



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مواد

جلسه دفاع از رساله دکتری رشته مهندسی مواد

ایجاد و مشخصه‌یابی پوشش‌های نانوکامپوزیتی پایه سیلیکونی برای حفاظت از کاشی‌کاری‌های نمای بیرونی در بناهای تاریخی - فرهنگی

ارائه کننده: شیدا برهانی اصفهانی

استادان راهنما: دکتر حمیدرضا سلیمی جزی، دکتر محمدحسین فتحی

استادان داور: دکتر فتح‌الله کریم‌زاده، دکتر بهروز موحدی، دکتر رحمت‌الله عمادی

سه‌شنبه ۱۹ اسفندماه، ساعت ۱۱ صبح

چکیده

هدف از انجام پژوهش حاضر طراحی، تهیه و ارزیابی پوششی آب‌گریز و جاذب پرتوی فرابنفش نور خورشید برای حفاظت از مصالح به کار رفته در نمای خارجی ابنیه فرهنگی - تاریخی و به‌طور خاص آثار کاشی‌کاری بود. در راستای تلاش برای حفاظت از محیط زیست، تلاش شد از کاتالیست‌ها و مواد فعال در سطح رایج و سمی استفاده نشود. با توجه به گسترش استفاده از نانوکامپوزیت‌ها و پلیمرهای سیلیکونی در امر حفاظت، پوششی از جنس نانوکامپوزیت پایه سیلیکونی می‌توانست انتخاب مناسبی برای این هدف باشد. برای تهیه این نانوکامپوزیت از ترکیبات سیلیکونی و نانوذرات هسته/پوسته تیتانیا/سیلیس به عنوان مواد سازنده اصلی استفاده شد. سیلیس اصلاح شده با پیوندهای آلی ترکیب اصلی زمینه را تشکیل می‌داد و نانوذرات نقش تقویت کننده زمینه را ایفا می‌کردند. روش به کار رفته برای تهیه نانوکامپوزیت‌ها، روش سل-ژل بود که روشی رایج در خلق پوشش‌های آب‌گریز پایه سیلیکونی است. برای ساخت زمینه از پلی‌دی‌متیل سیلوکسان منتهی به هیدروکسی و تترائوکسی سیلان استفاده شد تا با تلفیق پلی‌دی‌متیل سیلوکسان و سیلیس حاصل از هیدرولیز و تراکم تترائوکسی سیلان زمینه‌ای هیبریدی - سیلیکونی ایجاد شود. از میان نانوذراتی که بیشتر در ساخت کامپوزیت‌ها به کار می‌روند نانوذرات تیتانیا با ساختار کریستالی آناناز انتخاب شدند. این ذرات جاذب پرتوی فرابنفش هستند و با افزایش زبری زمینه به افزایش آب‌گریزی کمک می‌نمایند. به منظور کنترل ویژگی فوتوکاتالیستی تیتانیا، که می‌تواند سبب تخریب پیوندهای آلی در زمینه گردد، و با هدف ایجاد حایل بین ذرات فوتوکاتالیست و زمینه مبادرت به تهیه نانوذرات هسته/پوسته تیتانیا/سیلیس شد. ترکیبات تهیه شده شامل زمینه هیبریدی - سیلیکونی و نانوکامپوزیت حاصل از افزودن نانوذرات هسته/پوسته تیتانیا/سیلیس به این زمینه به دو روش غوطه‌وری و ریختن قطره قطره روی سطح لام و کاشی قدیمی پوشش داده شدند. خواص ترکیبات تهیه شده با استفاده از آزمون‌ها و تکنیک‌هایی مانند طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه، پراش پرتوی ایکس، اندازه‌گیری پتانسیل زتا، پراکندگی نور پویا، میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی و عبوری بررسی و ارزیابی شدند. همچنین بررسی رفتار فوتوکاتالیستی نانوذرات هسته/پوسته و آزمون اندازه‌گیری زاویه تماس آب روی پوشش‌های اعمال شده بر سطح لام و کاشی انجام گرفت. نتایج حاکی از آن بود که با افزودن پلی‌دی‌متیل سیلوکسان به میزان حداکثر ۲۰ درصد وزنی نسبت به تترائوکسی سیلان در مخلوط اولیه می‌توان بدون اضافه کردن حلال‌ها و کاتالیست‌های بسیار سمی، از اورموسیل‌های تهیه شده به پوششی شفاف و آب‌گریز دست یافت. نتایج طیف‌سنجی فروسرخ تبدیل فوریه تشکیل پیوندهای Si-O را در نمونه‌ها و وجود پیوندهای Ti-O-Si را در محصول فرایند ساخت هسته/پوسته تیتانیا/سیلیس تأیید کردند. از الگوهای پراش پرتوی ایکس می‌توان بی‌شکل بودن سیلیس حاصل از فرایندها را استنتاج نمود. این الگوها همچنین نشان دادند تیتانیا ساختار آناناز خود را پس از عملیات جداسازی نانوذرات آگلومره شده و تشکیل هسته/پوسته تیتانیا/سیلیس حفظ کرده است. تصاویر تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری از نانوذرات هسته/پوسته تیتانیا/سیلیس تشکیل پوسته‌ای پیوسته با ضخامت کمتر از ۵ نانومتر را تأیید نمود. به علاوه کاهش آگلومراسیون در نانوذرات جداسازی شده که تحت عملیات ساخت هسته/پوسته قرار گرفته بودند آشکار بود. بهترین ترکیب برای دست‌یابی به پوششی نانوکامپوزیتی، شفاف، آب‌گریز و تا حدی جاذب پرتوی فرابنفش ترکیبی محتوی ۲۰ درصد وزنی پلی‌دی‌متیل سیلوکسان و حدود ۰/۰۲۵ درصد وزنی نانوذرات هسته/پوسته تیتانیا/سیلیس می‌باشد.

کلمات کلیدی: پوشش، حفاظت، نانوکامپوزیت پایه سیلیکونی، هیبرید معدنی-آلی، نانوذرات هسته/پوسته تیتانیا/سیلیس، آب‌گریزی