



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مواد

سمینار دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی مواد

پوشش دهی الکتروفوریتیک زیر کونیا روی فولاد زنگ نزن ۳۱۶L و بازآرایی تخلخل‌های پوشش با ذرات سیلیکا به روش سل-ژل در محیط اسیدی و بازی

اساتید داور
پروفسور محمدعلی گل‌عذار
دکتر مسعود عطاپور

ارائه‌کننده
فخرالسادات خالصی

استاد راهنما
پروفسور کیوان رئیسی

سه‌شنبه ۱۳۹۹/۱۲/۱۹، ساعت ۱۴، سالن سمینار دانشکده مهندسی مواد

چکیده

کاشتنی‌های فلزی به دلیل کاربرد زیاد در زمینه‌های پزشکی، ارتوپدی و جراحی مورد توجه روز افزون بسیاری از محققان قرار گرفته‌اند. ویژگی‌های یک کاشتنی باید در تطابق با بافت میزبان باشد. به این منظور همواره تقویت خواص مکانیکی، زیست‌سازگاری و رفتار خوردگی کاشتنی‌های فلزی چه از جنبه بالک و چه از جنبه سطح مورد بحث بوده است. به علت واکنش‌های سطحی کاشتنی‌ها در بدن، به طور معمول سطح کاشتنی بیش‌تر از بالک آن در معرض تخریب یا آسیب قرار می‌گیرد. به طور عمده برای بهبود خواص کاشتنی‌ها از اصلاح سطحی استفاده شده است. به منظور اصلاح سطحی از بیوسرامیک‌ها استفاده می‌شود که آن‌ها را به روش‌های مختلف پوشش‌دهی مثل الکتروفوریتیک روی فلز کاشتنی لایه‌نشانی می‌کنند. دو محدودیت عمده پوشش‌های تولید شده به روش الکتروفوریتیک برای اصلاح سطح کاشتنی‌های فلزی، استحکام چسبندگی پایین پوشش به زیرلایه و در برخی بیوسرامیک‌ها حضور تخلخل است. هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر اصلاح تخلخل‌ها بر رفتار خوردگی و زیست‌سازگاری پوشش زیرکونیا تولید شده به روش الکتروفوریتیک می‌باشد. به این منظور، ذرات ZrO_2 سنتز شده به روش سل-ژل، به روش الکتروفوریتیک روی سطح زیرلایه ۳۱۶L پوشش‌دهی و سپس در دمای ۱۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت زینتر شدند. قبل از پوشش‌دهی، سطح زیرلایه‌ها به روش اکسیداسیون آندی آماده‌سازی شدند. در فصل مشترک پوشش اعمال شده بر سطح زیرلایه آماده شده به روش اکسیداسیون آندی، یک لایه متراکم میانی تشکیل شد. نتایج نشان داد که این لایه میانی به دلیل برهمکنش و امتزاج ذرات ZrO_2 با لایه اکسیدی زیرلایه در طی عملیات زینترینگ تشکیل می‌شود. پس از زینترینگ، پوشش متشکل از دو لایه مجزا شامل یک لایه متخلخل خارجی و لایه متراکم داخلی با مقاومت سدی ۰/۶۰۸ و ۰/۳ مگا اهم در سانتی‌متر مربع بود. به منظور اصلاح تخلخل‌های سطحی و داخلی پوشش‌ها، از فرآیند سل-ژل با استفاده از دو سوسپانسیون با پیش‌ماده TEOS متفاوت اسیدی و بازی استفاده شد. غوطه‌وری پوشش‌های زیرکونیا در هر دو سل TEOS با پیش‌ماده اسیدی و بازی با زمان‌های ۰/۵، ۱، ۲، ۴ و ۸ دقیقه انجام شد. سپس پوشش‌ها در دمای ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. نتایج نشان داد که لایه متراکمی از سیلیکا روی پوشش و در مجاورت لایه اکسیدی آندایز برترتیب برای پوشش‌های اصلاح شده در سل اسیدی و بازی تشکیل شد که در نتیجه توانایی نفوذ سل اسیدی و بازی به درون پوشش زیرکونیا بود. همچنین تراکم پوشش پس از غوطه‌وری در سوسپانسیون TEOS بازی ۱/۷ برابر بیشتر از اسیدی بوده و در نتیجه مقاومت سدی بسیار بالاتری (حدود ۱/۷ برابر برای پوشش‌ها با زمان ۴ دقیقه غوطه‌وری) را در محلول PBS پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری از خود نشان داد. مطالعات خوردگی پس از ۲۸ روز غوطه‌وری در محلول PBS، بیشترین اثر سدی را برای پوشش اصلاح شده (زمان ۴ دقیقه غوطه‌وری) در سل TEOS با پیش‌ماده بازی (حدود ۱/۵ برابر بیشتر از نمونه اسیدی) نشان داد. مکانیزم مناسبی برای افزایش مقاومت سدی پوشش زیرکونیا پس از اصلاح در سل TEOS با دو کاتالیست اسیدی و بازی ارائه شد. در قسمت دوم این تحقیق، اثر غلظت TEOS بر تشکیل لایه متراکم سیلیکا و رفتار سدی و همچنین اصلاح تخلخل پوشش‌های اصلاح شده در سل TEOS با پیش‌ماده بازی بررسی شد. به این منظور، غلظت‌های ۰/۲، ۰/۴، ۰/۸ و ۱/۶ مول بر لیتر TEOS بررسی شد. طبق نتایج بدست آمده، با افزایش غلظت TEOS، ضخامت لایه سیلیکا در مجاورت لایه اکسیدی آندایز به دلیل نفوذ بیشتر TEOS لایه داخلی پوشش افزایش یافت. همچنین تراکم پوشش با افزایش غلظت از ۰/۲ به ۱/۶ مول بر لیتر حدود ۱/۸ برابر افزایش یافته و در نتیجه مقاومت سدی پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در محلول PBS حدود ۱/۱ برابر افزایش یافت. مطالعات خوردگی بعد از ۲۸ روز غوطه‌وری ۱/۲ برابر بیشتر از محلول PBS، بهبود رفتار سدی (حدود ۱/۲ برابر) با افزایش غلظت TEOS از ۰/۴ به ۱/۶ مول بر لیتر را نشان داد. همچنین رفتار زیست‌سازگاری پوشش‌ها در محلول SBF طی دوره ۲۸ روز بررسی شد. نتایج نشان داد که نسبت کلسیم به فسفر پوشش‌های اصلاح شده در سل اسیدی و بازی برترتیب ۱/۹۸ و ۱/۶۶ شد که بیانگر تشکیل هیدروکسی‌آپاتیت روی پوشش است. همچنین مقاومت سدی پوشش اسیدی بعد از ۲۸ روز غوطه‌وری ۱/۲ برابر بیشتر از پوشش بازی شد که ناشی از لایه متراکم سیلیکای تشکیل شده در سطح این پوشش بوده که موجب تشکیل هیدروکسی‌آپاتیت بیشتر و نفوذ کمتر محلول SBF به درون پوشش بود. در نتیجه حضور سیلیکا کمک به بهبود خواص زیست‌سازگاری و همچنین با افزایش تراکم پوشش موجب افزایش مقاومت به خوردگی شد.

کلمات کلیدی: کاشتنی‌های فلزی، زیرکونیا، سیلیکا، پوشش‌دهی الکتروفوریتیک، سل-ژل، هیدروکسی‌آپاتیت