

پیشرفت در غشاهای سرامیکی آلومینا برای تصفیه آب: وضعیت و چشم انداز

چکیده

غشاهای سرامیکی در سال‌های اخیر برای حذف آلاینده‌های مختلف از آب مورد توجه فزاینده‌ای قرار گرفته‌اند. غشای آلومینا یکی از مهم‌ترین غشاهای سرامیکی است که نه تنها در فرآیندهای جداسازی مانند میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون و نانوفیلتراسیون، بلکه در کاربردهای جداسازی افزایش یافته کاتالیزور و جذب در تصفیه آب و تصفیه فاضلاب نقش مهمی ایفا می‌نماید. با این حال، در حال حاضر هنوز یک بررسی انتقادی جامع در مورد غشاهای آلومینا برای تصفیه آب وجود ندارد. در این بررسی، ابتدا پیشرفت‌های اخیر غشاهای آلومینا را مورد بحث قرار داده و سپس به طور انتقادی استراتژی‌های پیشرفته را برای کاهش هزینه ساخت، بهبود عملکرد غشا و کاهش رسوب غشا معرفی می‌نماید. به ویژه، با هدف بهبود عملکرد غشا، برخی از روش‌های نوظهور مانند طراحی ساختار غشا^۱، توسعه غشاهای انعطاف‌پذیر، طراحی نانوحفره برای جداسازی دقیق و افزایش عملکردهای چندگانه خلاصه می‌شوند. علاوه بر این، کاربردهای مهندسی غشاهای آلومینا برای تصفیه آب نیز به اختصار معرفی شده است. در نهایت، چشم‌اندازهایی برای تحقیقات آینده در مورد غشاهای آلومینا، مانند آماده‌سازی/کاربرد اقتصادی، جداسازی دقیق، غنی‌سازی چند عملکردی و شفاف‌سازی مکانیسم‌های جداسازی، پیشنهاد شده‌اند.

کلمات کلیدی: تصفیه آب، غشای سرامیکی، غشای آلومینا، فیلتراسیون، کاتالیزور.

نتیجه‌گیری

هدف این مقاله بررسی انتقادی وضعیت فعلی غشاهای سرامیکی آلومینا برای تصفیه آب است. مجموعه‌ای از استراتژی‌ها برای کاهش هزینه ساخت، بهبود عملکرد غشا و کاهش رسوب غشایی برای غشاهای آلومینا در سال‌های گذشته گزارش شده‌اند و برخی از کاربردهای مهندسی غشاهای آلومینا در حوزه تصفیه آب اجرا شده‌اند. با این حال، تلاش‌های بیشتری برای گسترش کاربردهای آنها مورد نیاز است.

چشم‌اندازهای خاص به شرح زیر است:

1) انتظار می‌رود تهیه غشاهای آلومینا راحت‌تر باشد و می‌تواند منافذ (ریز) نانومتری^۲ را برای جداسازی دقیق در آینده به دست آورد. روش پوشش سطح لایه به لایه^۳ هنوز رویکرد اصلی برای تثبیت لایه‌های کاربردی (مانند لایه‌های

¹ Tailoring membrane structure

² Sub-nano pores

³ Layer-by-layer surface coating method

فیلتراسیون یا کاتالیزور) روی غشاهای آلومینا است و منافذ (ریز) نانو برای جداسازی دقیق به ندرت از فرآیند آماده‌سازی معمولی به دست می‌آیند. اگرچه تلاش‌هایی در زمینه ساده سازی آماده سازی و طراحی منافذ نانو برای جداسازی دقیق صورت گرفته است، اما مطالعات بیشتری در این زمینه مورد نیاز است.

2) ترکیب فیلتراسیون با کاتالیزور برای غشاهای آلومینا به اکسید شدن مواد آلی رهگیری شده توسط فیلتراسیون کمک می‌نماید، در نتیجه نفوذپذیری را بهبود می‌بخشد و رسوب غشا را کاهش می‌دهد. در مقایسه با غشاهای پلیمری، غشا آلومینا خود توسط رادیکال‌های آزاد تولید شده در فرآیند کاتالیزوری مورد حمله قرار نمی‌گیرد و دوپینگ پایدار¹ عناصر فعال کاتالیزوری به دلیل پیوند آنها با Al_2O_3 آسان است. حتی اگر مطالعاتی بر روی غشاهای آلومینا چند منظوره انجام شده است، این مفهوم به طور کامل به کار گرفته نشده است. از این رو باید تلاش بیشتری بر روی چند عملکردی شدن غشاهای آلومینا برای تصفیه آب صورت گیرد.

3) مکانیسم‌های جداسازی انواع مختلف غشاهای آلومینا باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. فعل و انفعالات آنی بین آلاینده‌های آب و منافذ داخلی غشا هنوز نامشخص است و مطالعات فعلی عمدتاً بر مدل‌های نظری تکیه دارند. در آینده، ممکن است به تحقیقات بیشتری نیاز باشد، به عنوان مثال، استفاده از دستگاه‌های آزمایش پیشرفته و ایجاد روش‌های تحلیلی جدید برای روشن نمودن پدیده‌های فیزیکوشیمیایی که در طول فرآیند فیلتراسیون رخ می‌دهند. چنین تلاش‌های تحقیقاتی ممکن است دستورالعمل‌هایی را برای طراحی غشاهای سرامیکی آلومینای کارآمدتر برای تصفیه آب ارائه دهد.

Reference:

Wang Y, Ma B, Ulbricht M, Dong Y, Zhao X. Progress in alumina ceramic membranes for water purification: Status and prospects. *Water Research*. 2022 Sep 28:119173.

DOI: 10.1016/j.watres.2022.119173

¹ Stable doping

