

Invenția se referă la o instalație pentru obținerea metanului și a adaosului furajer.

Soluția cea mai apropiată după esența tehnică și rezultatul final este bioreactorul pentru obținerea adaosului nutritiv vitaminizat, care include un bloc cilindric cu garnitură pentru fixarea microflorei, dotat cu racorduri de admisiune și evacuare a lichidului procesat, precum și pentru evacuarea biogazului și sedimentului, senzor de presiune și electrolizor cu electrozi separați printr-o diafragmă, instalați în interior [1]. Concomitent în compoziția fazei lichide procesate se introduc compuși Co/Fe, totodată lichidul tratat biochimic trece în continuu prin instalația de ultrafiltrare, iar apa eliminată se transmite la un electrolizor special pentru obținerea hidrogenului, care apoi trece în bioreactor pentru interacțiunea metanogenă cu bioxidul de carbon care se elimină în procesul biochimic, cu scopul măririi cantității totale de biometan și formării vitaminei B₁₂ în condițiile metanogenezei. Însă pentru procesul de electroliză, în acest procedeu, se utilizează apă, care posedă rezistență electrică mare și conductibilitate electrică mică, fapt care duce la un consum mare de energie electrică în procesul purificării continue a acesteia în instalația de ultrafiltrare. Procesul de electroliză este energofag și datorită faptului că electrolizorul, montat separat de reactor, utilizează apă preventiv purificată prin ultrafiltrare, ceea ce determină o tensiune înaltă la electrozi și cauzează un consum sporit de energie electrică pentru electroliză. Pe lângă aceasta, asemenea bioreactor are productivitate scăzută, cauzată de faptul că funcționează în regim periodic și nu asigură procesul în regim continuu, nu este satisfăcător de compact și nu prevede posibilități de reglare a calității produsului finit.

Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție constă în asigurarea compacității construcției, reducerea energointensității, sporirea productivității procesului din contul funcționării bioreactorului în regim continuu cu sporirea concomitentă a calității și cantității produsului finit care conține vitamina B₁₂, precum și a cantității de biometan obținut și a conținutului acestuia în biogaz.

Problema se soluționează prin aceea că instalația pentru obținerea metanului și a adaosului furajer constă dintr-un bioreactor și un electrolizor, totodată bioreactorul include un corp cilindric cu fund conic, umplut cu încărcătură pentru fixarea microflorei și dotat cu racorduri de admisiune și de evacuare a lichidului prelucrat, un racord cu închizător hidraulic pentru evacuarea metanului, un racord de evacuare a sedimentului, o membrană înclinată, care nu ajunge până la fundul corpului separându-l în zonele acetogenă și metanogenă; în partea inferioară a zonei metanogene este instalat un barbotor, sub care este amplasat orizontal un bloc tubular al electrolizorului, care include un tub ceramic poros cu electrolit, în interiorul căruia coaxial este instalat un anod cilindric, iar în exteriorul tubului – un catod executat în formă de țevă perforată cu electrozi din sârmă fixați pe ea; blocul tubular al electrolizorului este unit prin intermediul unor racorduri de admisiune și de evacuare a electrolitului, amplasate în exteriorul corpului bioreactorului, cu un rezervor intermediar, care este dotat cu un dozator pentru apă, un nivelmetru și o pompă; bioreactorul este dotat cu o țevă cu închizător hidraulic, care unește partea superioară a zonei acetogene cu barbotorul, racordul de admisiune a lichidului prelucrat este dotat cu un agitator pentru dozarea microadaosurilor, iar racordul de evacuare este unit cu o cameră inelară montată din exterior de partea superioară a corpului, coaxial lui.

Rezultatul tehnic atins la realizarea prezentei invenții este asigurat de următorii factori:

- prezența agitatorului instalat în racordul de admisiune permite reglarea cantității de microadaosuri și dirijarea calității produsului obținut care conține vitamina B₁₂;
- separarea zonei acetogene a bioreactorului, în care preponderent se elimină oxizi de carbon (CO, CO₂), cu ajutorul membranei înclinate, de zona unde se produce formarea biochimică a metanului (CH₄), permite direcționarea acestor oxizi gazoși în zona de amestecare a lor cu hidrogenul obținut prin electroliză, și apoi în zona metanogenezei, fapt care contribuie la mărirea cantității de biometan obținut;
- microadaosurile dozate de compuși ai cobaltului și ferului la stadiul acetogenezei manifestă efect catalitic, contribuind la accelerarea proceselor biochimice și de decurgerea mai deplină a reacțiilor de hidroliză și acetogenezei cu obținerea sporită a oxizilor de carbon, iar la stadiul metanogenezei – sporesc eficacitatea atât a reacțiilor interacțiunii metanogene a amestecului de oxizi de carbon cu hidrogenul (CO₂ + 4H₂ → CH₄ + 2H₂O) majorând volumul de metan obținut, cât și formarea de vitamină B₁₂ la aplicarea ferocianurii de potasiu și compusului complex al cobaltului în lichidul procesat ca produs extracelular în concentratul fermentat – ciancobalamina, cu conținut mai mare și, respectiv, ieșire mai mare;
- energointensivitatea și consumul energetic mai reduse ale procesului, în cazul utilizării bioreactorului combinat propus este condiționată de posibilitatea efectuării lui în regim mezofil la temperatura optimală de 33±2°C și nu la temperaturi mai mari, în regim termofil identic condițiilor prototipului. Totodată, datorită procentului mai mare de formare a metanului și conținutului său în biogazul cu nivelul caloric mai mare, se creează posibilitatea cogenerării în baza acestuia a energiilor termică și electrică, ultima poate fi utilizată parțial pentru menținerea regimului termic al bioreactorului și pentru alimentarea electrolizorului, respectiv.

Invenția se explică cu ajutorul fig. 1,2, care reprezintă:

- fig. 1, vederea generală a reactorului combinat;
- fig. 2, blocul electrozilor (în secțiune).

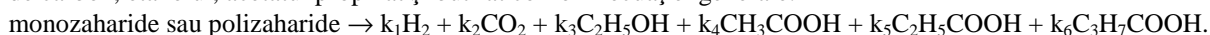
Instalația constă dintr-un bioreactor și un electrolizor. Bioreactorul include un corp cilindric 1 cu fund conic 29, umplut cu încărcătură 2 pentru fixarea microflorei și dotat cu racorduri de admisiune 3 și de evacuare 5 a lichidului prelucrat, un racord cu închizător hidraulic 15 pentru evacuarea metanului, un racord de evacuare a sedimentului 30 cu un ventil 31, o membrană înclinată 8, care nu ajunge până la fundul corpului separându-l în zonele acetogenă 10 și metanogenă 14, și un manometru 16. În partea inferioară a zonei metanogene 14 este instalat un barbotor 13, sub

care este amplasat orizontal un bloc tubular al electrolizorului 17, care include un tub ceramic poros 18 cu electrolit, în interiorul căruia coaxial este instalat un anod cilindric 25, iar în exteriorul tubului - un catod 26 executat în formă de țevă perforată cu electrozi din sârmă 27 fixați pe ea. Între barbotor 13 și catod 26 se află zona 28 de amestecare a gazelor. Zona metanogenă 14 comunică cu zona acetogenă prin batardoul curgător de jos 9. Totodată, blocul tubular al electrolizorului 17 este unit prin intermediul unor racorduri de admisiune 19 și de evacuare 20 a electrolitului, amplasate în exteriorul corpului 1 bioreactorului, cu un rezervor intermediar 22, care este dotat cu un dozator pentru apă 23, un nivelmetru 24 și o pompă 21. Bioreactorul este dotat cu o țevă 12 cu închizător hidraulic 11, care unește partea superioară a zonei acetogene 10 cu barbotorul 13, racordul de admisiune 3 a lichidului prelucrat este dotat cu un agitator 4 pentru dozarea microadausurilor, iar racordul de evacuare 5 este unit cu o cameră inelară 6, umplută cu diatomită 7, montată din exterior de partea superioară a corpului 1, coaxial lui.

Instalația funcționează astfel.

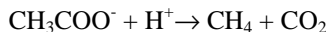
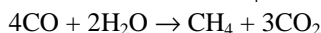
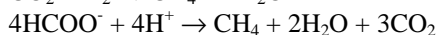
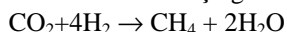
Borhotul de la producerea alcoolului trece prin racordul de admisiune 3 în agitatorul 4, unde concomitent se dozează microadausurile care stimulează creșterea productivității procesului de fermentare anaerobă cu obținerea metanului, care include compuși ce ridică eficacitatea sintezei vitaminei B₁₂ (ciancobalamina) în condițiile metanogenezei și care reprezintă compuși complecși ai cobaltului și ferocianuri, după care acest amestec se introduce în corpul 1 bioreactorului umplut cu încărcătura pentru imobilizarea microflorei, care servește pentru stabilizarea condițiilor fermentării anaerobe. Datorită încălzirii interne în reactor se menține regimul optim mezofil în limitele 33±2°C.

Despărțirea spațiului intern al bioreactorului cu ajutorul membranei înclinată 8 contribuie la localizarea fazelor procesului biochimic de fermentare anaerobă și îmbunătățește condițiile decurgerii acestora. Prima fază, cea acetogenă și hidroliza substanțelor organice se realizează în zona 10, produsele acestora fiind hidrogenul, bioxidul de carbon, etanolul, acetatul propinat și butirat conform ecuației generale:



La această fază de asemenea scindează alcoolii și acizii grași generând acid acetic, hidrogen și bioxid de carbon. Produsele gazoase eliminate (CO₂, H₂ și CO), sub presiunea proprie excesivă, trec prin închizătorul hidraulic 11 și țevă 12 în barbotorul 13 care se află în zona metanogenă de jos. Concomitent cu aceasta, lichidul prelucrat în faza acetogenă se scurge prin batardoul 9 în zona metanogenă.

La faza metanogenă a fermentării ia sfârșit procesul complex de scindare a compușilor organici în condiții anaerobe, în care metanobacteriile utilizează pentru vitalitatea lor substratul care se formează la stadiile inițiale conform următoarelor ecuații generale:



Faza primară a acestui proces este interacțiunea CO₂ cu H₂. Prezența unei cantități mari de CO₂, 30...40% și mai mult, în compoziția biogazului obținut prin procedeele cunoscute, poate fi datorită insuficienței de hidrogen pentru asigurarea raportului componentelor reactante necesare pentru transformarea completă a acestora cu obținerea metanului. Soluția propusă în cazul dat înlătură acest neajuns.

În acest timp se include în funcțiune blocul tubular 17 al electrolizorului prin transmiterea de curent continuu la anodul cilindric 25 și catodul cilindric perforat 26 cu electrozi din sârmă 27, separați prin diafragma tubulară din ceramică. Prin această diafragmă cu ajutorul pompei 21 circulă electrolitul alcalin, care trece prin racordul de admisiune 19 și se evacuează prin racordul de evacuare 20 în rezervorul intermediar 22, dotat cu dozator pentru apă 23 și nivelmetru 24, unde la soluția alcalină de electrolit se adaugă o porție nouă de apă, cantitatea căreia scade în procesul de electroliză.

Realizarea constructivă a blocului de electrozi cu scurgere și separare a spațiilor anodului și catodului prin diafragma care este o membrană tubulară poroasă de ceramică îmbunătățește transferul de masă în volumul electrolitului alcalin, care are conductibilitatea electrică maximă și rezistență internă joasă. Consumul de energie electrică pentru electroliză W este proporțional cu tensiunea V și cantitatea de curent U, adică W = V·U. În acest caz cantitatea teoretică de energie necesară emisiei 1m³ de hidrogen și 1m³ de oxigen din apă constituie 2,95 kWt/h. Practic această cantitate este determinată de mărimea tensiunii la electrozi, care conform legii lui Ohm, depinde de pierderile de la rezistența internă a sistemului de electrozi. Prezența catodului tubular perforat, care contactează cu suprafața diafragmei poroase de ceramică, și coaxial amplasat în diafragma anodului cilindric permite de a micșora la maximum distanța dintre electrozi (până la 5mm), fapt care și mai mult reduce pierderile ohmice, deci și consumul de energie electrică la electroliză.

Consumul calculat de apă pentru formarea 1m³ de oxigen la electroliza alcalină în spațiul anodic constituie 402,5 ml. În realitate, din cauza antrenării și evacuării vaporilor de apă cu gazele formate, consumul este mai mare, fapt care impune adăugarea periodică a unor noi porții de apă, puțin mai mari decât consumul teoretic. În cazul scăderii nivelului electrolitului în rezervorul intermediar 22, un anumit volum de aer intră în rezervorul de dozare, substituind apa din acesta până la momentul când terminația tubului nu va atinge nivelul electrolitului, închizând ieșirea apei în rezervorul de jos. Pentru pregătirea electrolitului alcalin este necesară apă deionizată.

Prezența electrozilor din sârmă, fixați pe catodul tubular perforat, permite asigurarea concentrării liniilor de forță pe vârful firelor, fapt care contribuie la micșorarea bulelor de hidrogen care se elimină și corespunzător la mărirea capacității de reacție a gazului în cauză în procesul biochimic.

În urma închiderii circuitului electrolitic și decurgerii electrolizei apei la catod se elimină hidrogen, în formă de bule foarte mici, care se amestecă în zona de amestecare 28 cu oxizii de carbon. Cantitatea de hidrogen care se elimină poate fi reglată prin schimbarea densității curentului. Pentru a echilibra cantitatea acestuia în raport cu CO₂, raportul optim pentru decurgerea cât mai deplină a reacției de metanogeneză între aceste gaze este de ≈ 4:1 părți de volum.

În general este acceptat faptul că complexul proteinic al metanobacteriilor de pe membrană are un rol esențial în metabolismul H₂/CO₂, mecanismul funcționării cărora se reduce la transferul electronilor pe suprafața membranei celulelor bacteriene. Prin aceasta se obține o reducere considerabilă a conținutului de bioxid de carbon în biogazul eliminat prin închizătorul hidraulic 15 spre utilizare, sporind astfel puterea calorică la ardere. Excesul de presiune în bioreactor se ține sub control cu manometrul 16.

Concomitent cu aceste procese, în condițiile optime pentru metanogeneză are loc formarea extracelulară a vitaminei B₁₂ (cianocobalaminei) la suprafața membranei celulare proteice a bacteriilor metanogene, fenomen, mecanismul căruia este un proces biochimic foarte complex. În prezența cantității excesive de compuși ai cobaltului și complexului de cianuri, care se introduc prin agitatorul 4, sporește corespunzător conținutul cantitativ de vitamina B₁₂ în mediul apos procesat, scos din bioreactor prin tubul de evacuare 5.

O parte din cantitatea de vitamină B₁₂ – substanță hidrosolubilă, se adsoarbe pe suprafața particulelor de sediment care se depune pe fundul conic al corpului 1 bioreactorului și care periodic se îndepărtează prin racordul de evacuare a sedimentului 30 pentru a se utiliza în diferite scopuri. Cantitatea de vitamină rămasă în formă solubilizată în lichidul procesat ajunge în camera externă inelară 6, umplută cu diatomită 7, care este un adsorbent mineral cunoscut și adsoarbe partea de vitamină rămasă în lichid, evitând pierderea acesteia. Pe măsura saturării capacității de schimb a adsorbentului din camera circulară, acesta se înlocuiește cu o nouă porție de diatomită, iar cantitatea utilizată poate fi amestecată cu precipitatul care se îndepărtează prin racordul de evacuare a sedimentului 30, datorită cărui fapt acest amestec ușor se deshidratează, se usucă și poate fi utilizat în calitate de adaos nutritiv vitamino-proteinic în rația animalelor și păsărilor.

Astfel se realizează sarcinile propuse, care prevăd asigurarea compacității construcției, reducerea energointensivității și sporirea productivității procesului din contul posibilității bioreactorului de a funcționa în regim continuu și concomitent a calității și cantității produsului finit cu conținut de vitamina B₁₂, creșterea randamentului biometanului și a conținutului acestuia în biogaz.