

Invenția se referă la instalațiile de obținere a biogazului, și anume la un reactor anaerob pentru obținerea biohidrogenului și biometanului din mai multe tipuri de materie primă, cum ar fi diferite produse secundare, diferite reziduuri agricole, în special borhotul de la distilarea alcoolului, bălegarului vitelor mari cornute, deșeuri celulozice, printre ele fiind frunzele căzute de pe arbori. Invenția propusă poate fi folosită pentru obținerea surselor alternative de energie termică și electrică, în calitate de combustibil pentru transportul auto, pentru utilizarea deșeurilor solide și lichide în cadrul întreprinderilor agroindustriale, nămolurilor în calitate de îngrășămintă, concomitent cu asigurarea protecției mediului și dezvoltarea socio-economică durabilă.

Este cunoscută instalația pentru producerea biohidrogenului și biometanului compusă dintr-un corp cu senzori pentru pH, H₂, CH₄ și CO₂, racordați la un spectrometru de masă [1]. Combinația a două bioreactoare - de hidrogen și de metan - este considerată drept o primă treaptă a fermentării pentru obținerea biohidrogenului, care nu este destinat pentru a servi drept combustibil, ci pentru a fi dozat în al doilea bioreactor pentru majorarea producției de biometan. Se examinează și se analizează două moduri de amestecare a conținutului bioreactoarelor – mecanică și prin barbotarea cu gaz inert - argon în scopul intensificării degajării gazelor. Purificarea biometanului de CO₂ se efectuează cu ajutorul hidratului alcalin (NaOH), iar biohidrogenul nu este supus purificării. Se trage concluzia despre utilizarea de preferință a barbotării cu gaze inerte - argon sau azot - pentru amestecarea biomasei, ceea ce este foarte costisitor și inoportun, deoarece aceste gaze devin impurități în componența biogazului și se reduce eficiența utilizării acestuia. Instalația aceasta este de laborator și nu poate fi utilizată la scară industrială.

Cea mai apropiată soluție este bioreactorul anaerob în două faze pentru fermentare dublă, care include un reactor de fermentare acidă pentru hidrogen, un reactor de fermentare metanogenă pentru metan, un modul de membrane, pompe recirculante, conducte de scurgere, pompe de gaz, conducte de evacuare [2]. Neajunsul acestui reactor constă în procesul de agitare a biomasei, care se efectuează prin barbotarea gazelor obținute în volumul fiecărui reactor, ceea ce conduce la saturarea lichidului prelucrat, respectiv, cu hidrogen și cu metan și duce la încetinirea procesului de fermentare anaerobă a substratului, deoarece hidrogenul molecular este adsorbit pe particulele de microorganisme din bioreactor, inhibând funcționarea acestora. Pentru a evita acest efect hidrogenul trebuie evacuat permanent din volumul biomasei fermentate.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție constă în extinderea posibilităților funcționale de obținere selectivă în condiții mai intensive, de rând cu biometanul, și a biohidrogenului, ceea ce asigură o eficiență ridicată a acestor procese și posibilitatea reducerii cheltuielilor.

Invenția soluționează problema prin aceea că se propune un reactor anaerob pentru obținerea biohidrogenului și biometanului, care include un corp cilindric termostatat cu fund conic și dotat cu un schimbător de căldură, în interiorul căruia sunt amplasate pe diagonală șicane, care formează un canal de scurgere și separă corpul într-o cameră pentru biohidrogen și una pentru biometan, camerele fiind dotate cu o încărcătură volumică, în partea superioară corpul cilindric este unit cu un rezervor de alimentare, dotat cu o supapă cu plutitor, precum și cu un mixer și un buncăr de alimentare, racordat la o conductă verticală, în interiorul căreia pe un ax este amplasat un alimentator cu melc, iar în partea inferioară a axului – un amestecător cu palete, în partea inferioară a reactorului este instalat un recipient, separat printr-o șicană în două părți, dotat cu senzori de nivel, ștuțuri de evacuare a nămolului și a fazei lichide, precum și cu conducte de evacuare a gazelor cu camere de contact pentru purificarea acestora; reactorul mai include conducte, dotate cu ejectoare și pompe pentru recircularea biomasei și gazelor între corpul cilindric și recipient, ventile electromagnetice și un bloc de comandă.

Rezultatul tehnic al invenției constă în asigurarea desfășurării procesului anaerob de obținere a biohidrogenului și biometanului în regim continuu concomitent cu dirijarea semiautomată a acestui proces, asigurându-se o eficiență ridicată printr-o utilizare mai deplină a biomasei în procesele de fermentare.

În figură este prezentată schema reactorului anaerob pentru obținerea biohidrogenului și a biometanului.

Reactorul, conform invenției, include un corp cilindric termostatat 1 cu fund conic și dotat cu un schimbător de căldură 2, în interiorul căruia sunt amplasate pe diagonală șicane 4, care formează un canal 5 de scurgere și separă corpul într-o cameră pentru biohidrogen 6 și una pentru biometan 9, camerele fiind dotate cu o încărcătură volumică 3, în partea superioară corpul cilindric 1 este unit cu un rezervor de alimentare 7, dotat cu o supapă cu plutitor 8, precum și cu un mixer 10 cu acționare electrică 11 și un buncăr 12 de alimentare, racordat la o conductă verticală 13, în interiorul căreia pe un ax 14 este amplasat un alimentator cu melc 15, iar în partea inferioară a axului 14 – un amestecător cu palete 16, în partea inferioară a reactorului este instalat un recipient, separat printr-o șicană în două părți 17, 17', dotat cu senzori 34, 34' de nivel, ștuțuri 32, 32' de evacuare a nămolului și a fazei lichide, precum și cu conducte 26, 26' de evacuare a gazelor cu camere 27, 27' de contact pentru purificarea acestora; reactorul mai include conducte 19, 19', 22, 22', 29, 29', dotate cu ejectoare 21, 21' și pompe 20, 20', 30, 30' pentru recircularea biomasei și gazelor între corpul cilindric 1 și recipient, ventile electromagnetice 24, 24', 28, 28', 31, 31', 33, 33' și un bloc de comandă 35.

Funcționarea reactorului anaerob constă din trei cicluri: ciclul 1 – alimentarea și umplerea reactorului cu biomasă; ciclul 2 – ieșirea la regimul de lucru; ciclul 3 – regimul de funcționare normală.

Alimentarea și umplerea reactorului se efectuează cu ventilele 24, 24' și 31, 31' închise prin rezervorul de alimentare 7 cu clapeta cu plutitor 8 deschisă. În camera pentru biohidrogen 6 se toarnă borhotul, care apoi umple canalul de scurgere 5 format de șicanele 4 până la atingerea nivelului stabilit și apoi începe să se transvazeze în camera pentru biometan 9. După aceasta prin buncărul de alimentare 12 începe a fi încărcat bălegarul, care este dispersat la rotirea alimentatorului cu melc 15 și a amestecătorului cu palete 16, se agită până la starea coloidală și umplerea deplină a

camerei pentru biometan 9. Apoi în camera pentru biohidrogen 6 este introdusă, cu amestecarea simultană, o cantitate stabilită de adaosuri fitostimulente de tipul FITOSTIM-H₂, iar în camera pentru biometan 9, corespunzător, FITOSTIM-CH₄, se include schimbătorul de căldură 2 pentru a asigura regimul termic biochimic mezofil.

Ciclul al doilea de ieșire la regimul de lucru de fermentare a biomasei poate dura câteva zile și este determinat de viteza de degajare și de componența biogazului.

Pe măsura ieșirii la regimul de lucru prin intermediul blocului de comandă 35 se deschid ventilele 24, 24' și 31, 31', având loc umplerea recipientelor 17 și 17' până la nivelul stabilit de senzorii 34, 34' și apoi se includ în lucru pompele 20, 20', care asigură funcționarea ejectoarelor 21, 21', și pompele 30, 30', care asigură recircularea biomasei pentru intensificarea proceselor de transport și schimb de masă ce au loc în camerele pentru biohidrogen și biometan, respectiv.

Ca rezultat al funcționării ejectoarelor 21 și 21' are loc formarea unui vid în spațiul liber deasupra lichidului în camerele 6 și 9, datorită căruia gazul degajat în urma fermentării biomasei este aspirat și evacuat din zonele reacțiilor biochimice.

Pe măsura reducerii concentrațiilor de CCO în camera pentru biometan până la valorile minime de 800...1500 mg/l are loc deschiderea ventilului 33' și evacuarea uniformă a fazei lichide spre epurare avansată sau irigare, iar a nămolului îngroșat spre deshidratare și utilizare în calitate de îngrășământ.

Asupra intensității proceselor de formare a biogazului influențează doi factori: schimbul de masă și procesele de adsorbție-desorbție a bulelor de hidrogen și metan de microfloră, de aceea particularitățile constructive ale reactorului anaerob propus elimină aceste neajunsuri din contul următorilor factori:

- Recircularea intensă a biomasei supuse fermentării din volumul de lucru al camerelor reactorului prin recipientul din partea inferioară intensifică schimbul de masă, ceea ce favorizează accelerarea proceselor biochimice ale activității microorganismelor și majorarea degajării gazelor;
- Condițiile de dispersare a biomasei asigură desorbția bulelor de hidrogen și metan de pe suprafața particulelor coloidale ale biomasei și a microorganismelor, precum și separarea simultană rapidă a fazelor lichidă și gazoasă, ceea ce conduce la eliminarea continuă a hidrogenului moleculelor și a biometanului din biomasa supusă tratării;
- Prezența ejectoarelor în construcția reactorului creează condiții de formare a vidului în spațiul de deasupra lichidului, asigură evacuarea rapidă a gazelor degajate din volumul mediului de reacție și reduce probabilitatea acțiunii lor inhibitorii;
- Eficiența formării biochimice a hidrogenului și metanului se majorează de asemenea datorită ameliorării caracteristicilor hidrodinamice. Astfel, de exemplu, hidrogenul molecular și metanul sunt adsorbite pe microflora fixată și inhibă activitatea ei metabolică, acesta fiind procesul-cheie de majorare a producției în componența biogazului. De aceea este nevoie de crearea condițiilor de eliminare continuă a gazelor din zonele de reacție, ceea ce are loc din contul accelerării proceselor de schimb de masă și a reducerii presiunii deasupra lichidului în spațiul gazos al reactorului. Aceasta se obține în special prin crearea evacuării prin vid a gazelor degajate prin intermediul ejectoarelor;
- Introducerea în componența biomasei a unui șir de substanțe vegetale din clasa izoprenoidelor cu caracter biologic activ de tipul FITOSTIM-H₂ și FITOSTIM-CH₄, conduce la accelerarea proceselor biochimice și majorarea conținutului procentual al biohidrogenului și biometanului, ceea ce rezultă într-o eficiență sporită a procesului de fermentare anaerobă a biomasei, în special a borhotului provenit din producerea alcoolului și divinului;
- Introducerea suplimentară a bălegarului vitelor mari cornute este determinată în primul rând de prezența în acesta a consorțiului de microorganisme metanogene. Pe de altă parte, anume bălegarul, care are proprietăți alcaline, neutralizează mediul acid al biomasei propriu procesului de formare a hidrogenului, ceea ce optimizează procesul metanogen. Acest lucru se asigură de către particularitățile constructive ale reactorului propus prin amestecarea uniformă și omogenizarea biomasei introduse în proces, ceea ce se asigură datorită includerii mixerului, alimentatorului cu șurub și amestecătorului cu palete.

În așa mod se asigură condițiile scontate de funcționare a reactorului anaerob propus pentru obținerea biohidrogenului și biometanului, care constau în extinderea posibilităților funcționale de producere selectivă a lor în condiții de intensificare a proceselor și, respectiv, asigurarea eficienței ridicate cu costuri reduse.