



سمینار دفاع از رساله دکتری مهندسی مواد

باعنوان

ساخت و مشخصه یابی نانوکامپوزیت Mg/SiO_2 و شبیه سازی رفتار مکانیکی آن به روش دینامیک مولکولی

ارائه کننده: حسن عیسی

مکان: آنلاین

زمان: شنبه ۱۴۰۰/۱۰/۲۵ ساعت ۱۰

اعضای کمیته داوری:

اساتید راهنما: دکتر ابوذّر طاهری زاده – دکتر علی مالکی

اساتید داور: دکتر بهزاد نیرومند – دکتر مسعود پنجه پور – دکتر امیر لهراسبی

چکیده:

منیزیم و آلایزهای آن به دلیل چگالی کم و نسبت استحکام به وزن بالا، مورد توجه کاربردهای مهندسی در زمینه های گوناگون قرار گرفته اند. با این حال انعطاف پذیری و استحکام کم و همچنین قابلیت کارپذیری سرد پایین منجر به محدود شدن کاربرد این فلز شده است. در مطالعه حاضر، ساخت و مشخصه یابی نانوکامپوزیت منیزیم/نانوسیلیکا و تحلیل رفتار مکانیکی آن و همچنین توجیه پدیده های دیده شده در نتایج آزمایشگاهی و توضیح مکانیزم های حاکم با استفاده از شبیه سازی دینامیک مولکولی انجام شده است. به این منظور اثر افزودن پودر نانوسیلیکا با دو ساختار آمورف و کریستالی و همچنین درصد وزنی فاز تقویت کننده در نانوکامپوزیت منیزیم/نانوسیلیکا بررسی شد. در این راستا ابتدا نمونه هایی از سیلیکای آمورف و کریستالی به روش تف جوشی پلاسمایی جرقه ای ساخته شد. سپس سختی و مدول تورفتگی سیلیکای آمورف و کریستالی با استفاده از آزمون نانوسختی ارزیابی شد. سپس نانوکامپوزیت زمینه منیزیم با $0/25$ ، $0/5$ و 1 درصد وزنی از نانوسیلیکای آمورف و کریستالی با استفاده از فرایند اکستروژن تجمعی (AE) در دمای $300^\circ C$ درجه سانتی گراد ساخته شد. به طور مشابه نمونه های شاهد از منیزیم خالص تهیه شد. خواص مکانیکی تسمه نانوکامپوزیت ساخته شده با استفاده از آزمون فشار، پس از اکستروژن و پس از آنیل در دمای $400^\circ C$ درجه سانتی گراد ارزیابی شد. در بخش شبیه سازی، رفتار مکانیکی سیلیکای آمورف و کریستالی در حین آزمون فشار و آزمون نانوسختی بررسی شد. همچنین، اثر اندازه دانه روی خواص مکانیکی و مکانیزم تغییر شکل نانوکریستال منیزیم بررسی شد. سپس شبیه سازی نانوکامپوزیت زمینه نانوکریستال منیزیم پس از افزودن نانوذرات سیلیکای آمورف و کریستالی با موقعیت های مختلف نسبت به مرز دانه در حین آزمون فشار تک محوری انجام شد. نتایج بخش تجربی نشان داد که نمونه های سیلیکای کریستالی از سختی و مدول تورفتگی بالاتری نسبت به سیلیکای آمورف برخوردار است. شبیه سازی دینامیک مولکولی آزمون نانوسختی نشان داد که سیلیکای آمورف مدول تورفتگی کمتر و کرنش الاستیک بالاتری نسبت به سیلیکای کریستالی دارد. نتایج آزمون فشار نشان داد که هر دو ساختار دارای سه مرحله تغییر شکل هستند. نتایج آزمون فشار روی نمونه هایی از تسمه نانوکامپوزیت نشان داد که تنش تسلیم نمونه حاوی $0/5$ درصد وزنی از سیلیکای آمورف تا 26 درصد پس از اکستروژن و 235 درصد پس از آنیل و همچنین استحکام فشاری نهایی تا 20 درصد، بدون کاهش در انعطاف پذیری نانوکامپوزیت نسبت به نمونه شاهد و بقیه نمونه های کامپوزیتی است افزایش یافته اند. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل پراش پرتو ایکس، پراش الکترون های بازگشتی (EBSD) و طیف سنجی پراش انرژی پرتوی ایکس (EDS) نشان داد که تغییری در جهات صفحات پایه بین تسمه های منیزیم خالص و نانوکامپوزیت در امتداد جهت اکستروژن وجود ندارد. کاهش اندازه دانه ها در اثر حضور نانوسیلیکای آمورف نسبت به نمونه های منیزیم خالص و منیزیم تقویت شده با نانوسیلیکای کریستالی و توزیع فاز تقویت کننده پس از فرایند اکستروژن تجمعی یکنواخت بود. نتایج حاصل از شبیه سازی نشان داد که میانگین تنش جریان بهینه برای نمونه ای با متوسط اندازه دانه 14 نانومتر بود. علاوه بر این، دو مکانیزم تغییر شکل متمایز با کاهش اندازه دانه وجود دارد. از طرف دیگر، برای نمونه های نانوکامپوزیت با موقعیت های مختلف نانوذره سیلیکای آمورف و کریستالی، مشاهده شد که حضور نانوذره در محل اتصال سه گانه بین سه دانه تأثیر اصلی بر استحکام نانوکامپوزیت دارد. استحکام نهایی و کرنش شکست در هنگام استفاده از نانوذرات سیلیکای آمورف بیشتر از نانوکامپوزیت تقویت شده با نانوذرات سیلیکای کریستالی بود.

کلمات کلیدی: اکستروژن تجمعی، شبیه سازی دینامیک مولکولی، نانوسیلیکای آمورف، نانوسیلیکای کریستالی، نانوکریستال منیزیم، اثر اندازه دانه.