

Invenția se referă la un bioreactor anaerob și poate fi utilizată în diferite ramuri ale agriculturii și în industria de prelucrare pentru epurarea apelor reziduale și obținerea biogazului.

Este cunoscut bioreactorul anaerob care conține un corp cu ștuțuri de alimentare-evacuare a apelor reziduale și a biogazului și un sistem de amestecare a lichidului în fermentare, care include un agitator mecanic amplasat în tubul central și acționat de un motor electric [1]. Însă acest sistem nu este destul de eficient în cazul amestecării unor lichide vâscoase, cu grad înalt de poluare, și al nămolurilor, deoarece nu asigură recircularea suficientă a acestora.

Cel mai apropiat după esența tehnică și rezultatele obținute este bioreactorul anaerob pentru epurarea apelor reziduale industriale și agricole cu conținut înalt de poluanți organici, care include un corp cu ștuțuri de alimentare-evacuare a apelor reziduale și a biogazului, precum și un sistem de recirculare a biomasei [2]. Recircularea lichidului în fermentare se efectuează cu pompe imersate acționate de motoare electrice și dotate cu ajutoare hidraulice care fărâmițează particulele solide conținute în nămolul activ (biomasa epuratoare este prezentă sub formă de flocoane), totodată fărâmițarea conduce la înrăutățirea decantării ulterioare și împiedică deshidratarea nămolului în filtrele-vacuum și filtrele-presă. Pe lângă aceasta așa tip de recirculare este ineficient în cazul utilizării procesului de epurare a stratului de umplutură pentru fixarea microorganismelor ceea ce conduce la crearea unor „zone moarte”.

Problema pe care o soluționează prezenta invenție constă în majorarea eficienței recirculării lichidului în fermentare cu păstrarea mărimii hidraulice a particulelor nămolului pentru o mai bună decantare, stabilizare și deshidratare a acestuia. Bioreactorul anaerob conform invenției, înlătură dezavantajele menționate prin aceea că include un corp cu bază conică, niște racorduri de alimentare cu apă reziduală și de evacuare a apei tratate, un sistem pentru evacuarea biogazului, o încărcătură și un sistem de recirculare a apei tratate. Bioreactorul este dotat cu niște plase amplasate transversal față de axa longitudinală a corpului, care limitează stratul încărcăturii, și cu un jgheab pentru evacuarea apei tratate amplasat pe perimetrul interior al corpului. Sistemul de recirculare a apei tratate conține un tub vertical amplasat în centrul corpului și niște plăci de centrare, care cu un capăt sunt fixate rigid de suprafața interioară a corpului, iar cu celălalt capăt, prin intermediul unor role, sprijină tubul. Partea inferioară a tubului este executată în formă de pâlnie răsturnată, iar partea superioară comunică cu niște racorduri de repartizare, care sunt unite cu o tijă, conectată cu o transmisie cu bielă-manivelă. Racordul de evacuare a apei tratate este dotat cu un dispozitiv cu sifon și un robinet pentru întreruperea jetului de apă.

Rezultatul obținut la realizarea acestei invenții constă în aceea că, spre deosebire de pompe, sistemul propus de recirculare nu fărâmițează flocoanele de nămol activ, ceea ce este foarte important, deoarece nu sunt afectate proprietățile de sedimentare ale acestuia și nu se reduce capacitatea de deshidratare a nămolului, lucru ce se reflectă favorabil asupra hidrodinamicii decantării, permițând reducerea dimensiunilor decantoarelor, ameliorarea condițiilor de stabilizare a nămolului, prevenind apariția mirosurilor urâte și asigurând îmbunătățirea capacității de deshidratare a nămolului pentru utilizarea lui ulterioară în calitate de îngrășământ organic.

Sistemul de recirculare funcționează prin împingerea lichidului de jos în sus în timpul mișcării de du-te-vino a pâlniei racordată la tubul vertical. La mișcarea în jos (în direcție descendentă) pâlnia scufundată în mediul vâscos al nămolului îl antrenează și-l împinge în sus cu presiune, care este cu atât mai mare, cu cât este mai mare diferența ariilor secțiunilor părții înguste și celei largite a pâlniei. În urma acestei mișcări se produce împingerea nămolului activ îngroșat din partea inferioară a bioreactorului în partea superioară a lui. Lipsa pieselor în frecare asigură o capacitate de funcționare de lungă durată a sistemului de recirculare/amestecare a nămolului activ.

Schema bioreactorului propus este prezentată în fig. 1.

Bioreactorul este compus dintr-un corp cu bază conică 1 izolat termic cu termoizolant 2 și include un racord de alimentare 3 cu ventil 4, un racord 5 cu clapetă 6 pentru evacuarea nămolului în exces, un dispozitiv 7 cu sifon și un robinet 8 pentru întreruperea jetului, totodată bioreactorul este dotat în partea superioară cu un sistem 9 de evacuare a biogazului, care include un racord primar 10 de evacuare, un capac protector 11, instalate în interiorul unui vas 12 umplut cu apă, și un racord secundar 13 de evacuare. În interiorul corpului 1 este instalat un jgheab 14 pentru evacuarea lichidului tratat, niște plase 15 și 16 între care este plasată o umplutură 17. În umplutură este amplasat un tub vertical 18 cu plăci de centrare 19 și role 20, care este dotat în partea inferioară cu o pâlnie 21, iar în partea superioară cu niște racorduri de repartizare 22, acestea fiind conjugate, la rândul lor, cu o tijă 23, care este unită prin intermediul unei cutii de etanșare 24 și a unor articulații 25 cu un dispozitiv de acționare 26 cu transmisie cu bielă-manivelă.

În calitate de umplutură 17 pot fi utilizate elemente special prefabricate cu o suprafață dezvoltată pentru fixarea microorganismelor.

Bioreactorul anaerob funcționează în felul următor.

Apele uzate poluate cu conținut de substanțe organice biodegradabile se introduc în interiorul corpului de formă conică 1 prin racordul 3 cu ventil 4 deschis până la umplerea acestuia. Concomitent în corpul 1 se introduce o cantitate incipientă de nămol activ și de microfloră metanproducătoare pentru inițierea procesului biochimic, care se intensifică în umplutura 17, iar rezultatul final al căruia este degradarea biologică a substratului organic din apa uzată și formarea biogazului. Procesul de biometanogenoză care reprezintă un proces complicat, în mai multe faze, de dezagregare anaerobă a poluanților organici cu formarea metanului și, parțial, a dioxidului de carbon are loc sub acțiunea bacteriilor fermentatoare, acetogene și metanogene, în diferite regimuri de temperaturi, cele mai eficiente fiind condițiile termice mezofile ($31 \pm 2^\circ\text{C}$). Pentru menținerea regimului termic corpul 1 al bioreactorului este utilizat cu izolarea termică 2. Pentru asigurarea unui regim stabil de metanogenoză reactorul este umplut cu umplutura 17, care dispune de o suprafață specifică dezvoltată pentru fixarea microflorei, care este limitată în părțile inferioară și superioară de plasele 15 și 16. Aceasta asigură formarea unei pelicule biochimic active pe suprafața umpluturii, ceea ce intensifică procesul de epurare

a apei uzate. Apa epurată este colectată prin intermediul jgheaburilor 14 și prin dispozitivul cu sifon 7, dotat cu robinetul, 8 este evacuată din reactor.

Pentru asigurarea uniformității regimului termic și intensificarea procesului biochimic din contul eliminării concomitente a limitării de concentrații în zona biofilmului de pe suprafața umpluturii 17 se efectuează recircularea continuă a lichidului tratat în bioreactor prin intermediul unui sistem compus din tubul vertical 18, pâlnia 21 și racordurile superioare de repartizare 22, care sunt puse într-o mișcare de du-te-vino cu ajutorul tijei 23, aceasta, la rândul ei, fiind cuplată prin intermediul cutiei de etanșare 24 și a articulațiilor 25 cu dispozitivul de acționare electrică 26. Plăcile de centrare 19 și rolele 20 asigură stabilitatea mișcării alternative de du-te-vino a sistemului.

Procesul de epurare este însoțit de formarea nămolului, care se acumulează în partea conică a corpului 1. Datorită formei de pâlnie a sistemului de recirculare la mișcarea lui alternativă de du-te-vino în continuu are loc agitarea acestui nămol, antrenarea și împingerea lui în zona superioară a bioreactorului, unde este distribuit uniform pe suprafața lichidului tratat și apoi recirculat prin întreg volumul lichidului, asigurând condiții ameliorate pentru desfășurarea proceselor de fermentare și metanogeneză.

Regimul hidrodinamic al recirculării are un caracter pulsativ determinat de frecvența stabilită a mișcării dispozitivului de acționare 26 și de amplitudinea oscilațiilor articulațiilor, care poate fi reglată în limitele necesare. Pulsația lichidului în bioreactor asigură un regim turbulent de curgere, ceea ce se reflectă favorabil asupra ameliorării condițiilor de transfer de masă.

Lichidul tratat prin jgheabul 14 și dispozitivul cu sifon 7, care previne scurgerea biogazului, este evacuat spre o tratare avansată determinată de condițiile de deversare în emisar, de exemplu spre filtrare, sau în iazuri biologice cu macrofite, iar surplusul de nămol activ se evacuează periodic prin racordul 5 și clapeta 6 spre deshidratare. Acest nămol poate fi utilizat în calitate de îngrășământ organic.

Biogazul, care reprezintă un amestec de metan (CH_4), în cantitate de 65...80%, și de bioxid de carbon (CO_2), în cantitate de 20...35%, este evacuat prin racordul 10. Acest biogaz este un component combustibil și poate fi utilizat în instalațiile de regenerare pentru obținerea energiei electrice și termice.

Astfel, bioreactorul anaerob propus oferă posibilitatea de a majora eficiența recirculării lichidului fermentat, de a spori viteza de decantare a particulelor nămolului și, respectiv, de a ameliora proprietățile de sedimentare, de stabilizare și de deshidratare, toate acestea conduc la reducerea considerabilă a cheltuielilor totale pentru procesul de epurare a apelor uzate.