

Invenția se referă la un bioreactor și poate fi utilizată pentru epurarea apelor reziduale cu un conținut înalt de poluanți azotați.

Este cunoscut bioreactorul compus din bazine de aerare cu sisteme de conducte, decantoare, suflante și sisteme de aducțiune și distribuție a aerului [1]. Însă acest bioreactor nu asigură epurarea apelor uzate cu concentrații mari și denitrificarea poluanților, necesită un timp îndelungat de tratare, nu este suficient de productiv, și necesită cheltuieli mari de energie electrică pentru aerarea și pomparea nămolurilor, iar în exploatarea apei epurate conține o cantitate mare de nămol activ.

După parametrii tehnici și rezultatul obținut, cel mai apropiat bioreactor este cel care include un bazin cu racorduri de aducțiune a apei uzate brute și evacuarea apei epurate, un sistem de aducțiune a aerului cu un sistem de aerare, un sistem de filtrare și conducte de evacuare a nămolului [2]. Acest reactor, însă, are o construcție complicată și este dificil în exploatare, conduce la creșterea rapidă a rezistenței hidraulice a filtrării nămolului de pe suprafața materialului filtrant, și înrăutățește regimurile de filtrare pe măsura acumulării nămolurilor din cauza regenerării neefective a filtrului. De asemenea bioreactorul nu asigură înlăturarea complexă a poluanților cu conținut de azot din apele tratate.

Problema tehnică pe care o soluționează prezenta invenție constă în simplificarea construcției, reducerea cheltuielilor de exploatare, intensificarea procesului biochimic, creșterea gradului de epurare a apelor uzate cu conținut înalt de poluanți ai azotului.

Esența invenției constă în aceea, că reactorul este alcătuit dintr-un bazin cu racord de aducțiune a lichidului pentru prelucrarea și evacuarea apei epurate, un sistem de aducțiune a aerului, cu un sistem de aerare, un sistem de filtrare și conducte de evacuare a nămolului, însă bazinul bioreactorului reprezintă o cisternă amplasată și este dotată cu capace de acces în partea superioară, spațiul interior al acesteia este separat în zone funcționale de un șir de pereți despărțitori, zonele funcționale sunt dotate cu nivelmetre, în fiecare zonă funcțională sunt amplasate filtre în formă de aci din plasă, partea superioară a căroră este conectată la un vibrator electromagnetic iar partea inferioară a lor este dotată cu sistem flexibil de tuburi ondulate tip silfon conectate la sistemul de conduce care asigură scurgerea lichidului din prima zonă funcțională, unde are loc eliminarea substanțelor carbonorganice cu ajutorul microorganismelor heterotrofe, în cea de a doua zonă, unde are loc nitrificarea azotului amoniacal microorganismelor autotrofe și apoi în cea de a treia zonă funcțională unde are loc denitrificarea azotaților în condiții anaerobe și care este dotată cu sistem de amestec mecanic, iar extremitatea ultimei conducte are un silfon cu deșurare cu rupere de jet, vibratoarele și nivelmetrele sunt conectate la un pupitru de comandă, ce face posibilă conectarea-deconectarea automată a regenerării periodice a filtrelor. În calitate de material pentru filtre se utilizează mai multe straturi de plasă din inox sau oțel inoxidabil poros cu mărirea porilor de 0,05...0,15 mm.

Rezultatul tehnic pe care îl asigură invenția propusă constă în accelerarea procesului biochimic și a eliminării complexe atât a compușilor organici, cât și a compușilor de azot datorită îmbunătățirii capacității de oxidare a bazinului de aerare și posibilității majorării dozei de nămol activ datorită evacuării apei epurate prin pereții filtranți poroși sau de tip plasă și regenerarea lor prin intermediul groase și desene de nămol.

Utilizarea în calitate de material filtrant a plaselor de inox sau a oțelului inoxidabil poros permite reducerea cantității de materie în suspensie în efluent până la 15...20 mg/l și renunțarea la utilizarea decantoarelor secundare, deci simplificarea construcției instalației. Procesul de regenerare a filtrelor se automatizează ușor cu ajutorul nivelmetrelor, care înregistrează creșterea nivelului apei epurate rezultat din creșterea stratului de nămol activ sedimentat pe suprafața plasei. Acestea transmit impulsul pre pupitrul de comandă pentru conectarea pe un timp scurt a vibratoarelor. În procesul vibrației de nămol este rapid înlăturat de pe suprafața plasei filtrante, viteza de filtrație crește, în fiecare zonă funcțională nivelul apei scade și se stabilizează la un nivel stabilit, rezultând astfel micșorarea cheltuielilor suportate în procesul exploatarei.

În figura 1 este prezentată schema bioreactorului propus.

Bioreactorul este compus din corpul 1 al cisternei, spațiul interior al căreia este separat de pereții despărțitori 2 și 3, care prima zonă funcțională 4 pentru înlăturarea compușilor carboorganici dotată cu o conductă de aducțiune a apei uzate 5, a doua zonă funcțională 6 pentru nitrificare, și a treia zonă funcțională 7 pentru denitrificare, care este dotată cu o conductă 8 cu capăt sub formă de silfon 9 cu rupere de jet pentru evacuarea apei epurate, fiecare zonă este dotată în partea superioară cu capace de vizitare 10, 11, 12, iar în partea inferioară cu conducte perforate 13, 14, 15, dotate cu vane 16, 17, 18, pentru evacuarea nămolului. Prima zonă 4 și a doua zonă 6 sunt dotate cu aeratoare, respectiv 19 și 20, racordate la conductă de aducțiune a aerului 21, în interiorul fiecărei zone 4, 6 și 7 sunt amplasate sisteme de filtrare, respectiv 22, 23, și 24, compuse din filtre cu plasă 25a, 25b, și 25c, fixate la partea inferioară cu sisteme amortizoare cu silfon 26a, 26b și 26c, dotate cu conducte în zigzag 27a și 27b pentru transportul lichidului. Lichidul este transportat din prima zonă prin perețele despărțitor 2 în a doua zonă, apoi prin perețele despărțitor 3 – în zona a treia dotată cu conductă 27c în formă de U, și agitator lent 28 cu cadru, cu dispozitiv de acționare electric 29, iar partea superioară a filtrelor 25a, 25b și 25c sunt conectate prin intermediul tijelor 30a, 30b și 30c, cu vibratoarele 31a, 31b și 31c, conectate la pupitrul de comandă 32, care are legătură cu nivelmetrele 33a, 33b și 33c, amplasate respectiv în zonele 4, 6 și 7, zonele 6 și 7, acestea fiind separate cu perete despărțitor plin.

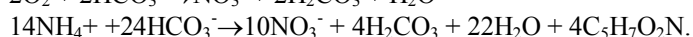
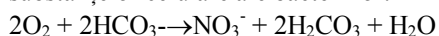
Bioreactorul funcționează în modul următor.

Apa uzată brută cu conținut e poluanți organici, este debitată prin orificiul 5 în prima zonă 4 de eliminare a substanțelor organice amplasată în interiorul copului 1 al cisternei, și măsura umplerii spațiului ei se conectează aducțiunea aerului prin conductă de aer 21 în aeratoarele 19, 20 și cu ajutorul nămolului activ are loc procesul biochimic de epurare a apei. Procesul are loc datorită descompunerii biochimice a poluanților organici sub acțiunea microorganismelor heterotrofe și

fermenților în compuși simpli și inofensivi. Microorganismele de diferite tipuri asimilează carbonul din substanțele din soluțiile apoase, transformând substraturile organice în compuși micromoleculari sub acțiunea fermenților hidrolitici.

Ciclul unui astfel de tratări a apelor uzate depinde de concentrația poluanților organici și rezistența structurii moleculare a substanțelor și este determinată de „consumul biologic de oxigen” (CBO). După aceea apa epurată, care prezintă o suspensie de nămol, este supusă unei filtrări dinamice printr-un filtru cu plasă 25a care face parte din sistemul filtrant 22. Pe măsura filtrării are loc sedimentarea/reținerea particulelor nămolului pe suprafața plasei 25a și crescând rezistența specifică a filtrării nămolului și micșorându-se viteza de filtrare, ca rezultat se produce creșterea nivelului apei în zona 4. Această creștere este înregistrată de nivelul 33a, care transmite impulsul la pupitrul de comandă 32, acesta conectează vibratorul 31a, care asigură o vibrație intensă de scurtă durată a sistemului de filtrare 25a. În rezultat are loc înlăturarea hidrodinamică a stratului de nămol și ciclul de filtrare reîncepe cu viteza de filtrare inițială. În acest timp sistemul amortizor cu silfon 26a, care este compus dintr-o conductă gofrată din cauciuc, elimină posibilitatea transmiterea vibrațiilor la conducta 27a, care asigură debitarea apei în zona de nitrificare 6, care de obicei, conține o oarecare cantitate de azot amoniacal, care nu este eliminat în treapta inițială a procesului biochimic.

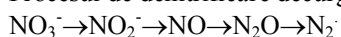
Procesul de nitrificare a azotului amoniacal se desfășoară în condiții aerobe de către bacteriile autotrofe ce sunt diferite de cele care contribuie la înlăturarea compușilor carbonorganici, de aceea zonele 4 și 6 sunt separate prin intermediul unui perete 2. Procesul este caracterizat prin utilizarea carbonului din compușii neorganici, însoțit de sinteza substanțelor celulare ale bacteriilor:



În acest mod în timpul nitrificării se utilizează 2HCO_3^- și se mărește concentrația H_2CO_3 , și ca rezultat se obține o oarecare micșorare a pH-ului. În același timp oxigenul din aerul pompat prin aeratorul 20, se utilizează pentru oxidarea azotului amoniacal (în raportul 4,6 mg O_2 la 1 mg de azot solubil).

Filtrarea apei epurate în zona de nitrificare 6, se realizează, ca și în cazul precedent, prin filtrul cu plasă 25b cu ajutorul sistemului de filtrare 23, și regenerarea periodică a lui. Creșterea comandă 32, acesta conectează vibratorul 31b, care prin intermediul tijei 30b asigură o vibrație intensă a sistemului de filtrare 23. În acest timp sistemul amortizor cu silfon 26b, care este compus dintr-o conductă gofrată din cauciuc, elimină posibilitatea transmiterii vibrațiilor la conducta 27b, care asigură debitarea apei în zona 7 de denitrificare a azotaților care are loc în condiții anaerobe cu ajutorul bacteriilor denitrificatoare heterotrofe specifice de tipul *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Micrococcus*, *Pseudomonas* etc. Deosebirile dintre tipurile de bacterii și condițiile de epurare impun necesitatea separării zonelor 6 și 7 printr-un perete despărțitor prin 34.

Procesul de denitrificare decurge în mai multe trepte, în final se obținându-se azotul molecular:



Transferul de masă se înfăptuiește cu agitatorul lent 28 cu cadru.

Pe măsura desfășurării procesului biochimic apa epurată este supusă eliberării de către particulele nămolului activ cu ajutorul filtrului cu plasă 25c ce aparține sistemului filtrant 24, care asigură separarea suspensiei de nămol în condiții dinamice, și apoi prin conducta de tipul U 27c, a sifonului cu rupere de jet 9 și a racordului 8 este deversată în rețeaua publica sau îndreptată spre treapta de epurare terțiară, de exemplu în iazuri biologice cu macrofite acvatice înainte de a fi deversată în emisari, inclusiv în bazine piscicole.

Pe măsura creșterii stratului de nămol pe filtrul cu plasă 25c, crește nivelul lichidului în zona 7 și este înregistrat de nivelmetru 33c, care transmite impulsul prin intermediul pupitrului de comandă 32 la vibratorul 31c, care este acționat și prin intermediul tijei 30c transmite o vibrație intensă și de scurtă durată asupra sistemului de filtrare 24, contribuind la regenerarea plasei și continuarea ciclului de filtrare. Ca și în cazurile precedente sistemul amortizor cu silfon 26c, care este compus dintr-o conductă gofrată de cauciuc, elimină posibilitatea transmiterii vibrațiilor la conducta 27c, care asigură evacuarea apei epurate.

În toate zonele unde se desfășoară procesele biochimice are loc creșterea progresivă a biomasei în care concentrația nămolului activ se menține în limitele 30 g/l, prin intermediul analizelor, deschizând periodic vanele 16, 17 și 18, amplasate pe conductele perforate, respectiv, 13, 14 și 15.

În acest mod, prin utilizarea principiului de filtrare a suspensiei de nămol se previne pierderea lui din zona procesului biochimic și se asigură posibilitatea menținerii unor concentrații înalte ale biomasei epurate. Aceasta, la rândul său, ridică capacitatea de oxidare a bioreactorului care la o încărcare mică a nămolului activ asigură efectivă a apelor uzate cu concentrații mari de poluanți. Capacitatea de oxidare a bioreactorului atinge, după consumul chimic de oxigen (CCO), 17...20 kg CCO la 1 m³ pe zi și 18...22 kg CBO₅ la 1 m³ pe zi la o eficiență de epurare de 90...96%.