

## UTILIZAREA TREPTEI DE FLOTATIE IN PROCESELE DE EPURARE A APELOR UZATE

Ioana Corina Moga<sup>1</sup>, Gabriel Petrescu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitatea POLITEHNICA din Bucuresti, Splaiul Independentei 313, Bucuresti, e-mail: corinamoga@yahoo.com

<sup>2</sup> S.C. DFR Systems S.R.L., Str. Drumul Taberei 46, bl. OS 2, ap. 23, Bucuresti, e-mail: dfr@dfr.ro

### Abstract

Dissolved air flotation (DAF) has gained widespread usage over the last forty years for the removal of suspended solids, oils and greases, and biochemical oxygen demand from wastewater and other industrial process streams. DAF systems are frequently used to provide wastewater pretreatment, product recovery, and thickening of biological solids in industries ranging from food processing to pulp and paper to petrochemicals. Advances in the technology have expanded the range of applications for DAF; however, engineers and designers frequently use outdated and insufficient design data to design and specify DAF systems for industrial pretreatment.

### Introducere

Flotatia este un proces de separare/epurare bazat pe utilizarea bulelor fine de aer care se ataseaza la particulele solide in suspensie si le transporta apoi catre suprafata libera a lichidului. Flotatia este utilizata in principal pentru separarea particulelor de mici dimensiuni cu viteze de sedimentare reduse (marimea hidraulica mica). In aceste cazuri se obtin rezultate mai bune si eficiente mai ridicate daca se utilizeaza flotatie si nu sedimentarea.

Prin flotație se separă atât particulele solide organice cât și anorganice. Bulele de aer de mici dimensiuni care sunt formate/introduse in masa de apă uzată vor adera la particulele solide și se vor forma flocoane. Prin aderarea la particulele solide se modifică densitatea, astfel încât complexul bule de aer - particule solide va avea o densitate mai redusă decât in cazul separat numai al particulelor solide.

### Parte experimentală

Flotatia necesita generarea unor bule de aer fine care pot fi produse in mai multe feluri: introducerea aerului dispersat in masa de apa uzata; aplicarea tehnologiilor bazate pe vacuum; introducerea aerului dizolvat in masa de apa.

*Flotatie cu aer dispersat.* Aerul dispersat este introdus in masa de apa uzata cu ajutorul unor dispersoare precum echipamentele mecanice de injectie la care se adauga si echipamente de mixare pentru raspandirea bulelor de aer in toata masa de apa uzata. In acest caz, bulele de aer introduse sunt de cele mai multe ori de marime medie.

*Flotatia sub vid.* In prima etapa se introduce aer dispersat pana in momentul in care se atinge limita de saturatie. Apoi se aplica conditii de

vacuum asupra apei uzate. In acest fel in masa de apa uzata sunt generate bule de aer fine la care se ataseaza suspensiile solide care apoi se ridica la suprafata. Pentru acest procedeu se utilizeaza un bazin cilindric care se mentine sub vacuum in mod continuu si care este alimentat cu apa uzata.

*Flotatie cu presurizare* (figurile 1 si 2). Aerul sub presiune este introdus in masa de apa uzata. Amestecul de apa uzata sub presiune si aer se mentine intr-un bazin ermetic pentru o anumita perioada de timp dupa care apa este depresurizata (trece printr-o valva de reducere a presiunii) dupa care intra in unitatea de flotatie unde bulele foarte fine de aer (30 - 120  $\mu\text{m}$ ) sunt generate in masa de apa uzata. La suprafata bazinului de flotatie suspensiile solide sunt indepartate cu ajutorul unui echipament mecanic.

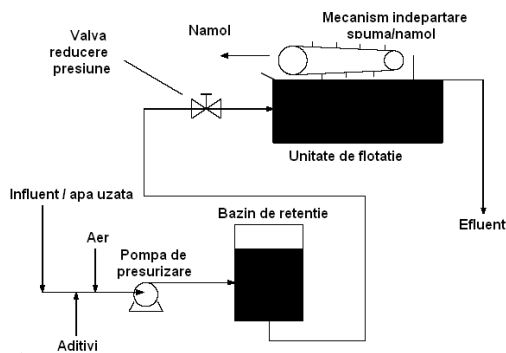


Fig. 1. Schema procesului de flotatie cu aer dizolvat fara recirculare

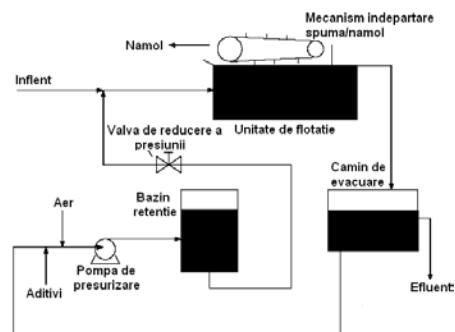


Fig. 2. Schema procesului de flotatie cu aer dizolvat cu recirculare

Unele sisteme de flotatie cu aer dizolvat sunt combinate cu sisteme de decantare cu lamele, precum sistemele din figurile 3 si 4. Utilizand acest sistem, creste suprafata specifica de separare a fazelor si cele mai mici flocoane pot fi indepartate cu usurinta.

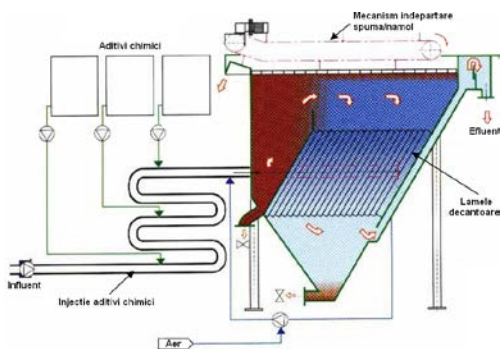


Fig. 3. Sistem de flotatie cu aer dizolvat si lamele

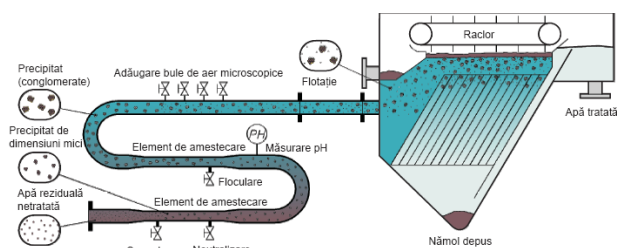


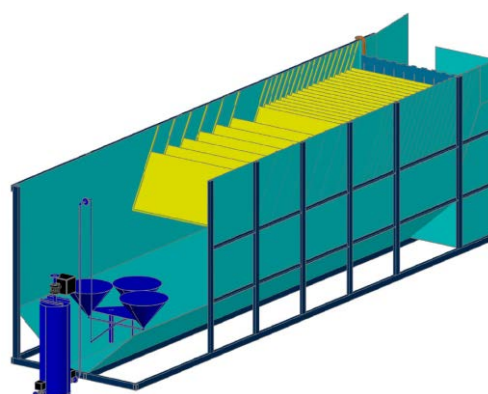
Fig. 4. Principiul de functionare a floclatorului teava in combinatie cu un sistem de flotatie, curgere in contracurent

Pentru a limita investitiile si pentru a mentine la un nivel scazut cheltuielile de exploatare si intretinere se utilizeaza un reactor teava sau floculator teava (fig. 4). Fiecare punct de dozare este urmat de un element de amestecare unde, prin intermediul unei energii optime de amestecare, rezulta un precipitat uniform care poate fi inlaturat in mod eficient de catre sistemele de flotatie.

In cadrul unui proiect de cercetare s-a realizat, de catre DFR SYSTEMS (prin Universitatea POLITEHNICA din Bucuresti), o instalatie de laborator de flotatie cu presurizare. In figurile 5 si 6 se prezinta detalii din timpul realizarii echipamentului, precum si schema de ansamblu a treptei de flotatie.



**Fig. 5.** Instalatie de flotatie - model de laborator  
 - instalata la SC AVICOD SA



**Fig. 6.** Sistemul de flotatie (schema)

### Rezultate si discutii

Cercetarile experimentale realizate pe instalatia de laborator conceputa in cadrul proiectului mai sus amintit au avut loc la S.C. AVICOD S.A. Codlea. Pentru comparatie s-au realizat seturi de masuratori atat cu instalatia de flotatie pornita cat si oprita. S-a recurs la aceasta metoda de testare pentru a se evidentia eficienta echipamentului de flotatie. Cu toate ca se testeaza o instalatie de laborator, rezultatele trebuie sa fie sesizabile. Instalatia de laborator a fost montata imediat in apropierea decantorului (fig. 6). Instalatia este acoperita de pereti din tabla pentru a fi protejata de fenomenele meteo (fig. 5). O parte din rezultatele obtinute in cadrul experimentarilor sunt prezentate in tabelele 1 - 9.

**Tabelul 1.** Rezultatele masuratorilor

<b>Data: 05.04.2011; Instalatia de laborator: Pornita</b>				
<b>Nr. crt.</b>	<b>Denumire indicator</b>	<b>U.M.</b>	<b>Intrare</b>	<b>Iesire</b>
<b>1</b>	CCOCr	mgO <sub>2</sub> /l	2164	138
<b>2</b>	Azot total	mg/l	19	14
<b>3</b>	Suspensii solide	mg/l	1954	109

**Tabelul 2.** Rezultatele masuratorilor

<b>Data: 08.04.2011; Instalatia de laborator: Oprita</b>				
<b>Nr. crt.</b>	<b>Denumire indicator</b>	<b>U.M.</b>	<b>Intrare</b>	<b>Iesire</b>
1	CCOCr	mgO <sub>2</sub> /l	2378	149
2	Azot total	mg/l	21	19
3	Suspensii solide	mg/l	2137	119

**Tabelul 3.** Rezultatele masuratorilor

<b>Data: 11.04.2011; Instalatia de laborator: Pornita</b>				
<b>Nr. crt.</b>	<b>Denumire indicator</b>	<b>U.M.</b>	<b>Intrare</b>	<b>Iesire</b>
1	CCOCr	mgO <sub>2</sub> /l	1803	123
2	Azot total	mg/l	18	16
3	Suspensii solide	mg/l	1964	94

**Tabelul 4.** Rezultatele masuratorilor

<b>Data: 12.04.2011; Instalatia de laborator: Oprita</b>				
<b>Nr. crt.</b>	<b>Denumire indicator</b>	<b>U.M.</b>	<b>Intrare</b>	<b>Iesire</b>
1	CCOCr	mgO <sub>2</sub> /l	1786	119
2	Azot total	mg/l	18	17
3	Suspensii solide	mg/l	1896	127

**Tabelul 5.** Rezultatele masuratorilor

<b>Data: 14.04.2011; Instalatia de laborator: Pornita</b>				
<b>Nr. crt.</b>	<b>Denumire indicator</b>	<b>U.M.</b>	<b>Intrare</b>	<b>Iesire</b>
1	CCOCr	mgO <sub>2</sub> /l	2550	135
2	Azot total	mg/l	26	20
3	Suspensii solide	mg/l	2384	103

**Tabelul 6.** Rezultatele masuratorilor

<b>Data: 18.04.2011; Instalatia de laborator: Pornita</b>				
<b>Nr. crt.</b>	<b>Denumire indicator</b>	<b>U.M.</b>	<b>Intrare</b>	<b>Iesire</b>
1	CCOCr	mgO <sub>2</sub> /l	2684	147
2	Azot total	mg/l	24	20
3	Suspensii solide	mg/l	2203	11

**Tabelul 7.** Rezultatele masuratorilor

<b>Data: 20.04.2011, Instalatia de laborator: Pornita</b>				
<b>Nr. crt.</b>	<b>Denumire indicator</b>	<b>U.M.</b>	<b>Intrare</b>	<b>Iesire</b>
<b>1</b>	CCOCr	mgO <sub>2</sub> /l	2498	113
<b>2</b>	Azot total	mg/l	29	19
<b>3</b>	Suspensii solide	mg/l	1936	93

**Tabelul 8.** Rezultatele masuratorilor

<b>Data: 22.04.2011; Instalatia de laborator: Pornita</b>				
<b>Nr. crt.</b>	<b>Denumire indicator</b>	<b>U.M.</b>	<b>Intrare</b>	<b>Iesire</b>
<b>1</b>	CCOCr	mgO <sub>2</sub> /l	2387	110
<b>2</b>	Azot total	mg/l	26	18
<b>3</b>	Suspensii solide	mg/l	1891	103

**Tabelul 9.** Rezultatele masuratorilor

<b>Data: 25.04.2011; Instalatia de laborator: Oprita</b>				
<b>Nr. crt.</b>	<b>Denumire indicator</b>	<b>U.M.</b>	<b>Intrare</b>	<b>Iesire</b>
<b>1</b>	CCOCr	mgO <sub>2</sub> /l	2318	122
<b>2</b>	Azot total	mg/l	25	20
<b>3</b>	Suspensii solide	mg/l	1762	134

Ca urmare a analizei datelor obtinute se poate observa o imbunatatire a parametrilor la evacuarea din statie. Cu toate ca echipamentul testat este unul de laborator, in tabelele 1 - 9 se pot observa cresteri ale eficientei statiei de epurare in ansamblu. Cu toate acestea se considera faptul ca programul de experimentari trebuie sa continue, deoarece valorile parametrilor la intrarea in statia de epurare variaza de la o zi la alta si pentru o evidentiere cat mai clara a eficientei instalatiei este nevoie de o perioada mai indelungata de masuratori. In acest scop s-a incheiat un contract de colaborare intre S.C. DFR SYSTEMS S.R.L. si S.C. AVICOD S.A. Codlea. Contractul nu implica partenerii din punct de vedere financiar, ci doar se permite continuarea testelor de catre S.C. DFR SYSTEMS S.R.L. pe o perioada de 3 ani. Aceste teste sunt neaparat necesare pentru determinarea fiabilitatii in timp si a modului de functionare.

### **Concluzii**

Flotatia este unul dintre sistemele cele mai utilizate pentru indepartarea grasimilor si suspensiilor solide din apa uzata. Prin flotatie se urmareste indepartarea tuturor suspensiilor solide, a materiilor coloidale, emulsiilor si chiar a unor ioni sau substante organice solubile care pot fi „absorbite” de catre suspensiile solide (flocoane). In acest caz, procesul este optimizat pentru

indepartarea unei cantitati maxime de poluanti. Se cauta ca in compozitia namolului indepartat sa se regaseasca o cantitate cat mai mare de suspensii solide. Exemple de utilizare a instalatiei de flotatie:

- In cadrul rafinariilor sau a amplasamentelor petrochimice ca o tratare dupa separarea uleiului si inainte de treapta biologica de epurare;
- La indepartarea colorantilor si pigmentilor din apa reziduala din productia respectiva;
- La recuperarea produsului sau a materiei prime: toluenul din emulsiile toluen/apa, halogenura de argint din productia de produse chimice utilizate in tehnica fotografiei, butiltionul sau polisilanii din fluxurile de apa reziduala;
- Separarea metalelor grele din apa reziduala;
- Separarea slamului activat din tratarea apei, fie dupa decantarea finala, fie inlocuirea sa;
- Ingrosarea slamului activat rezultat din treapta biologica.

In tabelul 10 se prezinta un sumar al avantajelor si dezavantajelor folosirii treptei de flotatie comparativ cu sedimentarea.

**Tabelul 10.** Avantaje/dezavantaje flotatie

<b>Avantaje</b>	<b>Dezavantaje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volum mai mic si astfel costurile de capital sunt mai reduse decat in cazul sedimentarii;</li> <li>• Eficienta procesului de indepartare nu este afectata de schimbarile ratei fluxului fiind, astfel, superioara sedimentarii (figura 7);</li> <li>• Recuperarea materialului este posibila;</li> <li>• Cu cat eficienta separarii este mai ridicata, cu atat este mai mare continutul de materie-uscata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Este posibila colmatarea;</li> <li>• Costuri operationale ridicate decat pentru sedimentare.</li> </ul>

Restrictiile si limite de aplicare sunt prezentate in tabelul 11.

**Tabelul 11.** Limitele aplicarii procedeeului de flotatie

<b>Limite/Restrictii</b>	
Prezenta substantelor	Detergentii si spumanti trebuie exclusi
Ulei	Desi extrem de eficient in indepartarea uleiului liber din apa reziduala, uleiul brut deshidratat nu poate fi manipulat

### **Mulumiri**

Rezultatele prezentate in acest articol au fost obtinute cu sprijinul Ministerului Muncii, Familiei si Protectiei Sociale prin Programul Operational Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013, Contract nr. POSDRU/89/1.5/S/62557.

## Bibliografie

1. Bratby, J, Ambrose W. - *Design and Control of Flotation Thickeners*. Water Sci. Technol., 31, 24-261, 1995;
2. Carissimi, E., Rubio, J. - *The Floccs Generator Reactor-FGR: A New Basis for Flocculation and Solid-liquid separation*. Int. J. Miner. Process, 75, pp. 237-247, 2005;
3. Morse, D.E., Morse, W.O., Matherly T.G., Hendrickson E.D. - *System and method to improve flotation systems*. US Patent Application 20010032812, 2001;
4. Moga I.C, Robescu D., Nasarimba-Grecescu B. - *Tehnologii de epurare avansata a apelor uzate prin flotatie*, Simpozionul national „Contributii stiintifice in tehnologii si echipamente pentru evaluarea si protectia mediului, Bistrita - Arcalia, 24-26 septembrie 2010, publicata in Environment&Progress nr. 12/2010, ISSN 1584-6733, 2010;
5. Robescu D. N., Lanyi S., Robescu D., Constantinescu I. - *Tehnologii, instalatii si echipamente epurare*, Editura Tehnica, Bucuresti, 2000;
6. \*\*\*, - *Prevenirea si Controlul Integrat al Poluarii Documentul de Referinta al Celor mai Bune Tehnici Aplicate in Tratarea Apei Reziduale si a Gazului Rezidual/ Sistemele de Management in Sectorul Chimic*, Ministerul Mediului si Gospodarii Apelor din Romania, Agentia Nationala de Protectia Mediului, Februarie, 2003;
7. \*\*\*, - *Municipal wastewater treatment technology matrices*, United States Agency for international Development, Environmental Export Council, 1998.