

Obținerea de materiale avansate cu aplicații în epurarea apelor uzate prin valorificarea superioară a unor deșeuri

REZUMAT

pentru obținerea titlului științific de doctor la
Universitatea Politehnica Timișoara
în domeniul de doctorat: Știința Materialelor
autor ing. Claudiu-Stefan CEPAN
conducător științific Prof.univ.dr.ing. Ioan GROZESCU
luna Aprilie anul 2024

Capitolul I

CONSIDERAȚII GENERALE PRIVIND ADORBIȚIA ȘI TIPURILE DE ADORBANȚI UTILIZĂȚI PENTRU TRATAREA APELOR UZATE

Acest capitol prezintă i) adsorbția ca metodă de tratare a apelor uzate; ii) clasificarea tipurilor de adsorbție, iv) principalii parametri care influențează procesul de adsorbție și avantajele proceselor de adsorbție; v) cinetică, vi) izoterme de adsorbție. În continuare este prezentată principalele metode de poluare a apei, clasificarea adsorbantilor și o scurtă prezentare a fiecărei categorii de adsorbanti. Capitolul se încheie cu principalele aplicații ale procesului de adsorbție la remedierea apei, respectiv poluanți emergenti, coloranți și metale grele.

CAPITOLUL DOI

METODE DE CARACTERIZAREA MATERIALELOR ADORBANTE COMPOZITE

Acest capitol prezintă metodele analitice utilizate pentru proprietățile fizico-chimice ale adsorbantilor și anume i) BET, ii) microscopia electronică cu scanare (SEM și EDAX); iii) microscopie de transmisie (TEM/HRTM); iv) Microscopie de forță atomică (AFM), v) Tehnici de spectroscopie cu difracție de raze X; vi) spectroscopie FT-IR; vii) spectrofotometrică (UV-Vis), viii) analiză termică (TG, DTA, DTG), ix) calorimetria de scanare, principiul metodei de analiză și echipamentele utilizate în această teză.

CAPITOLUL TREI

EVALUAREA PERFORMANȚEI DIFERIȚILOR ADORBIȚI PENTRU ELIMINAREA FOSFORULUI

DIN APELE UZATE

Acest capitol prezintă prima evaluare comparativă a trei tipuri diferite de materiale (magnetice, semiconductoare și compozite) ca adsorbanti ecologici, ieftini pentru îndepărtarea fosforului din apele uzate, comparativ cu doi reactivi chimici convenționali utilizați în prezent pentru precipitarea fosforului în stațiile de tratare a apelor uzate. Au fost efectuate mai multe experimente pentru a investiga influența tipului de adsorbant, dozajului și timpului de contact asupra eficienței proceselor. Procesul de adsorbție a fost rapid și echilibrul a fost atins în 150 de minute. Am constatat că eficiența de adsorbție a fosforului a acestor materiale a fost mai mare decât metoda chimică. Rezultatele obținute indică faptul că suprafața specifică influențează direct performanța procesului de adsorbție. Analiza EDS a fost utilizată pentru a analiza compoziția adsorbantului și a analiza tipul și conținutul elementelor din substrat înainte și după reacția cu apa uzată.

CAPITOLUL PATRU

UTILIZAREA AMESTECURILOR DE DEȘEURI PENTRU PROIECTAREA ȘI DEZVOLTAREA UNUI ADSORBANT FOARTE EFICIENT PENTRU ÎNDEPARTAREA CADMIUMULUI DIN SOLUȚIILE APOSE

Capitolul patru prezintă Studiul conceput pentru a investiga dezvoltarea unui nou proiectat adsorbant prin funcționalizarea a două tipuri diferite de deșeuri (industriale și alimentare) cu magnetic nanoparticulele ca material prietenos cu mediul, foarte eficient și ieftin pentru îndepărtarea cadmiului din soluțiile apoase. Acest adsorbant nanotehnic (EFM) derivat din deșeurile de coajă de ou și cenușă zburătoare a fost folosit pentru a îndepărta cadmiul din soluția apoasă. Analiza SEM a demonstrat că nanoparticulele de magnetit au fost încărcate cu succes cu fiecare deșeu. În plus, sa obținut o dublă funcționalizare a particulelor de coajă de ou cu particule de cenușă și magnetită. Ca urmare a acestui fapt, suprafața EFM a crescut substanțial, după cum a confirmat BET. O caracterizare cuprinzătoare (BET, FT-IR, SEM, XRD și TGA) a fost efectuată pentru a studia proprietățile acestui adsorbant nou proiectat. Au fost efectuate experimente în loturi pentru a investiga influența diferiților parametri de reacție: temperatura, pH-ul, timpul de contact, doza de adsorbant, concentrația inițială. Rezultatele au arătat că adsorbția de cadmiu a atins echilibrul în 120 min., la pH 6,5, pentru 0,25 g de adsorbant. Eficiența maximă a fost de 99,9%. Cercetarea izotermelor de adsorbție a arătat că adsorbția Cd^{2+} montată pe modelul Freundlich a indicat un proces de adsorbție multi-moleculară. În plus, studiul termodinamic ($\Delta G < 0$, $\Delta H > 0$; $\Delta S > 0$) arată că adsorbția cadmiului este un proces spontan și endotermic. Studiul cinetic al adsorbantului a fost descris cu modelul pseudo-ordinul doi indicând un mecanism de chimisorbție. Rezultatele desorbției au arătat că adsorbantul nano-inginerească (EFM) poate fi reutilizat. Aceste date au confirmat posibilitatea îmbogățirii cunoștințelor teoretice relevante în domeniul valorificării deșeurilor pentru obținerea de adsorbanți nou proiectați, performanți și ieftini pentru remedierea apelor uzate.

CAPITOLUL CINCI

UTILIZAREA DEȘEURILOR DE COJĂ DE OU PENTRU PROIECTAREA ȘI OBȚINEREA ADSORBANȚI FOARTE EFICIENȚI PENTRU ÎNDEPARTAREA NICHELULUI DIN SOLUȚIILE APOSE

În al cincilea capitol, folosind o abordare inovatoare de remediere a apei poluate cu metal, a fost dezvoltat un studiu în care deșeurile de coajă de ou au fost utilizate pentru a prepara doi noi nanoadsorbanți cu costuri reduse pentru recuperarea nichelului din soluții apoase. Rezultatele microscopiei electronice cu scanare (SEM) arată că în primul adsorbant de coajă de ou-zeolit (EZ), nanoparticulele de zeolit au fost încărcate în porii de coajă de ou. Pregătirea celui de-al doilea nanoadsorbant (oxid de fier(III)-hidroxid)-coaja de ou-zeolit (FEZ) a condus la dubla funcționalizare a bazei de coajă de ou cu nanoparticulele de zeolit, la încărcarea simultană a porilor cojii de ou și a suprafeței zeolitului cu FeOOH particule. Modificarea structurală a cojii de ou a dus la o creștere semnificativă a suprafeței specifice, așa cum a fost confirmat prin analiza BET. Aceste caracteristici au permis compozitelor EZ și FEZ să îndepărteze nichelul din soluțiile apoase cu performanțe ridicate

și capacități de adsorbție de 321,1 mg/g și, respectiv, 287,9 mg/g. Rezultatele indică faptul că adsorbția de nichel pe EZ și FEZ este un strat multimolecular, spontan și un proces endotermic. Concomitent, rezultatele desorbției reflectă reutilizabilitatea ridicată a acestor două nanomateriale, sugerând în mod colectiv utilizarea deșeurilor în proiectarea de nanoadsorbanți compoziți noi, cu costuri reduse și foarte eficienți pentru bioremedierea mediului.

Capitolul șase

CONCLUZII FINALE

Capitolul al șaselea prezintă concluziile tezei structurate pe fiecare dintre cele trei studii experimentale elaborate și prezentate, precum și perspectivele de viitor ale doctorandului din perspectiva finalizării tezei de doctorat.

Teza se încheie cu o listă bibliografică actualizată.