

CZU: 542:546.173+502.4

DOI: 10.46727/c.v1.18-19-03-2023.p21-23

ELIMINAREA IONILOR DE NITRIT DIN APE CONTAMINATE PRIN PROCESUL HIBRID DE ADSORBȚIE-ULTRAFILTRARE

REMOVAL OF NITRITE IONS FROM CONTAMINATED WATERS BY A HYBRID ADSORPTION-ULTRAFILTRATION PROCESS

Corneliu Cojocaru, dr., Institutul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni” din Iași, România
Victor Ciornea, dr., lect. univ., UPS „Ion Creangă” din Chișinău

Corneliu Cojocaru, PhD, Institute of Macromolecular Chemistry „Petru Poni” from Iasi,
Romania;
Institute for Research, Innovation and Technology Transfer, UPS “Ion Creanga” from Chisinau,
ORCID: 0000-0002-3651-6178, ccojoc@gmail.com
Ciornea Victor, PhD, lecturer, UPS “Ion Creanga” from Chisinau,
ORCID: 0009-0000-6704-8728

Abstract. *The results presented in this work refer to the removal of nitrite ions (NO_2^-) from contaminated waters (synthetic solutions) by applying a hybrid process of adsorption-ultrafiltration. As adsorbent, a commercial modified nanoclay (Nanomer® I.28E, with a content of 25-30% trimethyl stearyl ammonium) was used. The ultrafiltration experiments were performed in batch mode with dead-end flow using polymeric and composite porous membranes. The dynamics of the permeate flow were modeled with the aid of kinetic mathematical models in order to establish the membrane fouling mechanism.*

Keywords: *nitrites, adsorption-ultrafiltration, modified montmorillonite, porous membranes, modeling and optimization*

Introducere

Nitrații și nitriții joacă un rol esențial în ciclul biogeochimic al azotului în natură. Totuși, prezența acestor specii anionice în apele naturale în concentrații ridicate pot afecta grav starea ecosistemelor acvatice. În general, ionii de nitriți sunt mai nocivi decât nitrații, datorită faptului că ionii NO_2^- pot interacționa rapid în mediul acid cu aminele, formând compuși cancerigeni, adică nitrozoamine [1]. În acest sens, prezintă interes dezvoltarea, intensificarea și optimizarea proceselor de eliminare a nitriților din apă.

Rezultate și discuții

Procesul hibrid de adsorbție-ultrafiltrare a fost modelat și optimizat utilizând instrumente de calcul bazate pe metode empirice și învățare automată. Cantitatea optimă de adsorbant (nanoargilă Nanomer® I.28E) stabilită prin procedura de modelare-optimizare a fost de 0.674% w/v. Aplicată în mod corespunzător, această doză de adsorbant a condus la o eficiență de eliminare a ionilor de nitriți din apă de 86.3% pentru membrana comercială, și de 95.0% pentru membrana compozită preparată în condiții de laborator [2]. Pentru modelarea cineticii fluxului de filtrat (permeat) s-a utilizat modelul cinetic Hermia, care poate fi prezentat în termen de flux al permeatului, astfel [3]:

$$\frac{dJ}{dt} = -K_m J^{3-m} \quad (1)$$

în care, J este fluxul de permeat; t denotă timpul; K_m și m reprezintă parametrii cinetici ai modelului Hermia. Există patru soluții analitice pentru ecuația diferențială (1), care depind de valoarea parametrului m . Aceste soluții sunt corelate cu tipul de mecanism de colmatare a membranei. Ecuațiile analitice bazate pe modelul Hermia au fost folosite pentru a studia cinetica fluxului de permeat în procesul hibrid de adsorbție-ultrafiltrare pentru sistemul $\text{NO}_2^-/\text{Nanomer}^\circledR$ I.28E. Rezultatele sunt ilustrate în Fig. 1. În plus, pentru comparație s-a utilizat și un model hiperbolic de regresie. Valorile parametrilor modelelor matematice au fost obținute prin fitarea datelor și sunt centralizate în tabelul 1.

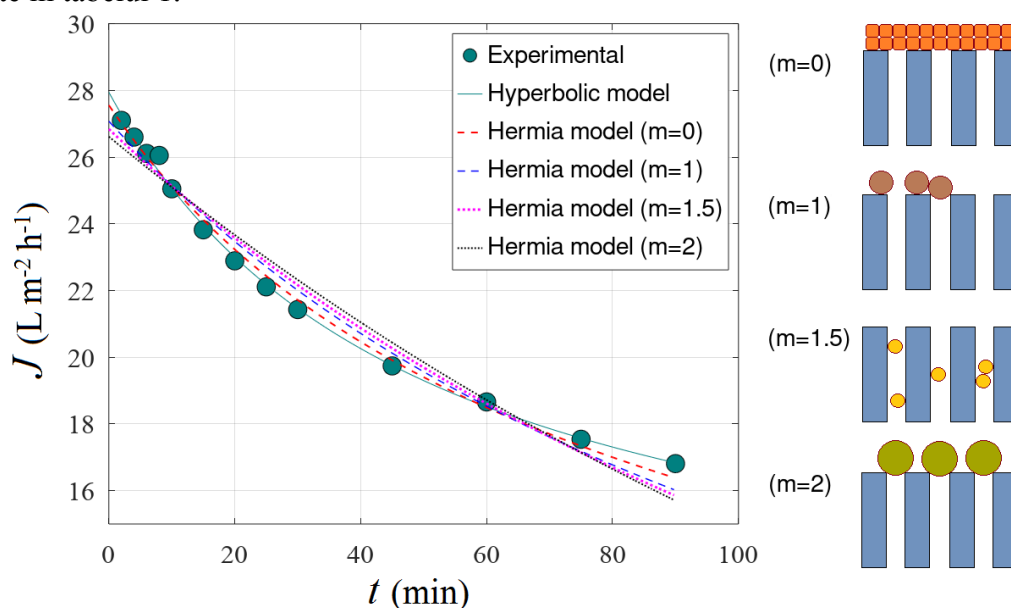


Fig. 1. Cinetica fluxului de filtrat (permeat) pentru sistemul $\text{NO}_2^-/\text{Nanomer}^\circledR$ I.28E. Performanța inetrpolării datelor a fost evaluată prin testul statistic χ^2 (valori mai mici pentru χ^2 denotă o interpolare mai bună a datelor experimentale).

Tabelul 1. Parametrii pentru ecuațiile fluxului de filtrat obținuți prin fitarea datelor

Model matematic	Mecanism	Ecuația fluxului	Valori parametri
Model Hermia ($m=0$)	Formarea stratului compact de impurități	$J = \frac{J_0}{(2K_0 J_0^2 t + 1)^{0.5}}$	$J_0 = 27.556 \text{ LMH}$ $K_0 = 1.339 \times 10^{-5}$ $\chi^2 = 0.0448$
Model Hermia ($m=1$)	Blocarea parțială a porilor	$J = \frac{J_0}{K_1 J_0 t + 1}$	$J_0 = 27.075 \text{ LMH}$ $K_1 = 2.836 \times 10^{-4}$ $\chi^2 = 0.1348$
Model Hermia ($m=1.5$)	Blocarea internă a porilor	$J = \frac{4J_0}{(K_{3/2} J_0^{0.5} t + 2)^2}$	$J_0 = 26.841 \text{ LMH}$ $K_{3/2} = 1.293 \times 10^{-3}$ $\chi^2 = 0.2013$
Model Hermia ($m=2$)	Blocarea completă a porilor	$J = J_0 \exp(-K_2 t)$	$J_0 = 26.614 \text{ LMH}$ $K_2 = 5.866 \times 10^{-3}$ $\chi^2 = 0.2809$
Model hiperbolic de regresie (cu 3 parametri)	--	$J = \frac{J_D \tau}{\tau + t} + J_E$	$J_D = 17.269 \text{ LMH}$ $J_E = 10.675 \text{ LMH}$ $\tau = 49.88 \text{ min}$ $\chi^2 = 0.0136$

Concluzii

În acest studiu, s-a demonstrat capacitatea argilei organice (Nanomer® I.28E) de a adsorbi ionii de nitrit (NO_2^-) din soluții apoase, aplicând un proces hibrid de adsorbție-ultrafiltrare. Eficiența de eliminare a ionilor de nitriți din soluții apoase a fost determinată ca fiind 86.3% pentru membrana poroasă comercială, și de 95.0% pentru membrana compozită obținută în condiții de laborator prin tehnica inversiei de fază. Modelarea cineticii fluxului de filtrat (permeat), a sugerat că mecanismul de colmatare a membranei s-a bazat pe formarea unui strat compact de impurități la suprafața acesteia.

Bibliografie

1. COJOCARU, C.; DUCA, G.; GONTA, M. Chemical kinetic model for methylurea nitrosation reaction: Computer-aided solutions to inverse and direct problems, *Chemical Engineering Journal*. 2013, 217, 385-397, (IF: 16.744).
2. COJOCARU, C.; PASCARIU, P.; ENACHE, A.-C.; BARGAN, A.; SAMOILA, P. Application of Surface-Modified Nanoclay in a Hybrid Adsorption-Ultrafiltration Process for Enhanced Nitrite Ions Removal: Chemometric Approach vs. Machine Learning. *Nanomaterials*. 2023, 13, 697, 1-23, (IF: 5.719).
3. CHARFI, A.; BEN AMAR, N.; HARMAND, J. Analysis of fouling mechanisms in anaerobic membrane bioreactors, *Water Research*. 2012, 46(8), 2637-2650, (IF: 13.4).