

ANNA KOWALIK
WIKTOR KLUZIŃSKI
PAWEŁ GIERYCZ
PAWEŁ RELIGA

Wydział Materiałoznawstwa, Technologii i Wzornictwa, Politechnika Radomska, Radom

Ocena możliwości usuwania chromu(III) z modelowych roztworów ścieków garbarskich w procesie nanofiltracji

Wprowadzenie

Procesy membranowe należą do grupy molekularnych technik rozdzielania mieszanin. Ze względu na ich małą energochłonność i fizyczną podstawę separacji mogą być z powodzeniem wykorzystane w technologiach proekologicznych. Analiza doniesień literatury światowej [1–7] wskazuje, że zastosowanie ciśnieniowych procesów membranowych do oczyszczania ścieków garbarskich umożliwia odzysk i powtórne wykorzystanie strumieni z poszczególnych etapów garbowania. Na szczególną uwagę zasługuje proces nanofiltracji. Membrany nanofiltracyjne charakteryzują się niską retencją jonów jednowartościowych, a wysoką dwu- i więcej wartościowych [8]. Z taką sytuacją mamy do czynienia w przypadku kąpeli garbujących. Zastosowanie nanofiltracji pozwoliłoby na otrzymanie permeatu zawierającego wysokie stężenie jonów jednowartościowych, w tym występujących w kąpeli garbującej chlorków oraz retentatu, który byłby zateżonym roztworem chromu(III). Permeat mógłby być ponownie wykorzystany w procesie piklowania skór (proces przygotowujący skórę do wprowadzenia garbnika), natomiast retentat mógłby zostać użyty jako kąpiel garbująca. Takie rozwiązanie zmniejszyłoby znacznie zużycie garbnika oraz ograniczyłoby negatywne oddziaływanie przemysłu garbarskiego na środowisko.

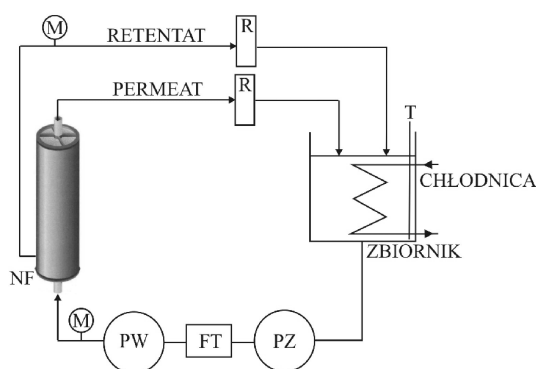
W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań nad zastosowaniem procesu nanofiltracji do usunięcia chromu(III) z modelowych roztworów ścieków garbarskich.

Część doświadczalna

Badanie procesu nanofiltracji prowadzono w półtechnicznej instalacji membranowej, której schemat ideowy przedstawiono na rys. 1.

Roztwór poddawany procesowi nanofiltracji podawany był pompą zasilającą do układu cyrkulacyjnego. Następnie pompa wysokociśnieniowa przetłaczała go do badanego modułu membranowego. Permeat i retentat odpływające z modułu nanofiltracyjnego były zawracane do zbiornika z roztworem zasilającym. Podczas prowadzenia badań utrzymywano stałą temperaturę roztworu zasilającego na poziomie 25°C. Proces nanofiltracji prowadzono na spiralnym module firmy *GE Osmonics* o powierzchni czynnej 1,2 m² i granicy rozdziału 150–300 Da [9].

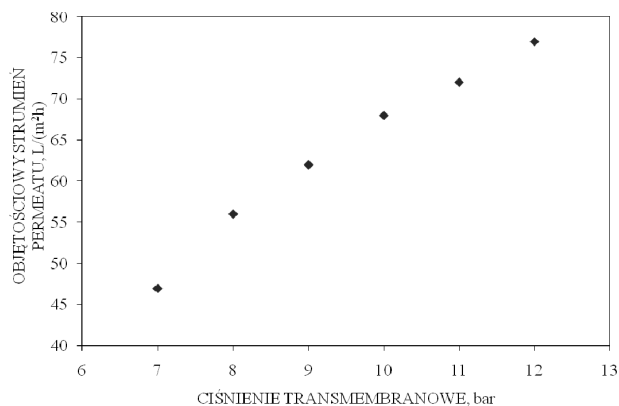
W pierwszym etapie badań sprawdzono właściwości transportowe spiralnego modułu nanofiltracyjnego. W tym celu przeprowadzono testy na wodzie wodociągowej utrzymując



Rys. 1. Schemat półtechnicznej instalacji badawczej: NF – nanofiltracyjny moduł spiralny, PZ – pompa zasilająca, PW – pompa wysokociśnieniowa, FT – filtr tkaninowy, M – manometr, R – rotometr, T – termometr

natężenia przepływu retentatu na poziomie 600 L/h i zmieniając ciśnienie transmembranowe w zakresie 7–12 bar. Uśrednione wyniki badań przepuszczalności hydraulicznej spiralnego modułu nanofiltracyjnego przedstawiono na rys. 2.

W kolejnym etapie badań podjęto próbę zmniejszenia stężenia chromu(III) w modelowych roztworach ścieków garbarskich. Do przygotowania roztworów chromu(III) zastosowano zasadowy siarczan chromu ($\text{Cr}(\text{OH})\text{SO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$) oraz wodę wodociągową. Nanofiltracji poddawano roztwory o stężeniach 500, 1000, 2000 mg Cr^{3+}/L , którym odpowiadało pH na poziomie odpowiednio 4,2; 3,7; 3,0. Proces prowadzono utrzymując natężenia przepływu retentatu na poziomie 600 L/h i zmie-

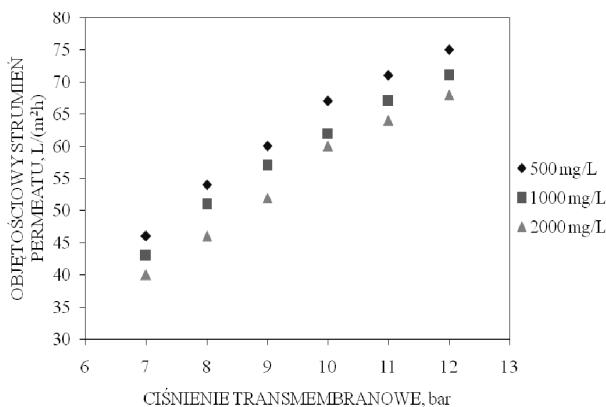


Rys. 2. Zależność objętościowego strumienia permeatu od ciśnienia transmembranowego. Otrzymane wyniki potwierdziły deklarowane przez producenta właściwości transportowe spiralnego modułu nanofiltracyjnego

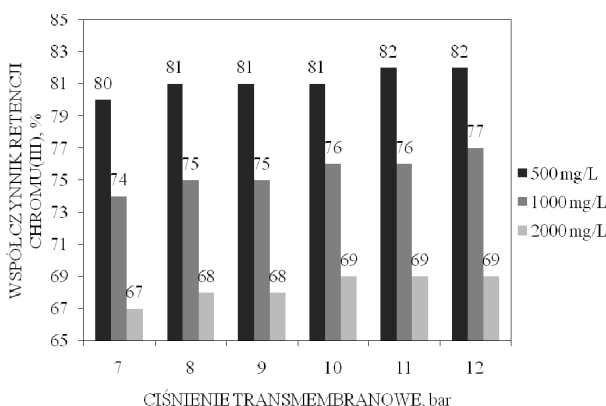
niając ciśnienie transmembranowe w zakresie 7–12 bar. Po przeprowadzeniu procesu nanofiltracji roztworu chromu(III) moduł płukany był roztworem kwasu solnego i wody wodociągowej o pH = 2. Za każdym razem właściwości transportowe modułu powracały do początkowych (Rys. 2).

Omówienie wyników

Zbadano wpływ ciśnienia transmembranowego na objętościowy strumień permeatu i współczynnik retencji chromu(III). Z otrzymanych wyników wykreślono zależności, które przedstawiono na rys. 3 i 4.



Rys. 3. Zależność objętościowego strumienia permeatu od ciśnienia transmembranowego

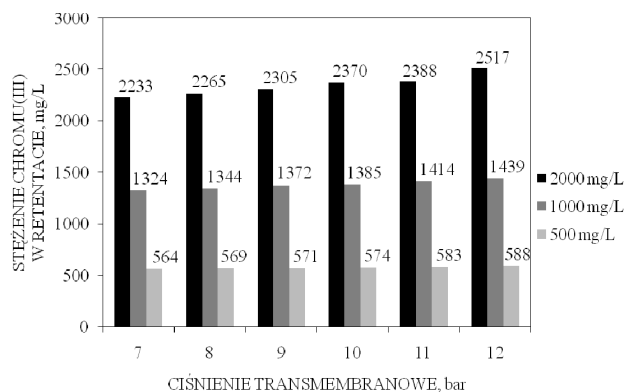


Rys. 4. Zależność współczynnika retencji chromu(III) od ciśnienia transmembranowego

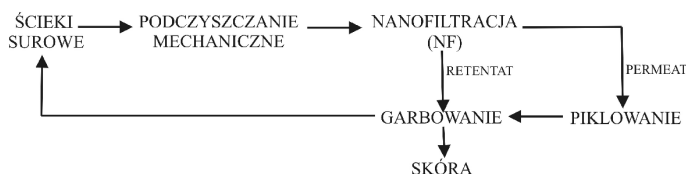
Zauważono, że wraz ze wzrostem ciśnienia transmembranowego wzrasta objętościowy strumień permeatu (Rys. 3). Natomiast w przypadku współczynnika retencji chromu(III) ustalono, że zastosowane ciśnienie transmembranowe ma na niego niewielki wpływ. Współczynnik retencji chromu(III) nieznacznie wzrastał przy wyższych ciśnieniach transmembranowych (Rys. 4). Stwierdzono także, że wzrost stężenia chromu(III) w roztworze zasilającym powoduje spadek zarówno objętościowego strumienia permeatu (Rys. 3), jak i współczynnika retencji (Rys. 4), niezależnie od zastosowanego ciśnienia transmembranowego.

Zbadano także wpływ ciśnienia transmembranowego na stopień zateżenia chromu(III) w retencji. Z otrzymanych wyników wykreślono zależność przedstawioną na rys. 5.

Zauważono, że wraz ze wzrostem ciśnienia transmembranowego wzrasta stężenie chromu(III) w retencji (Rys. 5). Na podstawie przeglądu literaturowego [1–7] zaproponowano schemat zastosowania nanofiltracji do oczyszczania ścieków



Rys. 5. Zależność stężenia chromu(III) w retencji od ciśnienia transmembranowego



Rys. 6. Propozycja powtórnego wykorzystania strumieni permeatu i retentatu po nanofiltracji ścieków garbarskich

garbarskich z powtórnym wykorzystaniem strumieni permeatu i retentatu (Rys. 6).

Permeat oczyszczony z chromu(III) może zostać wykorzystany w procesie piklowania (Rys. 4), natomiast wzbogacony w chrom(III) retentat (Rys. 5) można wykorzystać w procesie garbowania.

Wnioski

1. Wzrost ciśnienia transmembranowego powoduje wzrost objętościowego strumienia permeatu w badanym zakresie ciśnień dla każdego przebadanego stężenia chromu(III).
2. Wzrost stężenia chromu(III) w roztworze zasilającym znacznie wpływa na obniżenie objętościowego strumienia permeatu i współczynnika retencji w badanym zakresie stężeń chromu(III).
3. Wzrost ciśnienia transmembranowego powoduje wzrost zarówno współczynnika retencji chromu(III), jak i stopnia zateżenia chromu(III) w retencji dla każdego przebadanego stężenia chromu(III).
4. Otrzymane wyniki badań potwierdzają możliwość powtórnego wykorzystania permeatu i retentatu po nanofiltracji odpowiednio w procesach piklowania i garbowania skór.

LITERATURA

1. A. Cassano, L. D. Pietra, E. Drioli: Ind. Eng. Chem. Res. 46, 6825 (2007).
2. A. Cassano, E. Drioli, R. Molinari, C. Bertolutti: Desalination 108, 193 (1996).
3. A. Cassano, R. Molinari, E. Drioli: Wat. Sci. Tech. 40, nr 4-5, 443 (1999).
4. A. Cassano, E. Drioli, R. Molinari: Desalination 113, 251 (1997).
5. S. K. Jain, M. K. Purkait, S. De: Sep. Sci. Tech. 41, 3329 (2006).
6. A. Cassano, J. Adzet, R. Molinari, M. G. Buonomenna, J. Roig, E. Drioli: Wat. Res. 37, 2426 (2003).
7. C. Das, S. DasGupta, S. De: J. Environ. Prot. Sci. nr 2, 11 (2008).
8. M. Bodzek, J. Bohdziewicz, K. Konieczny, Techniki membranowe w ochronie środowiska, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997.
9. J. Wagner: Membrane filtration handbook. Practical tips and hints, B. Sci. Chem. Eng., Printed by Osmonics, 2001.