POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

چکیده

غشاهای سیلیکایی به دلیل ساختارهای متخلخل منحصر به‌فردشان برای غربال مولکولی[1]، مواد شیمیایی قابل تنظیم و پایداری حرارتی و شیمیایی عالی، به عنوان پلت فرم جذابی برای جداسازی گازها (مانندH_2/CO_2) با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته‌اند. هدف این مقاله مروری ارائه‌ی به روز رسانی جامع در مورد پیشرفت غشاهای سیلیکایی برای جداسازی گاز و مایع در دهه گذشته است. ابتدا، روش‌های مختلف برای ساخت غشاها (به ویژه آنهایی که در دماهای پایین هستند) را خلاصه نموده و تاثیر پارامترهای فرآیندی را بر ساختار غشا توصیف نموده است. دوم، مکانیسم‌های انتقال نافذ[2] و شبیه‌سازی‌های دینامیکی مولکولی برای روشن نمودن رابطه ساختار-ویژگی‌ها ارائه شده‌اند. سوم، غشاهای سیلیکای پیشرفته با ویژگی‌های جداسازی امیدوارکننده برای گازها، بخارات و مایعات و استراتژی‌های مهندسی مختلف برای بهبود پایداری گرمایی، مقیاس‌پذیری تولید و عملکرد جداسازی برجسته شده است. در نهایت، دیدگاه هایی در مورد توسعه آینده این غشاها برای کاربردهای عملی ارائه گردیده است.

کلمات کلیدی: غشاهای سیلیکا، جذب کربن، غشاهای ارگانوسیلیکا، پایداری هیدروترمال[3]، جداسازی H_2/CO_2، مقیاس‌پذیری.

نتیجه‌گیری

هدف این بررسی، ثبت پیشرفت جذاب غشاهای سیلیکا، با تمرکز بر روش‌های ساخت جدید برای افزایش مقیاس‌پذیری و شیمی آنها و ساختارهای جدید برای بهبود خواص جداسازی و پایداری گرمایی است. غشاهای متداول سیلیکایی را می توان با استفاده از روش سل-ژل تهیه نمود و برای آبگیری با حلال صنعتی استفاده می‌شود. روش‌های مختلفی مانند PE-CVD [4] و فرآیند اکسیداسیون پلاسما [5] برای تولید غشاهای سیلیکا در دماهای پایین توسعه یافته‌اند. به ویژه، تصفیه پلاسمای اکسیژن پلی‌سیلوکسان‌ها[6] روشی سریع و مقیاس پذیر برای ساخت غشاهای سیلیکا نازک با عملکرد جداسازی برتر H_2/CO_2 ارائه می‌نماید. راهبردهای مختلفی برای بهبود پایداری هیدروترمال و توانایی غربال مولکولی با مهندسی مولکولی پیش سازها، ترکیب پیش سازها، دوپینگ

[1] Molecular sieving
[2] Penetrant transport mechanisms
[3] Hydrothermal stability
[4] Plasma enhanced chemical vapor deposition
[5] Plasma oxidation
[6] Polysiloxanes

فلزات و ادغام با نانوپرکننده‌ها ایجاد شده است. غشاهای سیلیکا همچنین برای انواع جداسازی (مانند H_2/CO_2, H_2/CH_4, CO_2/N_2, C_3H_6/C_3H_8) و راکتورهای غشایی برای تولید و استری‌سازی هیدورژن مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

به طور خوش بینانه‌ای انتظار می‌رود که غشاهای سیلیکا مسیر صعودی خود را به سمت کاربردهای عملی ادامه دهند. اولا، غشاهای سیلیکا برای جداسازی H_2/CO_2 و H_2/CH_4 در دماهای بالا قرار دارند، که برای فعال نمودن تولید و تحویل هیدورژن در مقیاس بزرگ با حداقل تاثیر زیست محیطی حیاتی است. دوم، فرآیندهای مقیاس پذیر جدید توسعه یافته برای ساخت غشاهایی با لایه‌های نازک سیلیکا در دماهای پایین را می توان برای سایر پیش سازها گسترش داد و هزینه های تولید در مقیاس بالا را کاهش داد و کاربردهای صنعتی را امکان پذیر نمود. سوم، غشاهای سیلیکا به دلیل مقاومت عالی در برابر مواد شیمیایی و گرما، نوید زیادی را برای جداسازی حلال توسط تبخیر یا اسمز معکوس[1] (RO) نشان می دهند. در نهایت، غشاهای سیلیکا پتانسیل زیادی برای راکتورهای غشایی برای دستیابی به تشدید فرآیند جهت کاهش هزینه های تولید دارند زیرا می توانند محصولات جانبی کوچک (مانند آب، هیدورژن، متانول و ...) را حذف نمایند تا واکنش ها را جابه جا نمایند.

Reference:

Bui V, Tandel AM, Satti VR, Haddad E, Lin H. Engineering silica membranes for separation performance, hydrothermal stability, and production scalability. Advanced Membranes. 2023 Jan 1;3:100064.

DOI: 10.1016/j.advmem.2023.100064

[1] Reverse osmosis

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

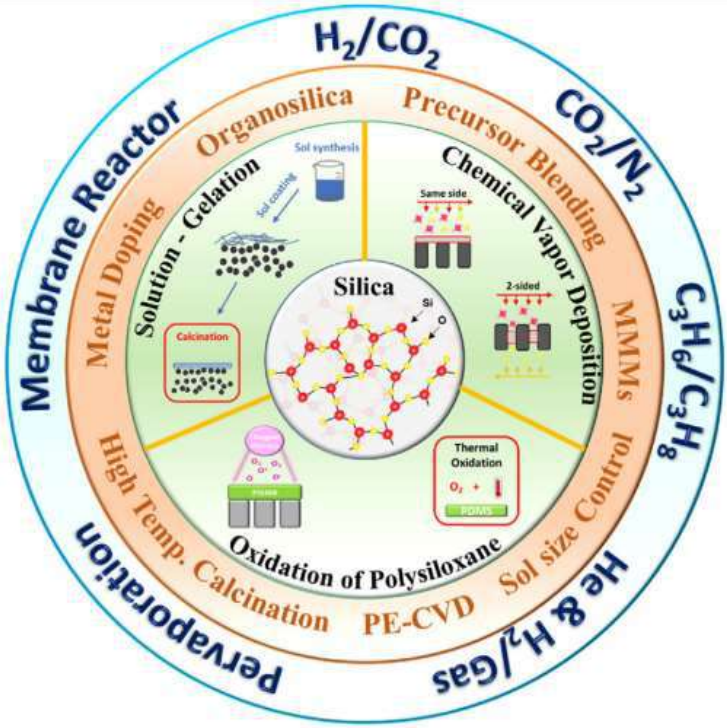

Fig. 1. Overview of silica membranes for molecular separations, including fabrication methods, network engineering, and potential applications.