



MD 4767 C1 2022.04.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **4767** (13) **C1**
(51) Int.Cl: *C10L 3/08* (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01)
C02F 11/04 (2006.01)
C02F 11/10 (2006.01)
C02F 11/148 (2019.01)
C02F 3/28 (2006.01)
C02F 103/32 (2006.01)
C02F 103/20 (2006.01)
C05F 15/00 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2019 0055 (22) Data depozit: 2019.07.08</p> <p>(41) Data publicării cererii: 2021.01.31, BOPI nr. 1/2021</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2021.09.30, BOPI nr. 9/2021</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD (72) Inventatori: COVALIOV Victor, MD; COVALIOVA Olga, MD; NENNO Vladimir, MD; DUCA Gheorghe, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD</p>	

(54) Procedeu de obținere a biogazului

(57) Rezumat:

1
Invenția se referă la obținerea biogazului prin procesarea deșeurilor organice provenite de la procesele de distilare a materialelor vinicole, deșeurilor de la fermele de păsări, de bovine, de la producția vegetală, a deșeurilor alimentare și celor cu conținut de celuloză de la procesarea lemnului, tăieturilor de viță-de-vie și frunzișului căzut, și poate fi utilizată pentru producerea combustibilului gazos și a îngrășămintelor organo-minerale.

Procedeu de obținere a biogazului include fermentarea metanogenă anaerobă a biomasei de vinasă cu trecerea prin aceasta a unui amestec gazos, obținut în urma gazificării

2
catalitice a deșeurilor organice cu conținut de celuloză și a deșeurilor organice lichide, care conține hidrogen, dioxid de carbon, oxid de carbon și metan în raport volumic respectiv de 1:0,9:0,45:0,013 și este dozat în biomasa de vinasă în cantitate de 0,1-0,3 dm³/dm³ de vinasă.

În calitate de deșeuri cu conținut de celuloză sunt utilizate tăieturi fragmentate de viță-de-vie, de lemn, și/sau frunzișul căzut, iar în calitate de catalizator de gazificare se utilizează magnetitul granulat.

Revendicări: 3

Figuri: 1

MD 4767 C1 2022.04.30

(54) Method for producing biogas**(57) Abstract:**

1
The invention relates to biogas production by processing organic waste from wine stock, poultry, livestock waste, plant growing distillation processes, food and cellulose-containing woodworking waste, grapevine scraps and fallen leaves and can be used for producing gaseous fuel and organic-mineral fertilizers.

The method for producing biogas includes anaerobic methane fermentation of vinasse biomass by passing through it a gaseous mixture, obtained during catalytic gasification of cellulose-containing and liquid

2
organic waste, containing hydrogen, carbon dioxide, carbon monoxide and methane in a volumetric ratio of 1:0.9:0.45:0.013, respectively, which is dosed into the vinasse biomass in an amount of 0.1-0.3 dm³/ dm³ of vinasse.

As cellulose-containing waste are used crushed grapevine, wood scraps, and/or fallen leaves, and as gasification catalyst is used granular magnetite.

Claims: 3

Fig.: 1

(54) Способ получения биогаза**(57) Реферат:**

1
Изобретение относится к получению биогаза путем переработки органических отходов от процессов дистилляции виноматериалов, отходов птицеводства, животноводства, растениеводства, пищевых и целлюлозосодержащих отходов деревообработки, обрезков виноградной лозы и опавших листьев и может быть использовано для получения газообразного топлива и органо-минеральных удобрений.

Способ получения биогаза включает анаэробное метановое брожение биомассы барды при пропускании через нее газообразной смеси, полученной при каталитической газификации

2
целлюлозосодержащих и жидких органических отходов, содержащей водород, углекислый газ, монооксид углерода и метан в объемном соотношении соответственно 1:0,9:0,45:0,013, которую дозируют в биомассу барды в количестве 0,1-0,3 дм³/дм³ барды.

В качестве целлюлозосодержащих отходов используют раздробленные обрезки виноградной лозы, древесины, и/либо опавшую листву, а в качестве катализатора газификации используют гранулированный магнетит.

П. формулы: 3

Фиг.: 1

Descriere:

Invenția se referă la obținerea biogazului prin procesarea deșeurilor organice provenite de la procesele de vinificație și distilare a materialelor vinicole, deșeurilor de la fermele de păsări, de bovine, de la producția vegetală, a deșeurilor alimentare și celor cu conținut de celuloză de la procesarea lemnului, tăieturilor de vița-de-vie și frunzișului de toamnă căzut, și poate fi utilizată pentru producerea combustibilului gazos cu eficacitate energetică apropiată de gazele naturale, și a îngrășămintelor organo-minerale.

Este cunoscut faptul că hidrogenul acționează în mod stimulator asupra procesului de metanogeneză. A fost arătat că formarea metanului din compușii organici decurge în asociațiile sintrofe ale culturilor de bacterii care realizează transferul interspecific al hidrogenului (Бонч-Осмоловская Е.А. Образование метана сообществами микроорганизмов. Успехи микробиологии, М., Наука, 1979, № 14). Degajarea hidrogenului în procesele biochimice se datorează acțiunii enzimei dehidrogenaza, care extrage hidrogenul în mod selectiv din moleculele organice din biomasă și din apă. Aceasta contribuie la interacțiunea ulterioară a H_2 cu oxizii de carbon CO_2 și CO , care la stadiul de metanogeneză sunt transformați în biometan. Totuși, cantitatea biohidrogenului emis este insuficientă ca să lege cantități sporite ale oxizilor de carbon care se formează. De aceea în componența biogazului obținut în condițiile standard de metanogeneză se conțin până la 40-50% vol. de CO_2 neinflamabil, ceea ce scade proprietățile energetice ale biogazului.

Este cunoscut procedeele de obținere a metanului, care include fermentare anaerobă a biomasei lichide de vinasă de post-distilare, ce se efectuează prin barbotarea hidrogenului electrolitic prin stratul de biomasă, ceea ce asigură creșterea cantității de biogaz degajat cu îmbunătățirea, în același timp, a compoziției acestuia [1]. Totuși, procesul de electroliză este legat de consumul mare de energie, ceea ce face procesul dat insuficient de efectiv.

Cel mai apropiat de procedeele propuse, prin esența tehnică și rezultatul obținut, este procedeele de obținere a metanului prin fermentare metanogenă a biomasei în prezența stimulatorilor gazoși de metanogeneză [2]. Procedeele date se realizează prin fermentarea anaerobă a vinasei de acetonă-butil, realizată cu introducerea deșeurilor gazoase ale producerii de acetonă-butil în calitate de stimulatori de metanogeneză. Aceste deșeuri conțin hidrogen, dioxid de carbon și gazele minore (conținute în cantități mici), care trec prin biomasa lichidă fermentată. Componentele gazoase sunt introduse în partea de jos a metantencului, și procesul de fermentare metanogenă se efectuează în condiții termofile la 50-55°C. Totuși, acest procedee se caracterizează prin randamentul de metan format insuficient de înalt, este intensiv din punct de vedere energetic, și este limitat de nomenclatura îngustă de biomasă și domeniile de aplicare practică.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în ridicarea randamentului de metan în componența biogazului produs și lărgirea nomenclaturii de biomasă utilizată sub formă lichidă și solidă.

Problema se rezolvă prin procedeele de obținere a biogazului, care include fermentarea metanogenă anaerobă a biomasei de vinasă cu trecerea prin aceasta a unui amestec gazos, obținut în urma gazificării catalitice a deșeurilor organice cu conținut de celuloză și a deșeurilor organice lichide, care conține hidrogen, dioxid de carbon, oxid de carbon și metan în raport volumic respectiv de 1:0,9:0,45:0,013 și este dozat în biomasa de vinasă în cantitate de 0,1-0,3 dm^3/dm^3 de vinasă, totodată în calitate de deșeuri cu conținut de celuloză sunt utilizate tăieturi fragmentate de vița-de-vie sau de lemn uscat, și/sau frunzișul de toamnă căzut, iar gazificarea se efectuează în condiții de suflare cu amestec de abur-gaz și aer îmbogățit cu oxigen la temperatura arderii de 400-500°C, cu utilizarea catalizatorului magnetit granulat Fe_3O_4 .

Avantajul și noutatea soluției propuse constă în posibilitatea utilizării nomenclaturii mai largi a biomasei de deșeuri, atât lichide, cât și solide, ceea ce asigură creșterea vitezei de fermentare a lor și îmbunătățirea indicatorilor de calitate, precum și a conținutului de metan în componența biogazului, creșterea caloricității lui și lărgirea modalităților de utilizare a lui în calitate de combustibil. În afară de aceasta, cenușa formată în procesul de gazificare în amestec cu sedimentul denocivizat al biomasei fermentate în condiții anaerobe, poate servi ca îngrășământ organo-mineral valoros.

Procedeele propuse se realizează conform schemei tehnologice prezentate în figură, care include următoarele elemente funcționale: generatorul de gaz 1 cu grătarul 2 instalat înăuntru cu magnetit granulat Fe_3O_4 pe suprafață, dispozitivele de încărcare a deșeurilor lichide 3 și solide 4, în partea de jos sunt instalate dispozitivul de suflare a amestecului de abur-gaz 5 și suflătorul de aer îmbogățit cu oxigen în câmpul magnetic 6, iar în partea de sus este instalat răcitorul-recuperator 7 al gazului de generator, consecutiv unit cu bioreactorul anaerob 8, instalația de încărcare 9 și colectorul-dozator al digestatului 10, gazometrul 11, consecutiv unit cu dozatorul de biogaz 12 și cu dispozitivul de suflare 5, de asemenea și cu cogeneratorul 13 pentru obținerea energiei electrice și termice cu robinet spre dozatorul amestecului de

abur-gaz 14, totodată, colectorul-dozator de cenușă 16 și colectorul-dozator al digestatului 10 sunt unite cu mixerul 15 pentru obținerea din cenușă și digestatul fermentat și deshidratat a fertilizanților organo-minerali.

5 Realizarea procedurii propus este următoarea. Aerul îmbogățit cu oxigen în câmpul magnetic este furnizat generatorului de gaz 1 prin suflătorul 6, iar biogazul sau gazul natural este furnizat din rețea prin doзаторul 12 pentru a iniția procesul de aprindere. După atingerea temperaturii necesare în generatorul de gaz 1, în acesta, cu ajutorul dispozitivelor de încărcare 3 și 4, se introduc deșeurile lichide și solide, care se descompun în gazul de generator pe catalizatorul de magnetit granulat al grătarului 2. Gazul de generator obținut este introdus în răcitorul-recuperator 7 și bioreactorul anaerob 8, și prin aceasta asigură o creștere a conținutului de metan în biogazul obținut.

10 Biogazul cu putere calorică ridicată obținut se colectează în gazometrul 11 și asigură funcționarea generatorului de gaz 1 și a cogeneratorului 13, a căror energie termică este utilizată pentru a obține un amestec de abur-gaz dozat de doзаторul 14 în dispozitivul de suflare a amestecului de abur-gaz 5. Cenușa de la generatorul de gaz 1 este evacuată în colectorul-dozator 16, iar sedimentul fermentat (digestatul) de la bioreactorul anaerob 8 este descărcat în colectorul-dozator al digestatului 10. Cu ajutorul colectoarelor-dozatoare 10 și 16 sedimentele digestate sunt introduse în mixerul 15, unde se obțin fertilizanții organo-minerali.

20 Biogazul de înaltă putere calorică emis, apropiat de compoziția gazului natural, poate fi utilizat în transportul auto, în cogeneratoare pentru a produce căldură și electricitate sau, îndeplinind cerințele standardului, poate fi redirecționat către rețeaua centralizată de distribuție a gazelor.

30 Schema tehnologică de realizare a procedurii propus include o serie de procese consecutive, primul din ele bazat pe obținerea gazului de generator prin gazificarea catalitică a deșeurilor celulozice, cum sunt tăieturile de lemn și/sau viță-de-vie cu conținut de carbon, amestecate cu frunzișul de toamnă căzut și deșeuri organice municipale, amplasate pe stratul de catalizator – magnetit granulat Fe_3O_4 în condiții de ardere a lor cu ajutorul unui amestec de abur-gaz. Acțiunea catalizatorului dat permite scăderea temperaturii de ardere de la 900°C până la 400-500°C în generatorul de gaz și reducerea excesului de abur-gaz de suflare.

40 Obținerea biogazului de înaltă valoare calorică conform procedurii propus combinat se desfășoară în 2 etape - obținerea primară și dozarea gazului de generator, și în etapa a doua – fermentarea biochimică anaerobă. În prima etapă a procesului, în dependență de construcția generatorului de gaz, se efectuează încărcarea lui pe grătar cu un strat inferior de combustibil din bucăți de lemn, cu viță-de-vie tăiată sau alt tip de deșeuri inflamabile, unde de asemenea se amplasează un strat de catalizator magnetic granulat. După aceea, prin dispozitivul de încărcare 3 se efectuează așezarea mai compactă a materiei prime de deșeuri lichide inflamabile în amestec cu catalizatorul magnetic granulat. Pentru a porni generatorul de gaz în regim de funcționare, prin suflătorul 6 se introduce un amestec de aer, îmbogățit cu oxigen. Totodată, în generatorul de gaz se mai introduce abur supraîncălzit (amestec abur-gaz) și biogaz din gazometrul 11.

45 Cenușa care se formează continuu se evacuează periodic pentru a fi utilizată în calitate de îngrășământ mineral. Pe măsura acumulării în colectorul-dozator 16 ea se unește cu sedimentele lichide din colectorul-dozator al digestatului 10, care se formează în procesul de fermentare anaerobă a biomasei, alcătuind un amestec organo-mineral prețios de îngrășămintă, în mixerul 15 al fertilizanților. Concomitent cu aceasta, biogazul de valoare calorică înaltă degajat, apropiat după componența de gazul natural, se acumulează în cogeneratorul 13 și poate fi utilizat pentru obținerea energiei termice și electrice, pentru utilizarea ulterioară în transportul auto, sau, respectând cerințele standardului, să fie introdus în rețeaua centralizată de distribuție a gazului.

50 Procesul de gazificare se realizează în partea de jos a generatorului de gaz 1 la trecerea fluxului de suflare abur-gaz de jos în sus prin stratul dens al deșeurilor organice solide care se deplasează în contracurent la suflarea amestecului de abur-gaz, cu formarea zonei de combustie. În zona de jos a generatorului de gaz, cu creșterea temperaturii în zona de ardere, se formează faza de abur, unde au loc procesele de oxido-reducere, de gazificare și piroliză, ce contribuie la formarea compoziției gazului de generator.

55 În rezultatul proceselor termice de oxidare și de reducere, gazul de generator conține în componența lui pile active de combustie – hidrogen, dioxid și monoxid de carbon, precum și conținut minor de metan. Amestecul acestor componenți, după răcirea lor până la 50-55°C în răcitorul-recuperator 7, se alimentează în zona de jos a bioreactorului anaerob 8, unde se petrece fermentarea anaerobă a biomasei. În aceste condiții, temperatura de fermentare a biomasei se ridică de la 32±2°C (regim mezofil) până la 52±2°C (regim termofil), ce se caracterizează printr-o viteză mai mare de fermentare, cu un conținut majorat de metan în componența biogazului și cu un coeficient majorat de eficiență a fermentării biomasei.

Introducerea continuă a gazului de generator într-un proces metanogen are un efect stimulator asupra dezvoltării microorganismelor ce generează metanul, conduce la creșterea vitezei de fermentare și ridicarea randamentului biogazului emis cu caracteristici îmbunătățite de combustie. În aceste condiții are loc amestecarea gazelor formate în procesele de gazificare a combustibilului și fermentare biochimică a biomasei, cu conținut de hidrogen. Datorită acestui fapt se stabilește un echilibru al cantităților oxizilor de carbon cu prezența suficientă a hidrogenului într-un amestec. Apoi, CO_2 și CO în comun cu hidrogenul sunt transformate în biometan, conform reacțiilor: $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ și $\text{CO} + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$. De aceea, mono- și dioxidul de carbon din gazul de generator, introdus într-un proces anaerob, devin o sursă adăugătoare a carbonului pentru activitatea vitală a microorganismelor metanogene, asigurând în așa fel randamentul ridicat al metanului în componența biogazului și caloricitatea sporită a biogazului la utilizarea lui.

Așadar, componenții gazului de generator, formați în procesele primare de gazificare a materiei prime organice, devin un factor, ce accelerează procesele metanogene într-un bioreactor anaerob, reducând lag-faza și crescând randamentul de biometan și caloricitatea lui.

În rezultatul fermentării se obține biogazul cu metanul ca componentul principal, care conține dioxidul de carbon în cantități minore/neglijabile. Din această cauză, biogazul obținut are caloricitate înaltă, compoziția lui este similară cu gazul natural, și acesta poate fi folosit ca un combustibil pentru transportul auto, în instalațiile de cogenerare pentru producerea energiei termice și electrice, sau să fie redirectionat în rețeaua centralizată de distribuție a gazelor pentru nevoi comunale, tehnologice sau alte scopuri.

În așa fel, se asigură atingerea scopurilor stabilite, care vizează creșterea caloricității biogazului datorită ridicării conținutului de biometan în componența lui. Totodată, se atinge scopul de a lărgi nomenclatura deșeurilor organice procesate, crește eficacitatea denocivizării lor, se îmbunătățesc indicatorii ecologici și economici ai proceselor de procesare a deșeurilor, ceea ce face posibilă procesarea deșeurilor organice solide (în gazo-generator) și lichide (în bioreactor) într-un proces unic. Produsele secundare ce se formează în aceste procese – cenușa și sedimentele de la fermentarea biochimică, după amestecarea lor, permit obținerea îngrășământului organo-mineral în calitate de produs util valoros.

Rezultatul tehnic se asigură datorită factorilor următori:

1. Posibilitatea de a extinde esențial nomenclatura deșeurilor organice prin utilizarea nu numai a celor lichide, care în mod tradițional se tratează în procesele fermentării anaerobe cu obținerea biogazului, dar și a deșeurilor solide, inclusiv de la tăierea pomilor, viței-de-vie, a frunzișului de toamnă căzut și altă materie primă care conține celuloză, ce se referă la materie biochimic greu degradabilă, care, de obicei, nu are alte căi de utilizare și este arșă. În același timp ele pot servi drept materie primă pentru procesul de gazificare, care se efectuează în timpul arderii combustibilului, în rezultatul căruia se degajă gazul de generator, care datorită conținerii în el a componentelor gazoase active (hidrogen, oxid și dioxid de carbon, cu un conținut mic de metan), posedă posibilități de stimulare și intensificare a proceselor anaerobe biochimice, contribuind la majorarea eficienței lor, a conținutului biometanului în componența biogazului și, respectiv, a valorii calorice a acestuia.

2. Utilizarea în calitate de catalizator al procesului de gazificare a magnetitului granulat Fe_3O_4 , care este eficient, ieftin și posedă o activitate și selectivitate suficient de înaltă în procesele vizate, micșorează temperatura inițierii reacției de la 900°C până la $400\text{-}500^\circ\text{C}$ la un exces minim de abur de apă. Aceasta înlesnește majorarea concomitentă a formării hidrogenului, care este redus din aburul de apă. De asemenea, un astfel de catalizator se regenerează ușor prin trecerea prin el a gazului epurat cu conținut de apă.

3. Soluția propusă previne aruncarea gazelor degajate la arderea deșeurilor, care sunt ecologic dușmănoase, în atmosferă, fiind în același timp materie primă folositoare în tehnologia de biogaz. Totodată, cenușa formată din produsele de ardere a combustibilului, în amestec cu sedimentele de la procesul fermentării biochimice anaerobe poate servi ca îngrășământ organo-mineral eficient.

4. Spre deosebire de tehnologia de biogaz obișnuită/standardă, când cantitatea metanului constituie 50-60% volumice, în biogazul degajat, conform soluției propuse, cantitatea metanului poate atinge 95-97%, ceea ce este apropiat după componență de gazul natural, de înaltă valoare calorică, și satisface cerințele pentru utilizarea lui în calitate de combustibil pentru transportul auto, pentru funcționarea instalațiilor de cogenerare și producerea energiei termice și electrice, dar și pentru introducerea lui în rețelele industriale și comunale pentru încălzirea centralizată și nevoile casnice.

5. Energia termică eliberată în procesul de gazificare a combustibilului poate fi utilizată pentru menținerea regimului termic termofil de funcționare a reactorului de biogaz, ce se desfășoară în condiții de regim termofil ($52 \pm 2^\circ\text{C}$), care în comparație cu regimul mezofil ce are loc la $32 \pm 2^\circ\text{C}$, se caracterizează printr-o viteză mai mare de fermentare a biomasei, cu un conținut majorat de biometan în componența biogazului și cu un coeficient majorat de eficiență a fermentării biomasei.

6. Procesul gazificării are loc la mișcarea ascendentă a fluxului de abur-gaz prin stratul compact de deșeuri organice solide cu conținut de celuloză și lichide, care se mișcă în contracurent în raport cu amestecul abur-lichid suflat, ce este format de fluxul de aer cu aburul de apă și cu biogazul dozat parțial din gazometru, cu formarea zonei de ardere. Totodată în partea inferioară a generatorului de gaz, pe măsura ridicării temperaturii în zona de ardere, din contul căldurii degajate la ardere, se formează faza de abur, unde au loc procesele de oxido-reducere ale gazificării și pirolizei. Drept sursă de hidrogen în procesele de gazificare este faza de aburi de apă. Pe măsura micșorării debitului de aer în componența amestecului de gaz-abur crește conținutul de hidrogen în gazul din generatorul de gaz.

Așadar, în rezultatul arderii combustibilului au loc câteva reacții chimice consecvente, în special, formarea H_2 , CO_2 , și CO . Viteza globală a procesului de gazificare se caracterizează de un șir de efecte exotermice și de următoarele reacții de ordin general: $C+2H_2O=CO_2+2H_2$; $CO+H_2O=CO_2+H_2$; precum și $C+O_2=CO_2$; $2C+O_2=2CO$; $CO_2+C=2CO$. Reacțiile de oxidare în aceste procese sunt limitative, iar durata globală a reacțiilor de gazificare este determinată de viteza reacțiilor de reducere, care de obicei constituie 7-10 minute.

7. Mecanismul biochimic al proceselor de formare a metanului include un șir de reacții care au loc consecvent, fiind inițiate de activitatea vitală a diferitor tipuri de microorganisme anaerobe. În rezultatul acestora în primele etape de hidroliză și acetogeneză au loc procese legate de degajarea hidrogenului (H_2), a monoxidului de carbon (CO) și a dioxidului de carbon (CO_2): $CO+H_2O \rightarrow CO_2+H_2$. În etapa finală – metanogenă - în condiții biochimice are loc un șir de reacții conform ecuațiilor de ordin general: $CO_2+4H_2 \rightarrow CH_4+2H_2O$ și $4CO+2H_2O \rightarrow CH_4+3CO_2$.

Bioxidul de carbon diluează biogazul și reduce indicatorii săi energetici. Una din cauzele conținutului lui ridicat în biogaz, conform calculului bilanțului, este cantitatea insuficientă a biohidrogenului format pentru ca să se producă CH_4 . În condiții standarde de metanogeneză din cauza insuficienței hidrogenului în aceste procese biogazul conține mult monoxid de carbon neinflamabil și este complicat ca să se obțină un biogaz de înaltă valoare calorică.

De aceea, dozarea în procesul biochimic a gazului de generator de la gazificare cu conținut înalt de hidrogen compensează această insuficiență, iar prezența oxizilor de carbon CO și CO_2 în cantități mai scăzute este utilă, deoarece înlesnește majorarea masei de carbon la formarea biometanului în componența biogazului.

8. Reacțiile, care au loc în procesele de gazificare a combustibilului sunt similare cu procesele ce au loc în etapele fermentării anaerobe a biomasei organice, care stau la baza obținerii biogazului. În legătură cu aceasta, componentele gazului de generator dozate în biomasa fermentată, fiind formate în procesele primare de gazificare a materiei prime organice, devin un factor suplimentar, care accelerează procesele metanogene în bioreactorul anaerob prin reducerea lag-fazei lor și majorarea producției de biometan și a valorii lui calorice.

9. Reducerea conținutului de azot de balast în componența aerului insuflat în generatorul de gaz înlesnește arderea aerului, datorită reducerii componentului neinflamabil (azot) din aer. Așadar, datorită separării magnetice a azotului din aerul insuflat, se ridică conținutul oxigenului, și, respectiv, se îmbunătățește procesul de ardere în generatorul de gaz. Oxigenul poate fi separat/izolat de alte gaze din aer datorită prezenței electronilor neîmperecheați în moleculele acestuia. De aceea, oxigenul posedă receptivitate magnetică, ceea ce dă posibilitate de a-l separa în câmp magnetic și a îmbogăți cu el aerul insuflat, ceea ce înlesnește condițiile efectuării reacțiilor termochimice ale proceselor oxidante exotermice și optimizează condițiile de gazificare. Aceasta contribuie concomitent la reducerea părții de azot molecular atât în componența aerului insuflat, cât și în componența biogazului generat, ceea ce se reflectă pozitiv asupra valorii lui calorice.

10. La gazificarea deșeurilor solide cu conținut de celuloză, de rând cu reacțiile mai sus descrise, au loc procese exotermice tangențiale de formare a metanului conform reacțiilor de tip general: $CO+3H_2=CH_4+H_2O$ și $2CO+2H_2=CH_4+CO_2$, cantitatea căruia se află în limitele de 3-5%. Cu reducerea temperaturii și majorarea presiunii, echilibrul acestor reacții se deplasează în partea formării metanului.

Asfel, se soluționează problemele puse ca scop, direcționate spre extinderea nomenclaturii deșeurilor organice tratate, inclusiv celor solide și lichide, majorarea eficienței de decontaminare a lor, reducerea consumului de energie și îmbunătățirea indicatorilor ecologici și economici ai proceselor de tratare a lor, făcând posibil ca într-o instalație combinată să se asigure tratarea concomitentă a deșeurilor solide și lichide cu obținerea amestecului de îngrășăminte organo-minerale și a energiei termice și electrice.

Exemplu de realizare a invenției

Testările comparative au fost efectuate cu utilizarea compoziției model a gazului de generator care a fost introdus în reactorul anaerob de laborator cu volumul de 10 dm^3 , cu biomasă în cantitate de 8 dm^3 .

Compoziția inițială a gazului de generator, cu conținut de apă, pentru dozarea lui în proces de metanogeneză a fost modelată pe baza calculării indicatorilor principali ai gazului de generator sec, în % vol.: hidrogen (H₂) – 37,5; monoxid de carbon (CO) – 35; dioxid de carbon (CO₂) - 17; metan (CH₄) – 0,5, adică în raport de 1:0,9:0,45:0,013. Gazul de generator, obținut prin evaporarea apei într-un aparat de laborator de contact de saturație cu abur (cu volumul de 10 dm³), a fost dozat în reactorul de biogaz. Pentru producerea gazului de generator au fost utilizate deșeuri cu conținut de celuloză, precum tăieturi fragmentate a viței-de-vie și a lemnului uscat, și frunzișul sec de toamnă căzut. În calitate de catalizator de gazificare a fost utilizat magnetitul granulat Fe₃O₄ în cantitate de 12 g, care însă nu a fost consumat în timpul procesului de gazificare.

În calitate de biomasă a fost utilizată vinasă de post-distilare. Valorile pH în bioreactor au fost corectate cu soluție alcalină până la 7,5, iar valoarea CCO (consumul chimic de oxigen) a fost de 23,45 g O₂/dm³. Bioreactorul a fost amplasat într-un termostat de laborator, și procesul anaerob de fermentare a fost efectuat în regim termofil la temperatura de 52±2°C. După atingerea regimului de lucru de fermentare a biomasei, a fost dozat gazul de generator în doze de 0,1, 0,2 și 0,3 dm³/dm³ de vinasă pe zi. A fost determinată viteza emisiei-degajării biogazului cu timpul, cantitatea lui totală integrată, precum și conținutul biometanului în compoziția biogazului, prin metoda gazocromatografică.

Rezultatele testărilor sunt prezentate în tabel.

Tabel

Compoziția gazului de generator, % vol.				Doza gazului de generator barbotat la obținerea biogazului, dm ³ /dm ³	Timpul atingerii regimului optim la obținerea biogazului, zile	Viteza medie de degajare a biogazului, cm ³ /ora	Compoziția biogazului, % vol.				Caloricitatea medie a biogazului, kcal/m ³
CH ₄	H ₂	CO ₂	CO				CH ₄	H ₂	CO ₂	CO	
Conform condițiilor propuse											
0,5	37,5	17	35	0,1	3	450	95	0,3	5	-	8100
				0,2	2,5	470	96	0,4	4	-	
				0,3	2	550	97	0,5	3	-	
Conform condițiilor prototipului											
-	-	-	-	-	5	350	88	0,1	10	-	7460

După cum urmează din datele testărilor, dozarea gazului de generator în biomasa fermentată reduce lag-faza procesului biochimic, asigurând scăderea timpului de atingere a degajării mai intensive a biogazului mai mult de două ori, și totodată ridică viteza procesului biochimic. Condițiile propuse de fermentare metanogenă au un efect stimulator asupra dezvoltării microorganismelor ce generează metanul, în același timp crește viteza de fermentare și transformare biochimică în biometan, și crește cantitatea biogazului emis cu ridicarea conținutului de metan în compoziția lui până la 95-97%.

Așadar, un factor important în acest proces este creșterea conținutului de metan în compoziția biogazului, ridicarea caloricității biogazului, apropierea lui la calitatea gazului natural, ceea ce largăște posibilitățile de aprovizionare cu gaze și căile noi de utilizare a lui.

(56) Referințe bibliografice citate în descriere:

1. MD 2795 F1 2005.06.30
2. SU 992569 A1 1983.01.30

(57) Revendicări:

1. Procedeu de obținere a biogazului, care include fermentarea metanogenă anaerobă a biomasei de vinasă de la distilarea alcoolului cu trecerea prin aceasta a unui amestec gazos, obținut în urma gazificării catalitice a deșeurilor organice cu conținut de celuloză și a deșeurilor organice lichide, care conține hidrogen, dioxid de carbon, oxid de carbon și metan în raport volumic respectiv de 1:0,9:0,45:0,013 și este dozat în biomasa de vinasă, fermentată în condiții termofile, în cantitate de 0,1-0,3 dm³/dm³ de vinasă.

2. Procedeu, conform revendicării 1, în care în calitate de deșeuri cu conținut de celuloză sunt utilizate tăieturi fragmentate de viță-de-vie sau de lemn uscat, și/sau frunzișul de toamnă căzut, iar gazificarea se efectuează în condiții de suflare cu amestec de abur-gaz și aer îmbogățit cu oxigen la temperatura arderii de 400-500°C.

3. Procedeu, conform revendicării 1, în care în calitate de catalizator de gazificare catalitică a deșeurilor organice se utilizează magnetitul granulat Fe₃O₄.

