POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

تأثیر تشعشعات یونیزان بر خواص فیزیکوشیمیایی و عملکردی لاستیک سیلیکونی و سوند فولی سیلیکون

چکیده

استفاده از پرتوهای یونیزان، مانند پرتو گاما و پرتو الکترونی، در استریل نمودن محصولات پزشکی در سال‌های اخیر رشد قابل توجهی داشته است که ناشی از نگرانی‌ها در مورد ایمنی استریل‌سازی اکسید اتیلن است. این مقاله با ارزیابی خواص عملکردی آن قبل و بعد از تابش در دوزهای مختلف جذب شده، اثرات این روش‌های تابش را بر روی لاستیک سیلیکونی و کاربرد آن بر روی یک وسیله پزشکی حاوی لاستیک سیلیکونی، به‌ویژه یک سوند فولی سیلیکون، بررسی می‌کند. در تجزیه و تحلیل نمونه‌های تابش شده، حضور گروه‌های کربونیل که نشان دهنده اکسیداسیون ناشی از تشعشع است، مشاهده شد. تابش گاما تغییرات اساسی در ساختار پلیمری نشان نداد اما در دماهای بالاتر به دلیل مکانیسم‌های اکسیداسیون تخریب را نشان داد. علاوه بر این، کاهش قابل توجهی در ازدیاد طول در هنگام شکست مشاهده شد که نشان می‌دهد لاستیک سیلیکونی با پیوندهای عرضی از قبل، اتصال عرضی اضافی را تجربه کرده است که بر خواص مکانیکی آن تأثیر می‌گذارد. در مقابل، تابش پرتو الکترونی منجر به تخریب شد، همانطور که با افزایش باقی‌مانده TG[1] مشهود است. با این حال، خواص مکانیکی، از جمله استحکام کششی و ازدیاد طول در هنگام شکست، کمتر تحت تاثیر قرار گرفتند. این نشان دهنده اتصال عرضی و تکه تکه شدن ستون فقرات پلیمری محدود است. در دوز کمتر، کاهش در استحکام و ازدیاد طول نشان‌دهنده تشکیل ساختارهای شاخه‌دار، محدود کردن تحرک، ایجاد بی‌نظمی‌ها و تضعیف استحکام کلی پلیمر بود. با وجود این اثرات، خواص عملکردی سوند فولی سیلیکون در دوزهای جذب پایین عملاً بی‌تأثیر بود، به جز تغییر رنگ پورت‌های سرنگ. به طور کلی، این مطالعه بینش‌هایی را در مورد اثرات پرتوهای یونیزان بر روی لاستیک سیلیکون ارائه می‌دهد و بر تعامل پیچیده بین اتصالات

[1] Thermogravimetric

عرضی، بریدگی زنجیره و مکانیسم‌های اکسیداسیون تاکید می‌نماید. این یافته‌ها به درک تغییرات در ساختار و خواص پلیمر تحت روش‌ها و دوزهای مختلف تابش کمک می‌کند و توسعه تکنیک‌های استریل‌سازی مؤثر برای تجهیزات پزشکی حاوی لاستیک سیلیکون را تسهیل می‌نماید.

کلیدواژه‌ها: اشعه گاما، استریلیزاسیون با اشعه، پرتو الکترونی، سوند فولی سیلیکونی، لاستیک سیلیکونی.

نتیجه‌گیری

داده‌های به‌دست‌آمده نشان داد که تشعشعات یونیزان حداقل تغییرات را در ساختار شیمیایی SR[1] خام ایجاد می‌کند، زیرا تنها حضور گروه‌های حاوی کربونیل پس از تابش آشکار بود. برای محصولات تابش شده با گاما، هیچ تغییر اساسی برای ساختار پلیمری از کسر ژل و داده‌های نسبت تورم مشاهده نشد. در همین حال، پروفایل‌های حرارتی در دماهای بالاتر، وقوع تخریب را به عنوان یک پیامد مکانیسم‌های اکسیداسیون نشان می‌دهد. با این حال، کاهش قابل توجه در ازدیاد طول در هنگام شکست، پیوند عرضی اضافی را در شبکه پلیمری نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که SR بکر قبلاً یک شبکه بسیار اتصال عرضی شده بود، به همین دلیل است که اثر اتصال عرضی بیشتر فقط در خواص مکانیکی آن مشهود بود. تخریب برای لاستیک سیلیکونی عمل‌آوری شده با پرتو الکترونی، بر اساس افزایش باقی‌مانده‌های TG در دوزهای 35 تا 80 kGy، آشکار به نظر می‌رسید. احتمالاً، گرمایش موضعی مرتبط با تابش الکترون و نرخ‌های دوز بالای آن، فرآیندهای اکسیداتیو را تسریع می‌کند که اغلب منجر به بریدگی زنجیره می‌شود. این رویداد تأثیر کمتری بر خواص مکانیکی داشت که نشان‌دهنده اتصال عرضی و تکه تکه شدن ستون فقرات است. در دوز پایین‌تر (25 kGy)، هر دو استحکام کششی و ازدیاد طول در شکست به طور قابل توجهی کاهش یافت. در حالی که اتصال عرضی منجر به ساختارهای سفت‌تر اما قوی‌تر می‌شود، کاهش استحکام کششی نشان می‌دهد که پلیمر ممکن است

[1] Silicone Rubber

ساختارهای شاخه‌ای را در ۲۵ kGy تشکیل داده باشد که هم تحرک پلیمر و توانایی آن را برای کشش محدود می‌کند و هم بی‌نظمی‌هایی را ایجاد می‌کند که هم ترازی زنجیره را مختل می‌کند و قدرت کلی آن را تضعیف می‌کند.

نتایج شناسایی عاملیت SFC[1]های تابیده شده نشان داد که دوز تابش گاما 15 kGy و دوز پرتو الکترونی 15 تا 35 کیلوگری روش‌های بالقوه برای استریل‌سازی هستند، زیرا در این دوزها، ظرفیت سوندها برای عملکرد مورد نظرشان به طور قابل‌توجهی مختل نمی‌شود. تنها استدلال این است که پورت‌های سرنگ تغییر رنگ داده‌اند. با این حال، معیار ظاهر بصری در صلاحدید شرکت سازنده تجهیزات و موسسات پزشکی استفاده کننده از آن‌ها است. آزمایش‌های بیشتری مانند آنالیز بار زیستی، آزمایش عقیم‌سازی و تعیین دوز تأیید برای اثبات این احتمالات انجام خواهد شد.

1. Flores, Jeric and Gallardo, Alvin Kier R. and Barba, Bin Jeremiah D. and Tranquilan-Aranilla, Charito, (2023). Effect of Ionizing Radiation on the Physicochemical and Functional Properties of Silicone Rubber and Silicone Foley Catheter. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=4540861

http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.45 0861

ترجمه و ویرایش: جواد برزوئی

[1] Silicone Foley Catheters

POLYM PART

مرجع پلیمر در بازار ایران