



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مواد

جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مواد گرایش شناسایی و انتخاب مواد

تحت عنوان:

ارزیابی اثر تابش‌های فضایی بر روی عایق‌های حرارتی چندلایه

ارائه کننده: مهدی قصری

مکان: کلاس ۲۰ دانشکده مهندسی مواد

زمان: دوشنبه ۲۸ شهریور ماه ۱۴۰۱ - ساعت ۱۴:۰۰

استاد مشاور: دکتر محمدرضا پاک‌منش

استاد راهنما: دکتر علی اشرفی

چکیده

عایق‌های حرارتی چندلایه (MLI) جزو سیستم‌های کنترل حرارتی غیرفعال هستند که وظیفه‌ی تأمین دمای داخلی ماهواره را تأمین دارند. این پتوهای عایق حرارت باید خواص خود را در طول مأموریت فضایی بر اساس الزامات استاندارد ECSS حفظ کنند. ماهواره‌ها با قرارگیری در مدارهای اطراف زمین و در معرض محیط فضا، درگیر عوامل متعددی خواهد شد که هر کدام به طریقی می‌توانند شرایط را برای تخریب و افت خواص آن فراهم نمایند. یکی از مهم‌ترین این عوامل، تابش‌های فضایی هستند. این تابش‌ها که هر کدام انواع و تأثیرات متفاوتی دارند، می‌توانند منجر به یونیزه شدن مواد گردند. در پژوهش حاضر اثر مخرب دز یونیزان کل معادل با مدت زمان حدودی ۶، ۱۲ و ۱۸ سال مأموریت فضایی در محیط مدار LEO شبیه‌سازی و بررسی شد. این آزمایش با استفاده از تابش پرتوی گاما با سه مقدار دز 100 kGy ، 200 kGy و 300 kGy بر روی برخی از لایه‌های پلیمری پر کاربرد در ساخت MLI صورت گرفت. لایه‌های مذکور شامل کپتون سیاه بدون پوشش، کپتون سیاه با یک طرف پوشش آلومینیوم، پلی‌ایمید کپتون با دو طرف پوشش آلومینیوم و PET با دو طرف پوشش آلومینیوم است. اثر پرتوی گاما بر روی این فیلم‌های پلیمری مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس مشخص شد که خواص ترموپلاستیکی لایه‌ها از جمله ضریب جذب خورشیدی و ضریب نشر حرارتی، به میزان بسیار ناچیزی دچار افت شده است. با این وجود پس از انجام آزمون FTIR مشخص شد که در نمونه‌ی کپتون سیاه بدون پوشش برخی از پیوندهای کربن‌دار شکسته شده و با آزاد شدن مولکول گاز از ترکیب پلیمر، بخشی از جرم ماده از دست رفته است. همچنین آثاری از تشکیل پیوندهای عرضی در اثر تابش پرتوی گاما در پلیمر مشاهده شد. با بررسی نتایج آزمون کشش نتیجه شد که خواص مکانیکی هر چهار نمونه به میزان قابل توجهی دچار افت شده است. البته مشخص شد که در دزهای تابشی پایین گاما به علت تشکیل پیوندهای عرضی، نرخ افت خواص مکانیکی کمتر بوده ولی با افزایش دز تابشی شدت افت این خواص از جمله استحکام کششی، درصد ازدیاد طول و چقرمگی نیز افزایش خواهد یافت. در اثر تابش اشعه‌ی گاما بیشترین میزان افت خواص مکانیکی در میان نمونه‌های مورد آزمایش بر روی پلی‌ایمید کپتون با دو طرف پوشش آلومینایز اندازه‌گیری و شناسایی شد. پس از انجام تست کشش، از سطوح مقطع شکست نمونه‌ها با استفاده از میکروسکوپ FESEM تصویربرداری شد که در مقایسه با حالت پیش از پرتودهی، آثاری از تبدیل شکست نرم به ترد در فیلم‌های پلیمری نمایان گشت. این افزایش تردی پلیمرها با افت خواص مکانیکی آن‌ها به طور مستقیم در ارتباط است. ریزساختار نمونه‌ها نیز با استفاده از میکروسکوپ FESEM آنالیز گردید که نشانه‌هایی از شکل‌گیری و ترکیدن حباب‌هایی بر سطح کپتون سیاه بدون پوشش مشاهده شد که در اثر خارج شدن مولکول گازی از ترکیب پلیمر رخ داده است. همچنین در فیلم‌های پلیمری آلومینایز شده نتیجه شد که دانه‌بندی پوشش آلومینیوم در برخی مناطق کاهش یافته و به صورت پوسته‌ای ظاهر شده که در پی تخریب پوشش ممکن است زیرلایه‌ی پلیمری را نیز به شدت در معرض آسیب قرار دهد. در نهایت توپوگرافی سطح لایه‌ها نیز توسط آنالیز AFM مورد بررسی قرار گرفت که افزایش زبری در سطح تمامی نمونه‌ها نتیجه شد. بیشترین میزان افزایش زبری بر روی سطح کپتون سیاه بدون پوشش مشاهده شد که نشان‌دهنده‌ی پایداری بیشتر نمونه‌های پوشش داده شده با آلومینیوم در مقایسه با پلیمر بدون پوشش است.

کلمات کلیدی

عایق حرارتی چندلایه، MLI، مدار LEO، کپتون سیاه، پلی‌ایمید کپتون، کپتون آلومینایز، PET آلومینایز، پرتوی گاما