

# Metode de epurare a apelor uzate industriale

Vasili Vîrlan<sup>1</sup>

*Doctorand, ing., Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Urbanism și Arhitectură, Chișinău,  
[virlan.vasili@yahoo.com](mailto:virlan.vasili@yahoo.com)*

## Rezumat

*Epurarea apelor – proces complex de reținere și neutralizare a substanțelor nocive dizolvate, în stare coloidală sau de suspensii, prezente în apele uzate industriale și orășenești, care nu sunt acceptate în mediul acvatic în care are loc deversarea apelor uzate epurate.*

*Epurarea apelor uzate industriale are loc prin următoarele metode:*

*1. Adsorbție – acest procedeu este utilizat pentru purificarea unor produse sau pentru reținerea unor substanțe dintr-un lichid;*

*2. Distilare – procedeu constă în transformarea prin încălzire a apei în vapori și apoi condensarea vaporilor;*

*3. Îngheț – procedeu se bazează pe faptul că la înghețarea apei, impuritățile se separă într-o soluție reziduală, iar cristalele de gheață formate constituie apă pură;*

*4. Spumare – acest procedeu constă în insuflarea aerului comprimat în apa uzată și formarea de spumă în care se acumulează o serie de impurități;*

*5. Schimb de ioni – acest procedeu se bazează pe proprietățile unor materiale care în contact cu apa uzată schimbă inonii din apă cu ionii din materialul confecționat.*

**Cuvinte cheie:** epurare biologică, apă uzată industrială.

## 1. INTRODUCERE

Apele uzate industriale care constituie o parte, uneori destul de importantă, a apelor uzate orășenești, sunt admise în rețeaua de canalizare, respectiv în stația de epurare, numai în anumite condiții. Epurarea în comun a apelor uzate menajere cu cele industriale este recomandată de literatura de specialitate ori de câte ori amestecul de ape nu degradează sau împiedică funcționarea rețelei de canalizare și nu prejudiciază buna funcționare a stației de epurare. Evacuarea apelor uzate industriale în rețeaua de canalizare orășenească și epurarea în comun cu apele orășenești oferă următoarele avantaje:

- asigură o cooperare eficientă între industrie și oraș, ambele urmărind reducerea prețului de cost al epurării apelor uzate;

- apele uzate industriale conțin uneori materii nutritive necesare dezvoltării în condiții optime a procesului de epurare, care în cazul epurării separate ar trebui adăugate artificial;
- în cazul existenței unei singure stații de epurare comune, costul epurării apelor uzate este mai redus; deasemenea, și valoarea investiției unei singure stații este mai redusă;
- un singur responsabil cu epurarea apelor uzate pe întreg orașul poate răspunde mai eficient de epurarea apelor uzate.

## 2. PRINCIPII DE EPURARE A APELOR UZATE INDUSTRIALE

Epurarea apelor uzate industriale constituie ansamblul procedeele fizice, chimice, biologice și bacteriologice, prin care se reduce încărcarea în substanțe poluante organice sau anorganice și în bacterii, în scopul protecției mediului înconjurător (aer, sol, emisar etc.).

Ea are ca rezultat obținerea unor ape curate, în diferite grade de purificare, în funcție de tehnologiile și echipamentele folosite, precum și un amestec de corpuri și substanțe care sunt denumite, generic, nămoluri.

Principiile teoretice și reacțiile chimice care stau la baza procesului de epurare sunt prezentate, pe scurt, în cele ce urmează. Asocierea celor trei faze de epurare, mecanică, chimică și biologică a fost concepută în vederea obținerii unui randament sporit de îndepărtare a impurităților existente în apele reziduale brute, pentru redarea lor în circuitul apelor de suprafață, la parametrii avizați de normele în vigoare. Astfel, treapta de epurare mecanică a fost introdusă în procesul tehnologic, în scopul reținerii substanțelor grosiere care ar putea înfunda canalele conductelor și bazinele existente sau care, prin acțiunea abrazivă, ar avea efecte negative asupra utilajelor.

Procedeele de epurare a apelor uzate, întâlnite în acest proces tehnologic, denumite după procesele care se bazează, sunt următoarele:

- epurarea mecanică – în care procedeele de epurare sunt de natură fizică;
- epurarea chimică – în care procedeele de epurare sunt de natură fizico-chimică;
- epurarea biologică – în care procedeele de epurare sunt atât de natură fizică, cât și biochimică.

### 2.1. Modalități de epurare a apelor uzate industriale

Epurarea apelor - proces complex de reținere și neutralizare a substanțelor nocive dizolvate, în stare coloidală sau de suspensii, prezente în apele industriale și orășenești, care nu sunt acceptate în mediul acvatic în care se face deversarea apelor epurate și care permit refacerea proprietăților fizico-chimice ale apei înainte de utilizare.

Epurarea apelor uzate cuprinde două mari categorii de operații succesive și anume:

- reținerea sau neutralizarea substanțelor nocive sau valorificabile prezente în apele uzate;
- prelucrarea materialului rezultat din prima operație.

Astfel, epurarea are ca rezultate finale ape epurate, în diferite grade, vărsate în emisar sau care pot fi valorificate în irigații sau alte scopuri. Metodele principale de epurare a apelor uzate industriale diferă în funcție de poluanții prezenți.

Se pot clasifica, în primul rând, în funcție de mecanismul care conduce la reducerea poluantului prin metode „convenționale” fizico-mecanice, fizico-chimice, biochimice sau biologice.

Combinarea acestor metode permite o epurare avansată, efluenții epurați putând fi reîntrași în circuitul economic. Adoptarea unui anumit procedeu depinde de cantitatea efluentului conținutul în poluanți, condițiile de calitate impuse la evacuarea apei epurate în emisar și de mijloacele financiare ale agentului economic respectiv. Ca eficiență și cost, cele mai bune rezultate sau obținut în procedeele de epurare cu adsorbție, cu schimbători de ioni și procedeele de oxidare chimică.

## 2.2. Epurarea apelor uzate industriale prin adsorbție

Adsorbția este procesul de epurare care are la bază fenomenul de reținere pe suprafața unui corp a moleculelor unei substanțe dizolvate în apă. Materialul care realizează adsorbția poate fi unul solid sau lichid și poartă denumirea de adsorbant, iar substanța care este reținută din apa uzată se numește adsorbat. Procedeu este utilizat pentru purificarea unor produse sau pentru reținerea unor substanțe dintr-un lichid. După reținerea substanțelor, de regulă prin încălzire în cazul substanțelor solide sau prin extracție în cazul substanțelor lichide, adsorbantul își recapătă aproape integral proprietățile și deci poate fi folosit din nou. Acest procedeu prezintă avantajele următoare:

- se pot reține substanțe aflate în concentrații mici;
- adsorbantii au selectivitate pentru anumite substanțe.

Procesul de adsorbție este caracterizat prin indicatorul numit echilibru de adsorbție, care exprimă repartitia cantitativă la echilibru a substanței adsorbite între adsorbant și soluția care conține substanța respectivă, precum și prin indicatorul cinetic de adsorbție, care urmărește mecanismul procesului și viteza cu care se desfășoară procesul. Elementul principal al dimensionării procesului de adsorbție este izoterma de echilibru care exprimă raportul de distribuție al substanței care trebuie adsorbită, între adsorbant și mediul în care se face adsorbția la o anumită temperatură dată și după un anumit timp suficient de mare pentru stabilirea echilibrului.

Fenomenul de adsorbție a fost mult studiat căutându-se relații care să exprime condițiile de echilibru ale procesului. Astfel au apărut o serie de teorii care s-au concretizat în diferite ecuații. Datorită faptului că nu a fost cercetat suficient din punct de vedere teoretic acest proces, aplicarea în practică a procesului se bazează, mai mult,

pe experimentele practice. O serie de experimente s-au realizat pe cărbunele activ, în vederea reținerii unor substanțe organice aflate în apele uzate industriale.

Ca materiale adsorbante, fie pentru gaze sau pentru lichide se utilizează o mare diversitate, funcție de afinitatea față de substanțele ce trebuie reținute și funcție de costul acestor materiale. Este de dorit ca granulația acestor substanțe să fie cât mai mică pentru a avea, astfel, la o aceeași greutate, o suprafață de contact cât mai mare. Pentru epurarea apelor uzate industriale se utilizează încă de foarte mult timp, ca materiale adsorbante: cărbunele activ, cocsul granulat, cenuși de la furnale, cenuși de la centralele de termoficare, cărbunele fosil, rumeguș, diverse materiale granulate.

Cel mai bun material adsorbant este cărbunele activ, care se obține prin încălzirea la temperaturi ridicate în spații închise a unor materiale din categoria resturilor vegetale, cum ar fi coji de nucă, sâmburi de fructe, cu sau fără adaosuri de substanțe minerale, cum ar fi clorura de zinc, de magneziu sau calciu sau acidul fosforic, urmată de un proces de activare prin tratare cu vapori de apă, oxizi de carbon, clor sau aer. Cărbunele activ este sub formă granulară cu un diametru cuprins între 1 – 6 mm sau sub formă de pulbere, cu diametrul cuprins între 0,1 – 0,5 mm. Procedul se aplică, de regulă, la epurarea apelor uzate industriale, pentru îndepărtarea din apa uzată a unor impurități în concentrații scăzute și care au rămas în apă după aplicarea celorlalte procedee și când se impune un grad ridicat de epurare.

### 2.3. Epurarea apelor uzate industriale prin distilare

Procedul este cunoscut de mult timp și constă în transformarea prin încălzire a apei în vapori și apoi condensarea vaporilor. Datorită faptului că, în general, impuritățile dizolvate în apă, de natură minerală sau organică au o volatilitate mult mai redusă decât a apei, se obține o apă de bună calitate, dar cu costuri mai ridicate.

Dacă în viitor se vor găsi surse de energie ieftine sau regenerabile atunci probabil că procedul va lua o mare amploare. Prin distilare se îndepărtează, totodată și microorganismele din apa uzată. În zonele globului unde este lipsă de apă, procedul se aplică la obținerea apei potabile din apa mărilor, dar cu costuri încă ridicate. Dacă se fac careva eforturi pentru recuperarea căldurii din vapori în faza de condensare se pot reduce mult costurile energetice cu acest procedu. Deocamdată procedul se aplică doar în zonele cu mare deficit de apă și unde apa este extrem de scumpă.

### 2.4. Epurarea apelor uzate industriale prin înghețare

Procesul se bazează pe faptul că la înghețarea apei, impuritățile se separă într-o soluție reziduală, iar cristalele de gheață formate sunt constituite din apă aproape pură.

Procesul se desfășoară după următoarele etape: răcirea bruscă a apei până la punctul de înghețare, cu producerea de cristale solide de gheață, urmată de separarea cristalelor și topirea acestora cu apa curată. Această tehnologie se bazează pe proprietatea unor substanțe, cum sunt hidrocarburile cu greutate moleculară mică sau derivații lor

hidrogenați, de a forma cu apa, la temperaturi joase, combinații solide în care moleculele unuia dintre componenții sunt prinse în rețeaua cristalină a celuilalt. Ca și cazul cristalelor de apă și aceste substanțe sau combinații ale acestora nu includ în rețeaua lor decât apa lipsită de impurități.

După separarea cristalelor astfel formate de lichidul cu impuritățile rămase se trece la topirea cristalelor formate și astfel se obțin două lichide nemiscibile, apa și respectiv hidrocarbura care se pot separa relativ ușor.

Avantajul metodei este faptul că obținerea de astfel de cristale se poate face și la temperaturi mai ridicate decât temperatura de înghețate a apei. De exemplu, în cazul folosirii ca agent de hidratare a propanului, temperatura la care se formează cristalele este +5, 7° C în loc de 0° C cât este pentru apă. Procedul s-a aplicat pentru desanilizarea apei sau pentru epurarea avansată a unor ape uzate, după treapta biologică și a dat rezultate extrem de bune.

## 2.5. Epurarea apelor uzate industriale prin spumare

Este o metodă relativ simplă pentru epurarea apelor uzate industriale și constă în insuflarea de aer comprimat în apa uzată și formarea de spumă în care se acumulează o serie de impurități. Procesul este influențat pozitiv de introducerea în apă a unor substanțe tensoactive, care asigură formarea ușoară a spumei și menținerea ei un timp mai îndelungat. Dacă apele conțin aceste substanțe tensoactive, cum sunt detergenții sau proteinele în descompunere, atunci procesul se desfășoară fără a necesita adaosuri suplimentare. După separarea spumei aceasta conține însemnate de impurități. Procedul a fost aplicat experimental în Statele Unite ale Americii și în Franța și a contribuit la scăderea cantității de substanțe organice din apă, ușurând astfel faza de epurare biologică. Consumul de aer comprimat este de circa 3,7 – 7,5 l/litru de apă uzată. Se remarcă faptul că, în urma spumării concentrația în substanțe minerale va rămâne nemodificată.

## 2.6. Epurarea apelor uzate industriale prin schimb de ioni

Acest procedeu de epurare se bazează pe proprietățile unor materiale care puse în contact cu o apă mineralizată, ce conține săruri sub formă de ioni sunt capabile să schimbe ionii aflați în apă cu ionii proveniți din materialul din care este confecționat. În industrie se utilizează schimbători de ioni de două tipuri:

- schimbători de cationi numiți cationiți;
- schimbători de anioni numiți anioniți.

Dacă punem succesiv apa mineralizată în contact cu cantități suficiente de astfel de schimbători de ioni se obține o apă aproape pură, iar dacă ionii de H și ionii de OH sunt în proporții corespunzătoare ei se combină și formează apă.

Demineralizarea prin schimbători de ioni se aplică la obținerea apei utilizate în industria alimentară, dar procedul se poate aplica și la epurarea apelor industriale, mai

ales pentru reținerea ionilor de metale grele, care sunt deosebit de toxici. Utilizarea acestei tehnici pentru epurarea apelor uzate sau la demineralizarea apelor marine pe scară largă se poate justifica numai în cazul în care în zona respectivă este un mare deficit de apă ce poate fi potabilizată sau s-a impus din motive de poluare reutilizarea apei uzate în procesele de fabricație. Inconvenientul principal al metodei constă în faptul ca, în urma epuizării și regenerării materialelor utilizate la schimbătoarele de ioni rezultă o serie de materiale toxice ce ar trebui depozitate în condiții ecologice.

În actualul stadiu de dezvoltare economico-socială, caracterizat printr-o dinamică fără precedent, pe de o parte, și caracterul limitat al resurselor naturale, pe de altă parte, apa, una din cele mai importante resurse naturale, trebuie bine gospodărită, pentru a preveni “criza apei”, termen ce apare din ce în ce mai frecvent în prognozele unor organizații internaționale.

### 3. CONCLUZII

Apele uzate industriale constituie o parte, uneori destul de importantă, a apelor uzate orășenești, care sunt admise în rețeaua de canalizare, respectiv în stația de epurare, numai în anumite condiții. Epurarea în comun a apelor uzate menajere cu cele industriale este recomandată de literatura de specialitate ori de câte ori amestecul de ape nu degradează sau împiedică funcționarea rețelei de canalizare și nu prejudiciază buna funcționare a stației de epurare.

Epurarea apelor uzate industriale are loc prin câteva metode cum ar fi: adsorbție, distilare, îngheț, spumare, schimb de ioni.

### Bibliografia

1. Dumitru Ungureanu. „Eliminarea nutrienților din apele uzate la stațiile de epurare din localitățile canalizate”, Chișinău 2005;
2. HG nr. 1141 din 10.10.2008;
3. Marin D. Florentina. Teză de doctorat. „Reducerea avansată a fosforului în cadrul stațiilor de epurare a apelor uzate”, București 2014;
4. СНиП 2.04.03-85. „Канализация. Наружные сети и сооружения”;
5. Diana Robescu, Felix Stroe, Aurel Presura, Dan Robescu. „Tehnici de epurare a apelor uzate”, București 2011;
6. Anca Minescu. Teză de doctorat. „Stații de epurare compacte”, București 2011;
7. Barnard, J.L. „Biological nutrient removal without the addition of chemicals, water research”, 1975;
8. George Tchobanoglous, Franklin L. Burton, H. David Stensel. „Wastewater Engineering: Treatment and Reuse”. 4th Edition. New York 2003;
9. Stănescu Ioana. „Studii și cercetări privind procesele fizico-chimice și biologice pentru reducerea fosforului din apele uzate”, București 2012;
10. Л. Ф. Долина. „Очистка сточных вод от биогенных элементов”, Днепропетровск 2011;
11. Frank R. Spellman. „Water and Wastewater Treatment Plant Operations”, New York 2003;
12. Cristina Elena Iurciuc. Teză de doctorat. „Studii și cercetări privind epurarea avansată a apelor uzate în vederea valorificării efluentului la irigarea culturilor energetice”, Iași 2013.