POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

رسوب غشایی ایجاد شده از طریق روغن امولسیون: بررسی

چکیده

جداسازی امولسیون‌های مایع-مایع یک مشکل چالش‌برانگیز است که با توسعه منابع نفتی غیر متعارف اهمیت پیدا کرده است. حجم زیادی از آب آلوده به روغن امولسیون‌شده برای دفع ایمن یا استفاده مجدد کارآمد باید تصفیه گردد. در میان فناوری‌هایی که قادر به حذف روغن پراکنده به قطرات کوچک‌تر (کمتر از ۱۵ میکرومتر) هستند، فرآیندهای غشایی جایگاه منحصر به فردی را اشغال می‌کنند که در آن عملکرد جداسازی و توان عملیاتی مورد نیاز را می‌توان با هزینه نسبتاً متوسطی به دست آورد. مانند بسیاری از فرآیندهای مبتنی بر غشا، جداسازی روغن امولسیون‌شده مستلزم رسوب غشایی است که نیاز به تعمیر و نگهداری منظم دارد و هزینه‌های عملیاتی اضافی را تحمیل می‌کند. امولسیون‌ها چالش‌های منحصربه‌فردی را ارائه می‌کنند زیرا رفتار رسوب‌پذیری آن‌ها تحت تاثیر تغییر شکل‌پذیری قطرات، تجمع هم در توده و هم در سطح غشا، خیس‌شدن غشا توسط قطرات و لایه‌ها، انسداد منافذ و نفوذ روغن قرار می‌گیرد. هدف این مقاله، مروری بر متون مربوط به جداسازی امولسیون‌های نفت-آب توسط فرآیندهای غشایی تحت فشار با تأکید بر چگونگی تأثیر خواص امولسیون‌ها و غشاها بر عملکرد جداسازی است. تمرکز ویژه بر رسوب غشایی توسط روغن از جمله پایه‌های فیزیکوشیمیایی، تشخیص و تجسم است. این بررسی مطالعاتی را با پساب‌های روغنی صنعتی و امولسیون‌های مدل مصنوعی انواع مختلف روغن در بر می‌گیرد. بحث در مورد مواد غشایی به تغییرات سطحی محدود می‌شود که غشاها را در برابر رسوب مقاوم‌تر می‌کند.

کلمات کلیدی: امولسیون[1]، روغن[2]، رسوب غشایی[3]، تجسم[4].

Keywords: emulsions, oil, membrane fouling, visualization.

[1] Emulsions
[2] Oil
[3] Membrane Fouling
[4] Visualization

خلاء دانشی و چشم انداز تحقیق

طراحی غشاهای مصنوعی با شار بالا و توسعه فرآیندهای جداسازی مبتنی بر غشا از مهمترین پیشرفت‌ها در تصفیه آب در قرن بیستم است [1]. رسوب غشایی از زمان کاربردهای عملی اولیه غشاها موضوع بررسی علمی

بوده است و زمانی که غشاها برای کاربردهای شهری تجاری شدند به نقطه کانونی تحقیقات در مورد مواد و انتقال

جرم در ماژول‌های غشایی تبدیل شد. بر این اساس، بیشتر دانش از طریق کار با خوراک‌هایی مانند آب‌های سطحی، زیرزمینی و فاضلاب شهری ایجاد شده است. پایگاه دانش کوچک‌تر در مورد رسوب غشایی توسط روغن بیشتر در زمینه تصفیه فاضلاب صنعتی روغنی شکل گرفته است. از آن‌جا که این کار مبتنی بر صنعت عمدتاً اکتشافی بوده است و به دلیل پیچیدگی امولسیون‌ها، درک مکانیکی از رسوب غشایی روغن وجود ندارد. درحالیکه برخی از دانش و روش‌ها را می‌توان از کار قبلی در مورد جداسازی تک فاز و جامد-مایع بدست آورد، اما امولسیون‌ها سوالات و چالش‌های منحصر به فردی را ایجاد می‌کنند.

با انطباق یک رویکرد مفهومی پربار از زمینه جداسازی جامد-مایع، رسوب غشایی توسط روغن را می‌توان به‌عنوان یک نتیجه از انتقال طولانی مدت رسوب‌ها از قسمت عمده خوراک به سطح غشا و برهمکنش‌های سطحی آن‌ها در غشا توصیف کرد. سطح انتقال عمیق باید برای تجمع توده‌ای و جفت‌شدن بین دو فاز مایع که در آن جریان‌های داخلی درون قطرات مولفه اصطکاک، نیروی کشش را تغییر می‌دهد، بیان شود. رفتار رئولوژیکی لایه‌های رسوب‌کننده، چه راکد یا جاری، نیز باید درک شود تا مشخص شود که چگونه نفوذپذیری هیدرولیکی چنین لایه‌هایی و پاسخگویی آن‌ها به تمیزکردن (هیدرولیک یا شیمیایی) تحت تأثیر شیمی امولسیون و هیدرودینامیک جریان قرار می‌گیرد. این تلاش‌ها می‌توانند بر اساس تحقیقات موجود بر روی امولسیون‌های بسیار غلیظ [2] و این دانش را برای لایه‌های قطره‌ای روی مرزهای نفوذپذیر مانند غشاها در حضور جریان متقاطع و جریان نفوذی به کار ببرند.

در محدوده سطحی، رسوب غشایی توسط فعل و انفعالات بین روغن (در قطرات، لایه‌ها یا درون منافذ)، و غشا و سایر گونه های دفع‌شده مانند نمک‌ها و سورفکتانت‌ها کنترل می‌شود. گونه‌های محلول از طریق تعدادی مکانیسم مانند:

۱) تغییر پارتیشن سورفکتانت بین فازهای آبی و نفتی

۲) از طریق برهمکنش‌های خاص با سورفکتانت‌ها (مانند کاتیون‌های دو ظرفیتی که بین سورفکتانت‌های یونی در توده و در سطح مشترک نفت و آب پل می‌زنند)

۳) غربالگری دافعه الکترواستاتیک بین قطرات (معمولاً با بار مشابه)

۴) تغییر سینتیک انعقاد به طور مستقیم و از طریق زهکشی[1] فیلم تغییریافته بین قطرات

۵) تغییرات ناشی از نمک در غلظت بحرانی سورفکتانت‌ها و غیره؛ بر پایداری امولسیون تأثیر می‌گذارند.

سوال کلی در مورد چگونگی تعامل گونه‌های دفع‌شده در لایه مرزی تحت شرایط قطبش غلظت[2] تا حد زیادی باز است. همانطور که در مورد رسوبات ذرات غیرقابل تغییر شکل، می‌توان انتظار جفت‌شدن را داشت که در آن تجمع روغن در سطح غشا مانع از انتشار مجدد گونه‌های دفع‌شده می‌شود و غلظت آن‌ها را در مجاورت سطح غشا افزایش می‌دهد، درحالیکه نمک‌های دفع‌شده ثبات و ساختار را تغییر می‌دهند. نفوذپذیری لایه روغن مایسلی-شدن[3] سورفکتانت‌ها در فضای منافذ بین قطره‌ای تحت تأثیر نمک دفع‌شده قرار می‌گیرد و منجر به ساختارهای مختلف لایه کامپوزیت میسل-قطره[4] می‌شود.

تکنیک‌های تجسم، نقش فرعی و توانمندی مهمی را ایفا می‌کنند که باید به اعتبارسنجی نتایج کار آزمایشی و مدل‌سازی روی شکل‌گیری و ساختار لایه‌های رسوب‌کننده کمک کند. توسعه تکنیک‌های غیرتهاجمی با وضوح بالاتر، به‌ویژه برای تشخیص مراحل اولیه رسوب ارزشمند است. با توجه به اینکه پیشگیری کامل از رسوب غشایی برای اکثر خوراک‌های مرتبط غیرواقعی است، طراحی مواد غشایی باید بر روی میل ترکیبی و طراحی فضای منافذ متمرکز شود تا از انواع رسوب‌های شدیدتر جلوگیری کند (مانند مسدود کردن داخل حفره) و تمیزکردن غشا را تسهیل کند.

Reference

Tummons E, Han Q, Tanudjaja HJ, Hejase CA, Chew JW, Tarabara VV. Membrane fouling by emulsified oil: A review. Separation and Purification Technology. 2020 Oct 1; 248:116919.

DOI: https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.116919

Other Reference

1. Crittenden JC, Trussell RR, Hand DW, Howe KJ, Tchobanoglous G. MWH's water treatment: principles and design. John Wiley & Sons; 2012 Jun 14.

2. Foudazi R, Qavi S, Masalova I, Malkin AY. Physical chemistry of highly concentrated emulsions. Advances in Colloid and Interface Science. 2015 Jun 1;220:78-91.

[1] Drainage
[2] Concentration Polarization
[3] Micellization
[4] Micelle-Droplet

مترجم: علیرضا کرفی