

غشاهای اسمز معکوس بازیافتی برای فناوری اسمز مستقیم

چکیده

یک استفاده جایگزین از غشاهای اسمز معکوس منقضی شده^۱ (RO) برای کاربرد اسمز مستقیم^۲ (FO) به عنوان غشاهای FO بازیافت شده^۳ (RFO) و غشاهای FO بازیافتی تبدیل شده^۴ (TRFO) پیشنهاد شده است. پروتکل های مختلف تمیز کردن غیرفعال در مقیاس آزمایشی و آزمایشگاهی با استفاده از هیپوکلریت سدیم^۵ (NaClO) در غلظت ها و مدت زمان قرارگیری در معرض اصلاح مختلف، دنبال شد. RFO با بهترین عملکرد برای تبدیل آن با تکنیک پلیمریزاسیون سطحی^۶ (IP) برای بهبود بیشتر عملکرد FO انتخاب شد. هر دو ساختار مورفولوژیکی و خواص انتقال ذرات در غشاهای RFO و TRFO با استفاده از تکنیک های مختلف مشخصه یابی مورد مطالعه قرار گرفتند. اگرچه غشاهای RFO برای FO مناسب هستند، اما غشاهای TRFO رقابتی تر هستند. بالاترین شار نفوذ آب FO ($12/21 \text{ Kg/m}^2\text{h}$ و $15/12 \text{ Kg/m}^2\text{h}$) برای غشای بازیافت شده با استفاده از بالاترین غلظت قرار گرفتن در معرض NaClO اعمال شده در کارخانه آزمایشی ($10^6 \text{ ppm}\cdot\text{h}$) و به دنبال آن IP یک لایه پلی آمید نازک به دست آمد. این شارهای نفوذی، بهتر یا حداقل قابل مقایسه با غشاهای تجاری مورد استفاده در شرایط FO مشابه بودند. نتایج نشان داد که امکان استفاده از غشاهای RO دور ریخته شده در فناوری FO برای تصفیه فاضلاب پس از روش های تصفیه کافی وجود دارد که طول عمر آنها را افزایش می دهد و به اقتصاد دایره ای و پایداری در علم غشا و مواد مرتبط کمک می کند.

کلمات کلیدی: ماژول های اسمز معکوس دور ریخته شده، غشاهای بازیافتی، پلیمریزاسیون سطحی اسمز پیشرو، فاضلاب.

Keywords: Discarded reverse osmosis modules, Recycled membranes, Forward osmosis Interfacial polymerization, Wastewater.

¹ End-Of-Life Reverse Osmosis

² Forward Osmosis

³ Recycled Fo

⁴ Transformed Recycled Fo

⁵ Sodium Hypochlorite

⁶ Interfacial Polymerization

نتیجه گیری

با توجه به اصول اصلی مدیریت پسماند، بازیافت غشا باید به عنوان یک اقدام زیست محیطی برای افزایش پایداری فناوری غشایی و به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی آن‌ها در نظر گرفته شود. هدف اصلی این مطالعه بازیافت و تبدیل غشاهای RO منقضی شده در غشاهای FO در مقیاس آزمایشگاهی برای تصفیه فاضلاب بود. ویژگی‌های مورفولوژیکی و ساختاری به دست آمده از غشاهای FO بازیافت شده (RFO) و غشاهای RFO تبدیل شده (TRFO) با پلیمریزاسیون سطحی نشان دهنده اعتبار و قابلیت مناسب آن‌ها برای فرآیند FO است. پارامترهای ساختاری ذاتی آن‌ها کاملاً شبیه به غشاهای تجاری FO بود.

بالاترین شار نفوذ آب FO برای غشاهای RFO برای غشای RFO₂ بازیافت شده با بالاترین غلظت قرار گرفتن در معرض NaClO اعمال شده در کارخانه آزمایشی ($10^6 \text{ ppm}\cdot\text{h}$) به دست آمد که نشان می‌دهد نیازی به مرحله دوم تمیزکردن آزمایشگاهی نیست. شار نفوذ غشا RFO₂ قابل مقایسه با غشای تجاری CTA-HTI بود که تحت شرایط FO مشابه عمل می‌کرد.

در میان تمام غشاهای TRFO آماده شده، غشاهای اصلاح شده سطح PA با استفاده از MPD یا مخلوط آن با TEA¹، خواص انتقال بهتری نسبت به غشاهای آماده شده با استفاده از PIP² یا مخلوط آن با TEA یا PVA³ و غشای اصلاح شده سطح PE با استفاده از BPA⁴ نشان دادند. بهترین عملکرد FO توسط غشاء RFO-MPD/TEA ($J_s=15/12 \text{ Kg/m}^2\text{h}$ و R_{HA} بیشتر از ۹۹ درصد) به دست آمد. این مقادیر نسبت به غشای تجاری CTA-HTI بهتر و با غشای تجاری TFC-HTI قابل مقایسه می‌باشند.

نشان داده شده است که می‌توان از ماژول‌های غشای RO منقضی شده در فناوری جداسازی FO پس از یک روش درمان مناسب استفاده کرد. این امر طول عمر آن‌ها را افزایش می‌دهد و بنابراین به اقتصاد دایره‌ای و پایداری در علم غشا و مواد مرتبط کمک می‌کند. با این حال، این حوزه تحقیقاتی نسبتاً جدید است و مطالعات بیشتری مانند تأثیرات زیست محیطی آن با استفاده از ارزیابی چرخه عمر⁵ (LCA) و تحلیل اثربخشی هزینه و همچنین امکان اعمال IP بدون جداسازی ماژول‌های غشایی RO ضروری است.

¹ Trimethylamine

² Piperazine

³ Polyvinyl Alcohol

⁴ Bisphenol

⁵ Life Cycle Assessment

Reference

Contreras-Martínez J, García-Payo C, Arribas P, Rodríguez-Sáez L, Lejarazu-Larrañaga A, García-Calvo E, Khayet M. Recycled reverse osmosis membranes for forward osmosis technology. Desalination. 2021 Dec 1; 519:115312.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2021.115312>

مترجم: علیرضا کرفی

