشش از حدود $11/87 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}^2$ در ابتدای غوطه‌وری به بیش از $120/6 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}^2$ پس از ۳۸۴ ساعت افزایش یافت و سپس با گذشت زمان طولانی‌تر کاهش یافت. همچنین نتایج کروماتوگرافی گازی نشان دادند که آزادسازی هیدروژن تا ۷۰-۸۰ درصد کاهش پیدا کرده است. در فاز دوم، با استفاده از روش آندیزاسیون، اکسید منیزیم نانو ساختار بر روی منیزیم خالص ایجاد شد. این پوشش نانو ساختار نه تنها مقاومت به خوردگی را بهبود بخشید، بلکه ویژگی زیست‌فعالی قابل توجهی نیز از خود نشان داد. آزمایش‌ها در محلول شبیه‌ساز بدن (SBF) نشان دادند که پس از ۱۴ روز غوطه‌وری، این پوشش توانایی تشکیل هیدروکسی آپاتیت را دارد و در مقایسه با اکسید میکروساختار، کارایی بسیار بالاتری در القای اتصال استخوان و افزایش زیست‌سازگاری ارائه می‌دهد. به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از پوشش‌های چندلایه بر پایه PEO همراه با بازدارنده‌های آلی و معدنی و همچنین ایجاد لایه‌های اکسید نانو ساختار با روش آندیزاسیون می‌تواند به شکل چشمگیری مقاومت به خوردگی منیزیم و آلیاژهای آن را بهبود بخشد، آزادسازی هیدروژن را کاهش دهد و زیست‌فعالی سطح را افزایش دهد؛ این دستاوردها مسیر مناسبی برای توسعه کاربردهای بالینی و صنعتی منیزیم فراهم می‌آورد.

کلمات کلیدی: خوردگی منیزیم، اکسیداسیون الکترولیتی پلاسما، آندیزاسیون، نانو ساختار، آزادسازی اکسیژن.