

CZU:628.35

STUDIUL PROCESULUI DE EPURARE AL APELOR UZATE CU APLICAREA METODELOR FIZICO-CHIMICE DE ANALIZĂ

BEIU Marina, MELENTIEV Eugenia

Universitatea de Stat din Tiraspol, Republica Moldova, str. Iablocikin 5, Chișinău
2069, Republica Moldova, Catedra chimie

Rezumat. Problema epurării eficiente ale apelor uzate se aduce tot mai des în societate. Efectul de poluare a apelor, insuficient epurate, asupra apelor de suprafață, se manifestă prin conținutul de materii totale în suspensie, materii organice, nutrienții organici de azot, fosfor, amoniu și microorganisme patogene. Scopul cercetării vizează aprofundarea cunoștințelor practice și teoretice întru îmbunătățirea procesului de epurare al apelor uzate. Perioada de cercetare: ianuarie-iunie 2021, obiectul de studiu este Stație de Epurare din mun. Chișinău. Pentru monitorizarea procesului tehnologic de epurare al apelor uzate, zilnic se verifică 5 indicatori principali: aciditatea (pH), temperatura (T), consumul biochimic de oxigen (CBO), consumul chimic de oxigen (CCO), materii totale în suspensie (MTS), de asemenea și conținutul nutrienților organici (N, P).

Cuvinte cheie: apă uzată, nutrienți, materii totale în suspensii, consum biochimic de oxigen, consum chimic de oxigen, stație de epurare.

STUDY OF THE WASTEWATER TREATMENT PROCESS WITH THE APPLICATION OF PHYSICO-CHEMICAL METHODS OF ANALYSIS

Abstract. The problem of efficient wastewater treatment is becoming more and more common in society. The content of suspended matter, organic matter, organic nutrients nitrogen, phosphorus, and ammonium, as well as pathogenic bacteria, illustrate the impact of poorly handled water pollution on surface water. The research aims to deepen the practical and theoretical knowledge to improve the wastewater treatment process. Research period: January-June 2021, the object of study is Wastewater Treatment Plant in Chisinau. Acidity (pH), temperature (T), biochemical oxygen consumption (BOD), chemical oxygen consumption (COD), total suspended solids (TSM), and the concentration of organic nutrients (N, P), are all evaluated daily to monitor the technological process of wastewater treatment.

Keywords: wastewater, nutrients, total suspended solids, biochemical oxygen consumption, chemical oxygen consumption, treatment plant.

Introducere

Apa se află în centrul dezvoltării durabile și este esențială pentru evoluția socio-economică, producția de energie, alimente, ecosisteme sănătoase și pentru supraviețuirea umană în sine [1].

Apele de suprafață în Republica Moldova constituie 1,32 mlrd m³/an. Apa râurilor mari în Republica Moldova este la nivelul II de calitate, iar în aval de deversările apelor reziduale orășenești (or. Otaci, Soroca - fl. Nistru; or. Ungheni - r. Prut) și la confluența cu râurile mici poluate (Bâc, Răut, etc) este de calitatea clasei III. Apa din râurile mici este de clasa III – V de calitate. Motivul poluării este numărul mic

de stații de epurare (SE) a apelor reziduale și eficiența nesatisfăcătoare a epurării acestora [2].

Epurarea apelor uzate este o necesitate vitală a societății contemporane aflate în permanentă dezvoltare [3].

Cea mai mare parte a substanțelor prezente în apele uzate sunt compuși organici iar sarcinile de tratare a apelor uzate, conținutul de contaminanți organici se măsoară prin cantitatea de oxigen consumată pentru oxidarea acestora în timpul determinărilor analitice:

- în procesul biochimic - prin valoarea CBO, se folosesc indicatori CBO_5 și CBO_{total} , determinați după 5 și, respectiv, 20 de zile de incubație. În practică, de regulă, se utilizează indicatorul CBO_5 , totuși, normalizarea se realizează în ceea ce privește CBO_{total} ;

- într-un proces chimic - prin valoarea CCO_{Cr} .

Tratamentul biologic tradițional nu oferă suficientă profunzime de îndepărtare a nutrienților. La curățarea mecanică, conținutul de azot și fosfor este redus cu 8-10%, iar la curățarea biologică, cu 35–50% [9].

Azotul se găsește în apele uzate sub formă de substanțe organice și anorganice conexe. În apele uzate urbane, cea mai mare parte a compușilor organici cu azot sunt substanțe de natură proteică - fecale și deșeuri alimentare. Compușii de azot anorganic sunt reprezentați de ionii de amoniu, nitriți și nitrați [7].

Fosforul liber nu se găsește în natură, se află aproape întotdeauna în stare complet oxidată - sub formă de fosfați. Termenul „fosfor total” înseamnă toate tipurile de fosfor conținute în apă - compuși ai fosforului solubili și insolubili, anorganici (fosfați, polifosfați) și organici (acizi nucleici, fosfolipide) [8].

Prezența compușilor de fosfor și azot provoacă degradarea biologică a conductelor, canalizării și a altor echipamente industriale. Conform viziunilor moderne asupra problemei, rolul principal în eutrofizarea corpurilor de apă aparține fosforului, prin urmare, pentru a reduce aceste procese, este necesar în primul rând eliminarea compușilor fosforului [4].

Cantitatea de componente biogene care vin odată cu apele uzate crește datorită utilizării diversilor detergenți cu ape uzate din industria ușoară și alimentară, precum și din unitățile agricole, datorită intensificării și chimizării acestora. Factorul limitator în înflorirea corpurilor de apă este conținutul de compuși ai fosforului, deoarece azotul poate fi fixat și din atmosferă [5].

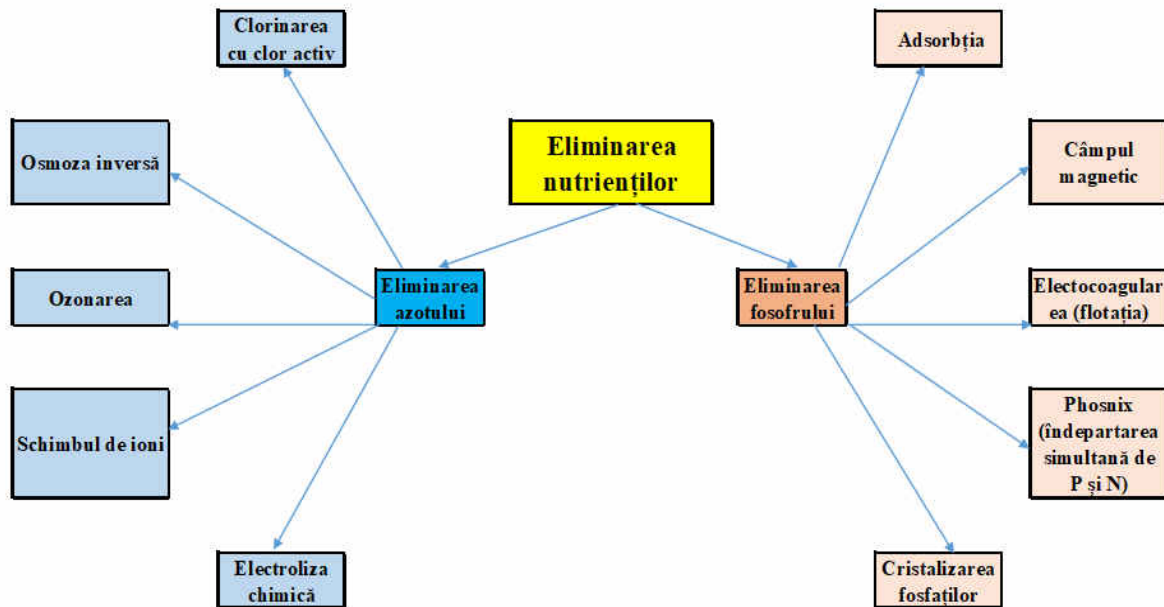


Fig. 1. Metode fizico-chimice de tratare a nutrienților din apele uzate

Eliminarea nutrienților din apele uzate poate fi efectuată prin intermediul metodelor fizico-chimice (Figura 1).

Metodele fizico-chimice de mai sus nu sunt utilizate pe scară largă în practică, deoarece utilizarea lor este asociată cu costuri ridicate necesare pentru implementarea proceselor și complexitatea operațiunilor [6].

Cea mai simplă metodă tehnologică (Figura 2) pentru îndepărtarea simultană a compușilor de azot și fosfor din apele uzate de la stațiile de epurare cu conținut major al acestor nutrienți, a fost numit procesul de oxidare anaerob [10].

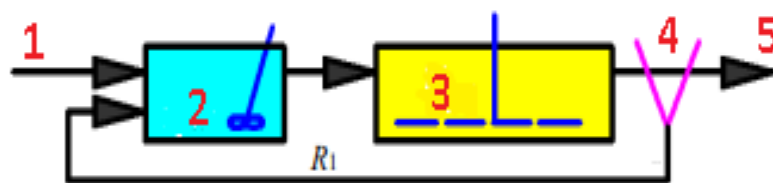


Fig. 2. Schema tehnologică de îndepărtare biologică a compușilor de azot și fosfor din apele uzate (oxidare aerobă): 1- intrarea apei uzate; 2- zona anaeroba; 3- zona de oxidare; 4- bazin secundar; 5- ieșirea apei curate

Metode și materiale

Cercetările s-au efectuat în cadrul Laboratorului Ape Uzate din cadrul S.A. „Apă-Canal Chișinău”.

Pentru realizarea cercetărilor au fost utilizate următoarele aparate: spectofotometru Specord 210 PLUS, pH-metru Consort C3030, fotocolorimetru CFC-1 și 2, termostat ST2 PREM TOP⁺, balanță analitică, reșou electric, agitator etc.

La efectuarea studiului au fost utilizate metode fizico-chimice de analiză: spectofotometrice, titrimetrice, gravimetrice.

Determinarea fosforului total s-a efectuat conform PS-11 (SM SR EN ISO 6878:2011); principiul metodei de analiză constă în reacția ionilor de ortofosfat cu o soluție acidulată care conține ioni de molibdat și stibiu, pentru a forma complexul de stibiu-fosfomolibdat [11].

Determinarea consumului biochimic de oxigen (CBO) s-a efectuat conform PS-07 (SM EN ISO 5815-1:2020). Principiul metodei constă în pretratarea probei de apă care urmează să fie analizată și diluarea ei cu o cantitate variabilă de apă de diluție saturată în oxigen dizolvat și ce conține microorganisme aerobe, cu suprimarea nitrificării [12].

Determinarea consumului chimic de oxigen (CCO) s-a efectuat conform SM SR ISO 6060:2006. Principiul metodei constă în fierberea cu refluxare pe o durată determinată, a probei de apă în amestec cu o cantitate cunoscută de dicromat de potasiu, în prezența unui catalizator de sulfat de argint în mediu puternic acidulat cu acid sulfuric, astfel încât o parte din dicromatul de potasiu este redus de materiile oxidabile prezente în apă. Se titrează excesul de dicromat de potasiu cu o soluție de sulfat de fier (II) și amoniu. Se calculează valoarea CCO după cantitatea de dicromat de potasiu redusă [13].

Determinarea conținutului de azot prin metoda Kjeldahl, se bazează pe mineralizarea probei la o temperatură de (350 ± 20) ° C cu acid sulfuric în prezența sulfatului de cupru ca catalizator și a sulfatului de sodiu ca reactiv care crește punctul de fierbere al amestecului. Din soluția rezultată conținând sulfat de amoniu (sulfură de hidrogen), amoniacul este distilat într-o soluție de acid boric [14].

Rezultate și discuții

Pentru monitorizarea procesului tehnologic de epurare al apelor uzate, zilnic se verifică 5 indicatori principali: aciditatea (pH), temperatura (T), consumul biochimic de oxigen (CBO), consumul chimic de oxigen (CCO), materii totale în suspensie (MS), de asemenea și conținutul nutrienților (N, P).

În temeiul rezultatelor analizei de ape uzate, pentru perioada ianuarie-iunie 2021, au fost obținute următoarele concentrații medii (Tabelul 1) și reprezentate în Figura 3.

Tabelul 1. Media rezultatele încercărilor de laborator în perioada studiată, la temperatura 20 °C

Parametrul	Concentrația medie la intrare SE	Normativul la intrare SE	Concentrația medie la ieșire SE	Normativul la ieșire SE
pH-ul (un.pH)	7,86	6,50 - 8,50	7,89	6,50 - 8,50
Temperatura, °C	17,66	30,00	18,45	30,00
CCO _{Cr} , (mgO ₂ /L)	563,23	500,00	201,91	125,00
CBO ₅ , (mgO ₂ /L)	237,92	225,00	52,51	25,00
Materii totale în suspensii, mg/L	351,61	350,00	106,75	35,00
Fosfor, mg/L	22,25	5,00	14,42	2,00
Azot, mg/L	63,39	30,00	42,32	10,00

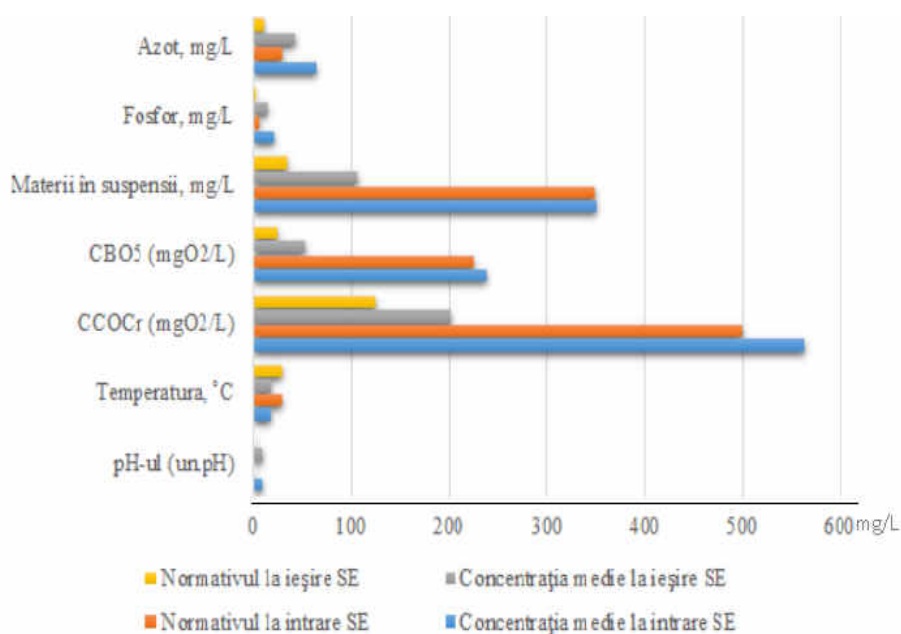


Fig. 3. Reprezentarea grafică a parametrilor analizați pentru probele de ape uzate testate

Din acești indicatorii de calitate, doar pH-ul și temperatura se încadrează în normativele de recepționare-evacuare ale apelor uzate. Având în vedere că o stație de epurare ale apelor uzate, eficient funcțională are o anumită capacitate de epurare pentru

indicatorii sus menționati care nu se încadrează în normativele prescrise: CBO-70-90 %, CCO-70%, MS-90%, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ - 70-80 %, P-80%, din rezultate obținute capacitatea de epurare al stației de epurare este: CBO-78 %, CCO-64%, MS-70%. Conținutului de nutrienți din apele uzate înainte și după tratare, indică că în Stația de Epurare din mun. Chișinău sunt evacuate ape uzate cu încărcături sporite de poluanți, care depășesc normele concentrațiilor maxime admisibile, iar capacitatea de epurare fiind mai scăzută: $\text{NH}_4^+\text{-N}$ - 27-34 %, P-78 %, aceasta fiind o urmare a intrării concentrațiilor mari de poluanți care depășesc normativele de recepționare a apelor uzate: CCO - 12 %; CBO - 6 %; P - 22 %; N - 47 %.

În baza datelor din literatură [9] conținutul de azot și fosfor este redus la curățarea biologică, cu 35–50 %, ceea ce confirmă datele experimentale obținute.

Reieșind din aceste date putem concluziona că SE are o capacitate de epurare satisfăcătoare cu toate că capacitatea de epurare este redusă datorită concentrațiilor sporite de poluanți recepționați în apele uzate.

Din datele obținute, se observă cantitatea de poluanți din apele uzate, la intrarea în SE și ieșirea lor după procesul de tratare, astfel, putem afla eficiența epurării apelor uzate, exprimată prin *grad de epurare*.

Pentru parametrii prezentați, mai sus avem eficiența de epurare cuprinsă de la 33% la 88 %, pentru diferiți parametri ce confirmă datele [16] .

Concluzii

- În majoritatea țărilor din Europa de Est, epurarea apelor uzate este nesatisfăcătoare, având o capacitate de epurare puțin peste 30 %;
- Capacitatea de eliminare a fosforului și azotului este cuprinsă între 33-45%, care corespund datelor din literatură;
- Nutrienții din apele uzate influențează negativ procesul de epurare biologică dacă sunt în cantități mărite;
- În cantități moderate, nutrienții contribuie la fotosinteza vegetației și biosinteza în organismele vii;
- Este necesar de investit în construirea instalațiilor de epurare biologică și modernizarea celor existente pentru a îmbunătăți eficiența procesului biologic de trarare;
- Pentru a nu admite colectarea apelor uzate cu încărcături sporite de poluanți, este necesară aplicarea legislației în vigoare;

- Pentru îmbunătățirea procesului de epurare a apelor uzate este necesar, de asemenea, de a efectua monitorizarea indicatorilor fizico-chimici pentru intrarea și ieșirea din SE, monitorizarea numărului de specii și activitatea efectivă care prelucrează materia organică.

Bibliografie

1. Organizația Națiunilor Unite, Probleme globale - apa <https://www.un.org/en/global-issues/water> (vizualizat 15.01.2022).
2. Agenția pentru Inovare și Transfer Tehnologic a Academiei de Științe a Moldovei. Buletin Informativ Analitic, 2009.
3. Tehnologii și Biotehnologii de Epurare a Apelor Uzate, Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi, Facultatea de Inginerie Chimică și Protecția Mediului, specializarea ingineria și protecția mediului în industrie. Iași, 2013.
4. KOBELEVA Y., KIRILINA T. , GADIYEVA A., SIROTKIN A. Evaluarea comparativă a utilizării reactivilor de defosfatate tradiționali și moderni în sistemele biologice de tratare a apelor uzate. Buletinul Universității Tehnologice nr. 13. Minsk, 2015, pag.222.
5. DZYUBA I., MARKEVICH R., SIGINEVICH T. Studiul procesului de acumulare a fosforului de către bacteriile acumulative de fosfor. Proceedings of BSTU nr . 4. Minsk, 2011, pag 182.
6. PETUKHOVA E., RUCHKINOVA O. Defosfatarea apelor uzate. Buletinul Universității Naționale Politehnice de Cercetare din Perm nr. 2. Perm, 2017, pag. 123.
7. NOVIKOVA O. Tratarea apei uzate menajere de elementele biogene, Gomel, 2019.
8. MIȘUKOV B. Tehnologia de îndepărtare a azotului și a fosforului în procesele de tratare a apelor uzate. Apa: tehnologie și ecologie. Sankt Petersburg, 2008, pag . 144.
9. Proiectarea instalațiilor de tratament. Ape uzate. Minsk, 2019, pag. 204.
10. ZHMUR N. Procese tehnologice și biochimice de tratare a apelor uzate, apă la structuri cu aerotancuri. Moscova, 2003, pag. 512.
11. SM SR EN ISO 6878:2011
12. SM EN ISO 5815-1:2020
13. SM SR ISO 6060:2006
14. Analiza chimică cantitativă a apei. Tehnica de măsurare a masei concentrației de azot organic prin metoda Kjeldahl în apa potabilă, naturală și uzată. PND-F 14.1:2:4.277-2013 14.1:2:4.277-2013. Moscova, 2013.
15. PANAINTESCU M. Tehnici de epurare ape uzate. Îndrumar de proiectare Stație de Epurare. Editura Nautica, Constanța, 2011.
16. BEIU M., MELENTIEV E. Dinamica modificărilor nutrienților în procesul de epurare a apelor uzate, Conferința științifico-practică cu participare internațională "Cercetarea și inovarea educației din perspectiva exigențelor actuale ale pieții muncii", Vol 1, Chișinău 2021, pag. 48.