POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

حذف یون‌های فلزات سنگین از محلول‌های آبی با فیلتراسیون قلیایی

چکیده

یک رویکرد نوآورانه برای حذف یون‌های فلزات سنگین[1] مانند Pb^{+2} و Cd^{+2} از محلول آبی مورد ارزیابی قرار گرفت. مشخص شد که فیلتراسیون قلیایی، که در اصل ترکیبی از ته‌نشینی قلیایی[2] و فیلتراسیون غشایی است، می‌تواند راندمان حذف شدن یون‌های Pb^{+2} و Cd^{+2} را به شدت افزایش دهد و آبی را تولید نماید که غلظت فلز آن مطابق با استاندارد آب آشامیدنی باشد که از یک پساب شبیه‌سازی شده[3] که حاوی 5ppm یا بیشتر، از یون‌های Pb^{+2} و Cd^{+2} می‌باشد، تامین نماید. فیلتراسیون با سه غشا مختلف، از جمله غشاهای میکروفیلتراسیون[4](MF)، اولترافیلتراسیون[5] (UF) و نانوفیلتراسیون[6] (NF)، در سه سطح pH مختلف، یعنی 7/0، 8/5، و 10، از نظر دفع یون فلز[7]، شار، اثر pH، در غلظت‌های مختلف محلول کربن معدنی[8] (DIC) مورد مطالعه قرار گرفت. افزایش pH خوراک در محدوده آزمایش شده منجر به کاهش غلظت یون فلزی در تراوه می‌گردد درحالیکه درمورد شار به‌طور کلی بی‌تأثیر می‌باشد. هنگامی که pH خوراک 10 بود، غلظت Pb^{+2} در تراوه بدون در نظر گرفتن غلظت DIC و غشا برای فیلتراسیون کمتر از 10 ppb است. اثرات غلظت DIC قابل‌توجه بوده اما پیچیده می‌باشد. مشخص شد که MF، UF، NF می‌توانند به‌طور موثر یون‌های Pb^{+2} را در pH=8/5 وpH=10 برگشت[9] نمایند، اگرچه فقط NF شارژ شده بود. فرضیه‌ای برای توضیح مکانیسم فیلتراسیون قلیایی بر اساس داده‌های تجربی ارائه گردید.

کلمات کلیدی: فیلتراسیون غشایی[10]، رسوب قلیایی[11]، سرب[12]، کادمیوم[13].

---

1 Heavy metal ions
2 Alkaline precipitation
3 Simulation wastewater
4 Microfiltration
5 Ultrafiltration
6 Nanofiltration
7 Metal ion rejection
8 Varied dissolved inorganic carbon
9 Reject
10 Membrane filtration
11 Alkaline precipitation
12 Lead
13 Cadmium

POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

نتیجه گیری

حذف دو یون فلز سنگین مختلف، یعنی سرب و کادمیوم، با فیلتراسیون قلیایی در سه سطح pH مختلف (یعنی 7/0، 8/5، و 10/0)، با سه غشا (یعنی MF، UF و NF) و سه ماده قلیایی مختلف (یعنی NaOH، Na_2CO_3 و $Na_2CO_3/NaHCO_3$ با اختلاط مول‌های مساوی[14] مورد بررسی قرار گرفت و موارد زیر بر اساس داده‌های تجربی و آنالیز نظری نتیجه‌گیری گردیدند:

1. هنگامی که pH خوراک 8/5 و 10 باشد، می‌توان تا سطحی که استانداردهای آب‌آشامیدنی را برآورده کند، سرب را به‌طور موثر با فیلتراسیون قلیایی حذف نمود. حذف سرب با افزایش pH خوراک افزایش می‌یابد.
2. DIC می‌تواند حلالیت سرب را به‌طور چشمگیری کاهش دهد و حذف سرب را به‌طور موثر در pH خوراک یکسان افزایش دهد.
3. غشاهای مختلف اثر قابل توجهی بر دفع سرب ندارند بنابراین غلظت سرب در تراوه مشابه غلظت خوراک (یعنی 5 ppm) است؛ زیرا لایه رسوب روی سطح غشا بر حذف سرب از فیلتراسیون قلیایی غالب می‌گردد.
4. کاهش شدید شار، زمانی‌که pH اولیه خوراک از 8/5 به 10/0 در فیلتراسیون قلیایی MF و فیلتراسیون قلیایی UF با NaOH به عنوان ماده قلیایی کننده افزایش یافت، مشاهده شد؛ اما در فیلتراسیون قلیایی NF یا فیلتراسیون قلیایی کربناته با هیچ یک از سه غشا وجود نداشت. این موضوع با جذب ذرات ریز $Pb(OH)_2$ ، که بار منفی نسبتاً کوچکی داشتند، توسط سطوح داخلی متخلخل غیرقطبی غشاهای UF و MF توضیح داده می‌شود، اما توسط منافذ غشایی NF در مقیاس نانو که بارهای منفی را در pH=10 حمل می‌نمایند، برگشت داده می‌شود. اعتقاد براین بود که ذرات $PbCO_3$ تشکیل‌شده در فیلتراسیون قلیایی کربناته نمی‌توانند منافذ UF و MF را به دلیل دفع بین خود این ذرات، که دارای پتانسیل زتا منفی بزرگی هستند، مسدود نمایند.
5. فرضیه‌ای برای توضیح مکانیسم فیلتراسیون قلیایی بر اساس داده‌های تجربی ارائه شده است که شامل تشکیل ذرات با بار منفی $Pb(OH)_2$ در فیلتراسیون قلیایی و ذرات $PbCO_3$ در فیلتراسیون

14 Equal molar mixture

قلیایی کربناته با اندازه ذرات بزرگتر از اندازه منافذ غشای MF و در نتیجه غشاهای UF و NF است. در نتیجه، یک لایه رسوب بر روی سطح غشا توسط این ذرات بزرگ تشکیل می‌گردد که با حفظ ذرات ریز همان بار یا جذب یون‌های Pb^{+2} با بار مخالف، حذف سرب را افزایش می‌دهد.

6. برای کادمیوم، برخلاف سرب، فیلتراسیون قلیایی کربناته مزیت قابل توجهی نسبت به فیلتراسیون قلیایی در حذف کادمیوم نشان نداد، حتی حلالیت $CdCO_3$ بسیار کوچکتر از $Cd(OH)_2$ در pH یکسان است.
7. با افزایش pH خوراک، گرچه حلالیت کادمیوم به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد، اما فیلتراسیون قلیایی نمی‌تواند کادمیوم را به‌طور موثری حذف نماید. مطالعات بیشتری برای حذف موثر کادمیوم مورد نیاز می‌باشد.

Reference

Xu Z. Removal of Heavy Metal Ions from Aqueous Solution by Alkaline Filtration (Doctoral dissertation, Université d'Ottawa/University of Ottawa). Zitong Xu, Ottawa, Canada, 2020.