



A XV-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”  
SEBEȘ, 2015

## **ÎNDEPĂRTAREA IONULUI FOSFAT DIN APELE UZATE PRIN METODE FIZICO-CHIMICE**

Vasile MÎNZATU, Alexandra BOJIN, Paula SIMODE, Bianca BUMBU,  
Alin GOLBAN, Mihaela CIOPEC, Adina NEGREA

### **REMOVAL OF PHOSPHATE ION FROM WASTE WATERS WITH PHYSICAL AND CHEMICAL METHODS**

In these paper comparative studies we made for the removal of phosphate ions from wastewaters using two different methods. First method is precipitation-coagulation using ferric sulphate or ferric chloride like coagulation reagent and the second method is electroflotocoagulation with iron disposal anode.

Keywords: phosphat ions, waste water, precipitation-coagulation, electroflotocoagulation

Cuvinte cheie: ioni fosfat, ape uzate, precipitare-coagulare, electroflotocoagulare.

#### **1. Introducere**

Protecția mediului constituie una din problemele majore ale omenirii. Poluarea este determinată, nu numai de prezența substanțelor toxice, ci și de prezența unor substanțe (compuși cu azot, fosfor etc.) care determină dezvoltarea vegetației, în special a vegetației acvatice [1].

Acest fenomen (eutrofizarea) este determinat nu numai de substanțele nutritive ci și de alți factori fizico-chimici (viteza de curgere a apei, adâncime, temperatură, lumină etc.). Fenomenul de eutrofizare

poate fi observat în special în apele cu viteză redusă de curgere (canale) sau ape stătătoare (bălți, lacuri, baraje etc.).

Pentru a preveni acest proces de eutrofizare pot fi luate o serie de măsuri dintre care și reducerea conținutului de substanțe nutritive, respectiv a compușilor cu fosfor [2, 3].

Combaterea poluării apelor se realizează prin măsuri ce urmăresc, în primul rând, prevenirea poluării apelor [4].

Pentru multe ramuri industriale, pentru agro-zootehnie și diverse activități sociale, modalitatea cea mai eficientă de combatere și limitare a poluării este epurarea apelor uzate înainte de evacuare.

În această operație, apele uzate sunt supuse unor tratamente succesive, prin care conținutul de poluanți este diminuat, astfel încât, în urma diluării cu apele râurilor în care ajung să înregistreze concentrații cât mai mici [5, 6].

Tratamentele care se aplică includ tehnologii bazate pe procese și fenomene naturale: fizice, chimice și biologice, aplicate diferențiat la diferite categorii de apă uzată, iar în cadrul acestora se deosebesc diferite tehnici lucru, funcție de compoziția apelor uzate.

O clasificare a metodelor de eliminare a ionului fosfat din apele uzate este:

- *epurarea mecanică sau epurare primară* și se bazează pe procese fizice de separare a poluanților din apele reziduale;

- *epurarea chimică* are la bază procese chimice (precipitare - coagulare) și fizico-chimice (procedee electrochimice, schimb ionic, extracție cu solvenți și flotație ionică);

- *epurarea biologică sau epurare secundară* (cu nămol activ, cu biofiltre, cu iazuri de oxidare);

- *epurare avansată sau epurare terțiară* care constă în aplicarea procedeelor fizice, fizico-chimice și biologice (cu adsorbție, cu schimbători de ioni, prin oxidare chimică) realizând o finisare a calității efluentului tratat [7, 8].

Metoda clasică de îndepărtare a fosfaților din apele uzate este folosirea metodei de coagulare – precipitare utilizând reactivi chimici (săruri de aluminiu, săruri de fier) urmată de decantarea și filtrarea precipitatelor [3].

Din motive economice, de eficiența și control al procesului s-au căutat variante alternative care să înlocuiască această metodă.

Una din aceste metode este electroflotocoagularea cu anod solubil din fier [9-12].

În această lucrare s-a făcut un studiu comparativ asupra eficienței celor două metode de îndepărtarea a fosfaților din apele uzate.

## **2. Metode de lucru**

### **2.1.1. Metoda prin precipitare - coagularea**

Pentru acest studiu s-a utilizat metoda Jahr-test. Probele de ape cu un conținut bine definit de  $P_2O_5$  au fost tratate cu doza corespunzătoare de coagulant și o cantitate bine definită de neutralizant în vederea realizării unei anumite valori a pH-ului, sub agitare intensă ( $n = 100-120$  rot/min) timp de 2 minute.

În continuare, probele au fost supuse unei agitări mai lente ( $n = 40$  rot/min) timp de 10 minute.

Apoi probele s-au lăsat în repaus timp de 30 minute pentru decantarea precipitatului format.

În apa decantată s-a determinat conținutul rezidual al  $P_2O_5$  prin metoda spectrofotometrică.

Pentru determinarea spectrofotometrică s-a utilizat metoda spectrofotometrică cu fosfovanadat, utilizând spectrofotometrul UV-VIS VARIAN Cary 50, [9,10,12].

Pentru a stabili doza optimă a coagulanților utilizați ( $FeCl_3$  și  $FeSO_4$ ) și diferiți neutralizanți ( $NaOH$  și  $Ca(OH)_2$ ) s-a studiat influența acestora asupra concentrației reziduale de  $P_2O_5$ .

### **2.1.2. Metoda electroflotocoagularea cu anod solubil de fier**

Instalația de laborator utilizată pentru cercetările experimentale privind procesul de eliminare a  $P_2O_5$  prin electroflotocoagulare este formată dintr-un vas de electroliză, cu catod de oțel, anod solubil de fier, un ampermetru, un voltmetru și un rezistor reglabil.

S-a introdus 500 mL de apă cu conținut determinat de  $P_2O_5$  în celula de electroliză. S-au stabilit prin calcul parametri de lucru (densitatea de curent, intensitatea curentului, cantitatea de electricitate).

S-a urmărit stabilirea condițiilor optime ale procesului de separare, respectiv influența cantității de curent și a desității de curent asupra concentrației reziduale de ioni fosfat.

## 2.2. Rezultate și discuții

### 2.2.1. Eliminarea prin metode de precipitare-coagulare

Dependența concentrației reziduale a  $P_2O_5$  de doza de  $FeCl_3$ , respectiv  $FeSO_4$  s-au efectuat la  $pH \approx 7$ , la  $25^\circ C$ , pentru o concentrație inițială de  $100\text{ mg } P_2O_5/L$ , folosind drept neutralizanți soluții de  $NaOH$  respectiv  $Ca(OH)_2$ .

Datele experimentale sunt prezentate în figura 2 și figura 3.

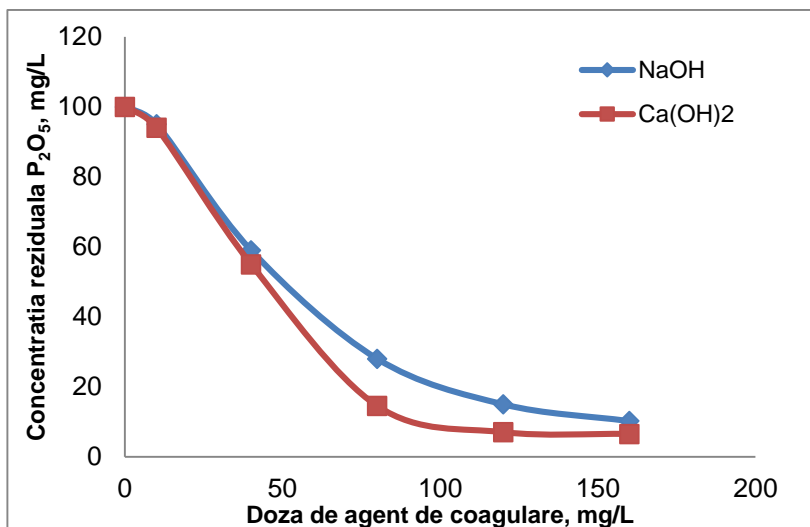


Fig. 2 Dependența concentrației reziduale a  $P_2O_5$  de doza de  $FeCl_3$  la  $pH \approx 7$ , și  $25^\circ C$ , pentru o concentrație inițială de  $100\text{ mg } P_2O_5/L$ , folosind drept neutralizanți soluții de  $NaOH$ , respectiv  $Ca(OH)_2$ .

Se observă că odată cu creșterea dozei de agent de precipitare-coagulare, concentrația reziduală a  $P_2O_5$  scade indiferent de natura agentului de neutralizare.

Din aceste date rezultă că, doza optimă, în cazul utilizării  $Ca(OH)_2$  ca neutralizant este de circa  $120\text{ mg/L}$ , iar în cazul utilizării  $NaOH$  este circa  $150\text{ mg/L}$ .

Concentrația reziduală realizată în condițiile dozei optime de  $FeCl_3$  este  $6,5\text{ mg } P_2O_5/L$ , în cazul utilizării  $Ca(OH)_2$ , iar în cazul utilizării  $NaOH$  este de  $10\text{ mg } P_2O_5/L$ .

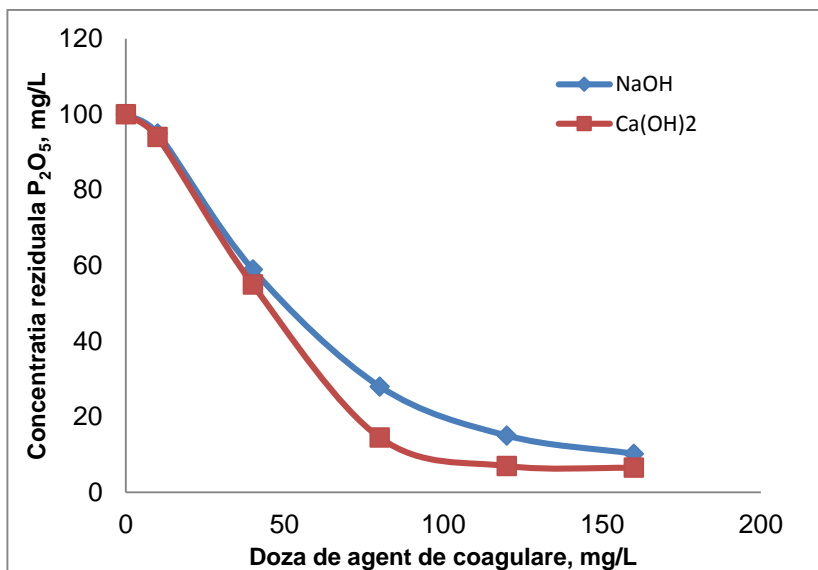


Fig. 3 Dependența concentrației reziduale a P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de doza de FeSO<sub>4</sub> la pH ≈ 7, și 25 °C, pentru o concentrație inițială de 100 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/L, folosind drept neutralizanți soluții de NaOH, respectiv Ca(OH)<sub>2</sub>.

În cazul dozei optime de agent de precipitare-coagulare în cazul utilizării ca agent de neutralizare Ca(OH)<sub>2</sub> se obține o concentrație reziduală a P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> în apă de circa 3 mg/L.

Prin urmare și în acest caz, utilizarea ca agent de neutralizare a Ca(OH)<sub>2</sub> este mai eficientă, atât din punct de vedere al reacțiilor chimice care au loc, cât și costului mai redus al Ca(OH)<sub>2</sub> comparativ cu NaOH.

Metoda clasică de precipitare-coagulare permite o eliminare avansată a ionilor de fosfat din apele uzate, se pretează pentru instalații industriale mari, dar prezintă și o serie de dezavantaje: consum mare de reactivi, spații de depozitare a acestora, necesitatea unei bune dispersări și omogenizării a reactivilor în volumul de apă uzată, formarea unor precipitate greu decantabile și filtrabile.

## 2.2.2. Eliminarea prin metode de electroflotocoagulare

Dependența concentrației reziduale a  $P_2O_5$  de cantitatea de electricitate la diferite densități de curent, la concentrația inițială de 100 mg  $P_2O_5/L$ , utilizând anod solubil de fier este prezentată în figura 4.

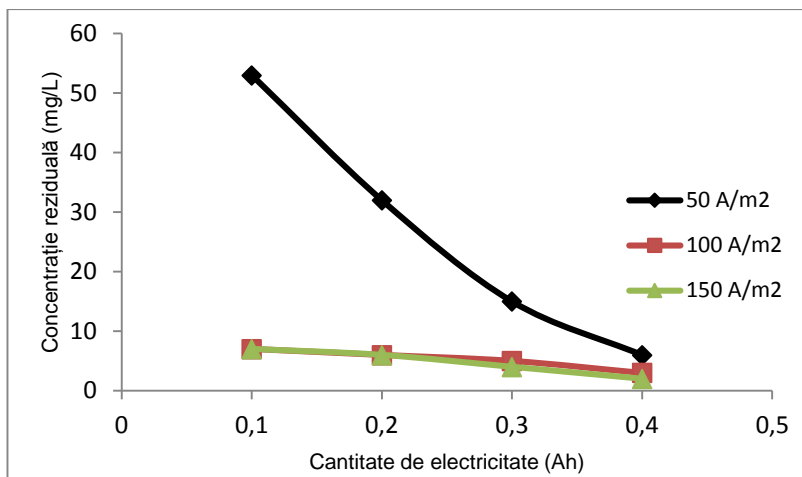


Fig. 4 Dependența concentrației reziduale a  $P_2O_5$  de cantitatea de electricitate, la diferite densități de curent pentru o concentrație inițială de 100 mg  $P_2O_5/L$

În cazul anodului de fier concentrația reziduală de  $P_2O_5$  atinge valoarea minimă de 2 mg  $P_2O_5/L$  la 0,4 Ah, pentru o densitate de curent de 150 A/m<sup>2</sup>.

Această densitate se obține din caracteristicile constructive ale celulei de electroliză știind faptul ca la intensități de curent mari, peste 4 A, apare un fenomen de încălzire accentuată a soluției. Intensitatea curentului folosită a fost de 0,9 A, o suprafață a electrozilor de 60 cm<sup>2</sup> și un volum de soluție de 500 mL, rezultând un consum de curent de 800 Ah/m<sup>3</sup>.

Această metodă de electroflotocoagulare a ionilor fosfat din apele uzate permite o eliminare avansată a ionilor fosfat din aceste ape, se pretează pentru instalații mai mici de epurare, este flexibilă, ușor de condus și monitorizat, dar prezintă și o serie de dezavantaje: asigurarea alimentării cu energie electrică, utilizarea electrozilor solubili din fier sau aluminiu, pasivarea acestora etc. O serie dintre aceste

dezavantaje pot fi eliminate prin utilizarea panourilor fotovoltaice și a deșeurilor de fier și aluminii pentru realizarea electrozilor solubili.

### 3. Concluzii

În urma studiilor privind separarea ionilor fosfat din ape uzate prin precipitare-coagulare cu ajutorul sărurilor de fier divalent și trivalent și prin electroflotocoagulare cu anod solubil de fier, concluziile sunt:

- Ambele metode sunt eficiente pentru îndepărtarea ionilor fosfat din ape uzate, concentrațiile reziduale fiind comparabile. Astfel, în cazul utilizării metodei de precipitare-coagulare cu reactivi chimici s-au obținut concentrații reziduale de 6,5 mg  $P_2O_5/L$ , utilizând ca agent de precipitare-coagulare sulfatul feros și de 3,2 mg  $P_2O_5/L$  în cazul utilizării clorurii ferice. În cazul utilizării electroflotocoagulării, utilizând anod solubil de fier s-a obținut o concentrație reziduală de 2 mg  $P_2O_5/L$ .

- În cazul utilizării electroflotocoagulării consumurile de substanțe sunt mai mici decât în cazul utilizării precipitării-coagulării cu ajutorul reactivilor chimici.

- Timpii de separare a ionilor fosfat în cazul electroflotocoagulării sunt mai mici decât în cazul precipitării-coagulării.

- În cazul eliminării ionilor fosfat prin electroflotocoagulare concentrația reziduală a acestora este mai mică decât în cazul eliminării prin precipitare-coagulare.

- În concluzie, procedeul de îndepărtare a ionilor fosfat prin metoda electroflotocoagulării este mai eficientă și are costuri de exploatare mai mici, însă costurile de implementare sunt mai mari.

### BIBLIOGRAFIE

- [1] Roques, H., *Fondements Theoriques du traitement chimique des eaux*, vol. II, Ed. Technique et Documentation - Lavoisier (1990) Cedex 08.
- [2] Gruzado, A., *Nutrient cycles and eutrophication problems of the mediteranean sea*, Chișinău, 1995, p. 127.
- [3] Charles a Hodge, Popovici, N.N., *Pollution Control in fertilizer production*, New York (1994).
- [4] Pîslărașu, I., Rotaru, N., Teodorescu, M., *Alimentări cu apă*, Editura Tehnică, București, (1964).

- [5] Burtică, G., Pode, R., Vlaicu, I., Pode, V., Negrea, A., Micu, D., *Tehnologii de tratare a efluenților reziduali*, Editura Politehnica Timișoara, 2000.
- [6] Hurtzinger, O., *Water pollution*, Springer-Verlag, p. 78-118(1995).
- [7] Iovi, A., Iovi, C., *Tehnologii ecologice. Chimia și tehnologia fosfaților tehnici*, Editura Politehnica, Timișoara, 2004.
- [8] Corbitt, R. A., *Standard Hand book of environmental engineering*, New York, McGraw-Hill, Inc, p. 5.76-5.93 (1990).
- [9] \* \* \* AOAC (Official methods of analysis, cap. 11 Waters; And salt, (1990).
- [10] \* \* \* AOAC (Official methods of analysis, cap. 11 Fertilizers, (1990).
- [11] Dobolyi, E., *Experiments aimed at the removal of phosphate by electrochemical methods*, 28 apr. 1978, Research Centre for Water Resources Development, Budapest, Hungary,
- [12] Muntean, C., Negrea, A., Lupa, L., Ciopec, M., *Analiză chimică și fizico-chimică cu aplicații în protecția mediului*, Editura Politehnica Timișoara, 2009.

### **Mușumiri**

Această lucrare a fost realizată prin programul Parteneriate în domenii prioritare-PN II, derulat cu sprijinul MEN-UEFISCDI, proiect nr. PN-II-PT-PCCA-2013-4-1708

Conf. Dr. Ing. ADINA NEGREA  
e-mail: adina.negrea@upt.ro  
membru AGIR - Sucursala Timiș  
Universitatea Politehnica Timișoara  
Facultatea de Chimie Industrială și Ingineria Mediului,  
P-ța Victoriei nr.2, Timișoara, Jud. Timiș, cod. 300006

Vasile MÎNZATU,  
Alexandra BOJIN,  
Paula SIMODE,  
Bianca BUMBU,  
Alin GOLBAN,  
Mihaela CIOPEC

Institutul de Cercetări pentru Energii Regenerabile – ICER Timișoara