



MD 2795 F1 2005.06.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **2795** ⁽¹³⁾ **F1**
(51) Int. Cl.⁷: C 02 F 3/30

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării	
(21) Nr. depozit: a 2004 0221 (22) Data depozit: 2004.09.15	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2005.06.30, BOPI nr. 6/2005
(71) Solicitanți: UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD; UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: COVALIOV Victor, MD; UNGUREANU Dumitru, MD; COVALIOVA Olga, MD; GĂINĂ Boris, MD; DUCA Gheorghe, MD (73) Titulari: UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD; UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) **Procedeu de epurare biochimică anaerobă-aerobă a apelor reziduale**

(57) **Rezumat:**

1
Invenția se referă la procedeele de epurare
biochimică anaerobă-aerobă a apelor reziduale
pentru purificarea de compuși organici și poate fi
utilizată la stațiile de epurare în industriile vinicolă
și alimentară.

Procedeul propus include epurarea anaerobă a
apelor reziduale prin utilizarea microflorei fixate și
epurarea aerobă avansată a acestora la aerarea lor.
Totodată la epurarea anaerobă în apele reziduale se
introduce suplimentar un amestec de bioxid de
carbon, obținut la fermentarea alcoolică a vinului
brut și de hidrogen, care se obține la electroliza cu
membrană a soluției apoase de hidroxid de sodiu,
luate în raport masic de 1:(0,05...0,10). Aerarea se
efectuează cu aer îmbogățit cu oxigen, care se
obține la electroliza cu membrană a soluției apoase
de hidroxid de sodiu. Pentru efectuarea electrolizei

2
cu membrană se utilizează soluția apoasă de
20...22% de hidroxid de sodiu la raportul ariilor
catodului și anodului de 1:1 și densitatea curentului
de 1...5 A/dm².

Rezultatul invenției constă în majorarea effi-
cienței de epurare, precum și în creșterea producției
de biogaz.

Revendicări: 2
Figuri: 1

MD 2795 F1 2005.06.30

Descriere:

Invenția se referă la procedeele de epurare biochimică anaerobă-aerobă a apelor reziduale pentru purificarea de compuși organici și poate fi utilizată la stațiile de epurare în industriile vinicolă și alimentară.

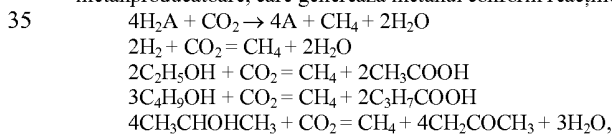
5 Cea mai apropiată soluție este procedeul de epurare anaerobă-aerobă a apelor uzate cu grad înalt de poluare în instalații cu microflora fixată, conform căruia procesul de epurare se realizează în 2 trepte: în filtru anaerob cu umplutură imersată urmat de o finisare aerobă într-o instalație similară – filtru aerob cu microflora fixată pe un strat fix de umplutură, acesta fiind dotat cu un sistem de aerare pneumatică [1]. Însă eficiența acestui procedeu este insuficientă, deoarece în treapta anaerobă biogazul obținut conține un procent ridicat de bioxid de carbon – până la 35...40% datorită faptului că pentru transformarea acestuia în mediu sub acțiunea bacteriilor metangeneratoare este necesar hidrogenul, care este prezent în acest proces în cantități neîndeșulătoare pentru majorarea producției de metan, iar în treapta aerobă eficiența instalației este limitată de conținutul insuficient de oxigen în aerul comprimat care alimentează sistemul de aerare.

15 Problema pe care o rezolvă invenția constă în utilizarea reziduului din producție – a bioxidului de carbon, care se degajă în cantități importante la fermentația materiei prime pentru obținerea vinului, în majorarea eficienței procesului de epurare a apelor uzate și în majorarea producției de biogaz, care ulterior este utilizat pentru cogenerare, cu obținerea și utilizarea în scopuri bine determinate a energiei electrice și termice pentru menținerea regimului termic optim de fermentare anaerobă, care constituie $33 \pm 2^\circ\text{C}$.

20 Procedeul propus include epurarea anaerobă a apelor reziduale prin utilizarea microflorei fixate și epurarea aerobă avansată a acestora la aerarea lor. Totodată la epurarea anaerobă în apele reziduale se introduce suplimentar un amestec de bioxid de carbon, obținut la fermentarea alcoolică a vinului brut, și de hidrogen, care se obține la electroliza cu membrană a soluției apoase de hidroxid de sodiu, luate în raport masic de 1:(0,05...0,10). Aerarea se efectuează cu aer îmbogățit cu oxigen, care se obține la electroliza cu membrană a soluției apoase de hidroxid de sodiu. Pentru efectuarea electrolizei cu membrană se utilizează soluția apoasă de 20...22% de hidroxid de sodiu la raportul ariilor catodului și anodului de 1:1 și densitatea curentului de 1...5 A/dm².

25 Rezultatul invenției constă în majorarea eficienței de epurare, precum și în creșterea producției de biogaz.

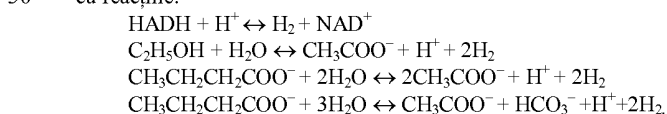
30 Mecanismul procesului biochimic de formare a biogazului, care se desfășoară în urma activității vitale a microorganismelor metangeneratoare, este legat cu faza intermediară de formare și degajare a bioxidului de carbon, care servește drept substrat pentru dezvoltarea microorganismelor metanproducătoare, care generează metanul conform reacțiilor de formă generală:



40 unde H₂A este orice compus chimic, pentru care microorganismele posedă fermentul dehidrază.

Astfel, cu ajutorul microorganismelor anaerobe bioxidul de carbon este redus la metan și se consumă pentru construirea substanței celulare a bacteriilor metanproducătoare (Mb. Omelianski și Methanosarcina ș.a.). În acest context bioxidul de carbon, care se conține de rând cu metanul în biogaz, poate fi considerat drept produs al interacțiunii biochimice incomplete a microflorei fixate cu compușii organici ai apelor uzate. În procesele biochimice de formare a metanului bioxidul de carbon prezintă sursa de carbon, iar oxigenul din componența moleculei sale este elementul de susținere a activității vitale a bacteriilor, care scindează structura moleculară a CO₂.

45 Concentrația hidrogenului joacă un rol decisiv în reglarea componenței produselor procesului biochimic de generare a metanului. El se formează preponderent în faza acetogenă în conformitate cu reacțiile:

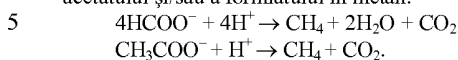


55

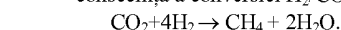
MD 2795 F1 2005.06.30

4

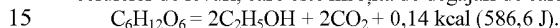
În faza de generare a metanului, sub acțiunea bacteriilor metanproducătoare, are loc conversia acetatului și/sau a formiatului în metan:



Bioxidul de carbon care se formează în condiții anaerobe alcătuiește molecule de metan ca o consecință a conversiei H_2/CO_2 conform ecuației:



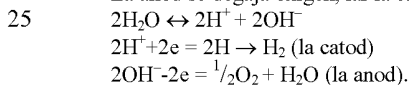
Bioxidul de carbon utilizat conform invenției reprezintă un produs al fermentației vinului brut, care se formează ca produs secundar neutilizabil în procesele din industria alcoolului, în producerea berii și alte procese industriale biochimice legate de descompunerea glucozei, fructozei și a altor compuși derivați ai zaharozei prin acțiunea catalizatoare asupra acestora a fermenților celulelor de levuri, care este însoțită de degajări de căldură conform reacției de formă generală:



Aceste producții sunt de tonaj mare. De exemplu, la o cantitate de 1000 tone de struguri prelucrați cu conținutul de zahăr 20% se degajă bioxid de carbon în cantități de cel puțin 49 tone, care practic nu se utilizează. Din această cantitate de bioxid de carbon, în corespundere cu reacțiile biochimice menționate, se pot obține suplimentar mari cantități de metan.

20 La electroliza apei pentru obținerea hidrogenului și oxigenului se folosesc soluții diluate de alcalii (NaOH) în concentrații de 20...22%, care majorează conductibilitatea electrică a soluției și favorizează stabilitatea electrozilor insolubili, precum și asigură majorarea randamentului de degajare a gazelor în funcție de curent până la cca 100%.

La anod se degajă oxigen, iar la catod - hidrogen:



Conform legii lui Faraday, la trecerea a 26,8 A/h se degajă 11,2 l de hidrogen și 5,6 de oxigen (sau 1 m³ de hidrogen și 0,5 m³ de oxigen la un consum de 2,383 kA/h de curent electric).

30 Pentru obținerea hidrogenului și oxigenului curat procesul de electroliză se produce în electrolizoare cu membrane, care separă spațiile anodului și catodului. În calitate de membrană pot fi utilizate coli de azbest, în calitate de catod - fier cu suprafața rugoasă, pentru anod - oțel cu conținut redus de carbon nichelat galvanic. Pentru electroliză pot fi utilizate cuve electrolitice (electrolizoare), cu amplasarea monopolară sau bipolară a electrozilor.

35 Esența soluției propuse este exemplificată prin schema prezentată în figură.

Schema include bioreactorul anaerob 1 cu conducta de aducție 2 a apelor uzate de mare încărcare și conducta de evacuare 3 racordată cu bioreactorul aerob 4 dotat cu conducta 5 a apei uzate epurate. Biogazul, care se degajă din bioreactorul 1, se introduce în instalația de cogenerare 6, care alimentează cu curent electric redresorul 7 și, respectiv, electrolizorul cu membrană 8, care generează hidrogenul, conectat la amestecătorul 9 pentru a fi amestecat cu bioxidul de carbon produs la fermentarea conexă (alcoolică), iar amestecul obținut de CO_2/H_2 se debitează în bioreactorul 1, în același timp oxigenul generat în camera anodică a electrolizorului 8 se introduce în amestecătorul 10 pentru îmbogățirea aerului pompat de suflante și, ulterior, amestecul de aer cu oxigen se introduce în bioreactorul 4.

45 Schema funcționează în felul următor.

În bioreactorul anaerob 1, înzestrat cu umplutură pentru fixarea microorganismelor, la alimentarea cu ape uzate prin conducta 2, se formează biogaz, cu care este alimentată instalația de cogenerare 6 și care, la rândul ei, produce simultan energie termică și electrică cu care se alimentează redresorul 7 pentru transformarea curentului electric alternativ în curent continuu. Electrolizorul cu membrană 8, care se alimentează cu curent continuu, generează hidrogen, care în amestecătorul 9 formează un amestec cu bioxidul de carbon în raport masic de 1:(0,05...0,1), acesta reprezentând o sursă suplimentară, în raport cu compușii organici ai apelor uzate, de compuși neorganici pentru desfășurarea proceselor biochimice de producere a biogazului, având ca produs finit metanul (CH_4), care reprezintă, la rândul său, o sursă alternativă de energie regenerabilă. O astfel de soluție contribuie la majorarea esențială a producției de biogaz și asigură un profit corespunzător.

50 Apa uzată epurată prin conducta 3 se debitează în bioreactorul aerob 4 pentru o epurare avansată, unde concomitent se introduce pentru aerare amestecul de aer îmbogățit cu oxigen din amestecătorul 10, ceea ce contribuie la intensificarea proceselor biochimice aerobe și majorează gradul de epurare a apelor uzate, evacuate prin conducta 5.

60

MD 2795 F1 2005.06.30

5

5 Astfel, soluția propusă asigură utilizarea bioxidului de carbon, care reprezintă un reziduu al producției conexe și care se formează în cantități uriașe la fermentarea alcoolică în procesele de vinificație, concomitent asigurând majorarea eficienței proceselor de epurare a apelor uzate și producției de biogaz, care, la rândul său, se utilizează prin cogenerare pentru producerea energiei electrice și termice. În aceste condiții energia electrică obținută prin cogenerare din biogaz este esențial mai ieftină decât cea obținută de consumatori de la rețelele de energie electrică produsă centralizat în mod tradițional, iar aceasta, la rândul său, reduce respectiv prețul obținerii și utilizării hidrogenului și oxigenului produs prin electroliză. La rândul ei, energia termică obținută la cogenerarea biogazului poate fi utilizată pentru menținerea regimului termic optim al fermentării anaerobe a apelor uzate, care constituie $33\pm 2^{\circ}\text{C}$.

10 *Exemplu.* Apele uzate poluate cu substanțe organice exprimate prin CBO5 în valoare de 2700 mg O_2/l sunt debitate într-un bioreactor anaerob cu capacitatea 50 l. Durata fermentării constituie 24 ore, temperatura mediului în reactor se menține în limitele $33\pm 2^{\circ}\text{C}$. Concomitent bioreactorul se alimentează uniform cu un amestec de CO_2/H_2 în raport masic de $1:(0,05\dots 0,10)$ cu un debit de $30\text{ cm}^3/\text{h}$.

15 Au fost determinate valorile CBO la ieșirea apelor uzate epurate din bioreactor, producția de biogaz și conținutul în el al metanului. Afară de aceasta, s-a determinat eficiența procesului de epurare avansată în faza aerobă în condițiile de aerare cu aer îmbogățit cu oxigen, în raport cu reducerea CBO. Rezultatele testărilor sunt prezentate în tabel și sunt comparate cu încercările efectuate cu cea mai apropiată soluție în condiții standard.

20 După cum demonstrează rezultatele încercărilor, gradul de epurare a apelor uzate, apreciat conform valorilor CBO, în faza anaerobă a procesului este de 2 ori mai înalt, iar producția de biogaz s-a majorat de 1,5 ori, conținutul metanului fiind practic același, în raport cu condițiile celei mai apropiate soluții. În faza aerobă a epurării, cu aerarea efectuată cu aer îmbogățit cu oxigen, s-au obținut valori ale CBO epurat, care respectă condițiile de evacuare a apelor uzate în emisari de importanță piscicolă. În condiții similare pentru cea mai apropiată soluție nu s-au reușit astfel de performanțe ale epurării apelor uzate; condițiile de evacuare a apelor uzate în acest caz au fost depășite aproape de 3 ori.

Nr. crt.	Indicatorii proceselor	În condițiile invenției propuse		În condițiile celei mai apropiate soluții	
		Faza de fermentare anaerobă	Faza de epurare aerobă avansată	Faza de fermentare anaerobă	Faza de epurare aerobă avansată
1	CBO5, mgO_2/l	180	10,5	365	37,5
2	Producția specifică de biogaz, $\text{m}^3/\text{kg CBO}$ în 24 ore	0,78	-	0,45	-
3	Conținutul metanului în biogaz, %	63	-	64	-

30 Rezultatele obținute demonstrează o eficiență mai înaltă a procesului de epurare a apelor uzate și o producție majorată de biogaz în raport cu conținutul poluanților organici biodegradabili în apele uzate.

35

MD 2795 F1 2005.06.30

6

(57) Revendicări:

- 5 1. Procedeu de epurare biochimică anaerobă-aerobă a apelor reziduale, care include epurarea anaerobă a acestora prin utilizarea microflorei fixate, cu eliminarea biogazului și epurarea aerobă avansată a apelor reziduale la aerarea lor, **caracterizat prin aceea că** la epurarea anaerobă în apele reziduale se introduce suplimentar un amestec de bioxid de carbon, obținut la fermentarea alcoolică a vinului brut și de hidrogen, care se obține la electroliza cu membrană a soluției apoase de hidroxid de sodiu, luate în raport masic de 1:(0,05...0,10), iar aerarea se efectuează cu aer îmbogățit cu oxigen, care se obține la electroliza cu membrană a soluției apoase de hidroxid de sodiu.
- 10 2. Procedeu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** la electroliza cu membrană se utilizează soluția apoasă de 20...22% de hidroxid de sodiu la raportul ariilor catodului și anodului de 1:1 și densitatea curentului de 1...5 A/dm².

15

(56) Referințe bibliografice:

1. Ungureanu D., Ioneț I. Epurarea anaerobă-aerobă a apelor uzate cu grad înalt de poluare în instalații cu microfloră fixată. A XXIX – a Conferință de instalații și a IV-a Conferință de instalații electrice și automatizări. Echipamente și sisteme de instalații'95. Sinaia, 18-20 octombrie, 1995, p. 152-159

Șef Secție:

GUȘAN Ala

Examinator:

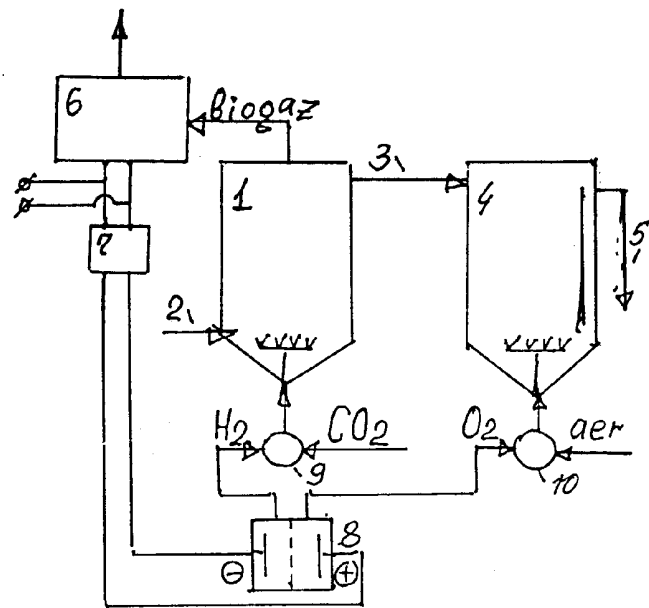
BAZARENCO Tatiana

Redactor:

CANȚER Svetlana

MD 2795 F1 2005.06.30

7



RAPORT DE DOCUMENTARE

(21) Nr. depozit: a 2004 0221		
(22) Data depozit: 2004.09.15		
(51) ⁷ : C 02 F 3/06		
Titlul : Procedeu biochimic de epurare anaerobă-aerobă a apelor reziduale (71) Solicitantul : UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD; UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD Termeni caracteristici : epurare anaerobă-aerobă a apelor reziduale		
I. Minimul de documente consultate (sistema clasificării și indici de clasificare Int. Cl. (7)		
(MD, EA, SU) MD 1993-2005; EA – 1996-2005; SU - colecția a certificatelor de autor și brevetelor BRTȘ Int. Cl. ⁷		
II. Documente considerate ca relevante		
Categoria*	Date de identificare ale documentelor citate si indicarea pasajelor pertinente	Numărul revendicării vizate
A	US 4482458 1985.01.03	8
A	DE 3323514 1985.01.10	10
A	Ungureanu D., Ioneț I. Epurarea anaerobă-aerobă a apelor uzate cu grad înalt de poluare în instalații cu microfloră fixată. A XXIX – a Conferința de instalații și a IV- a conferința de instalații electrice și automatizări. Echipamente și sisteme de instalații'95. Sinaia, 18-20 octombrie, 1995	
☐ Documentele următoare sunt indicate în continuare a rubricii II		☐ Informația referitoare la brevete paralele se anexează
* categoriile speciale ale documentelor consultate:		P - document publicat înainte de data de depozit dar după data priorității invocate
A - document care definește stadiul anterior general		T - document publicat după data de depozit sau a priorității invocate, care nu aparține stadiului pertinent al tehnicii, dar care este citat pentru a pune în evidența principiul sau teoria care conține baza invenției
E - document anterior dar publicat la data de depozit național reglementar sau după aceasta data		X - document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau implicând activitate inventivă
L - document care poate pune în discuție data priorității invocate, poate contribui la determinarea datei publicării altor divulgări sau pentru un motiv expres (se va indica motivul)		Y - document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând activitate inventivă cand documentul este asociat cu unul sau mai multe alte documente de aceeași natură, aceasta combinație fiind evidentă pentru o persoană de specialitate
O - document referitor la o divulgare orală, un act de folosire, la o expunere sau orice altă		& - document care face parte din aceeași familie de documente
Data finalizării documentării		2005.04.05
Examinatorul		Bazarenco Tatiana

RAPORT DE DOCUMENTARE

Informația referitoare la brevete paralele		(21) Nr depozit:	
Date de identificare ale documentelor citate în raport	Data publicării	Brevete paralele	Data publicării
1	2	3	4