

(19)



(10) **LT 6478 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **6478**

(51) Int. Cl. (2017.01): **C02F 3/00**
C02F 11/00

(21) Paraiškos numeris: **2016 530**

(22) Paraiškos padavimo data: **2016-12-01**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2017-10-10**

(45) Patent paskelbimo data: **2017-11-27**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(72) Išradėjas:

Pranas BALTRĖNAS, LT
Edita BALTRĖNAITĖ, LT
Vitalij KOLODYNISKIJ, LT

(73) Patent savininkas:

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius-40, LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

Gediminas PRANEVIČIUS, Advokatų profesinė bendrija IP FORMA, Užupio g.30, LT-01203 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Bioreaktoriaus ir biodujų gamybos būdas

(57) Referatas:

Išradimas skirtas biodujų gamybos įrenginiams ir būdams. Šio išradimo bioreaktorius skiriasi tuo, kad turi papildomą biomasės apdorojimo aerobinę-anaerobinę kamerą (9), įrengtą tarp pirminės biomasės paruošimo kameros (1) ir pagrindinės anaerobinės kameros (15). Papildoma biomasės apdorojimo kamera (9) skirta biomasės paruošimui tolimesniam anaerobiniam skaidymui pagrindinėje anaerobinėje kameroje (15). Joje vyksta dezoksidacijos procesas, biomasė sumaišoma modifikuota mechanine maišykle (13), susidedančia iš paviršiaus maišyklės (13A), maišyklės su vertikaliomis mentėmis (13B) ir spiralinės maišyklės (13C), ir pašildoma keturiais kaitinimo elementais (12) iki 30-35°C mezofilinio proceso temperatūros. Pagrindinėje anaerobinėje kameroje (15) gaminamos biodujos. Kameroje (15) įrengti keturi biomasės kaitinimo elementai (18) ir modifikuota mechaninė maišyklė (19), susidedanti iš paviršiaus maišyklės (19A), maišyklės su vertikaliomis mentėmis (19B) ir spiralinės maišyklės (19C). Biomasės judėjimas gravitaciniu būdu iš kameros (9) į kamerą (15) kontroliuojamas automatiniais vožtuvais (7B) ir (7D), kurių darbas reguliuojamas automatinio valdymo bloke (24) priklausomai nuo slėgio daviklių (11G) ir (11K) signalų. Pagamintos biodujos kaupiamos biodujų talpykloje (23).

IŠRADIMO SRITIS

Išradimas skirtas biodujų gamybos įrenginiams ir būdai, konkrečiai – bioreaktoriams, skirtiems pagaminti aukštos kokybės biodujas iš įvairių organinių atliekų.

TECHNIKOS LYGIS

Bioreaktoriai ir biodujų gamybos būdas gali būti naudojami praktiškai visose maitinimo įstaigose, dideliuose ir mažuosiuose ūkiuose, fermose, paukštynuose, sąvartynuose, maisto prekių gamybos įmonėse bei nuotekų tvarkymo objektuose, kuriuose susidaro organinės atliekos. Pūvant organinei masei, į aplinkos orą išsiskiria didelį kiekį šiltnamio efektą sukeliančių dujų, tokių kaip metanas CH_4 ir anglies dioksidas CO_2 . Abi dujinės komponentės troposferoje sugeria infraraudonąją spinduliuotę, kuri atsispindi nuo žemės paviršiaus. Tokiu būdu šiluminė energija kaupiasi atmosferoje ir daro neigiamą įtaką klimato kaitai. Pažymėtina, kad CH_4 neigiamas efektas klimato atšilimui yra 21-25 kartų stipresnis negu to paties molinio tūrio CO_2 . Be to, metanas – degios dujos, kurias galima panaudoti kaip gamtinių dujų analogą. (energija, gauta deginant gamtines dujas yra apie 30 % didesnė palyginus su energija, gauta sudeginus tą patį tūrį biodujų). Problemų sukelia ir perteklinis dumblas iš nuotekų valyklų, kuris išvežamas į sąvartynus ir sukelia nemalonius kvapus (kurie gali būti pašalinti bioreaktoriuose). Taigi, siekiant sumažinti neigiamą įtaką atmosferai ir gauti „žalią“ energiją tolimesniam naudojimui, aktualu naudoti bioreaktorius. Bioreaktorius yra ekonomiškai ir aplinkai nekenksmingas įrenginys teršalų emisijoms į orą mažinti ir biodujoms gaminti.

Pagrindinis bioreaktorių trūkumas yra pakankamai dideli elektros energijos poreikiai, palaikant optimalią temperatūrą kameroje, perpumpuojant organinę masę iš vienos kameros į kitą (pvz. iš paruošimo kameros į biodujų gamybos kamerą), taikant nuotekų siurblius. Be to, priklausomai nuo biomasės klampumo, anaerobinėje kameroje gali susidaryti skirtingos pagal sumaišymą ir temperatūrą zonos. Metanogeninės bakterijos yra ypač jautrūs anaerobai, todėl netgi nedidelis temperatūros svyravimas arba netolygus pasiskirstymas gali padaryti neigiamą įtaką biodujų gamybos procesui. Šiai problemai išspręsti bioreaktoriaus konstrukcija būtina modifikuoti.

Pateikiamo išradimo prototipas yra bioreaktorius, skirtas biodujų gamybai

(Lietuvos patentas Nr. 5666). Įrenginys sudarytas iš dviejų talpų: pirminio biomasės paruošimo rezervuaro (viršutinio) ir pagrindinio rezervuaro (apatinio). Rezervuarai sumontuoti vienoje beorėje bazėje. Abiejuose rezervuaruose įrengtos mechaninės maišyklės. Biomasės šildymas abiejuose rezervuaruose atliekamas, taikant kaitinimo elementus, kurie yra sumontuoti nuožulniame dugne. Ertmė tarp bioreaktoriaus korpuso ir nuožulnaus dugno yra užpildyta šilumnešiu. Paruošta biomasės per tam skirtą dangtį paduodama į pirminio paruošimo rezervuarą, kuriame yra sumaišoma, pašildoma ir kuriame biomasė paruošiama anaerobiniam skaidymui pagrindiniame rezervuare. Pažymėtina, kad išradime biomasės judėjimas iš rezervuarų atliekamas, veikiant gravitacinėms jėgoms. Biodujų gamybos procesas kontroliuojamas automatinio valdymo skydu.

Aprašytas prototipas turi keletą trūkumų. Visų pirma, pirminio biomasės paruošimo rezervuaro dangtis yra kiekvieną kartą atidaromas kai norima užpildyti rezervuarą. Tokiu būdu į rezervuarą patenka perteklinis oras. Norint optimizuoti biomasę, t.y. maksimaliai pašalinti iš jos deguonį, kuris daro neigiamą įtaką pagrindiniame rezervuare, reikia išlaikyti biomasę paruošimo rezervuare ilgesnį laiką, dėl ko padidėja elektros energijos sąnaudos (šildant iš maišant biomasę). Taip pat, išradime numatytas biomasės šildymas naudojant kaitinimo elementus (abiejuose rezervuaruose), kurie yra sumontuoti nuožulniame dugne. Šildant masę tokiu būdu, susidaro skirtingos temperatūrinės zonos, t.y. prie rezervuaro dugno temperatūra bus aukštesnė negu centrinėje arba viršutinėje dalyje. Kuo klampesnė bus biomasė, tuo didesni bus ir temperatūros skirtumai, kuriuos problematiška pašalinti maišymu. Pastebėta, kad naudojamos išradime mechaninės maišyklės neužtikrina pilno sumaišymo biologiškai skaidant klampesnę biomasę. Be to, pagrindiniame rezervuare, centrinėje paviršiaus dalyje gali susidaryti plėvelė, kuri trukdo biodujų išsiskyrimui. Pagrindinio rezervuaro dangčio konstrukcija yra plokščia, išsiskiriant biodujoms, garuojant vandeniui, pakeliamos ir bakterijos, kurios miršta po atsitrenkimo į stačiakampę konstrukciją, ir dėl to geriau taikyti išgaubtą dangtį. Taip pat, išradime (kiekviename rezervuare) naudojamos atskiros mechaninės maišyklės, kurios turi po atskirą elektrinį variklį. Tokių būdu dvigubai padidėja elektros energijos sąnaudos. Taigi, norint optimizuoti procesą, būtina modifikuoti nagrinėjamo prototipo konstrukciją ir biodujų gamybos būdą.

IŠRADIMO ESMĖ

Išradimo tikslas – patobulinti bioreaktoriaus konstrukciją ir biodujų gamybos būdą, kad būtų galima sumažinti elektros energijos sąnaudas, efektyviau panaudoti organines atliekas, gaminant biodujas, ir tuo pačiu mažinti neigiamą įtaką aplinkai.

Patobulinto bioreaktoriaus konstrukcija bei būdas suteikia galimybę optimizuoti biodujų gamybos procesą. Biodujų gamybos būdą galima suskirstyti į 3 pagrindinius etapus: 1) biomasės paruošimas; 2) biomasės parametrų optimizavimas aerobinėje-anaerobinėje kameroje; 3) biodujų gamyba anaerobinėje kameroje. Bioreaktoriaus konstrukcija suprojektuota tokiu būdu, kad atitiktų pagrindiniams inžineriniams principams: efektyvumui, ekonomiškumui ir patikimumui. Šie principai pasiekiami taikant kelis sprendimus. Biomasės sumaišymui naudojamas tik vienas elektrinis variklis, t.y. biomasė visose kameroje maišoma vienu metu. Išradime numatytos trys kameros, kurių bendras darbas orientuotas į biodujų išeigos ir kokybės padidinimą. Paruošimo talpa su stambios frakcijos organinių atliekų smulkintuvu, kurioje vyksta pirminis biomasės sumaišymas, yra atskirta nuo aerobinės-anaerobinės kameros biomasės tiekimo kanalu, nes kiekvieną kartą užkraunant biomasę, į kamerą taip pat patenka ir perteklinio deguonies kiekis. Pažymėtina, kad aerobinėje-anaerobinėje kameroje visuomet lieka 2/3 biomasės, kuri uždaro kelią deguoniui patekti. Taikant šį konstrukcinį sprendimą, į aerobinę-anaerobinę kamerą nepatenka perteklinis deguonis. Aerobinėje-anaerobinėje kameroje vyksta pereinamasis procesas, kai biomasė iš aerobinės (prisotintos ištirpusio biomasėje deguonies) būsenos, pereina į anaerobinę (bedeguonę) būseną. Tam tikslui pasiekti, kameroje vyksta biomasės maišymas modifikuota maišykle ir šildymas, taikant keturis kaitinimo elementus, išdėstyti tarp kameros korpuso ir modifikuotos maišyklės vertikalų menčių. Pažymėtina, kad šios kameros paskirtis yra tiesiogiai susijusi su mikrobiologiniais procesais pagrindinėje (anaerobinėje) kameroje, kurioje gaminamos biodujos. Metaninio surauginimo procesas vykdomas dviejų pagrindinių grupių mikroorganizmais (rūgštinėmis ir metanogeninėmis bakterijomis) trimis etapais: hidrolizė, oksidacija ir metano susidarymas. Procesuose dalyvauja ir kiti mikroorganizmai, bet pagrindinė grupė – metanogeninės bakterijos, kurios priklauso anaerobų grupei ir ypač jautriai reaguoja į temperatūros ir deguonies koncentracijos pokyčius (staigiai padidėjus deguonies koncentracijai net iki 2-3 % biomasės anaerobinio skaidymo metu, metano gamybos proceso efektyvumas mažėja). Esant skirtingai atskirų biomasės zonų temperatūrai ir sumaišymui, biodujų

gamybos procesas gali ženkliai sumažėti kokybiškai ir kiekybiškai. Dėl minėtų priežasčių, prieš paduodant biomasę į anaerobinę kamerą, ji turėtų būti tam tikrą laiką išlaikyta aerobinėje-anaerobinėje kameroje, kurioje biomasė yra kruopščiai sumaišoma ir pašildoma iki bakterijoms palankios temperatūros. Kadangi kamera yra uždara, vyksta dezoksidacijos procesai, organinė medžiaga fermentuojama ekstraląsteliniais mikroorganizmų fermentais (ląstelienu, amilaze, proteaze ir lipaze). Bakterijos naikina ilgas sudėtingų angliavandenių, tokių kaip proteinais ir lipidais, grandines ir sudaro trumpas grandines. Rūgštinės bakterijos, kurios dalyvauja biodujų susidarymo antrajame etape, vykdo sudėtingų organinių junginių (ląstelių, baltymų, riebalų ir kt.) skilimą į paprastesnius. Rezultate, surauginimo terpėje atsiranda pirminiai rūgimo produktai – lakiosios riebalų rūgštys, vandenilis, anglies monoksidas, acto rūgštis, skruzdžių rūgštis ir kt. Metanogeninės bakterijos, kurios paverčia organines rūgštis į biodujas, naudoja šias organines medžiagas kaip maisto šaltinį. Susidaro nedidelės rūgštinių ir metanogeninių bakterijų kolonijos, kurios sąveikauja simbiotiškai ir kurių kolonijos didės po patekimo į anaerobinę kamerą. Tokių būdu, dezoksiduota, paruošta biodujų gamybai ir paduota į anaerobinę kamerą biomasė nedaro neigiamos įtakos jau esančioms anaerobinėje kameroje bakterijų kolonijoms.

Anaerobinės kameros korpusas yra modifikuotas, jo dangtis yra išgaubtas, nes garuojant vandeniui arba išsiskiriant biodujoms, kartu pakeliamas ir tam tikras bakterijų kiekis, kurios yra traumuojamos arba miršta po atsitrenkimo į plokščią dangtį. Esant išgaubtam dangčiui, susidaro sūkurys, ir mažinama neigiamą įtaką bakterijoms. Optimaliu atveju išgaubimo spindulys turi atitikti bioreaktoriaus anaerobinės kameros spinduliui. Siekiant padidinti biodujų išeigą, buvo modifikuotos mechaninės aerobinės-anaerobinės ir anaerobinės kamerų maišyklės. Biomasė kameroje maišoma naudojant paviršiaus maišyklę (skirta plėvelei biomasės paviršiuje pašalinti, kuri blokuoja biodujų išeigą), vertikalias maišyklės mentes (kurios vienodai sumaišo biomasę zonoje prie korpuso, nuo anaerobinės kameros dugno iki biomasės paviršiaus) bei spiralinę maišyklę (kurios paskirtis sumaišyti centrinę biomasės dalį per visą anaerobinės kameros aukštį). Vertikalių menčių kampas α siekia 45° , kad sumažėtų menčių spaudimo į maišomą biomasę pasipriešinimas ir padidėtų biomasės sumaišymo efektyvumas. Taikant tokį maišymo būdą, biomasė per visą jos turį palaikoma homogeniškoje būsenoje, t.y. netgi esant dideliame

biomasės klampumui, kameroje neatsiranda tankesnių ir skirtingų pagal temperatūrą zonų ir paviršiuje nesusidaro plėvelė, kurie sumoj mažina biodujų gamybos proceso efektyvumą. Šildymui taikomi vertikalūs kaitinimo elementai. Elementai išdėstyti tarp kameros korpuso ir vertikalių maišyklės menčių. Toks kompleksiškas maišymas ir šildymas per visą kameros aukštį užtikrina tolygų temperatūros ir sumaišymo pasiskirstymą visame darbiname tūryje. Biomasės judėjimas iš vienos kameros į kitą kontroliuojamas automatiniais vožtuvais, kurių darbas reguliuojamas automatinio valdymo bloke. Visų kamerų dugnas yra nuožulnus tam, kad pilnai užtikrinti biomasės padavimą iš vienos kameros į kitą.

BRĖŽINIŲ PAVEIKSLŲ APRAŠYMAS

1 pav. pateiktas šio išradimo bioreaktoriaus schematinis vaizdas išilginiame pjūvyje.

2 pav. pateiktas bioreaktoriaus anaerobinės kameros skersinis pjūvis.

IŠSAMUS IŠRADIMO APRAŠYMAS

Bioreaktorių sudaro: 1 – biomasės paruošimo kamera, 2 – biomasės paruošimo kameros dangtis, 3 – elektros variklis, 4 – maišyklės velenas, 5 – biomasės paruošimo kameros mechaninė maišyklė, 6 – sumaišytos biomasės tiekimo kanalas, 7B – paruošimo kameros automatinis vožtuvas, 7D – aerobinės-anaerobinės kameros automatinis vožtuvas, 7E – anaerobinės kameros automatinis vožtuvas, 8 – laikančioji atrama, 9 – aerobinė-anaerobinė kamera, 10 – perteklinio slėgio vožtuvas, 11G – aerobinės-anaerobinės kameros slėgio daviklis, 11K – anaerobinės kameros slėgio daviklis, 12 – kaitinimo elementas, 13 – modifikuota aerobinės-anaerobinės kameros maišyklė, 13A - paviršiaus maišyklė, 13B - maišyklė su vertikaliomis mentėmis, 13C – spiralinė maišyklė, 14 – optimizuotos biomasės tiekimo kanalas, 15 – anaerobinė kamera, 16 – anaerobinės kameros išgaubtas dangtis, 17 – biodujų išeigos ortakis, 18 – kaitinimo elementas, 19 – modifikuota anaerobinės kameros maišyklė, 19A - paviršiaus maišyklė, 19B – maišyklė su vertikaliomis mentėmis, 19C – spiralinė maišyklė, 20 – perdirbtos biomasės šalinimo kanalas, 21 – termoizoliacijos sluoksnis, 22 –biodujų tiekimo linija, 23 – biodujų talpykla, 24 – automatinis valdymo blokas, 25 – atliekų smulkintuvas.

Irenginio veikimo principas

Bioreaktoriaus veikimo principinė schema pateikta 1 ir 2 pav. Biomasė

paruošiama paruošimo kameroje 1. Per kameros dangtį 2 paduodama smulkios frakcijos (arba skysta) organinė medžiaga, o esant didelės frakcijos organinėms atliekoms, naudojamas atliekų smulkintuvas 25. Visų bioreaktoriaus kamerų maišyklės veikia, naudojant vienintelį elektros variklį 3. Maišyklių elementai fiksuojami ant bendro veleno 4. Naudojant biomasės paruošimo kameros mechaninę maišyklę 5, organinė masė sumaišoma, kol gaunama homogeniška biomasė. Paruoštos naudojimui biomasės dalis (10 % nuo anaerobinės kameros 15 tūrio), veikiant automatiniam vožtuvui 7B ir gravitacinėms jėgoms, biomasės tiekimo linija 6 paduodama į aerobinę-anaerobinę kamerą 9. Kamera skirta biomasės temperatūrai padidinti iki mezofilinio proceso temperatūros (iki 30-35 °C), pašalinti skirtingas pagal sumaišymą zonas ir sumažinti deguonies koncentraciją. Kamera visą laiką yra užpildyta ruošiama metano gamybos procesui biomase. Jos maksimalus darbinis tūris siekia 30 % nuo anaerobinės kameros 15 tūrio. Pažymėtina, kad minimalus aerobinės-anaerobinės kameros 9 užpildymas siekia 20 % nuo anaerobinės kameros 15 tūrio, t.y. vienkartinis biomasės padavimas į aerobinę-anaerobinę kamerą 9 arba išleidimas iš jos siekia 10 % nuo anaerobinės kameros 15 tūrio. Toks sprendimas pagrindžiamas sekančiais faktais: 1) eksperimentiškai nustatyta, kad be neigiamos įtakos metano gamybos procesui iš anaerobinės kameros 15 galima šalinti ne daugiau kaip 10 % nuo kameros 15 darbinio tūrio degazuotos biomasės ir atitinkamai paduoti ne daugiau kaip 10 % nuo kameros 15 darbinio tūrio paruoštos biodujų gamybos procesui biomasės iš aerobinės-anaerobinės kameros 9; 2) aerobinės-anaerobinės kameros 9 darbinio tūrio dydis parinktas, atsižvelgiant į aukščiau aprašyta punktą bei siekiant sumažinti elektros energijos sąnaudas, maišant ir šildant biomasę aerobinėje-anaerobinėje kameroje 9, nes, paduodant biomasę į kamerą 9 iš paruošimo kameros 1, kamera 9 jau yra užpildyta iki 2/3 pagal darbinį tūrį, t.y. vyksta naujai paduotos biomasės (1/3 dalis nuo kameros 9 darbinio tūrio) su jau prieš tai sumaišyta bei pašildyta biomase (2/3 kameros 9 darbinio tūrio) sumaišymas.

Pateikus 10 % nuo anaerobinės kameros 15 tūrio biomasės iš aerobinės-anaerobinės kameros 9 į anaerobinę kamerą 15, iš paruošimo kameros 1 paduodamas toks pats pagal tūrį biomasės kiekis į aerobinę-anaerobinę kamerą 9, kurios darbinis tūris šiame etape pasiekia 30 % nuo anaerobinės kameros 15 tūrio. Tokiu būdu naujai ruošiama biomasė aerobinėje-anaerobinėje kameroje 9 gali būti paruošta tolimesniam naudojimui daug greičiau, negu tuo atveju, jeigu visas

aerobinės-anaerobinės kameros 9 darbinis tūris būtų periodiškai paduodamas į anaerobinę kamerą 15. Tokiu būdu, cikliškai vyksta nuolatinis biomasės paruošimas aerobinėje-anaerobinėje kameroje 9 ir metano gamybos procesas anaerobinėje kameroje 15. Visos bioreaktoriaus kameros yra išdėstytos viena virš kitos ir fiksuojamos laikančiosiomis atramomis 8. Tiekiant biomasę į aerobinę-anaerobinę kamerą 9, susidaro perteklinis oro slėgis, kuris trukdo tolimesniam biomasės judėjimui, todėl kameroje numatytas perteklinio slėgio vožtuvas 10. Tam tikrą laiką biomasė pašildoma, naudojant keturis kaitinimo elementus 12, kurie išdėstyti tarp kameros 9 korpuso ir maišyklės 13 vertikalių menčių 13B. Biomasė maišoma, naudojant modifikuotą aerobinės-anaerobinės kameros 9 maišyklę, sudarytą iš trijų konstrukcinių elementų: paviršiaus maišyklės 13A, maišyklės su vertikaliomis mentėmis 13B (kurių kampas α siekia 45°) ir spiralinės maišyklės 13C. Biomasės lygis kameroje 9 kontroliuojamas slėgio davikliu 11G. Biomasė, paruošta kameroje 9, optimizuoto biomasės tiekimo kanalu 14 tiekama į anaerobinę bioreaktoriaus kamerą 15. Biodujų gamybos procesas anaerobinėje kameroje 15 kontroliuojamas sekančia tvarka:

1) dalis (10 % nuo anaerobinės kameros 15 darbinio tūrio) perdirbtos (degazuotos) biomasės šalinama iš anaerobinės kameros 15 automatinio vožtuvu 7E. Vožtuvas kontroliuojamas automatinio valdymo bloku 24 (imtuvas E). Vožtuvas 7E automatiškai atidaromas po tam tikro laiko (laiką nustato bioreaktoriaus naudotojas, priklausomai nuo susidaromo organinių atliekų kiekio, kurį reikia perdirbti);

2) sumažėjus biomasės lygiui anaerobinėje kameroje 15, mažėja slėgis, kuris kontroliuojamas slėgio davikliu 11K. Siunčiamas signalas į automatinį valdymo bloką 24 (imtuvas K). Atsidaro vožtuvas 7D (automatinio valdymo bloko 24 imtuvas D) ir iš aerobinės-anaerobinės kameros 9 į anaerobinę kamerą 15 tiekama pašildyta ir sumaišyta biomasė (10 % nuo anaerobinės kameros 15 darbinio tūrio). Aerobinės-anaerobinės kameros 9, kurios bendras tūris siekia 30 % nuo anaerobinės kameros 15 tūrio, užpildymas šiame etape siekia 20 % nuo anaerobinės kameros 15 tūrio;

3) Po optimizuotos aerobinėje-anaerobinėje kameroje 9 biomasės padavimo į anaerobinę kamerą 15, slėgio davikliu 11G siunčiamas signalas į automatinį valdymo bloką 24 (imtuvas G) ir atidaromas vožtuvas 7B (automatinio valdymo bloko 24 imtuvas B). Į aerobinę-anaerobinę kamerą 9 iš paruošimo kameros 1 paduodama

biomasė (10 % nuo anaerobinės kameros 15 darbinio tūrio). Aerobinės-anaerobinės kameros 9, kurios bendras tūris siekia 30 % nuo anaerobinės kameros 15 tūrio, užpildymas šiame etape siekia 30 % nuo anaerobinės kameros 15 tūrio;

4) Biomasė pašildoma, sumaišoma, dezoksiduojama ir procesas kartojasi.

Anaerobinėje kameroje 15 įrengti išgaubtas dangtis 16 ir keturi kaitinimo elementai 18, kurie palaiko mezofiliniam procesui reikiamą temperatūrą. Elementai 18 išdėstyti tarp anaerobinės kameros 15 korpuso ir maišyklės 19 konstrukcinių elementų - vertikalų menčių 19B. Biomasė periodiškai maišoma modifikuota mechanine maišykle 19. Maišyklė 19 sudaryta iš trijų mechaninių elementų: 1) viršutinio maišymo elemento 19A, kuris skirtas plėvelei biomasės paviršiuje pašalinti, kad ji neblokėtų biodujų išsiskyrimo; 2) vertikalų menčių 19B; 3) spiralinio maišymo elemento 19C. Toks kompleksiškas biomasės sumaišymas leidžia eliminuoti netolygų temperatūros pasiskirstymą ir skirtingą biomasės sumaišymą atskirose kameros 15 zonose. Maišyklės 19B menčių kampas α siekia 45° , kad sumažintų pasipriešinimą maišymo metu. Perdirbtos biomasės dalis šalinama per perdirbtos biomasės šalinimo kanalą 20. Pagamintos biodujos per biodujų išėigos ortakį 17 biodujų tiekimo linija 22 tiekiamos į biodujų talpyklą 23 tolimesniam naudojimui. Šilumos nuostoliams sumažinti biomasės paruošimo kameros 1, aerobinės-anaerobinės kameros 9 ir anaerobinės kameros 15 korpusai turi būti apšiltinti termoizoliacijos sluoksniu 21.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Bioreaktorius, turintis pirminę biomasės paruošimo kamerą su biomasės maišykle, nuožulniu dugnu biomasės gravitaciniam judėjimui žemyn ir biomasės kaitinimo elementais, kurioje biomasė sumaišoma iki homogeninės konsistencijos, ir pagrindinę anaerobinę kamerą su biomasės maišykle ir biomasės kaitinimo elementais, įrengtą žemiau pirminės kameros, kurioje vyksta biomasės rūgimo ir fermentacijos procesai ir susidaro biodujos, besiskiriantis tuo, kad turi

papildomą aerobinę-anaerobinę biomasės apdorojimo kamerą (9), įrengtą tarp pirminės biomasės paruošimo kameros (1) ir pagrindinės anaerobinės kameros (15), skirtą biomasės temperatūrai padidinti iki mezofilinio proceso temperatūros (iki 30-35°C), pašalinti skirtingas pagal sumaišymą zonas ir sumažinti deguonies koncentraciją biomasėje,

pagrindinę anaerobinę kamerą (15) su išgaubtu dangčiu (16), skirtą biodujų gamybai,

vieną bendrą veleną (4), valdomą vienu elektros varikliu (3), einantį vertikaliai per visas tris – biomasės paruošimo (1), papildomą aerobinę-anaerobinę (9) ir pagrindinę anaerobinę (15) – kameras, ant kurio sumontuotos atskiros modifikuotos kamerų (9) ir (15) biomasės maišyklės (13) ir (19),

biomasės kaitinimo elementus (12) ir (18), įrengtus kameroje (9) ir (15) tarp maišyklių (13) ir (19) ir kamerų (9) ir (15) vidinių sienelių per visą kaitinamos biomasės aukštį,

slėgio jutiklius (11G) ir (11K), įrengtus kameroje (9) ir (15), kur slėgio jutikliu (11K) valdomas homogenizuotos biomasės padavimas iš papildomos aerobinės-anaerobinės kameros (9) į pagrindinę anaerobinę kamerą (15), o slėgio jutikliu – iš pirminės biomasės paruošimo kameros (1) į papildomą aerobinę-anaerobinę kamerą (9).

2. Bioreaktorius pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad optimaliu atveju pagrindinės anaerobinės kameros (15) dangčio (16) išgaubimo spindulys lygus anaerobinės kameros (15) skerspjūvio spinduliui.

3. Bioreaktorius pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad papildomos aerobinės-anaerobinės kameros (9) biomasės maišyklė (13) susideda iš trijų

konstrukcinių elementų: paviršiaus maišyklės (13A), maišyklės su vertikaliomis mentėmis (13B) ir spiralinės maišyklės (13C).

4. Bioreaktorius pagal 3 punktą, besiskiriantis tuo, kad biomasės maišyklės (13) vertikalios mentės (13B) yra pasuktos kampų α , kad sumažėtų menčių (13B) spaudimo į maišomą biomasę pasipriešinimas ir padidėtų biomasės sumaišymo efektyvumas.

5. Bioreaktorius pagal 4 punktą, besiskiriantis tuo, kad kampas α lygus 45° .

6. Bioreaktorius pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad pagrindinės anaerobinės kameros (15) biomasės maišyklė (19) susideda iš trijų konstrukcinių elementų: paviršiaus maišyklės (19A), maišyklės su vertikaliomis mentėmis (19B) ir spiralinės maišyklės (19C).

7. Bioreaktorius pagal 6 punktą, besiskiriantis tuo, kad biomasės maišyklės (19) vertikalios mentės (19B) yra pasuktos kampų α , kad sumažėtų menčių (19B) spaudimo į maišomą biomasę pasipriešinimas ir padidėtų biomasės sumaišymo efektyvumas.

8. Bioreaktorius pagal 7 punktą, besiskiriantis tuo, kad kampas α lygus 45° .

9. Bioreaktorius pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad turi mažiausiai keturis biomasės kaitinimo elementus (12), išdėstytus papildomos aerobinės-anaerobinės kameros (9) vidiniu perimetru tarp maišyklės (13) ir kameros (9) vidinės sienelės per visą kaitinamos biomasės aukštį.

10. Bioreaktorius pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad turi mažiausiai keturis biomasės kaitinimo elementus (18), išdėstytus pagrindinės anaerobinės kameros (15) vidiniu perimetru tarp maišyklės (19) ir kameros (15) vidinės sienelės per visą kaitinamos biomasės aukštį.

11. Bioreaktorius pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad biomasės paruošimo kamera (1) ir papildoma aerobinė-anaerobinė kamera (9) yra sujungtos tarpusavyje biomasės padavimo kanalu (6) ir (14), kuris valdomas automatinio vožtuvu (7B).

12. Bioreaktorius pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad papildoma

aerobinė-anaerobinė kamera (9) ir pagrindinė anaerobinė kamera (15) yra sujungtos tarpusavyje biomasės padavimo kanalu (14), kuris valdomas automatinio vožtuvu (7D).

13. Bioreaktorius pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad papildomos aerobinės-anaerobinės kameros (9) tūris sudaro 30% nuo pagrindinės anaerobinės kameros (15) tūrio.

14. Bioreaktorius pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad turi laikančiąsias atramas (8), skirtas užfiksuoti visas tris vertikaliai viena virš kitos įrengtas biomasės paruošimo (1), papildomą aerobinę-anaerobinę (9) ir pagrindinę anaerobinę (15) bioreaktoriaus kameras.

15. Bioreaktorius pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad turi vožtuvą (10), skirtą perteklinio oro slėgio, susidariusio papildomoje biomasės kameroje (9), išleidimui.

16. Biodujų gamybos būdas, apimantis anaerobinį metano dujų išgavimą iš organinių atliekų biomasės, besiskiriantis tuo, kad

susmulkintą ir sumaišytą iki homogeninės konsistencijos pirminėje biomasės paruošimo kameroje (1) biomasę papildomai apdoroja papildomoje aerobinėje-anaerobinėje kameroje (9), kurioje biomasė kruopščiai sumaišoma, pašildoma iki metanogeninėms bakterijoms palankios 30-35°C temperatūros ir dezoksiduojama, t.y. iš aerobinės būsenos pervedama į anaerobinę būseną;

10% perdirbtos biomasės, panaudotos biodujų gamybai pagrindinėje anaerobinėje kameroje (15), pašalina gravitaciniu būdu kanalu (20);

30% papildomoje aerobinėje-anaerobinėje kameroje (9) paruoštos biomasės paduoda gravitaciniu būdu kanalu (14) į pagrindinę anaerobinę kamerą (15);

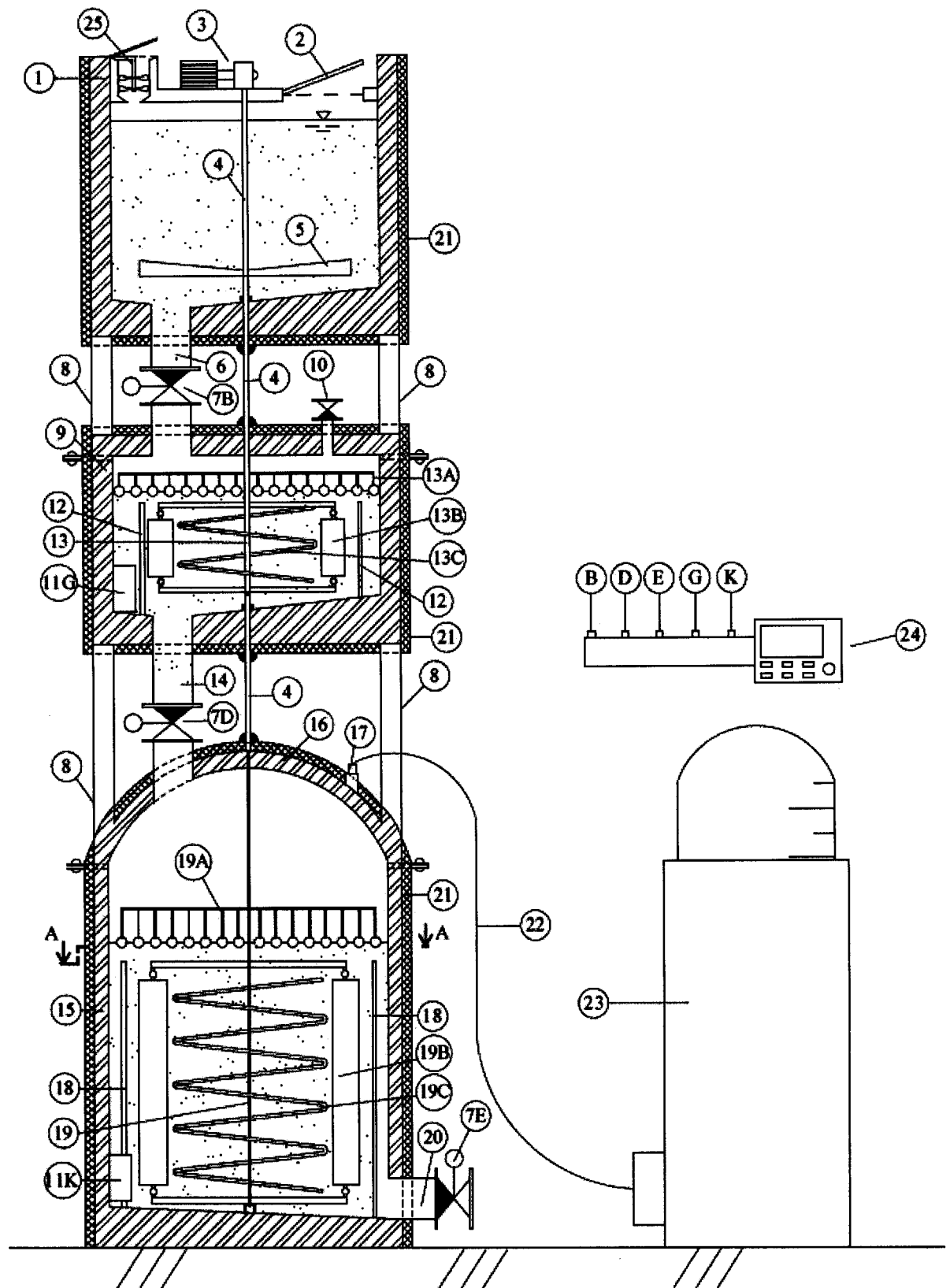
papildomą aerobinę-anaerobinę kamerą (9) papildo kanalu (6) nauju identišku biomasės kiekiu iš pirminės biomasės paruošimo kameros (1), tuo užtikrinant ciklišką ir nepertraukiamą bioreaktoriaus veikimą.

17. Biodujų gamybos būdas pagal 16 punktą, besiskiriantis tuo, kad aktyvuoja perdirbtos biomasės pašalinimą iš pagrindinės anaerobinės kameros (15) kanalu (20), gavęs užprogramuoto valdymo bloko (24) signalą, kuris atidaro kanalo (20) vožtuvą (7E).

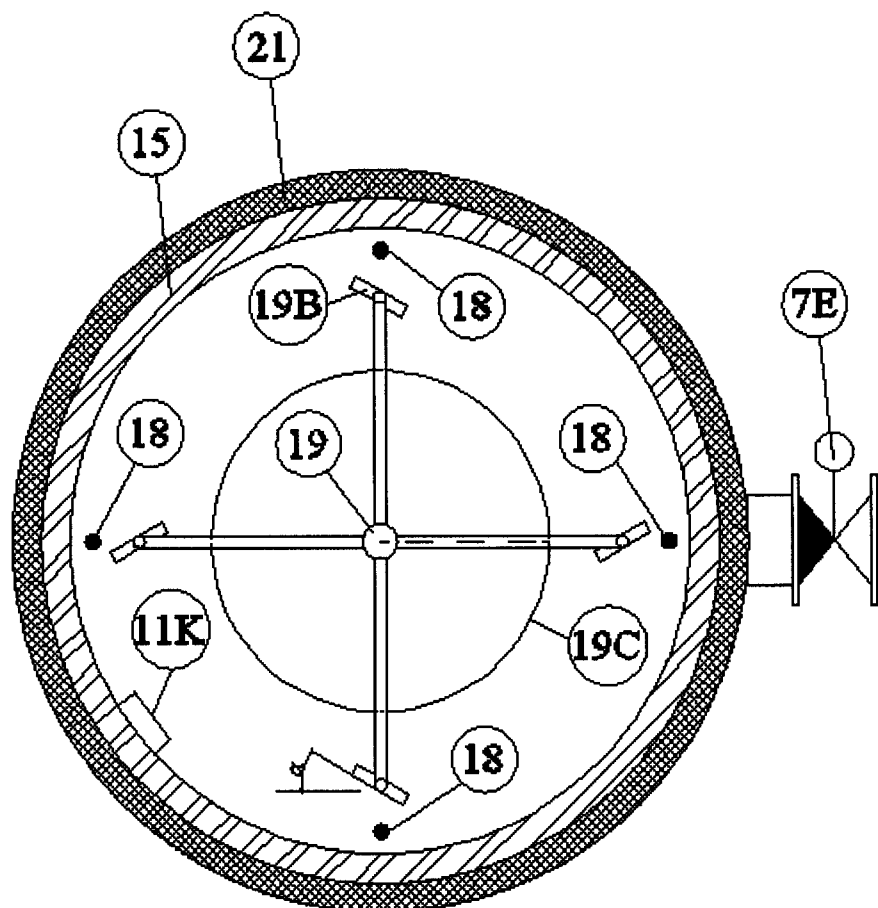
18. Biodujų gamybos būdas pagal 16 punktą, besiskiriantis tuo, kad valdymo blokas (24) aktyvuoja dezoksiduotos ir pašildytos iki metanogeninėms bakterijoms palankios 30-35°C temperatūros biomasės padavimą iš papildomos anaerobinės-aerobinės kameros (9) į pagrindinę anaerobinę kamerą (15), atidarydamas kanalo (14) vožtuvą (7D), gavęs slėgio daviklio (11K) signalą apie sumažėjusį slėgį ir, tuo pačiu, biomasės lygį pagrindinėje anaerobinėje kameroje (15).

19. Biodujų gamybos būdas pagal 16 punktą, besiskiriantis tuo, kad valdymo blokas (24) aktyvuoja biomasės padavimą iš pirminės biomasės paruošimo kameros (1) į papildomą aerobinę-anaerobinę kamerą (9), atidarydamas kanalo (6) vožtuvą (7B), gavęs slėgio daviklio (11G) signalą apie sumažėjusį slėgį ir, tuo pačiu, biomasės lygį papildomoje aerobinėje- anaerobinėje kameroje (9).

20. Biodujų gamybos būdas pagal 16 punktą, besiskiriantis tuo, kad naudoja modifikuotas maišykles (13) ir (19), įrengtas kameroje (9) ir (15) ir susidedančias iš paviršiaus maišyklių (13A) ir (19A), maišyklių su vertikaliomis mentėmis (13B) ir (19B) ir spiralinių maišyklių (13C) ir (19C), kurios užtikrina temperatūriškai vienodą ir homogeninį biomasės sumaišymą per visą biomasės tūrį kameroje (9) ir (15).



PJŪVIS A-A



2 pav.