

رفتار ضد رسوبی غشاهای میکروالگو PVDF تهیه شده به روش وارونگی فاز به کمک اسپری - تأثیر شکل های الگو و پیکربندی جریان

چکیده

یکی از مسائل کلیدی در فناوری غشایی جلوگیری از رسوب ایجاد شده روی سطح غشا است. سطوح طرح دار به عنوان یکی از راه های کاهش رسوب پیشنهاد شده است. در این مقاله، هم مطالعات تجربی و هم شبیه سازی با استفاده از غشاهایی با الگوهای مستطیلی و مثلثی که از طریق روش به تازگی توسعه یافته s-NIPS سنتز شده اند، انجام شده است. ترکیب محلول ریخته گری ۲۰ درصد وزنی از پلیمر PVDF، ۶/۷ درصد وزنی PVP و ۱ درصد وزنی H₂O در DMF برای ایجاد الگوهای همگن استفاده شد. غشاهای با طرح مناسب ۹۵ تا ۱۴۰ درصد PWP بالاتری را نشان دادند که به سطح مؤثر اضافی و تغییر در مورفولوژی غشا مرتبط با پاشش غیر حلال نسبت داده می شود. کاهش رسوب ذرات پس از ۳ ساعت فیلتراسیون مداوم و لایه کیک با تاخیر ایجاد شده در مقایسه با غشای مسطح و بدون الگوی مشابه مشاهده گردید. تجزیه و تحلیل CFD برای جهات مختلف جریان خوراک به الگو (θ_f) توزیع جریان محلی را در نزدیکی شیارهای طرح دار نشان داد. برای $\theta_f = 90$ ، گردابه ها در قسمت بالایی الگوها به طور بالقوه می توانند رسوب ذرات را کاهش دهند، در حالیکه توده های رسوب دهنده می توانند به راحتی در گردابه های توسعه یافته در قسمت پایین الگو تشکیل شوند که منجر به تشکیل رسوب مطلوب می شود. از سوی دیگر، برای $\theta_f = 0$ ، جریان باعث افزایش سرعت لغزش موثر در نزدیکی سطح غشای طرح دار شده و از این رو چسبندگی ذرات را کاهش می دهد. این موضوع نشان دهنده اهمیت ویژگی های جریان و همچنین توزیع تنش برای کاهش رسوب در سیستم غشایی طرح دار می باشد. فاصله بین الگوی بالاتر، یعنی Rec_{2000_w} و Tri_{2000_w}، منجر به رسوب نامطلوب BSA شد. این اثر ترکیبی الگودهی و s-NIPS منجر به مساحت سطح موثر بیشتر، کاهش رسوب و افزایش تخلخل غشا شد که به طور قابل توجهی نفوذپذیری غشا و پتانسیل ضد رسوبی آن را افزایش داد. این نتایج کاربرد امیدوار کننده ای از غشاهای PVDF طرح دار تهیه شده به روش اسپری NIPS برای فیلتراسیون را پیشنهاد می کند.

کلمات کلیدی: غشاهای طرح دار، پلی وینیلیدین فلوراید، جداسازی فاز ناشی از غیر حلال، پاشش، رسوب گیری.

Keywords: Patterned membranes, Polyvinylidene fluoride, non-solvent induced phase separation, Spraying, Fouling.

نتیجه گیری

غشاهای میکروفیلتراسیون PVDF طرح دار از طریق روش الگوبرداری یک مرحله ای s-NIPS که اخیراً توسعه یافته است، سنتز شدند. یک محلول ریخته گری حاوی ۲۰ درصد وزنی PVDF، ۶/۷ درصد وزنی PVP و ۱ درصد وزنی H₂O برای همگام سازی غشاها با اشکال الگو و ابعاد مختلف همراه غشاهای بدون الگوی مرجع تهیه شده به روش استفاده شد. غشاهای طرح دار ۵۴ تا ۱۴۴ درصد PWP بالاتری را نشان دادند که می تواند تا حدی به سطح اضافه شده الگوها نسبت داده شود. افزایش ۴۵ درصدی بیشتر در PWP به دلیل تغییر مورفولوژی ذاتی غشا به دلیل روش پاشش غیر-حلال در مقایسه با غوطه وری غیر-حلال معمولی مشاهده شد. با این حال، این موضوع منجر به کاهش ۵-۳۰٪ در دفع BSA در مقایسه با غشای تخت F_{NS} شد.

غشاهای طرح دار جذب BSA کمتری را پس از ۳ ساعت فیلتراسیون مداوم و نفوذ نهایی قابل ملاحظه بیشتری در مقایسه با غشاهای تخت نشان دادند. علاوه بر این، منحنی های R_{tot} زمان مکانیسم رسوب بیرونی را نشان دادند. شروع رسوب شدید غشا بیشتر با فشار بحرانی مشخص گردید. اگرچه غشاهای طرح دار در مقایسه با غشای F_{NS} برای هر دو جهت خوراک موازی و عمود بر الگو (سطح غشا)، مقدار TMP_c یک تا دو برابری را نشان دادند، رفتار جریان متفاوت در طول شبیه سازی CFD مشاهده شد. جهت عمود بر روی الگوها گرداب های با سرعت بالاتری را ایجاد می کند که رسوب BSA را مختل می کند، در حالیکه گرداب های با سرعت پایین در شکافها تشکیل می شوند. از سوی دیگر، جهت موازی مناطق با سرعت بالاتری را در بالای سطح غشا ایجاد می کند که منجر به بهبود مقاومت در برابر رسوب می شود. بنابراین، استراتژی پیشنهادی از طریق s-NIPS فرصت های جدیدی را برای طراحی غشاهای طرح دار با سطح موثر بالاتر، تخلخل بیشتر و آشفتگی خوراک موضعی ناشی از شیارهای طرح دار ارائه می کند که به طور هم افزایی^۱ عملکرد غشا را افزایش می دهد، چسبندگی املاح را کاهش می دهد و رسوب غشا را به تاخیر می اندازد، در نتیجه پلت فرم بالقوه برای تولید غشاهای صنعتی موثر با عملیات طولانی تر و بدون تمیز کردن ایجاد می کند. تحقیقات بیشتر هنوز باید با استفاده از سیستم های پلیمری مختلف در سایر کاربردهای غشایی انجام شود.

Reference

Ilyas A, Mertens M, Oyaert S, Vankelecom IF. Anti-fouling behavior of micro-patterned PVDF membranes prepared via spray-assisted phase inversion: Influence of pattern shapes and flow configuration. Separation and Purification Technology. 2021 Mar 15;259:118041.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.118041>

¹ Synergistically

