POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

غشای حکاکی‌شده پلی‌اتیلن‌ترفتالات جهت بازیابی هلیوم از سیستم هلیوم نیتروژن

چکیده

در این پژوهش، برای اولین بار، ساخت غشای مقاوم به‌حکاکی[1] از پلیمر پلی‌اتیلن‌ترفتالات[2] (PET) و مطالعات پارامتری کمی دقیق برای کاربرد آن در جداسازی $He\text{-}N_2$ گزارش گردیده است. این مطالعه همچنین مطالعات نظری جهت درک تابش فیلم PET با یون‌ها و همچنین سهم حوزه‌های جریان گاز که برای اولین بار انجام می‌شود را پوشش می‌دهد. شبیه‌سازی‌های مونت کارلو[3] با استفاده از کد FLUKA برای ارزیابی دوز رسوب‌شده[4] توسط یون‌ها در فیلم PET و جابجایی در هر اتم[5] (DPA) انجام شد. توزیع دوز جذب شده در فیلم به‌عنوان تابعی از ضخامت، میانگین دز جذب شده به‌عنوان تابعی از انرژی یونی[6] و DPA در اعماق مختلف در فیلم با استفاده از این شبیه‌سازی‌ها تعیین گشت. محدوده پرتوهای مختلف یون نیز با استفاده از کد SRIM محاسبه شد. تاثیر برخورد ستون[7] انرژی به پرتو تابش (Si: 70 90 مگا الکترون ولت و کلر: 84، 100 و 115 مگا الکترون ولت) و پارامترهای حکاکی‌سازی[8] مانند غلظت NaOH، دما، تابش UV و فراصوت بر روی فیلم‌های پلیمری کنترل و تابش شده (تقریبا با 25 میکرومتر ضخامت) مورد مطالعه قرارگرفت. مطالعات نفوذ گاز غشای حکاکی‌شده در مسیر سنتز شده داخلی (بهینه) انجام شد و انتخاب‌پذیری امیدوارکننده‌ای حدود2/4 از He/N_2 حاصل گشت. نتایج تایید نمود که غشاها می‌توانند کاربرد بالقوه‌ای در جداسازی He از گاز طبیعی داشته باشند.

کلمات کلیدی: غشاهای پلیمری[9]، پلیمرهای سفارشی[10]، مدل‌سازی و شبیه‌سازی[11]، خواص حرارتی[12]، غشای حکاکی شده.

نتیجه‌گیری

[1] track-etched membrane fabrication
[2] polyethylene terephthalate
[3] Monte Carlo simulations
[4] dose deposited
[5] displacement per atom
[6] ion energy
[7] irradiation beam
[8] etching parameters
[9] polymer membranes
[10] tailor-made polymers
[11] modelling and simulation
[12] thermal properties

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

این اولین مطالعه از نوع خود است که برای توسعه غشاهای حکاکی‌شده[1] جهت جداسازی هلیوم از نیتروژن انجام شده است. شبیه‌سازی مونت کارلو تابش غشا با پرتوهای یونی با استفاده از کد FLUKA انجام گردید. مشخص شد که دوز جذب شده با افزایش ضخامت فیلم افزایش می‌یابد و با افزایش انرژی یون برخورد کرده کاهش می‌یابد. مطالعات شبیه‌سازی همچنین نشان داد که DPA با عمق فیلم و انرژی یون‌ها افزایش می‌یابد. بر اساس نتایج، مشاهده شد که DPA حداقل دامنه‌ای در مورد Si-90 مگا الکترون ولت بیشتر بود. از این رو، برای مطالعات تجربی، پرتو 90 مگا ولت از Si-28 برای تابش فیلم PET استفاده گردید. نرخ حکاکی در شرایط بهینه برای غشاهایی که در معرض هر دو پرتوهای یونی Si و Cl با انرژی‌های مختلف هستند، مورد مطالعه قرار گرفت. اثر پارامترهایی مانند دما، غلظت NaOH، تابش UV و فراصوت بر سرعت حکاکی جهت سنتز غشای حکاکی‌شده، مورد مطالعه قرار گرفت. پارامترهایی که در آنها اختلاف نرخ حکاکی پلیمر تابیده‌شده و تابیده نشده حداکثر بود به‌عنوان وضعیت بهینه در نظر گرفته شد. مجموعه بهینه شرایط عملیاتی6 N NaOH به‌عنوان عامل حکاکی در دمای 60 درجه سانتیگراد با فراصوت و تابش UV به مدت 10 دقیقه در هر دو طرف فیلم پلیمری یافت گشت. مشخص شد که هم فرآیند فراصوت و هم فرآوری با اشعه ماوراء بنفش منجربه افزایش نرخ حکاکی در هر دو فیلم‌های پلیمری پرتودهی شده و هم پرتودهی نشده می‌شود. سختی سطح[2] و سینتیک تخریب[3] نمونه نیز با تابش و عملیات حکاکی افزایش می‌یابد. مطالعات نفوذ گاز غشای ساخته شده داخلی، نفوذپذیری He را تا بیش از 2/5 را ارائه می‌دهد که نزدیک به گزینش‌پذیری برپایه انتشار Knudsen است. مطالعات تایید نمود که غشاهای حکاکی‌شده با مسیر PET را می‌توان در صنعت برای جداسازی و بازیابی هلیوم از سیستم هلیوم نیتروژن به‌کار برد.

Reference

Nailwal BC, Goswami N, Nair JP, Keshavkumar B, Surendran P, Gupta AK, Kar S, Adak AK. Polyethylene terephthalate track etched membrane for recovery of helium from helium-nitrogen system. Express Polymer Letters. 2023 Jun 1;17(6):596-609.

DOI: 10.3144/expresspolymlett.2023.44

[1] track-etched membrane
[2] Surface roughness
[3] degradation kinetics