

Invenția se referă la procedeele biochimice combinate de epurare a apelor uzate de poluanți organici și poate fi aplicată la stațiile de epurare în industriile vinicolă și alimentară.

Este cunoscut procedeul de epurare a apelor uzate, care include fermentarea lor anaerobă cu obținerea și utilizarea biogazului urmată de epurarea avansată aerobă a acestora [1]. Însă eficiența etapei anaerobe a procesului biologic de epurare a apelor uzate cu conținut redus de poluanți organici biodegradabili este redusă, necesită construcția unor bioreactoare anaerobe (metantancuri) voluminoase, iar producția de biogaz este redusă, totodată secundară de epurare aerobă este inefficientă, fiind însoțită de un consum sporit de energie și nu asigură un grad înalt de epurare.

Cel mai apropiat, după esența tehnică și rezultatul scontat, este procedeul de epurare a apelor uzate de poluanți organici, care include în ordine succesivă fermentarea anaerobă prin intermediul microflorei fixate, cu obținerea biogazului, și epurarea aerobă a apei tratate anaerob [2]. Însă realizarea acestor procese este destul de costisitoare, iar gradul de epurare și producția de biogaz sunt reduse în cazul apelor uzate cu conținut redus de poluanți biodegradabili.

Problema pe care o soluționează invenția propusă, constă în ieftinirea și majorarea eficienței proceselor anaerobe și aerobe de epurare a apelor uzate, majorarea productivității de biogaz cu utilizarea lui ulterioară prin cogenerare în scopul obținerii energiei electrice și celei termice pentru menținerea regimului termic mezofil al fermentării anaerobe în intervalul $35\pm 2^\circ\text{C}$.

Procedeul include concentrarea apelor uzate prin ultrafiltrarea componentelor organice macromoleculare până la valoarea CCO de 2000...4000 mg/dm^3 , cu separarea filtratului având valoarea CCO de 100...300 mg/dm^3 , fermentarea anaerobă a concentratului, utilizând microfloră fixată, cu formarea biogazului, totodată pentru fixarea microflorei se utilizează corzi de viță de vie cu diametrul de 2...3 mm și densitatea de împachetare de 3...5 kg/dm^2 , după care se efectuează epurarea aerobă a concentratului fermentat și a filtratului.

Pe lângă aceasta concentrarea apelor uzate se efectuează cu utilizarea ultrafiltrelor tubulare la presiunea de 3...5 atm și viteza de curgere a apei de 5...10 m/s.

Rezultatul invenției constă în reducerea consumului de energie și ieftinirea procesului de epurare.

Rezultatul a fost obținut prin reducerea investițiilor pentru construcție și cheltuielilor de exploatare a bioreactoarelor anaerobe din contul reducerii debitelor de ape uzate, în urma concentrării lor prin ultrafiltrare, și, respectiv, reducerii consumului de energie pentru menținerea regimului termic de fermentare anaerobă a unui volum mai mic de ape uzate supuse tratării prin acest proces. Concomitent, eficiența procesului de fermentare anaerobă a apelor uzate se majorează ca urmare a majorării în ele a concentrației de poluanți organici biodegradabili, totodată se majorează producția de biogaz degajat.

În același timp, este esențială utilizarea în calitate de umplutură/suport solid pentru fixarea microflorei a deșeurilor naturale obținute la curățarea viței de vie, corzile tăiate având un diametru de 2...3 mm, sunt rezistente la condițiile de fermentare anaerobă și de epurare aerobă a apelor uzate și posedă proprietăți de adeziune puternică a microorganismelor pe suprafața lor, iar la densitatea de împachetare de 3...5 kg/dm^2 ele asigură o porozitate mare umpluturii și o suprafață activă de 100...120 m^2/m^3 de volum al bioreactorului. Utilizarea acestei umpluturi reduce esențial investițiile pentru construcția instalațiilor și cheltuielile de exploatare a acestora, majorează eficiența sistemelor de aerare, care sunt parte integrantă a epurării avansate aerobe a apelor uzate, datorită intensificării transferului de masă îmbunătățit, iar la fermentarea anaerobă conduce la o majorare a producției de biogaz, datorită majorării concentrației de biomasă participantă la proces, ca urmare a fixării acesteia pe suprafața umpluturii în cauză; majorarea producției de biogaz cogenerat ulterior conduce, respectiv, la majorarea considerabilă a energiei electrice și termice.

Procesul de separare a componentelor apelor uzate, prin ultrafiltrare, în concentrat și filtrat se bazează pe procedeul de filtrare mecanică în condiții dinamice sub o presiune destul de joasă și este suficient de ieftin. Pentru ultrafiltrare pot fi utilizate ultrafiltre/membrane standard de tipul BTY-2/0,5 sau filtre cu pori de ordinul 400...500Å. În urma ultrafiltrării apelor uzate se obține un conținut ridicat de compuși organici macromoleculari în concentrat, care constituie 20...40 mii mg/dm^3 CCO și care se fermentează cu succes în mediul anaerob, iar în filtrat rămân compuși organici micromoleculari în concentrație de cca 100...300 mg/dm^3 , care sunt înlăturați ușor prin epurarea avansată aerobă în comun cu apele uzate concentrate supuse fermentării anaerobe, diluându-le pe acestea din urmă. Concentrația redusă de poluanți organici în amestecul de ape uzate supus epurării aerobe conduce la reducerea consumului de energie pentru sistemul de aerare și, concomitent, asigură un grad superior de epurare a apelor uzate.

În figură este prezentată schema generală a procedurii propuse, care reflectă consecutivitatea operațiilor efectuate la epurarea apelor uzate conform soluției propuse.

Mai întâi apele uzate sunt supuse ultrafiltrării (poziția 1), după care concentratul este tratat prin fermentare anaerobă mezofilă (poziția 2), care are loc la temperatura de $35\pm 2^\circ\text{C}$, cu obținerea unui nămol fermentat, care poate din utilizat în calitate de fertilizant, și degajarea simultană a biogazului, care este utilizat prin cogenerare pentru obținerea energiei electrice și termice (poziția 3), aceasta din urmă fiind utilizată pentru menținerea regimului termic de fermentare anaerobă mezofilă.

Efluentul fermentării anaerobe este amestecat cu filtratul de la ultrafiltrare (poziția 4), în condițiile aerării (poziția 5), se asigură epurarea înaltă a apei cu deversarea ulterioară sau cu utilizarea lor repetată în calitate de apă tehnică.

Astfel, se ating obiectivele stabilite, care au ca scop ieftinirea și majorarea eficienței procesului de epurare anaerob-aerobă a apelor uzate, majorarea producției de biogaz utilizat prin cogenerare pentru obținerea energiei electrice și utilizarea ei predestinată, precum și a energiei termice necesare pentru menținerea regimului termic de fermentare anaerobă.

Exemplu

Apa uzată de la o întreprindere de vinificație cu un conținut de poluanți organici exprimat prin CCO având valori între 500 și 18500 mg/dm³ a fost supusă concentrării prin ultrafiltrare cu utilizarea ultrafiltrelor tubulare БТУ-2/0,5 sub o presiune de 3...5 atm și la o viteză de curgere de 5... m/s. Concentratul a fost supus fermentării anaerobe în condiții standard, cu menținerea temperaturii de 35±2°C și durata de 40 ore, iar filtratul a fost ulterior amestecat cu efluentul fermentat și epurat în condiții aerobe. Analizele chimice ale CCO după fiecare etapă a epurării apelor uzate au fost efectuate prin determinarea oxidabilității cu bicromat de potasiu conform metodei standard, iar cantitatea de biogaz a fost măsurată volumetric.

Rezultatele măsurărilor sunt prezentate în tabel.

Nr. crt.	Procesele de tratare	Valorile CCO, mg/dm ³		Producția specifică de biogaz, m ₃ /m ₃ de bioreactor în zi		Cheltuielile specifice sumare pentru epurarea apelor uzate, lei/m ³	
		în condițiile invenției propuse	în condițiile celei mai apropiate soluții	în condițiile invenției propuse	în condițiile celei mai apropiate soluții	în condițiile invenției propuse	în condițiile celei mai apropiate soluții
1.	Ultrafiltrare: • concentrat • filtrat	37000 235	18500 -	- -	- -	- -	- -
2.	Fermentarea enaerobă	3700	7400	5,75	4,0	-	-
3.	Amestecarea apei fermentate cu filtratul	580	7400	-	-	-	-
4.	Epurarea avansată aerobă	250	750	-	-	3750	7500

Datele experimentului confirmă, că gradul final de epurare anaerob-aerobă după ultrafiltrarea prealabilă a apelor uzate în condițiile invenției propuse s-a majorat de aproximativ 3 ori, iar cheltuielile (investițiile capitale plus cheltuielile de exploatare) specifice s-au redus în raport cu condițiile celei mai apropiate soluție de 2 ori, iar producția de biogaz a crescut de 1,43 ori.