

Invenția se referă la o instalație pentru epurarea biochimică a apelor reziduale și poate fi utilizată la întreprinderile de prelucrare a producției agricole.

Este cunoscut bioreactorul anaerob pentru epurarea apelor reziduale cu utilizarea microflorei fixate, ce conține un corp închis divizat în două camere separate cu reglarea temperaturii și a pH-ului [1]. Fiecare cameră este destinată pentru prelucrarea substanțelor organice cu microorganismele corespunzătoare. Sub acțiunea unora dintre aceste microorganisme, în una din camere, se elimină numai bioxid de carbon gazos, care se utilizează în calitate de gaz de lucru pentru circularea lui în apa ce se tratează, iar sub acțiunea altor microorganisme se elimină preponderent metan gazos. Însă o așa instalație nu asigură intensificarea procesului anaerob de fermentare și nu grăbește procesul de epurare a apelor reziduale. Acest proces biochimic are tendința spre o frânare permanentă în timp din cauza limitelor de concentrație la o viteză destul de mică de difuziune a substratului organic la suprafața biopeliculei active în condițiile staționare de decurgere a procesului. În afară de aceasta, materialele polimere sintetice nu asigură un grad înalt de fixare a microorganismelor la substrat, ceea ce micșorează eficacitatea procesului de epurare a apelor reziduale.

Cel mai apropiat după esență și rezultatul obținut este bioreactorul anaerob pentru epurarea apelor reziduale, ce conține corp închis, divizat în două camere de un perete despărțitor înclinat, cu posibilitatea curgerii apei supuse tratării dintr-o cameră în alta, conducte de alimentare și evacuare a apei, înzestrate cu zăvoare, cameră pentru acumularea biogazului și conductă pentru evacuarea lui cu supapă de reducere [2]. Regimul de activare impulsivă a încărcăturii se asigură pe calea stabilirii diferenței de nivel în două zone ce comunică ale bioreactorului pe contul acumulării biogazului în una din zone și aruncarea lui periodică din ea. Însă așa o instalație nu asigură coordonarea procesului de epurare și nu mărește suficient viteza de creștere a microflorei și desigur gradul de epurare a apelor reziduale.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție constă în sporirea productivității procesului biochimic și a gradului de epurare a apelor reziduale și desigur în micșorarea cheltuielilor capitale.

Bioreactorul anaerob pentru epurarea apelor reziduale include un corp închis cu încărcătură pentru fixarea microflorei, împărțit în două camere prin intermediul unui perete despărțitor înclinat cu posibilitatea curgerii apei ce se tratează dintr-o cameră în alta, conducte de alimentare și evacuare a apei, înzestrate cu zăvoare hidraulice și conductă cu supapă de reducere pentru evacuarea biogazului. În calitate de încărcătură pentru fixarea microflorei se utilizează o țesătură împletită de polietilenă. Suprafața țesăturii este feritizată prin tratare de 3...5 ori în soluție de săruri de fier (III) și fier (II) în raport de 2:1 și prelucrare hidrotermică ulterioară cu soluție de NaOH de 5...10% la temperatura de 70...90°C. Pentru crearea unui câmp magnetic permanent se utilizează particule călite din hexaferit de bariu de formă sferică cu diametrul de 5...8 mm, magnetizate până la saturație, fixate de partea inferioară a încărcăturii.

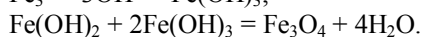
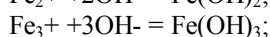
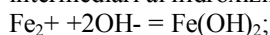
În zona zăvoarelor hidraulice ale conductelor de alimentare și evacuare sunt instalați indicatori ai pH-ului, uniți cu sistemele de măsurare, impulsorul, mecanismul de execuție și cu supapa de reducere cu posibilitatea dirijării procesului de activare pulsativă a încărcăturii după diferența de pH inițial și al apei tratate și reglării presiunii hidrostatice a biogazului acumulat.

Rezultatul invenției constă în sporirea gradului de epurare a apelor reziduale.

În procesul de fermentare anaerobă, efectuat de diferite grupe de microorganisme, are loc descompunerea biochimică a substanțelor organice, biogene și a altor microelemente, ce se conțin în substratul fermentat, are loc creșterea și dezvoltarea microorganismelor și eliminarea biogazului, ce conține metan, bioxid de carbon și alte impurități gazoase.

Gradul de fermentare anaerobă se determină cu ajutorul indicilor CCO – consumul chimic de oxigen, CBO – consumul biochimic de oxigen și după schimbarea valorii pH-ului.

În calitate de încărcătură pentru fixarea microflorei, conform invenției propuse, se utilizează țesătură împletită din polietilena folosită deja ca ambalaj, întinsă în bioreactor în poziție verticală sau orizontală sub formă de blocuri montate separat. Modificarea suprafeței ei se efectuează pe calea feritizării prin metoda reagento-chimică, care constă în epurarea de 3...5 ori în soluție de săruri sulfocice de fier (III) 5...7% și fier (II) în raport de 2:1 cu prelucrarea ulterioară în soluție de NaOH 5...10% la temperatura de 70...90°C. Astfel în mediul bazic are loc formarea compușilor intermediari ai hidroxizilor acestor săruri cu formarea magnetitului:



Grosimea stratului de magnetit se determină printr-un șir de operații și se află în limitele 5...10 μm. Ridicarea temperaturii este necesară atât pentru distrugerea peliculelor de hidrați ale particulelor coloidale ale hidroxizilor și interacțiunea hidrotermică între ele pentru decurgerea reacțiilor de formare a magnetitului, cât și pentru sporirea gradului de fixare a particulelor de magnetit formate pe baza polietilenică a țesăturilor sintetice la epurarea bazică a lor la temperatură ridicată, apropiată de temperatura de înmuiere a polietilenei. Prelucrată în așa mod țesătura sintetică modificată capătă proprietăți feromagnetice.

Pentru crearea câmpului magnetic permanent se utilizează particule sferice călite din hexaferit de bariu ( $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) magnetizate până la saturare, introduse între țesătură, care datorită proprietăților sale magnetice, își păstrează proprietățile feromagnetice timp îndelungat. Diametrul particulelor constituie 5...8 mm. Țesătura cu suprafața magnetică modificată introdusă în câmpul magnetic se magnetizează, lărgind câmpul magnetic pe tot volumul apei epurate. Tensiunea ce se dă la acest câmp magnetic se află în limitele de la 900 până la 1800 Oe.

Stratul de magnetit pe bază de polietilenă la rândul său permite să îmbunătățească fixarea celulelor microflorei pe suprafața purtătorului, iar câmpul magnetic permanent contribuie la creșterea microorganismelor și respectiv la intensificarea epurării anaerobe a apelor reziduale.

În condiții staționare sau la curgerea laminară a lichidului, procesul biochimic anaerob de fermentare are tendința să se pasiveze din cauza limitelor de difuziune și a gradientului mic de concentrații, care conduce la micșorarea vitezei schimbului de substanțe ale substratului organic în stratul de graniță al microflorei fixate.

Regimul hidrodinamic impulsiv de curgere a lichidului înlătură aceste neajunsuri. Turbulența și amestecarea curentului de lichid la un regim impulsiv de lucru al bioreactorului contribuie la intensificarea procesului de epurare prin micșorarea grosimii stratului de graniță și înnoirea suprafeței de contact a fazelor. Acest regim de mișcare a lichidului de asemenea permite de a înlătura și a micșora volumul zonelor de stagnare în interiorul încărcăturii de țesătură. El se efectuează pe contul căderii bruște periodice a nivelurilor în bioreactorul cu două camere, cu aruncarea rapidă a biogazului acumulat în prima cameră a lui. Aceasta contribuie la ridicarea intensității de amestecare hidrodinamică și a schimbului de masă în volumul bioreactorului pe contul turbulenței fluxului de lichid, care la rândul său conduce la înlăturarea limitelor de concentrație în stratul de lângă graniță, a biopeliculei, la înnoirea totală a suprafeței și la activarea ei biochimică.

Aruncarea bruscă a biogazului acumulat se face automat după presiunea în exces instalată în camera de acumulare a bioreactorului, și anume de 4...8 ori timp de 24 h, ceea ce este suficient pentru procesul anaerob de fermentare. În afară de aceasta controlul și conducerea procesului impulsiv de activare a microflorei fixate se mai efectuează după diferența de pH la intrarea și ieșirea din bioreactor pe calea determinării permanente a pH-ului apelor reziduale inițiale, care poate varia pentru diferite produceri în limitele de la 3...3,5 până la 10,0...11,0, și a pH-ului apelor reziduale tratate, care poate avea valorile 7,0...7,5.

În așa mod, acțiunea câmpului magnetic permanent asupra microflorei fixate în procesul de epurare a apelor reziduale, amestecarea hidraulică, inclusiv periodică, și activarea biochimică a suprafeței, ce se efectuează pe contul schimbului de masă, sunt factorii ce intensifică procesele biochimice cu utilizarea microflorei fixate și sporesc gradul de epurare anaerobă a apelor reziduale.

Bioreactorul anaerob pentru epurarea apelor reziduale este prezentat în figură.

Bioreactorul conține o carcasă 1, o conductă de alimentare 2 cu zăvor hidraulic 3, o conductă de evacuare a apei epurate 4 și o conductă de evacuare a sedimentelor 5 cu zăvor hidraulic 6. În interiorul carcasei 1 este instalat un perete despărțitor 7, care împarte bioreactorul în două camere 8 și 9, ce comunică între ele, înzestrate cu porți hidraulice 10 și 11 și indicatori ai pH-ului 12 și 13, instalați în ele, totodată include conductele 14 și 15 pentru eliminarea biogazului cu supapă de reducere 16 și cu ventil 17, respectiv, pe lângă aceasta în interiorul camerelor 8 și 9 este așezată încărcătura 18 sub formă de pânze, suspendate de o bază metalică amplasată orizontal 19, în partea de jos a căreia sunt fixate particule magnetice sferice 20. Inducatorii pH-ului 12 și 13 sunt uniți cu sisteme de măsură a pH-ului 21 și 22, care respectiv sunt unite cu un impulsor 23, unit la rândul lui cu un mecanism de execuție 24, care reglează conectarea și deconectarea supapei de reducere 16 pentru eliberarea bruscă a biogazului într-o conductă de evacuare 25.

Instalația funcționează în felul următor.

Apele reziduale trec prin conducta 2 și poarta hidraulică 10 în camera 8, de unde curg în camera 9, iar după prelucrarea biochimică în contact cu microflora suspendată de încărcătura 18 se evacuează prin poarta hidraulică 11 și conducta 4.

În rezultatul epurării biochimice, microorganismele anaerobe transformă impuritățile organice biodegradabile în biogaz, care se acumulează în partea de sus a camerelor 8 și 9. Din camera 9 biogazul se elimină în continuu prin conducta 15 și ventilul 17, iar în camera 8 acesta se acumulează. Sub acțiunea presiunii în spațiul gazos al camerei 8, care se ridică până la o valoare dată, nivelul lichidului în ea coboară, astfel creându-se o diferență între nivelurile lichidului din camera 8 și 9, în ultima nivelul este stabil. Regimul de curgere a apei este laminar, fiind limitat de difuziunea prin stratul gros de graniță, în urma cărui fapt viteza procesului biochimic treptat se micșorează.

Pe măsura atingerii presiunii date în spațiul gazos al camerei 8, începe să funcționeze supapa de reducere 16, are loc aruncarea bruscă a biogazului acumulat și curgerea rapidă a apei din camera 9 în camera 8, în urma căreia are loc turbulența intensivă și amestecarea apei. Apoi supapa de reducere 16 se închide și ciclul se repetă. Suprafața biopeliculei se activează biochimic din contul schimbului intensiv de masă, sporește creșterea microflorei și ca rezultat se intensifică procesul biochimic anaerob și sporește gradul de epurare a apelor reziduale.

Controlul de îndeplinire a evacuării bruște a biogazului din camera 8 se poate efectua conform indicatorilor sistemelor de măsurare a pH-ului 21 și 22, unite cu indicatorii pH-ului 12 și 13, cu ajutorul impulsorului 23 care înregistrează bilanțul tensiunilor, condiționat de o anumită diferență a pH-ului, prealabil determinată pentru diferite tipuri concrete de ape reziduale și epurate la intrarea și la ieșirea din bioreactor și transmite un impuls la mecanismul de execuție 24 pentru deschiderea supapei 16 și eliminarea bruscă a biogazului prin conducta de evacuare 25 în vasul de acumulare a gazului. Apoi supapa 16 se închide și ciclul se repetă periodic în regim automat.

Astfel turbulența și amestecarea fluxului de lichid într-un regim impulsiv de lucru al bioreactorului conduce la intensificarea procesului de epurare.

Regimul impulsiv de mișcare a lichidului permite de asemenea înlăturarea și micșorarea volumului zonelor staționare în interiorul încărcăturii.

Exemplu. În bioreactorul propus a fost realizat procesul de epurare anaerobă a apelor reziduale în regim continuu. Ciclicitatea amestecării și activării biochimice a suprafeței microflorei s-a stabilit în dependență de presiunea hidraulică a biogazului acumulat, între 4 și 8 ori în decursul a 24 h. În calitate de încărcătură pentru fixarea microflorei se utilizează o țesătură sintetică feritizată din polietilenă cu porozitatea 170%, a cărei suprafață specifică în bioreactor alcătuiește în medie 100 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

Modificarea suprafeței încărcăturii s-a efectuat prin feritizarea ei în felul următor: s-a tratat de 5 ori cu soluții de săruri sulfoacide de fier (III) și (II) în raport de 2:1, prelucrându-se ulterior cu soluție de NaOH de 10%. Materialul de

polietilenă s-a plasat pe axe orizontale în partea de jos a cărora s-au pus particulele sferice din hexaferit de bariu cu diametrul de 5...8 mm, magnetizate până la saturație. Aceasta asigură crearea unui câmp magnetic permanent care acționează asupra încărcăturii feritizate cu valoarea medie a tensiunii egală cu 1350 Oe.

În scopul decurgerii procesului de epurare anaerobă în condiții mezofile în bioreactor s-a menținut temperatura optimă, egală cu 32°C. Pentru experimente s-au utilizat ape reziduale limpeze de la industria de vinificație cu valoarea inițială a CCO egală cu 2700 mg/L, CBO – 1635 mg/L, pH – 4,2. Viteza de alimentare cu apă constituia 0,5 L/h.

Gradul de epurare a apelor reziduale s-a apreciat după indicii CCO, CBO și pH-ul apei tratate, determinați cu ajutorul procedeelor standard. Cantitatea biogazului format a fost determinată după volumul de apă dezlocuit, iar cantitatea metanului din biogaz a fost determinată cu ajutorul gazoanalizatorului JIXM-72.

Rezultatele cercetărilor sunt prezentate în tabel.

Tabel

Nr.	Indicii	Conform soluției propuse		Conform soluției tehnice cunoscute
		Ciclicitatea epurării hidrodinamice impulsive, ori pe zi		
		4	8	
1.	Durata epurării, h	24		24
2.	Materialul încărcăturii pentru fixarea microflorei	Țesătură feritizată din polietilenă		Polietilenă simplă
3.	Viteza de scurgere a lichidului, m <sup>3</sup> /h la un m <sup>2</sup> de încărcătură	0,05		0,05
4.	Tensiunea medie a câmpului magnetic, Oe	1350		Lipsește
5.	Presiunea hidrostatică a biogazului în prima zonă a bioreactorului, atm.	11	12	-
6.	CCO a apei epurate, mg (O <sub>2</sub> )/L	184	116	330
7.	Gradul de epurare (după CCO), %	93,4	95,7	87,8
8.	CBO a apei epurate, mg (O <sub>2</sub> )/L	62	42	126
9.	Gradul de epurare (după CBO), %	96,2	97,4	92,1
10.	pH-ul apei tratate	7,1	7,2	6,9
11.	Volumul specific de biogaz eliminat de la un kg de CCO, m <sup>3</sup> /kg în 24 h	0,51	0,53	0,48
12.	Conținutul de metan în biogaz, %	72,5	72,9	69,5

După cum rezultă din datele obținute, soluția propusă asigură intensificarea procesului anaerob de epurare a apelor reziduale de 1,2...1,3 ori, în comparație cu soluția cunoscută, din contul măririi vitezei de creștere a microflorei cu condiția de a acționa asupra ei cu un câmp magnetic de intensitate mică. Sporirea eficacității procesului biochimic are loc din contul înnoirii și activizării contactului biochimic al fazelor, care se efectuează în regim de curgere hidrodinamică impulsivă a apelor reziduale care se reglează. Astfel, eficacitatea epurării apelor reziduale după CCO crește cu 5,6...7,9%, iar după CBO cu 4,1...5,3%, pe lângă aceasta crește volumul de biogaz ce se elimină cu 6,25...10,4%, iar conținutul de metan în el crește cu 4,3...4,9% comparativ cu valorile acestor indici în apele epurate prin metoda cunoscută.

Utilizarea acestei metode permite sporirea productivității procesului biochimic și a gradului de epurare a apelor reziduale foarte concentrate, datorită realizării procesului de epurare a apelor reziduale în câmp magnetic permanent, posibilității de dirijare a regimului de activare ciclică a microflorei fixate și ameliorării adeziunii ei la suprafața substratului, precum și micșorarea cheltuielilor capitale datorită folosirii țesăturilor de ambalaj neutilizate din fibre împletite de polietilenă în calitate de substrat.