



A X-a Conferință Națională multidisciplinară - cu participare internațională,  
"Profesorul Dorin PAVEL - fondatorul hidroenergeticii românești",  
SEBEȘ, 2010

## **CONSTRUCȚIA ȘI FUNCȚIONAREA BIOFILTREROR UTILIZATE ÎN EPURAREA APELOR UZATE MENAJERE**

Timea BODEA, Tiberiu RUSU

### **BIOFILTER CONSTRUCTION AND FUNCTION USED IN WASTEWATER TREATMENT PROCESSES**

The article presents dates and methods about utilization biofilters in order to improve the quality of wastewater treatment processes on waste water treatment plants.

Cuvinte cheie: biofiltre, reactoare biologice, filtrelor de contact, procesul de tratare a apelor uzate

#### **1. Scurt istoric**

Filtrele biologice cu umplutură de piatră au fost folosite pentru epurarea secundară a apelor uzate încă de la începutul anilor 1900, datorită simplității și a consumului energetic redus. Conform definiției, biofiltrele sunt reactoare biologice cu biofilm fixat neimersat, care utilizează ca și material de suport piatră sau materiale plastice deasupra cărora apa uzată se distribuie continuu. Epurarea se desfășoară în timp ce apa trece peste biofilmul atașat. Conceptul de filtru biologic s-a dezvoltat din folosirea filtrelor de contact, în Anglia, la sfârșitul anilor 1890. La început erau bazine etanșe umplute cu piatră spartă care funcționau în regim ciclic. Patul de pietriș era umplut cu apa din partea superioară, iar apa uzată intra în contact cu materialul pentru o perioadă scurtă de timp. Patul era apoi drenat și lăsat să se odihnească înainte de a se repeta

ciclu. Un ciclu complet necesita 12 ore (6 ore de funcționare și 6 ore de repaus). Limitarea acestui proces era dată de dese obturări ale patului filtrant, de durată lungă de repaus și de cantitatea relativ mică de apă uzată care putea fi epurată. Din cauza problemelor de obturare la mediile mai mari se ajungea la dimensiunea pietrelor de la 50 la 100 mm (Crites și Tchobanoglous 1998).

În anii 1950 materialul plastic a înlocuit piatra în Statele Unite. Utilizarea plasticului a permis o încărcătură mai mare și construirea unor filtre mai înalte (cunoscute și sub denumirea de bioturnuri) necesitând o suprafață de construcție mai mică, ducând la îmbunătățirea procesului și la mai puține colmatări.

În anii 1960 s-a dezvoltat proiectarea contactorilor biologici rotativi (RBCs, rotating biological contactors, în engleză), unde materialul filtrant desfășoară mișcarea de rotație în bazinul de epurare, contrar pompării și dispersării apei pe un pat imobil. Atât filtrele biologice cât și contactorii biologici rotativi funcționau ca și proces de creștere atașată aerobă pentru îndepărtarea CBO singur, pentru îndepărtarea combinată a CBO-lui și nitrificare și pentru nitrificare terțială după tratament secundar.

## 2. Tipurile de epurare biologică aplicate apelor uzate

Principalul proces biologic folosit pentru epurarea apelor uzate poate fi împărțit în două categorii majore: *proces de creștere în suspensie* și *proces de creștere atașată (sau proces biofilm)*.

**Procesul de creștere în suspensie.** În cadrul acestui proces, microorganismele responsabile de tratarea apei, sunt menținute în suspensie prin metode de agitare adecvate. Multe procese de dezvoltare în suspensie, atât pentru epurarea apelor uzate menajere cât și pentru cele industriale, se desfășoară în prezența oxigenului dizolvat (condiții aerobe) dar există aplicații în care se folosesc și reactoare anaerobe, unde creșterea se desfășoară în condiții anaerobe (în lipsa oxigenului), cum sunt apele uzate industriale cu concentrație mare de materii organice și nămolurile organice. Cel mai cunoscut și utilizat proces de dezvoltare în suspensie aplicat epurării apelor uzate menajere îl reprezintă procesul de epurare cu *nămol activ* prezentat schematic în figura 1.

Procesul de epurare cu nămol activ a fost dezvoltat în jurul anului 1913 la Stația Experimentală Lawrens în Massachusetts de către Clark și Gage (Metcalf and Eddy, 1930) și de către Arden și Lockett (1914) la Stația de Epurare Manchester în Manchester, Anglia. I s-a atribuit această denumire procesului deoarece implică

producția unei mase active de microorganisme capabile să stabilizeze apa uzată în condiții aerobe.

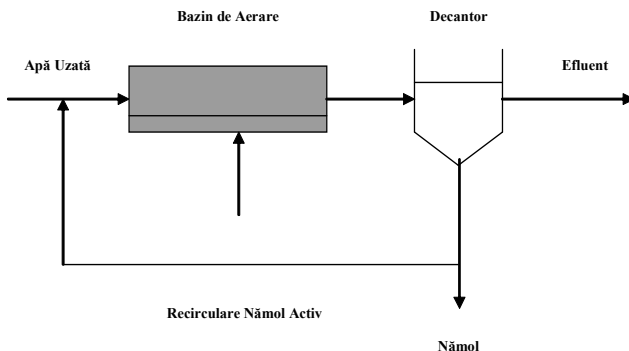


Fig. 1 Schema fluxului tehnologic de epurare a apelor uzate menajere cu nămol activ

În bazinul de aerare, timpul de retenție este stabilit în funcție de timpul necesar pentru aerarea și omogenizarea apei uzate cu microorganismele existente. Se folosesc echipamente mecanice (agitatoare, suflante de aer) pentru a asigura oxigenul necesar și gradul de omogenizare. După această etapă apa curge într-un decantor unde se separă biomasa de apa epurată. Biomasa decantată, denumită *nămol activ*, din cauza prezenței microorganismelor active, este recirculat în bazinul de aerare unde se reia procesul de biodegradare a materiilor organice din apa brută influentă. O parte din nămolul decantat este evacuat zilnic sau periodic în funcție de nămolul în exces dezvoltat de proces, împreună cu substanțele solide nebiodegradabile. În cazul în care acestea nu se înlătură se vor regăsi în efluent.

Un important aspect al procesului de epurare cu nămol activ este formarea flocoanelor<sup>1</sup>, având mărimea de la 50 la 200  $\mu\text{m}$ , ceea ce le face decantabile gravitațional, rezultând un efluent tratat

---

<sup>1</sup> **FLOC/ŌN** ~oáne n. Grup de particule care plutesc într-o soluție. /<fr. flocon.

relativ curat. Etapei de decantare, ii este specifică o înlăturare de 99 la sută a substanțelor solide.

**Procesul de creștere atașat sau procesul biofilm.** În procesele de creștere atașată, microorganismele responsabile de conversie a materiei organice sau a nutrienților, sunt atașate de un material inert din punct de vedere biologic. Materiile organice și nutrienții sunt înlăturați din apa uzată în timp ce parcurg porțiunea în care se află microorganismele atașate cunoscute sub denumirea de biofilm.

Materialele inerte utilizate pentru creșterea biofilmului sunt: pietre, balastrul, nisip, zgură, materiale textile extrase din lemn de santal, și o mare varietate de materiale plastice și alte materiale sintetice. Materialul de umplere, pe care se dezvoltă biofiltrul, poate să fie imersat complet în lichid sau neimersat, cu strat de aer sau de gaz deasupra stratului lichid al biofilmului.

Cel mai cunoscut proces de creștere atașată aerobă este biofiltrul în care apa uzată este distribuită prin suflante deasupra părții superioare a bazinului care conține materialul de umplere neimersat (figura 2). Din punct de vedere istoric, cel mai vechi material folosit în acest scop este piatra, pe o adâncime de la 1,25 la 2 m.

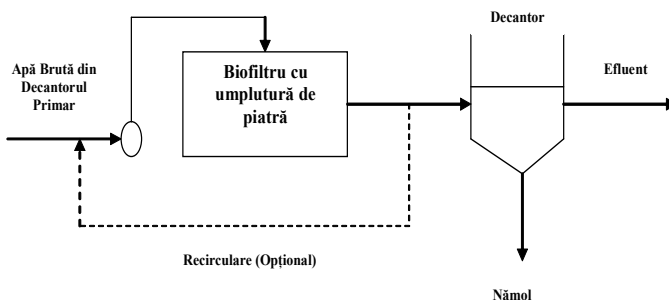


Fig. 2 Schema de principiu a fluxului tehnologic de epurare cu biofiltru având material de umplere piatra

Cele mai moderne biofiltre variază în înălțime de la 5 la 10 m și sunt umplute cu materiale plastice pentru dezvoltarea biofilmului (figura 3). Materiale plastice pentru dezvoltarea biofilmului sunt astfel proiectate să alcătuiască un spațiu poros de la 90 la 95 % din volumul total al turnului. Aerul care circulă, fie natural fie insuflat, în mediul poros conferă oxigenul necesar pentru creșterea

microorganismelor a biofilmului atașat. Apa uzată este distribuită deasupra biofiltrului și curge în jos, prin regim de curgere neuniformă, peste biofilmul atașat. Biomasa în exces, care se desprinde de pe suprafața biofilmului face necesară o treaptă de separare solid/lichid, pentru a obține o apă epurată având o concentrație de materiale solide în suspans, sub limita admisibilă pentru descărcarea în emisar. Particulele solide se decantează la partea inferioară a decantorului și se elimină, fiind procesate în linia de tratare a nămolului.

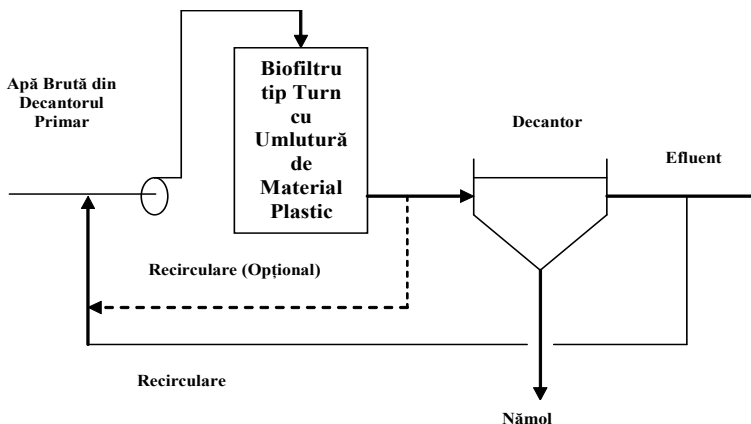


Fig. 3 Schema de principiu a fluxului tehnologic de epurare cu biofiltru tip turn având material de umplere material plastic

### 3. Construcția și funcționarea biofiltrelor

Cel mai cunoscut proces de creștere atașată aerobă, este biofiltrul în care apa uzată este distribuită prin suflante deasupra părții superioare a bazinului care conține materialul de umplere neimersat. Din punct de vedere istoric, cel mai vechi material folosit în acest scop este piatra, pe o adâncime de la 1,25 la 2 m. Cele mai moderne biofiltre variază în înălțime de la 5 la 10 m și sunt umplute cu materiale plastice pentru dezvoltarea biofilmului.

Materiale plastice pentru dezvoltarea biofilmului sunt astfel proiectate să alcătuiască un spațiu poros de la 90 la 95 la sută din volumul total al turnului. Aerul care circulă, fie natural fie insuflat, în mediul poros conferă oxigenul necesar pentru creșterea microorganismelor a biofilmului atașat. Apa uzată este distribuită deasupra biofiltrului și curge în jos, prin regim de curgere

neuniformă, peste biofilmul atașat. Biomasa în exces, care se desprinde de pe suprafața biofilmului face necesară o treaptă de separare solid/lichid, pentru a obține o apă epurată având o concentrație de materiale solide în suspans, sub limita admisibilă pentru descărcarea în emisar.

Particulele solide se decantează la partea inferioară a decantorului și se elimină, fiind procesate în linia de tratare a nămolului.

Din cauza colmatării încărcătura organică a apelor uzate care se vor trata într-un biofiltru cu piatră este de la 0,3 la 1,0 kg BOD/m<sup>3</sup>·zi.

Variate forme de materiale plastice sunt prezentate în figura 4. Materialele plastice turnate au forme sferice. Foile plate și ondulate de polipropilenă sunt împletite în forme rectangulare.

Aceste foi de regulă au o suprafață striată pentru a asigura creșterea biofilmului în strat subțire și a favoriza circulația apei între plăci. Ambele tipuri de materiale s-au dovedit eficiente în creșterea eficienței de îndepărtare a concentrație de CBO și SS, la încărcături inițiale variate (Harrison și Diger, 1987).

Bioturnurile de o înălțime de 12 m sunt construite cu materiale plastice de până la 6 m grosime.

În bioturnurile cu materiale plastice verticale, în straturile superioare sunt folosite foi ondulate încrucișate pentru a asigura distribuția apei pe întreaga încărcătură.

Capacitatea hidraulică mare, rata de porozitate înaltă și rezistența la colmatare oferite de aceste tipuri le fac alegerea cea mai bună și cele mai des utilizate într-un biofiltru de debit mare. Materiale pe bază lemnoasă au fost folosite în trecut dar la ora actuală s-a renunțat la utilizarea lor.

Materialele plastice au avantajul de a necesita o suprafață construită mai mică, datorită necesității de structuri mai puțin rezistente decât cele pentru piatră și datorită faptului că se pot construi pe o înălțime mult mai mare.

Grady ș.a. (1999) au concluzionat că la o încărcătură organică de 1,0 kg BOD/m<sup>3</sup>·zi performanțele de epurare a pietrei și materialului plastic sunt similare.

Totuși la încărcături mai mari, materialele plastice oferă a o rată de eficiență net superioară.

Porozitatea mai ridicată, ce oferă o circulație mult mai bună a aerului pare a fi explicația acestui fenomen, a performanței mai bune.

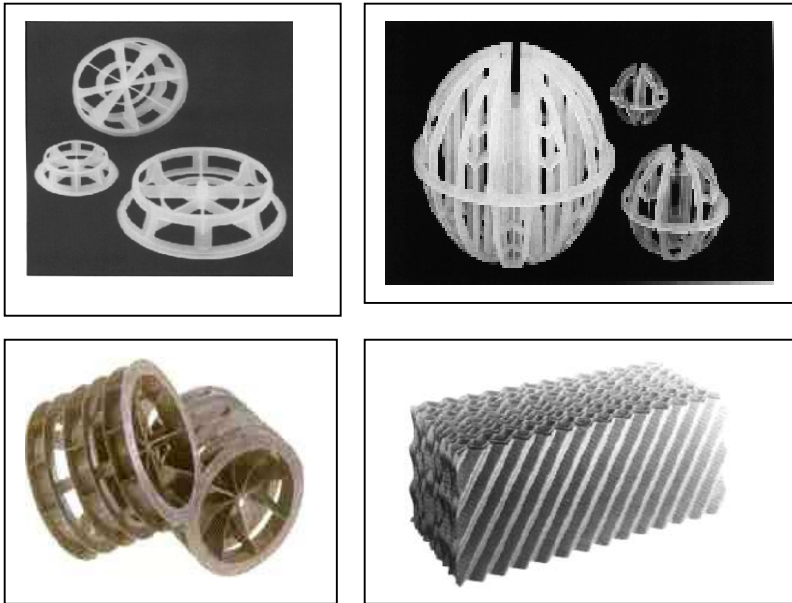


Fig. 4 Diferite tipuri de materiale plastice având diferite forme, pentru a constitui materialul inert din interiorul biofiltrelor

#### 4. Concluzii

Principalele avantaje ale procesului în comparație cu procesul de epurare cu nămol activ sunt următoarele:

- Necesitate energetică mai mică;
- Funcționare mai simplă, fără probleme de control al omogenității și pierderi de nămol;
- Fără fermentarea nămolului în decantorul secundar;
- Proprietate de îngroșare mai bună a nămolului;
- Mai puține întreținere a echipamentelor;
- O recuperare mai bună a sistemului după o încărcătură de șoc.

Dezavantajele adesea remarcate în comparație cu epurarea cu nămol activ sunt: un efluent de calitate inferioare privind CBO și

materiile solide aflate în suspensie, sensibilitate mai mare la temperaturile joase, mirosul neplăcut.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] \* \* \* METCALF & EDDY, Inc., *Wastewater Engineering-Treatment and Reuse*-McGrawHill, NY, USA, 2002.
- [2] Robescu, D., *Procedee, instalații și echipamente pentru epurarea avansată a apelor uzate*, Editura Bren, București, 1999.
- [3] Rusu, T., *Tehnologii și echipamente pentru tratarea și epurarea apelor*, Editura UTPRS Cluj-Napoca, 2008, ISBN 978-973-662-366-0.
- [4] Rusu, T., *Procedee speciale de control și de reducere a poluării apelor*, Editura MEDIAMIRA Cluj-Napoca, 2005, ISBN 973-713-025-1.
- [4] Saez, P.B., Rittman, B.E., *Accurate Pseudo-Analytical Solution for Steady State Biofilms*, Biotechnology and Bioengineering, vol. 39, 1992.
- [5] Tchobanoglous, G., Schroeder, E.D., *Water Quality: Characteristics, Modeling, Modification*, Addison-Wesley Publishing Company, MA, 1985.

Drd.Ing. Timea BODEA  
Catedra Ingineria Mediului,  
Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca, membru AGIR  
e-mail: timea.bodea@sim.utcluj.ro  
Prof.Dr.Ing. Tiberiu RUSU  
Prorector, Universitatea Tehnică din Cluj - Napoca,  
Vicepreședinte Filiala Cluj AGIR  
e-mail: tiberiu.rusu@sim.utcluj.ro