

(19)



(10) **LT 5612 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5612**

(51) Int. Cl. (2006): **C02F 9/00**
C02F 3/30
C02F 11/04
C02F 1/48

(21) Paraiškos numeris: **2008 013**

(22) Paraiškos padavimo data: **2008 02 14**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2009 08 25**

(45) Patent paskelbimo data: **2009 11 25**

(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:

Piotr Pavlovič ZACHAROV, LT
Jurij Ivanovič ŠIŠKOV, RU
Aleksandr Aleksandrovič KUCHARENKO, RU
Aleksandr Aleksejevič PLACHOV, RU
Vladimir Salmanovič MAKSIMOV, RU

(73) Patent savininkas:

ООО „МАКС К”, Vasilyevskaya str. 4, 123056 Moscow, RU

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

Liudmila GERASIMOVIČ, IĮ „Liudmila Gerasimovič, Patentinis patikėtinis”,
Vingrių g. 13-42, LT-01141 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Maisto pramonės technologijų ekologizavimo būdas ir sistema jam įgyvendinti

(57) Referatas:

Sukurtas maisto pramonės technologijų ekologizavimo būdas, apimantis nutekamųjų vandenų, turinčių didelę organinių teršalų koncentraciją, valymą metaninio rūgimo būdu tuo pat metu gaunant biodujų kiekį, leidžiantį jį panaudoti gamybos reikmėms. Metaninio rūgimo intensyvinimas pasiekiamas papildomai įvedant į rūgimo terpę adaptuotą anaerobinių bakterijų konsorciumą, kuris padidina fiziologinį-biocheminį anaerobinių bakterijų reaktoriuje aktyvumą. Po metaninio rūgimo nutekamuosius vandenius nukreipia valymui, vykdomam elektroplazmine technologija, leidžiančia išvalyti vandenį iki tokio lygio, kad išvalytas vanduo galėtų būti pakartotinai sugrąžintas į technologinį ciklą arba panaudotas žmogaus reikmėms patenkinti.

Išradimas priklauso beatliekinių maisto pramonės technologijų, kurios tausotų energiją ir resursus ir būtų palankios gamtos apsaugai, sukūrimui. Konkretus išradimas yra susijęs su nutekamųjų vandenų valymo būdu, kartu gaminant biodujas. Jis gali būti panaudotas ir kitose liaudies ūkio šakose, turinčiose daug augalinės ir gyvulinės kilmės organinių atliekų, būtent: žemės ūkyje (gyvulininkystė, paukštininkystė), lengvojoje pramonėje (tekstilės, odos, vilnos perdirbimas ir pan.), komunaliniame ūkyje (buitinių nutekamųjų vandenų valymas ir nukenksminimas) ir kt..

Viena iš pagrindinių maisto pramonės vystymosi tendencijų yra laikoma būtent aukštos kokybės produkcijos gamybos glaudus ryšys su atliekų utilizavimu ir gamybos technologijų ekologizavimu. Šis terminas reiškia sukūrimą ir įdiegimą tokių technologijų, kurios šalia aukštos kokybės produkcijos užtikrintų ekologinės lygsvaros supančioje aplinkoje išsaugojimą, panaudojant ir/arba grąžinant į gamybos ciklą susidariusius antrinių žaliavų resursus, neleidžiant gyvenamos aplinkos teršimo o taip pat tausotų energiją ir resursus tuo pat metu praplečiant maisto ir pašarų asortimentą gaunamą perdirbant antrines žaliavas.

Didžiausio žaliavos ir šiluminių resursų taupymo, o taip pat didžiausio antrinių žaliavų perdirbimo laipsnio šiuo metu galima tikėtis maisto pramonėje. Tai pasiekama, pavyzdžiui, spirito (etanolio) pramonės gamyklose pakeitus tradicines krakmolingos žaliavos išvirimo tradicijas dvipakope biokonversija. Fermentinių preparatų pritaikymas šioje spirito gavimo stadijoje leidžia vykdyti technologinius procesus aparatuose be slėgio.

Energijos sąnaudų spirito gamykloje sumažinimas pasiekiamas žeminant temperatūrą krakmolingos žaliavos šiluminio apdorojimo stadijoje nuo 140 -145° C iki 100 -110°C, kuomet gaunamas šiluminės energijos suvartojimo 25-30 % sumažėjimas, ir išskiriant antrinę šilumą pagal proceso stadijas.

Kaip pagrindinės gamybos atliekos, perdirbant grūdines žaliavas į spiritą, susidaro turinčių pašarinės vertės žlaugtų kiekis 135 m³ kiekvienam 1000 spirito dekalitų. Racionaliausias žlaugtų utilizacijos būdas yra jų perdirbimas į koncentruotus sausus pašarinius produktus. (Поляков В.А. Биотехнология

переработки зернового сырья в производствах солода, пива, алкогольных и безалкогольных напитков. М. ООО «Пищепромиздат», 2002, р. 92-166).

Sausų žlaugtų gamybos procesą lydi nemažos energijos sąnaudos ir didelis kiekis užteršto organiniais teršalais vandens, kuris paskui susimaišo su bendrais gamybiniais nutekamaisiais vandenimis. Bendri gamybiniai nutekamieji vandenys pasižymi dideliu užterštumu organinėmis medžiagomis, kurių, kaip taisyklė, ChDS reikšmė yra 80000-120000 mg O₂/l. Gamyklose esantys valymo įrenginiai neleidžia išvalyti nuotekų ne tik iki geriamo vandens lygio, bet ir iki tokio švarumo laipsnio, kuris leistų tą išvalytą vandenį pakartotinai naudoti gamybos procese. Dėl šios priežasties po biologinio valymo vietinio valymo įrenginiuose šis vanduo gali būti tik nuleidžiamas į kanalizaciją. Kitas vietinių valymo įrenginių trūkumas susijęs su tuo, kad, nuotekas valant aerobiniu būdu, susidaro biomasės (aktyviojo dumblo arba bioplėvelės) perteklius, kurį savo ruožtu reikia utilizuoti arba palaidoti, kas taip pat sudaro ekologinę problemą.

Yra žinomas alaus daryklos atliekų utilizavimo būdas (Пехер К. Тепловая утилизация пивной дробины – экономически выгодное использование экологически чистого источника энергии. Пиво и напитки. 2006, 5, р. 64-65), kurio esmė yra ta, kad po maltų grūdų ekstrahavimo likusią frakciją, mechaniskai pašalinus vandenį, naudoja kaip specialių krosnių kūrą, o filtratą, kurio ChDS 10000-15000 mg O₂/l, užterštą ištirpintais organiniais junginiais, nukreipia į valymo įrenginius, naudojančius metaninį rūgimą, anaerobiniam gamybos nutekamųjų vandenų valymui.

Žinomu anaerobiniu būdu perdirbant filtratą, metaninio rūgimo procese gautas metano turinčios dujos (biodujos) gali būti pakartotinai panaudotos, pavyzdžiui, kaip papildomas kuras deginant maltų grūdų liekanas, o vandenį galima pakartotinai naudoti gamybos procese. Greta nurodytų privalumų, žinomas būdas turi šiuos trūkumus:

- neaukštas filtrato išvalymo laipsnis metaninio rūgimo būdu sąlygoja didelę organinių teršalų koncentraciją po valymo, kuri neleidžia išleisti filtrato į kanalizaciją; būtina toliau jį valyti brangiai kainuojančiu aerobiniu būdu arba nukreipti į filtravimo laukus;
- mažas metano susidarymo (metanogenezės) greitis savo ruožtu sąlygoja viso metaninio rūgimo proceso nedidelį intensyvumą ir mažą biodujų išeigą.

Šiuo metu nutekamųjų vandenų su didele organinių teršalų koncentracija valymui vis dažniau naudoja dvipakopę arba daugiapakopę technologijas, apimančias anaerobinį-aerobinį biologinį valymą, kuriame anaerobinis valymas (metaninis rūgimas) yra paruošiamoji stadija, o aerobinis valymas yra galutinė stadija (Канализация. Москва, Стройиздат, 1976, p. 277-292 и др.).

Naudojant metaninį rūgimą, organinių medžiagų biodegradaciją anaerobinėmis sąlygomis vykdo sudėtinė anaerobinių bakterijų biocenozė (asociacija, konsorciumas), kur anaerobinės bakterijos sąlyginai skirstomos į angliavandenius rauginančias, amonifikuojančias, sulfatą regeneruojančias ir gaminančias metaną (metanogenai). Pastarieji, priklausomai nuo metaninio rūgimo proceso sąlygų, kartu su metanu gali sintetinti vitaminą B₁₂. Šį endogeniškai susidarantį vitaminą metanogenai gali sintetinti, jei nutekamieji vandenys praturtinami kobalto, nikelio arba cinko organiniais junginiais, o taip pat šio vitamino pirmtakais (Aut. liud. SU1133870, SU1360197 ir kt.).

Anaerobinio nutekamųjų vandenų valymo proceso būdinga savybė - nežymus anaerobinių bakterijų biomasės, ir pirmiausia metanogenų, prieaugis. Tai vyksta dėl to, kad 5-7% degraduotų organinių medžiagų sunaudojama pačių metaną gaminančių bakterijų augimui ir vystymuisi, o likusi dalis pavirsta metanu, anglies dvideginiu, azotu ir amoniaku. Tokiu būdu, dalyvaujančių metaninio rūgimo baigiamojoje stadijoje metanogenų fiziologinis - biocheminis aktyvumas nulemia viso rūgimo proceso intensyvumą.

Nutekamųjų vandenų organinių medžiagų rūgimo intensyvinimui patente SU1838415 (publ. 1993), naudojant anaerobinių bakterijų konsorciumą pasiūlyta į anaerobinio rūgimo talpą (taip vadinamą metantenką) įvesti metanogenezės stimulatorių, būtent: nikelio su glicinu arba nikelio su etilendiaminu akvakompleksinį junginį. Metaninio rūgimo aktyvinimo akvakompleksiniais nikelio junginiais trūkumas yra jo poveikio į metanogenų metabolizmą nedidelis efektyvumas, o atitinkamai nedidelis poveikis ir metano biosintzei, kas mažai įtakoja organinių medžiagų biodegradacijos kitomis konsorciumo anaerobinėmis bakterijomis, kurios sudaro maitinimo terpę metaną gaminančių bakterijų gyvybės palaikymui, proceso intensyvumą.

LT 5612 B

Yra žinomas metaninio rūgimo procesas, stimuliuojamas mišriu ligandiniu kompleksiniu cinko junginiu, kuriuo naudojamas atskirai paruoštas vandeninis cinko tirpalas su para-aminobenzoine rūgštimi (PABR) ir glicinu (patentas RU2061034, publ. 1996). Naudojant šį cinko kompleksą metaninio rūgimo procesą galima vykdyti tiek mezofilinio, tiek ir termofilinio rūgimo režime temperatūrose 34-36°C ir 55-56°C, atitinkamai. Kaip žinoma iš aukščiau nurodyto patento RU2061034, susidariusių biodujų kiekis priklauso nuo rauginamos terpės prigimtės. Taip rauginant spirito žlaugtus mezofiliniame režime, panaudojant cinko kompleksą su PABR ir glicinu, kurio optimali koncentracija 0,2 mg/l (pagal metalą), biodujų išeiga, lyginant su kontrole, padidėjo nuo 22 iki 25 l/l nuotekų, o gyvulininkystės ūkių nuotekų – nuo 8 iki 12 l/l nuotekų.

Žinomas būdas turi tokius trūkumus:

- kompleksinis cinko junginys su PABR ir glicinu nėra ląstelių fermentų aktyviųjų centrų pirmtakų paruoštas blokas, o yra tik kaip transportuojanti priemonė, pristatanti į ląstelę komponentus, formuojančius kompleksinio junginio molekulę. Jo transportas į ląstelę yra vykdomas pagal aktyvaus transmembraninio pernešimo mechanizmą. Ląstelėje kompleksas suskyla į dedamąsias, kurios įsijungia į medžiagų apykaitos procesą: cinkas dalyvauja formuojant nuo cinko priklausančius fermentus; PABR yra folio rūgšties, stimuliuojančios ląstelių dalijimąsi, pirmtakas; o glicinas – azoto šaltinis;
- nežiūrint į tai, kad mišrių ligandų cinko kompleksas sustiprina metanogenų metabolizmą, jis nėra pakankamai fiziologiškas kitoms anaerobinių bakterijų konsorciūmų grupėms. Todėl mišrių ligandų cinko kompleksas nežymiai įtakoja į dalyvaujančių metaniniame rūgime anaerobinių bakterijų metabolizmą, kas riboja metanogenų su padidintu medžiagų apykaitos aktyvumu maitinimo substrato susidarymo procesą, ir to išdavoje gaunamas tik nedidelis bendro nutekamųjų vandenų organinių medžiagų rūgimo proceso intensyvumo ir valymo laipsnio padidėjimas.

Yra žinomas maisto pramonės įmonių nutekamųjų vandenų aerobinis-anaerobinis valymo būdas (Кузнецов А.Е., Синицин А.В. Пиво и напитки, 2005, 4, p. 18-21), kuris pagal didžiausią sutampančių požymių skaičių ir pasiekiamą teigiamą efektą laikytinas artimiausiu siūlomam techniniam sprendiniui. Pagal šį būdą, biologinio valymo procesą vykdo specialiuose bioreaktoriuose, kurie pagal nutekamųjų vandenų valymo efektyvumą iš esmės pralenkia klasikinius anaerobinio

LT 5612 B

rūgimo įrenginius (metantenkus). Technologinė nutekamųjų vandenų valymo schema apima tokias pagrindines operacijas. Pirmiausia nutekamuosius vandenį paduoda į talpą (kompensavimo rezervuarą), kur juos sumaišo su sąlyginai švariu vandeniu ir, po atskiedimo, nutekamųjų vandenų pH koreguoja iki 6-7 atitinkamų cheminių reagentų tirpalais (HCl / NaOH). Po to nutekamuosius vandenį, kurių ChDS ≥ 10000 mg O_2/l pašildo iki temperatūros 32-33°C ir paduoda į anaerobinį bioreaktorių su aktyviuoju dumbliu, kuris suformuotas anaerobinių bakterijų konsorciumo pavyzdžiu, pavyzdžiui, bakterijų, paimtų iš valymo įrenginių ir adaptuotų prie spirito žlaugtų, konsorciumo pagrindu. Šiame būde aktyvusis dumblas anaerobiniame bioreaktoriuje buvo naudojamas granuliu, kurių diametras 2-5 mm, pavidalu.

Išeinantys iš anaerobinio bioreaktoriaus nutekamieji vandenys turėjo ChDS apie 250-350 mg O_2/l . Be to, žinomame būde buvo stebimas lakių riebiųjų rūgščių (LRR) nedidelis sumažėjimas, taip pat ir bendro azoto, įskaitant amonio azotą, kuris gana toksiškas ir, patekęs į miesto vandens valymo įrenginius, sukelia ne tik aktyvaus dumblo bakterijų slopinimą, bet netgi jų žuvimą, nedidelis sumažėjimas. Tačiau biodujų išeiga pagal žinomą būdą buvo nepakankama jų praktiniam naudojimui gamybos poreikių patenkinimui.

Iš anaerobinio reaktoriaus išeinančius apvalytus nutekamuosius vandenį toliau paduoda į aerobinį bioreaktorių su aktyviu aerobiniu dumbliu, kur ir vykdoma organinių medžiagų biologinė oksidacija. Išeinantys iš anaerobinio bioreaktoriaus nutekamieji vandenys turi ChDS apie 20-40 mg O_2/l . Po to nutekamuosius vandenį praleidžia per filtrą, kad pašalintų susidariusias suspensijas bei likusias pakibusias medžiagas, ir taiko ultravioletinį nukenksminimą, tuomet nutekamieji vandenys gali būti nukreipti į miesto kanalizaciją.

Aerobinės-anaerobinės valymo technologijos taikymas kartu su naujos kartos didelio našumo kompaktiniais anaerobiniais bioreaktoriais leidžia pašalinti pagrindinę teršalų masę (iki 80-95%) iš nutekamųjų vandenų su dideliu organinių teršalų kiekiu, sunaudojant 1 kg sąlyginių teršalų (pagal ChDS) 0,2-0,4 kW val elektros energijos. Tačiau žinomas būdas turi tokius trūkumus:

- metaninio rūgimo bioreaktoriaus konstrukciniai elementai greitai užsikemša struvitu (kalcio-amonio fosfato nuosėdomis) kiekiu 1,8-3,9 t, ir todėl kartą per metus 13-25 parų laikotarpiui būtinas jų mechaninis (kadangi cheminių reagentų panaudojimas pakankamai brangus) nuosėdų pašalinimas;

- tuomet, dėl anaerobinio reaktoriaus neišardomumo, būtina atlikti autogeninius ir suvirinimo darbus;
- anaerobinių bakterijų biocenozės lėtas formavimasis apsprendžia labai ilgą anaerobinio reaktoriaus išėjimo į projektinį darbo režimą laikotarpį (9 mėnesiai ir 5 daugiau);
- anaerobinių bakterijų aktyvusis dumblas bioreaktoriuje randasi ne atskirai funkcionuojančių ląstelių, o granulių pavidalu, kas sumažina organinių medžiagų biodegradacijos efektyvumą;
- vyksta antrinių atliekų susidarymas (aktyvaus dumblo ir biogeninių elementų pertekliaus), kurias taip pat reikia utilizuoti arba laidoti, o tai yra papildoma ekologinė problema;
- aerobinis procesas yra brangus, didelės energetinės sąnaudos nutekamųjų vandenų aeracijai (iki 70-80% bendrų energijos sąnaudų valymui);
- nutekamųjų vandenų nukenksminimo apšvitinant ultravioletiniais spinduliais išskyrimas į atskirą stadiją technologinį procesą daro sudėtingesnę ir brangesnę, be to 10 UV lempų žemas naudingo veikimo koeficientas (NVK) .

Yra žinomas vandens srauto apdorojimo būdas ir įrenginys jam įgyvendinti iš Lietuvos patento LT4935 (publ. 2002) ir tarptautinės paraiškos WO 02/26637 (publ. 2002), apimantis flotaciją, vandens srauto apdorojimą impulsiniais elektriniais ir 20 magnetiniais laukais ir priemaišų atskyrimą filtravimu, kur paduodamą srautą pirmiausiai aktyvuoja magnetiniu lauku ir vykdo elektroflotaciją bei šalina šlamą naudojant elektrohidrodujjoninės stabilizacijos procesą, o paskui vandens srautą vienu metu apdoroja šviesos spinduliais ir magnetinio ir elektrinio lauko impulsais impulsinės elektromagnetinės aktyvacijos procese, ir optimaliai, užbaigia apdorojimą 25 po to sekančiu magnetinio lauko poveikiu.

Žinomo būdo, aprašyto minėtame patente LT4935, pagrindinis trūkumas yra magnetinio lauko efektyvumo sumažėjimas apdorojamo srauto vidaus kryptimi impulsinės elektromagnetinės aktyvacijos metu.

Be to, elektrohidrodujjoninės stabilizacijos metu kintamos įtampos padavimo 30 nutrūkimo atveju (pavyzdžiui, sustabdant bloką), susidaro sunkiai pašalinamos nuosėdos ant elektrodų plokščių (sulfatacija).

Vandens apdorojimo elektrinėmis iškrovomis būdas, siekiant priemaišų oksidavimo ir vandens nukenksminimo, aprašytas taip pat patentuose RU 2163893

LT 5612 B

(publ. 2001), RU 2164499 (publ. 2000), RU 2163893 (publ. 2001), RU 2179150 (publ. 2002) ir kt.. Minėtuose patentuose naudojamas ozono, pasigaminusio elektrinių iškrovų metu, nuklenksminantis poveikis, tačiau bendras trūkumas yra labai trumpas apdorojamo vandens buvimo iškrovos zonoje laikas.

5 Žinomas nutekamųjų vandenų apdorojimo būdas impulsinėmis elektroplazminėmis iškrovomis (WO 92/12933, publ. 1992; Lietuvos patentas LT4590, publ. 1999 ir kt.). Lietuvos patente LT5082 (publ. 2003) aprašytas būdas ir įrenginys, skirtas vandens valymui ir nuklenksminimui, kuriame judantį vandens srautą apdoroja impulsinėmis elektroplazminėmis iškrovomis, papildomai veikiant išoriniu
10 magnetiniu lauku.

Trūkumai: vandens srauto buvimo laikas iškrovos zonoje nepakankamas ir įeinantis į iškrovos zoną srautas nėra optimaliai suformuotas, visa tai sumažina apdorojimo efektyvumą.

Šio išradimo tikslas – biodujų susidarymo efektyvumo padidinimas didinant
15 fiziologinių-biocheminių anaerobinių bakterijų konsorciūmo aktyvumą, kas leistų gauti biodujų kiekius, pakankamus visiškai arba daliniam įmonės energetinių poreikių tenkinimui, tuo pat metu pakeičiant brangiai kainuojantį aerobinį nutekamųjų vandenų valymą nereagentiniu (nenaudojant cheminių reagentų) valymu, taikant fizikinio poveikio į realines ir kitas nutekamųjų vandenų srautą savybes, naudojant aukštos
20 įtampos iškrovas, impulsinius magnetinius ir elektrinius laukus ir kitus elektroplazminės technologijos faktorius, kurių poveikio sinergiškumas užtikrina tinkamą nudruskinimą, vandens išvalymą nuo organinių teršalų ir vandens nuklenksminimą iki nustatyto užduoto lygio, tame tarpe ir iki lygio, leidžiančio grąžinti išvalytą vandenį į gamybos ciklą.

25 Tikslą pasiekimą užtikrina esminių požymių, išdėstytų 1-14 išradimo apibrėžties punktuose realizavimas.

Siūlomas maisto pramonės technologijų ekologizavimo būdas apima nutekamųjų vandenų, turinčių didelę organinių teršalų koncentraciją, valymą, kuriame pagrindinės gamybos nuotekas praskiedžia technologiniu vandeniu ir optimizuoja
30 valomų nutekamųjų vandenų parametrus, paduoda nutekamuosius vandenius į iš anksto inokuliuotą aktyviuoju dumbliu anaerobinį bioreaktorių ir vykdo pirminį nutekamųjų vandenų valymą metaninio rūgimo metodu, naudojant adaptuotą anaerobinių bakterijų konsorciūmą, po to taiko pagrindinį vandens valymą ir valymą pabaigia, nufiltruojant

LT 5612 B

suspensijas ir likusias pakibusias medžiagas, be to valymo proceso eigoje nutekamųjų vandenų srautą švitina ultravioletiniais spinduliais.

Būdas skiriasi tuo, kad prieš paduodant į iš anksto inokuliuotą aktyviuoju dumbly anaerobinį bioreaktorių nutekamuosius vandenį praturtina ląstelių fermentų aktyviųjų centrų pirmtakais, stimuliuojančiais anaerobinių bakterijų konsorciumo adaptavimąsi prie organinių teršalų, o pagrindinį valymą vykdo apdorojant valomų vandenų srautą impulsinėmis elektroplazminėmis iškvomomis, papildomai taikant išorinį magnetinį lauką. Be to, gamybinės nuotekas praskiedžia išvalytais nutekamaisiais vandenimis, o valomų nuotekų srauto parametrų optimizavimas apima pH koregavimą iki reikšmių ne mažesnių nei 7-8 ir temperatūros iki 33-35°C.

Nutekamųjų vandenų praturtinimą ląstelių fermentų aktyviųjų centrų pirmtakais vykdo biogeninių metalų mišrių ligandų kompleksinių junginių mišiniu, biogeninio metalo koncentracijai esant intervale nuo 0,00014 iki 0,494 g/l, o aktyvųjį dumblą palaiko smulkiadispersiniame būvyje. Biogeninių metalų mišrių ligandų kompleksinių junginių mišinys apima Mg, Mn, Fe, Zn, Co, Cu kompleksinius junginius santykiu (pagal metalą) 335-370 : 17-19 : 16-17 : 3 : 0,01 : 0,01, atitinkamai.

Pagrindinį valymą vykdo aukštos įtampos impulsinėmis elektroplazminėmis iškvomomis srauto paviršiumi esant specifinei energijai $P = 0,5 \text{ kW/m}^2$, $\tau = 0,15 - 5 \text{ } \mu\text{s}$; amplitudei 25 kV ir impulsų pasikartojimo dažniui 100 - 10000 Hz. Kartu vykdo ultravioletinį apšvitinimą ($\lambda = 130 - 400 \text{ nm}$). Pasigaminusio elektroplazminių iškvomų metu ozono perteklių utilizuoja tiek pačių nutekamųjų vandenų valymo proceso metu, tiek ir pagrindinėje gamyboje naudojamos žaliavos išankstiniam apdorojimui ir nukenksminimui.

Prieš apdorojant elektroplazminėmis iškvomomis papildomai optimizuoja ištekancio iš bioreaktoriaus nutekamųjų vandenų srauto parametrus, įskaitant valomo srauto temperatūros optimizavimą iki 20°C lygio dėl šilumos apykaitos su grįžtančiu į technologinį ciklą išvalytu vandeniu. Pagrindinio valymo metu prieš apdorojant elektroplazminėmis iškvomomis vykdo optimizuoto nutekamųjų vandenų srauto elektrokoaguliaciją ir elektroflotaciją elektrohidrodujjoninės stabilizacijos procese, po to leidžiant nusistovėti, o susidariusį organinį šlamą surenka į šlamo rinkiklį. Elektrohidrodujjoninės stabilizacijos procesas pagal išradimą pasižymi tuo, kad jį vykdo asimetriniais kvazisinusiniais elektros srovės impulsais, kurių srovės tankis 5-

27 A/m² ir dažnis 25-1000 Hz, moduluotas 1-5 min pusperiodžiu. Tuo pat metu atlieka degazaciją, praleidžiant ozono turintį orą likusio chloro pašalinimui. Esant reikalui, nedidelėmis porcijomis prideda koagulianto-katalizatoriaus aktyviame būvyje.

5 Be to, pagrindinis valymas apima papildomą padidinto homogeniškumo išorinio magnetinio lauko taikymą impulsinio elektromagnetinio aktyvinimo procese su išankstiniu valomo vandens prisotinimu pasigaminusio elektroplazminių iškrovų metu ozono pertekliumi. Papildomą išorinį magnetinį lauką taiko ozono ežekcijos metu išoriniais magnetais, užtikrinančiais magnetinio lauko stiprį ne didesnį nei 10
10 Oe, o magnetinio lauko homogeniškumą didina lokaliai įvedant magnetiškai aktyvius elementus į valomo vandens srautą.

Šlamo rinkiklyje surinktą šlamą esant reikalui susmulkina, apdorojant elektropazminėmis iškrovomis, kurių energija 50-150 J/iškrovai τ_i 5-25 μ s ir dažnis 0,1-10 Hz, su galimybe nukreipti (grąžinti) susidariusį smulkiadispersinį dumblą į
15 anaerobinio rūgimo bioreaktorių.

Siūlomas būdas pasižymi technologiniu lankstumu: pagrindinio vandens srauto valymo, apdorojant elektropazminėmis iškrovomis su tuo pat metu vykdomu ultravioletiniu apšvitinimu derinyje su impulsiniu magnetiniu aktyvinimu ir apdorojimo asimetriniais elektros srovės impulsais elektrohidrodujjoninės
20 stabilizacijos procese, stadijų eiliškumas gali būti pakeistas į priešingą arba išskirstytas kitokiu technologiniu eiliškumu, priklausomai nuo valomo srauto parametrų.

Būdo pagal išradimą įgyvendinimo blok-schema pavaizduota Fig 1. Fig. 1 pozicijos yra taip pažymėtos:

- 25 1 – pagrindinė gamyba (pavyzdžiui spirito gamybos reaktorius);
- 2 – paduodamo į bioreaktorių pagrindinės gamybos nutekamųjų vandenų srauto parametrų pirmas optimizatorius;
- 3 – anaerobinio rūgimo bioreaktorius;
- 4 – nutekamųjų vandenų vandens parametrų antras optimizatorius;
- 30 5 – elektrohidrodujjoninis stabilizatorius (blokas EHDJS);
- 6 – nusodintuvas – skaidriklis;
- 7 – apdorojimo elektropazminėmis iškrovomis pagrindinis reaktorius - šaltos plazmos blokas (ŠPB), dirbantis ozono gaminimosi režimu;

8 – impulsinis elektromagnetinis aktyvatorius (IEMA)

9 – baigiamojo valymo priemonės (pavyzdžiui, daugiasluoksnių filtro modulis su mineraliniais ir/arba inertiniais užpildais)

10 – šlamo rinkiklis

5 11 – apdorojimo elektroplazminėmis iškrovomis antras reaktorius (antras ŠPB), dirbantis elektros smūgio režimu kaip šlamo ir/arba kitų organinių medžiagų smulkintuvas.

Fig. 2 iliustruoja medžiagos susmulkinimo laipsnio priklausomybę nuo apdorojimo elektroplazminėmis iškrovomis antrame reaktoriuje – šaltos plazmos bloke (ŠPB) trukmės.

Siūloma sistema maisto pramonės technologijų ekologizavimo būdo įgyvendinimui pagal išradimą apima tarpusavyje hidrauliškai susijusius pagrindinės gamybos reaktorių 1 (Fig. 1), pagrindinės gamybos nutekamųjų vandenų srauto parametrų pirmą optimizatorių 2, anaerobinio rūgimo bioreaktorių 3, nutekamųjų vandenų po anaerobinio rūgimo pagrindinio valymo priemonės (5, 6, 7, 8) ir baigiamojo valymo priemonės (9). Be to, sistema yra aprūpinta nutekamųjų vandenų parametrų kontrolės ir reguliavimo priemonėmis (Fig. 1 neparodyta) ir šlamo rinkikliu 10.

Šioje sukurtoje technologinėje sistemoje nauja yra tai, kad pagrindinio nutekamųjų vandenų po anaerobinio rūgimo valymo priemonės apima elektrohidrodujjoninį stabilizatorių (EHDJS) 5 ir apdorojimo elektroplazminėmis iškrovomis pagrindinį reaktorių (taip vadinamą šaltos plazmos bloką ŠPB) 7 derinyje su impulsiniu elektromagnetiniu aktyvatoriumi (IEMA) 8, su jų eiliškumo pakeitimo galimybe, priklausomai nuo valomo srauto parametrų.

25 Pagrindinio valymo priemonės papildomai apima nutekamųjų vandenų parametrų antrą optimizatorių 4, kur elektrohidrodujjoninis stabilizatorius 5 sujungtas su anaerobinio rūgimo bioreaktoriumi 3 per nutekamųjų vandenų parametrų antrą optimizatorių 4, o su apdorojimo elektroplazminėmis iškrovomis pagrindiniu reaktoriumi 7 – per nusodintuvą-skadrikį 6.

30 Be to, anaerobinio rūgimo bioreaktorių 3 padarytas išardomas, turintis specialią polimerinę dangą ir panaudojant elementus iš žemo spaudimo polietileno, kas žymiai pagerina jo tinkamumą remontui. Palyginus su žinomu reaktoriumi

BIOMAR®ASB, aprašytu ankščiau cituotame A. E. Kuznecovo ir A. B. Sinicino darbe, išradime siūlomas reaktorius turi eilę konstrukcinių privalumų:

- a) medžiaga – plienas-3 arba nauja medžiaga su specialia polimerine danga; separatoriaus (dumblo atskyriklio) elementai – žemo spaudimo polietilenas, leidžiantis žymiai sumažinti struvito nusėdimą ant bioreaktoriaus išleidimo vamzdžių, ir išvengti jo funkcionavimo sutrikimo technologiniame režime, tuo pačiu prailginant bioreaktoriaus darbo laiką be kapitalinio remonto; b) geras tinkamumas remontui; remonto laikotarpiu (1 kartą metuose) bioreaktorių galima išardyti, kai analoge tai pasiekama tik atlikus autogeninio suvirinimo darbus. Valymas reagentais be reaktoriaus išardymo – brangiai kainuojanti ir ilgai trunkanti priemonė (nuo 13 iki 25 parų). Siūlomas anaerobinis bioreaktorius yra pigesnis už žinomus analogus 3-5 kartus.

Filtru 9, skirtas po to sekančiam baigiamajam valymui, padarytas kaip daugiasluoksnis kasetinis modulis, turintis užpildų kompozicijas natūralių mineralų ir/arba inertinių užpildų pagrindu, o jo skerspjūvio plotas toks, kad užtikrina srauto pakėlimo greitį ne didesnį nei 1 m/val. Mineraliniais užpildais gali būti panaudotos įvairios kompozicijos, pavyzdžiui, natūralių poringų ir sorbcinių medžiagų pagrindu, įskaitant vulkaninius šlakus, o taip pat kai kurių gamybos procesų atliekas, iš kurių galima gauti filtruojančias medžiagas.

- 20 Sistema papildomai gali turėti apdorojimo elektroplazminėmis iškrūvomis antrą reaktorių (ŠPB) 11, dirbantį kaip organinio šlamo, surinkto šlamo surinkiklyje 10, smulkintuvą, kur šlamas surenkamas iš elektrohidrodujjoninio stabilizatoriaus (EHDJS) 5, nusodintuvo – skaidriklio 6, baigiamojo valymo priemonių (filtro) 9, o taip pat organinio šlamo iš nutekamųjų vandenų srauto parametrų pirmo optimizatoriaus 2 ir bioreaktoriaus 3, kur šlamo rinkiklis 10 sujungtas su nutekamųjų vandenų srauto parametrų pirmu optimizatoriumi 2 per minėtą apdorojimo elektroplazminėmis iškrūvomis antrą reaktorių (ŠPB) 11.

Siūloma būdo pagal išradimą įgyvendinimo sistema veikia tokiu būdu. Pagrindinės gamybos nutekamuosius vandenius (netgi turinčius $\text{ChDS} = 100000\text{--}120000 \text{ mg O}_2/\text{l}$) nukreipia į nutekamųjų vandenų srauto pirmą parametrų optimizavimo bloką 2, kur jį praskiedžia išvalytais nutekamaisiais vandenimis, gražinamais po pagrindinio valymo priemonių ir baigiamojo valymo priemonių, būtent: elektrohidrodujjoninio stabilizatoriaus (EHDJS) 5, apdorojimo

LT 5612 B

elektroplazminėmis iškrovomis pagrindinio reaktoriaus (ŠPB) 7 derinyje su impulsiniu magnetiniu aktyvatoriumi (IEMA) 8.

Esant užduotai nutekamųjų vandenų srauto parametrų optimizacijai vyksta ChDS sumažinimas iki 18000-22000 mg O₂/l, (lakių riebiųjų rūgščių lieka apie 4000 mg/l), pH koreguojamas iki 7-8 ir nutekamųjų vandenų temperatūra pakoreguojama iki 34± 1°C. Praskiestą optimizuotą nutekamųjų vandenų srautą nukreipia į anaerobinį bioreaktorių 3, turintį anaerobinių bakterijų konsorciumą, skirtą nutekamųjų vandenų organinių medžiagų rauginimui metaninio rūgimo būdu. Gamybos nutekamuosius vandenį, kurių ChDS ≤10000 mg O₂/l, atvėsinus arba pakėlus temperatūrą iki 34± 1°C iš karto nukreipia į anaerobinio rūgimo bioreaktorių 3.

Paduodamą į anaerobinio rūgimo bioreaktorių 3 srautą praturtina ląstelių fermentų aktyviųjų centrų biogenetinėmis pirmtakais biogeninių metalų mišrių ligandų kompleksinių junginių pavidalu.

Nustatyta, kad fermentų aktyviųjų centrų pirmtakai, dėl padidinto katalitinio veikimo fermentų efektyvesnės sintezės, padidina fiziologinį-biocheminį ląstelių aktyvumą, lydimą jų produktyvumo didėjimu. Ląstelių, pasižyminčių padidintu medžiagų apykaitos (metabolizmo) aktyvumu, biomasės formavimas suintensyvina rūgimo procesus. Visa tai kelia nutekamųjų vandenų valymo kokybę.

Anaerobinio bioreaktoriaus paleidimo metu organinių medžiagų rūgimo inicijavimui jį užpildo aktyviuoju dumbliu iš valymo įrenginių, kaip taisyklė, turinčiu ne daugiau 5% bendros biomasės metaną gaminančių bakterijų, neadaptuotų prie konkrečios įmonės nutekamųjų vandenų. Paprastai adaptacijos procesas vyksta labai lėtai ir todėl anaerobinio reaktoriaus perėjimas į projektinį režimą trunka 9 mėnesius ir daugiau. Tačiau nutekamųjų vandenų praturtinimas ląstelių fermentų aktyviųjų centrų pirmtakais, padidinantis ląstelių fiziologinį-biocheminį aktyvumą 2-4,5 karto, padeda iš esmės sutrumpinti anaerobinio bioreaktoriaus perėjimo į projektinį režimą laiką.

Išeinantys iš anaerobinio bioreaktoriaus nutekamieji vandenys toliau yra valomi elektroplazminiu būdu su mažomis energijos sąnaudomis, priklausomai nuo vandens srauto užterštumo. Pagrindinė technologinė schema apima apdorojimą paeiliui įvairiuose funkcinuose blokuose: elektrohidrodujjoniniame stabilizatoriuje (EHDJS) 5, paskui, praėjus nusodintuvą skaidrikli 6, srauto apdorojimo elektroplazminėmis iškrovomis reaktoriuje (ŠPB) 7 derinyje su impulsiniu elektromagnetiniu aktyvatoriumi (IEMA) 8.

Minėtų pagrindinių sistemos elementų sistemų funkcinė paskirtis tokia:

Blokas EHDJS 5 gali dirbti kaip elektrokoagulatorius ir kaip elektroflotatorius, priklausomai nuo pasirinkto darbo režimo. Dėl elektrinio lauko vyksta organinių teršalų destrukcija, oksidacijos-redukcijos reakcijų eigoje padidėja srauto skaidrumas. Nutekamuosiuose vandenyse esantys chloro jonai pereina į aktyvią formą, kuri pasižymi stipriu baktericidiniu poveikiu. Pagrindinė organinių teršalų masė pašalinama kaip suspenduotos dalelės EHDJS bloke flotacijos būdu ir patenka į šlamo rinkiklį 10. Chloro perteklių pašalina praleidžiant ozono turintį orą iš ŠPB 7.

Srauto apdorojimo elektroplazminėmis iškrovomis pagrindiniame reaktoriuje (šaltos plazmos bloke ŠPB) 7 vyksta nutekamųjų vandenų apdorojimas aukštos įtampos iškrovomis srauto paviršiumi (pagal srauto „veidroді“). Elektroplazminės iškrovas reaktoriuje (ŠPB) 7 lydi kietasis ultravioletinis spinduliavimas ($\lambda=150-400$ nm), terminis smūgis, kurio metu temperatūra pakyla iki 15000°C ir slėgio impulsai, siekiantys 1000 MPa, o taip pat susidaro žymus ozono kiekis. ŠPB, kurio gamybinis pajėgumas $50 \text{ m}^3/\text{val}$ ir $P_{\text{nust}}=25 \text{ kW}$ gali pagaminti 3000 g ozono per valandą.

Tam tikruose režimuose gaunamą ozoną aktyviai panaudoja pačiame nutekamųjų vandenų valymo procese. Reaktoriuje 7 (ŠPB) vyksta reaeracinis oksidavimas, o ozono turinčio oro perteklių paduoda į impulsinį elektromagnetinį aktyvatorių 8, sujungtą su ežektoriumi. Čia tokiu būdu formuojama pseudoskysta terpė; aktyvatoriaus 8 impulsinis elektromagnetinis laukas užtikrina padidintą ozono tirpumą vandens sraute ir sąlygoja suspenduotų dalelių papildomą koaguliaciją. Susidarantis ozono turintis oras iš ŠPB 7 taip pat gali būti pateikiamas, pavyzdžiui, grūdų, paduodamų į spirito gamybos reaktorių 1, ozonavimui.

Blokas IEMA 8 užtikrina sunkiųjų metalų ir vandens kietumo druskų koaguliaciją dėl stiprių elektrinio ir magnetinio laukų, kurių veikimas dėl molekulinės konformacijos iškraipymų padidina vandens gebėjimą keisti ChDS ir iš dalies naikina organinius teršalus.

Kaip minėta aukščiau, papildomo magnetinio lauko, kurio stipris ne daugiau 10 Oe, poveikis ozono ežektavimo procese impulsiniame magnetiniame aktyvatoriuje 8, pirmiausiai padidina ozono tirpumą. Tyrimai parodė, kad apdorojimas papildomu magnetiniu lauku, su tuo pat metu vykdomu prisotinimu ozonu, pagreitina suspenduotų dalelių koaguliaciją, sustiprina adsorbcinius procesus, padidina kietų dalelių sulipimą 2-4 kartus ir palaiko kitus veiksnius, aktyviai greitinančius

LT 5612 B

apdorojamo vandens srauto valymą. Magnetinio lauko stiprio padidinimas virš 10 Oe ekonomiškai nenaudingas, tuo labiau, kad tuomet valymo kokybė pagerėja nežymiai.

Pagal išradimą, magnetinio lauko homogeniškumą siūloma didinti lokaliai įvedant magnetiškai aktyvius elementus į valomo vandens srautą.

- 5 Elektrohidrodujjoninė stabilizacija (EHDJS) užtikrina suspenduotų dalelių pašalinimą iš srauto elektroflotacija, srauto pristorinimą deguonimi, bio- ir bakterinių teršalų naikinimą, sustiprina koaguliaciją ir kristalizaciją. Srauto apdorojimas elektroplazminėmis iškrovomis, lydymomis kietuoju ultravioletiniu spinduliavimu, ir po to vykdomas prisotinto ozonu valomo vandens srauto impulsinis elektromagnetinis
- 10 aktyvinimas toliau mažina ChDS (BDS₇) ir užtikrina papildomą metalo druskų, įskaitant sunkiuosius metalus, išsiskyrimą dėl valentingumo pasikeitimo ir perėjimo į netirpią formą vykstančios koaguliacijos.

- Visų nurodytų faktorių visuma efektyviai naikina mikroflorą, iš vandens srauto išdegina organines medžiagas, įskaitant ir riebalus, pašalina kvapą, užtikrina vandens
- 15 srauto komponentų galimybę oksiduotis, o metalų jonų - keisti valentingumą, kas palengvina jų pašalinimą iš apdorojamo srauto.

- Kiekvienas blokas sprendžia savo uždavinius ir tam tikromis sąlygomis gali būti panaudojamas atskirai ir/arba pakeičiant jų eiliškumą. Priklausomai nuo užterštumo lygio ir nutekamųjų vandenų, kuriuos reikia išvalyti, srauto tūrio, o taip
- 20 pat išvalymo lygio ir išvalyto vandens panaudojimo paskirties, gali būti naudojamos minėtų blokų skirtingos kombinacijos. Išvalymo laipsnis leidžia išvalytą vandenį naudoti tiek techninėms reikmėms, tiek ir žmogaus poreikių tenkinimui.

- Siūloma technologinė schema buvo aprobuota taip pat dėl kitokių maisto pramonės nutekamųjų vandenų valymo, kurioms būdinga labai didelė organinių
- 25 teršalų koncentracija, tame tarpe ir gyvulininkystės įmonių nutekamųjų vandenų valymui ir nukenksminimui, pavyzdžiui kiaulininkystės komplekso (žiūrėti pavyzdį 22). Rezultatai parodė, kad išvalius labai užterštas organiniais gyvulinės kilmės teršalais nuotekas pagal siūlomą technologinę schemą, bakterinės floros ir faunos nebuvo aptikta.

- 30 Energetinės pagrindinio išvalymo elektroplazminiu metodu sąnaudos priklauso nuo vandens srauto užterštumo ir yra intervale nuo 0,4 iki 2 kW/val / 1 m³ vandens. Valymo komplekso pajėgumo 20 m³/val gamybinis plotas sudarė 120 m².

Yra sukurti moduliniai blokai, kurių gamybinis pajėgumas nuo 5 iki 50 m³/val. Modulių taikymas lygiagrečiame režime suteikia galimybę padidinti komplekso gamybinius pajėgumus ir netolygiai laiko atžvilgiu apkrovai užtikrinti lankstesnį režimą. Be to, naudojamo impulsinio magnetinio aktyvatoriaus 8 konstrukcija padeda

5 pasiekti labiau homogeninį magnetinį lauką naudojant magnetiškai aktyvius elementus srauto tūryje, o apdorojimo elektroplazminėmis iškrovomis reaktoriaus 7 konstrukcija – stabilizuoti srauto paviršiaus ("veidrodžio") charakteristikas ir optimizuoti srauto pratekėjimo per elektroplazminės iškrovos zoną greitį.

Tokiu būdu, elektroplazminio valymo pagrindą sudaro grynai fizikiniai

10 metodai, kuriuose naudojamas elektrinių ir magnetinių laukų poveikis ir elektroplazminės iškrovos lydinys reiškiniai. Veikiant tiek atskiriems faktoriams, tiek ir sinergetiniams efektams, išradime siūlomos sistemos išėjime gaunamas nukenksmintas švarus vanduo, turintis tam tikrą užduotą druskingumo ir metalų hidrozių (koloidų) lygį, o taip pat gaunamas netoksiškas šlamos, sudarytas iš

15 nutekamųjų vandenų organinių teršalų liekanų.

Svarbu pažymėti, kad pirminio vandens valymo, vykdomo metaninio rūgimo metodu, derinimas su pagrindiniu elektroplazminiu valymu iš esmės pagerina ekologizavimo proceso efektyvumą dėl to, kad:

- elektroplazminio valymo sistema aprūpinama elektros energija, gaunama dėl biodujų

20 konversijos į elektros energiją, pvz., dujų generatoriumi,

- pasigamina didelio derlingumo organinės mineralinės trąšos, gautos sumaišius metaninio rūgimo procese susidariusią suspensiją su koloidiais ir suspensijomis, gaunamomis vykdant nutekamųjų vandenų pagrindinį elektroplazminį valymą.

Praktika rodo, kad metaninio rūgimo procesas, valant spirito gamybos iš

25 melasos nutekamuosius vandenius, leidžia gauti 50 m³ biodujų iš 1 m³ nutekamųjų vandenų. Skaičiavimai parodė, kad 1,0 MWval elektros energijos gavimui reikia 260 m³ biodujų arba 7 m³ nutekamųjų vandenų, kurių BDS apie 20 000 mg/l. Todėl, metaninio rūgimo procese išsiskiriančios biudujos ne tiktai aprūpina elektros energija elektroplazminio valymo sistemą, bet gali būti išnaudotos ir visos įmonės apšildymui

30 ir apšvietimui.

Išradimas paaiškinamas brėžiniais, demonstruojančiais spirito gamybos iš melasos nutekamųjų vandenų ir gyvulininkystės komplekso nutekamųjų vandenų valymo rezultatus, naudojant metaninį rūgimą derinyje su pagrindiniu valymu

elektroplazminiu metodu. Pavyzdžiai pateikti tik iliustravimui ir neapriboja išradimo apimties.

1 PAVYZDYS (kontrolė)

5 Spirito gamybos iš melasos nutekamųjų vandenų valymo eksperimentas atliktas naudojant metaninį rūgimą. Šios gamybos didelės koncentracijos nutekamuosius vandenį (ChDS 70000 mg O₂/l) praskiedė vandentiekio vandeniu iki koncentracijų ChDS 19800 mg O₂/l, lakiųjų riebiųjų rūgščių koncentracijos (LRR) – 3900 mg/l ir bendro azoto – 3850 mg/l, (įskaitant 950 mg/l amonio azoto). pH palaikė 10 6,9. Metaninio rūgimo procesą vykdė nepertraukiamai, kiekvieną parą pakeičiant 35% rūgimo terpės šviežiais nutekamaisiais vandenimis. Metaninio rūgimo procesą vykdė 33±1°C temperatūroje.

0,63 l valomo vandens įpylė į stiklinę 1 l talpą (atliekančią metantenko funkciją) po to inokuliavo 0,27 l (arba 30% rūgstančios terpės tūrio) aktyviuoju 15 dumbly, paimtu iš miesto valymo įrenginių. Anaerobinių bakterijų konsorciumo kiekis, kaip taisyklė, tokiam aktyviame dumble sudaro apie 4% bendro jo mikroorganizmų kiekio. Miesto valymo įrenginių aktyvaus dumblo bakterijos pasižymi žemu fiziologiniu-biocheminiu aktyvumu. Todėl anaerobinių bakterijų biocenozės formavimosi laikotarpis dėl dumblo mikroorganizmų žemo aktyvumo 20 sudarė 7,5 mėnesių. Suėjus šiam anaerobinių bakterijų biocenozės – anaerobinių bakterijų konsorciumo, adaptuoto prie spirito gamybos iš melasos nutekamųjų vandenų formavimo laikotarpiui užtikrinama nutekamųjų vandenų organinių medžiagų biotransformacija apytikriai 42%. To pasekoje, išeinančių iš metantenko nutekamųjų vandenų rodikliai buvo: ChDS – 11432 mg O₂/l, LRR – 2104 mg/l, 25 amonio azoto – 561 mg/l. Biodujų išėiga buvo 4,12 l/parai iš 1,0 l valomų nutekamųjų vandenų.

Po to preliminariai apvalytą valomą vandenį įpildavo į aerobinį reaktorių – 1,0 l talpos stiklinę talpą, užpildytą 0,27 l aktyviojo dumblo. Aktyvusis dumblas buvo 30 paimtas iš miesto valymo įrenginių. Užpildžius reaktorių 0,63 l valomo vandens, vykdė aerobinį nutekamųjų vandenų valymą atėmimo-pripylimo režimu, atitinkančiu metantenko darbo režimą. Iš aerobinio reaktoriaus išeinantis vanduo turėjo tokius rodiklius: ChDS – 389 mg O₂/l, LRR – 490 mg/l, amonio azoto – 92 mg/l.

2 PAVYZDYS.

- Eksperimentas atliktas analogiškai kaip 1 pavyzdyje (kontrolėje). Skirtumas buvo tas, kad prieš paduodant į metantenką, pradinį valomą vandenį praskiedė išseinančiais iš aerobinio reaktoriaus išvalytais nutekamaisiais vandenimis, kartu
- 5 praturtinant ląstelių fermentų aktyviųjų centrų pirmtakų mišiniu biogeninių metalų mišrių ligandų kompleksinių junginių mišinio pavidalu, kur biogeninių metalų junginių koncentracijos (pagal metalą, mg/l): Mg – 4,94; Mn – 0,25; Fe – 0,23; Zn – 0,045; Co – 0,00014; Cu – 0,00014. Reikia pažymėti, kad tuo būdu išseinantys iš spirito gamybos karšti nutekamieji vandenys tuo pat metu buvo vėsinami iki
- 10 darbinės temperatūros, tai yra, nebuvo reikalingas specialus vandens pašildymas. Kompleksiniai junginiai buvo ruošiami atskirai žinomu būdu, aprašytu patente RU2115657. Molekulės kompleksinio junginio vidinėje sferoje tuo pat metu koordinuotas vitaminas, aminorūgštis arba kitoks deguonies arba azoto turintis junginys. Pavyzdžiui, piruvatdekarboksilazės aktyvaus centro formavimui reikalingi
- 15 magnio jonai ir kofermentas tiaminpirofosfatas, kuris yra pirofosforo rūgšties ir tiamino eteris. Šio fermento aktyvaus centro biogenetinis pirmtakas yra magnio su tiaminu ir HPO_4^{2-} biokompleksinis junginys. Kitu pavyzdžiu gali būti biokompleksas mangano su pantoteno rūgštimi ir cisteinu, kuris yra kofaktoriaus A, turinčio fundamentinę reikšmę biocheminiams procesams, pirmtakas.
- 20 „Metaninio rūgimo procesas, naudojant ląstelių fermentų aktyviųjų centrų pirmtakų mišinį, buvo taikomas nenaudojant anaerobinių bakterijų granulių formavimo, o taikant jas atskirų suspenduotų ląstelių pavidalu. Tai užtikrina laisvą substrato priėjimą prie visų konsorciumo ląstelių, kai tuo metu joms esant granulių pavidale pilnavertiškai funkcionuoja tik granulės paviršiuje esančios bakterijos.
- 25 Fiziologinio-biocheminio aktyvumo padidinimas šių fermentų aktyviųjų centrų pirmtakų dėka ir jų buvimas reaktoriuje laisvame suspenduotame būvyje žymiai sutrumpino anaerobinių bakterijų biocenozės, adaptuotos spirito gamybos iš melasos nutekamųjų vandenų, formavimo laiką. Panaudojus biokompleksų mišinį, iš esmės padidėjo anaerobinių bakterijų fiziologinis – biocheminis aktyvumas, kas padėjo
- 30 sutrumpinti anaerobinių bakterijų konsorciumo formavimosi trukmę iki 3,1 mėnesio, t. y. anaerobinių bakterijų konsorciumo formavimosi greitis padidėjo apie 2,4 karto, lyginant su kontrole. Negalima nepažymėti ir to fakto, kad fiziologinio – biocheminio aktyvumo pasikeitimas koreliavo tiek su morfologinių rodiklių augimu, tiek ir su

paviršiaus neigiamo krūvio padidėjimu dėl lipidų koncentracijos membranose padidėjimo. Savaimė aišku, kad bakterijų neigiamo krūvio padidėjimas padidina jų elektrostatinę atostūmį ir sumažina jų granulių susidarymo tikimybę.

Rezultatas toks, kad nutekamieji vandenys, valyti naudojant ląstelių fermentų aktyviųjų centrų pirmtakus biogeninių metalų mišrių ligandų kompleksų pavidalu, turėjo geresnius rodiklius (apie 14,8%), palyginus su kontrole, t. y. biodujų išeiga sudarė 4,73 l/parai iš 1,0 l nutekamųjų vandenų.

3 PAVYZDYS

10 Eksperimentas atliktas analogiškai kaip 2 pavyzdyje. Skirtumas buvo tiksliai 10-teriojoje biokompleksų koncentracijoje (pagal metalą, mg/l): Mg – 49,4; Mn – 2,5; Fe – 2,5; Zn – 0,45; Co – 0,0014; Cu – 0,0014.

Biokompleksų įvedimas į valomą vandenį metaninio rūgimo stadijoje, anaerobinių bakterijų biocenozės formavimosi laiką sutrumpino iki 2,9 mėnesių ir pagerino išeinančių iš metantenko nutekamųjų vandenų rodiklius net 34%, lyginant su kontrole. Kartu išeinantys iš aerobinio reaktoriaus nutekamieji vandenys, lyginant su kontrole, turėjo rodiklius: ChDS – 313,7 mg O₂/l, LRR – 397,9 mg/l, bendrojo azoto – 74,6 mg/l, tame tarpe amonio azoto – 12,6 mg/l. Tokiu būdu, anaerobinių bakterijų konsorciūmo fiziologinio – biocheminio aktyvumo padidėjimas davė aukštesnį organinių teršalų išrūgimo laipsnį, kas apsprendė (18,9%) geresnius rodiklius, nei kontrolės. Tokiu būdu, biodujų išeiga sudarė 4,9 l/parai iš 1,0 l valomų nutekamųjų vandenų.

4 PAVYZDYS

25 Eksperimentas atliktas analogiškai kaip 2 pavyzdyje. Skirtumas buvo tiksliai didesnių biokompleksų koncentracijų panaudojime (duota pagal metalą, g/l): Mg – 0,494; Mn – 0,25; Fe – 0,23; Zn – 0,45; Co – 0,0014; Cu – 0,0014. Metaninis rūgimas naudojant nurodytas biokompleksų dozes nežymiai pagerino išeinančio iš metantenko valomo vandens rodiklius, lyginant su nutekamųjų vandenų rodikliais, stebimais 3 pavyzdyje, kada buvo naudojamos mažesnės kompleksinių junginių koncentracijos. Tačiau anaerobinių bakterijų biocenozės formavimo trukmė sutrumpėjo iki 2,4 mėnesių. Tolesnio valymo aerobiniame reaktoriuje trukmė taip pat buvo lydimą pagerėjimo kai kurių valymo rodiklių, kurių reikšmės išėjime iš

reaktoriaus buvo tokios: ChDS – 264,3 mg O₂/l, LRR – 281 mg/l, bendras azotas – 74 mg/l, tame tarpe amonio azotas – 10,1 mg/l.

5 PAVYZDYS

- 5 Spirito gamybos iš melasos nutekamųjų vandenų pirminį valymą metaninio rūgimo būdu vykdė analogiškai kaip 3 pavyzdyje. Preliminariai išvalyto metaninio rūgimo procese nutekamųjų vandenų kiekis sudarė 2,5 m³, kurių ChDS – 321 mg O₂/l, LRR – 383,4 mg/l, bendras azotas – 75,9 mg/l, tame tarpe amonio azotas – 12,3 mg/l.
- 10 Po pirminio valymo stadijos vandens nuotekas apdorojo elektroplazminėmis iškrovomis naudojant laboratorinį elektroimpulsinio įrenginio modulį, kurio elektros energijos sąnaudos – 0,4 kW·val. Baigus valymą, trukusį 5 min, nutekamųjų vandenų rodikliai elektroimpulsinio įrenginio išėjime buvo atitinkantys RLK normas, t. y. vandens rodikliai buvo tokie: ChDS – 1,2 mg O₂/l, amonio azoto – 0,41 mg/l.
- 15 Pagrindinė teršalų, buvusių suspenduotų dalelių pavidale, masė buvo pašalinta flotacijos būdu.

Svarbu pažymėti, kad pagrindinis valymas elektroplazminiu būdu, veikiant trimis pagrindiniams faktoriams – superstipriam elektriniam laukui, superaukštam momentiniam slėgiui ir superaukštai momentinei temperatūrai – praktiškai visiškai sunaikino nutekamųjų vandenų mikroflorą. Realizuojant būdą pagal šiuolaiką išradimą, užtikrinamas kokybiškesnis nutekamųjų vandenų valymas, išvengiama išmetimo į filtravimo laukus ne tik aktyvaus dumblo (apimančio anaerobinius ir aerobinius mikroorganizmus) perteklinio kiekio, bet ir sunkiai oksiduojamų organinių medžiagų, kas aiškiai išryškėja valant nutekamuosius vandenius naudojant anaerobines- aerobines technologijas. Visumoje, siūlomos sistemos su pagrindiniu elektroplazminiu valymu išėjime išvalyto vandens rodikliai tenkina sanitarinius-toksikologinius reikalavimus ir bendrus sanitarinius reikalavimus ir todėl vanduo gali būti panaudotas žmogaus gyvenimo veiklos poreikiams tenkinti ir/arba pakartotinai panaudotas gamybos cikle.

- 30 Iš gautų eksperimentinių rezultatų analizės seka, kad padidėjus metaniniame rauginime dalyvaujančių anaerobinių bakterijų fiziologiniam-biocheminiam aktyvumui, stipriai sumažinamas vandens ChDS ir sumažinamas lakiųjų riebiųjų rūgščių jame kiekis tuo pat metu didėjant biodujų išeigai. Tuomet kuo mažesnė ChDS

pradinė reikšmė, tuo mažiau susidaro biodujų. Tokiu būdu, gaunant spiritą iš krakmolingos medžiagos, pavyzdžiui grūdų, po spirito likę žlaugtai turi ChDS apie 36000-37000 mg O₂/l.

Atitinkamai, nors biodujų išeiga sumažėjo 40-50%, palyginus su cukringos žaliavos (melasos) panaudojimu, tačiau siūlomos sistemos išėjime pagerėjo valomo vandens kokybė.

Biodujų gavimo pramoniniu būdu galimybės įrodymu, gali būti spirito gamybos iš melasos nutekamųjų vandenų valymo rezultatai, gauti įdiegus anaerobinę-aerobinę technologiją firmoje ("Bryncalov" (RU)), kurios spirito gamybos gamybinis pajėgumas 9000 dekalitrų spirito per parą. Išeinančių spirito gamybos iš melasos karštų nutekamųjų vandenų, atvėsinus ir praskiedus išvalytu vandeniu, temperatūra buvo 34± 1°C, ChDS 18000-22000 mg O₂/l, LRR – 383,4 mg/l, bendras azotas– iki 4000 mg/l, įskaitant amonio azotą – iki 1500 mg/l ir pH 4,7-5,1. Pasibaigus metaniniam rūgimui, preliminariai apvalyto vandens parametrai buvo: ChDS 5000-6000 mg O₂/l, LRR – 2800-3000 mg/l, bendras azotas – 1020-1400 mg/l, tame tarpe amonio azotas – 900-1200 mg/l, pH 7,2-7,6; biodujų išeiga sudarė 100-120 m³/val iš vieno anaerobinio bioreaktoriaus, kurio talpa 550 m³ (tokių įmonėje buvo aštuoni). Svarbu pažymėti, kad įmonėje gautų biodujų kiekis buvo pakankamas įmonei apšildyti viso žiemos sezono laikotarpiu.

Po nutekamųjų vandenų valymo aerobiniame reaktoriuje vanduo jo išėjime turėjo tokius rodiklius: ChDS 250-300 mg O₂/l, bendras azotas – 70-90 mg/l, tame tarpe amonio azotas < 10 mg/l.

Skirtingai, nei siūlomame išradime, naudojama žinoma vandens valymo anaerobinė-aerobinė technologija, kaip išryškėjo, turėjo papildomą esminį trūkumą, susijusį su mikroorganizmų atsigaminimu anaerobiniame ir aerobiniame reaktoriuose. Tas sąlygojo aktyvaus dumblo kiekio didėjimą, kurio perteklių išmesdavo į dumblo aikštes. Reikia pažymėti, kad spirito gamyboje iš melasos susidaro karamelinio tipo sunkiai oksiduojamos organinės medžiagos, dėl ko būtina jas išmesti į filtracijos laukus, kur jos per 20-25 paras suyra iki supančios aplinkos foninių rodiklių. Šiuo atveju nutekamųjų vandenų valymo laipsnis buvo nepakankamas, norint jį pakartotinai panaudoti gamyboje, o jį galima buvo tik išleisti į kanalizaciją.

6-11 PAVYZDŽIAI

Spirito gamybos iš melasos ekologizavimo ir labai užterštų organiniais teršalais nutekamųjų vandenų valymo būdo įgyvendinimo sistemos darbas iliustruojamas žemiau pateiktais pavyzdžiais.

- 5 Nutekamuosius vandenį iš spirito reaktoriaus 1, kurių temperatūra 98°C, BDS₇ 120 000 mg O₂/l ir suspenduotų dalelių koncentracija apie 7 g/l, nukreipdavo į pirmą nutekamųjų vandenų vandens srauto parametru optimizavimo bloką 2, kur jį atvėsino iki 70-75°C temperatūros. Didžioji dalis (iki 60-70% nuo pradinės reikšmės) suspenduotų dalelių buvo sulaikoma, pavyzdžiui, dinaminiu filtru-dekanderiu
- 10 (schemoje neparodytas) ir sulaikytas šlamas buvo nukreiptas į šlamo rinkiklį 10. Fizikiniai ir fizikiniai-cheminiai vandens srauto parametrai tokie kaip pH, elektrinis potencialas, klampumas, tankis, elektrinis laidumas, elektromagnetinė skvarba ir kt., o taip pat ChDS (BDS) buvo matuojami ir palaikomi reikiamame lygyje nutekamųjų vandenų parametru kontrolės ir reguliavimo priemonėmis, pavyzdžiui, kontroliniais-
- 15 matavimo prietaisais sistemos ACY-TII-XII, kurie tuo pat metu teikė informaciją apie apdorojimo režimo keitimą.

- Žemiau nagrinėjamuose 6-8 ir 9-11 pavyzdžiuose į bioreaktorių 3 nukreipdavo optimizuotą srautą, kurio BDS₇ apie 20 000 mg O₂/l, temperatūra 34°C ir suspenduotų dalelių koncentracija apie 2,0 g/l, ir kurio pH buvo koreguotas apie 7,0 (klampumas β
- 20 sudarė 50 cP).

Metaninio rūgimo procesą bioreaktoriuje 3 vykdė sąlygomis, analogiškoms aprašytoms 3 pavyzdyje.

- Išeinantį iš metaninio rūgimo bioreaktoriaus srautą, kurio BDS₇ 3000 mg O₂/l ir suspenduotų dalelių koncentracija 0,5 g/l, nukreiptas į antrą parametru
- 25 optimizavimo bloką 4, kur šilumos apykaitos būdu su priešiniu išvalyto ir grąžinamo į gamybos ciklą vandens srautu vėsino iki 20°C temperatūros.

- Elektroflotaciją ir elektrokoaguliaciją optimizuotame sraute užtikrino, paduodant į elektrohidrodujjoninio stabilizatoriaus 5 elektrodų plokštes asimetrinius kvazisinusinius impulsus, esant srovės tankiui 25 A/m², keičiant poliariškumą 0,01
- 30 Hz dažniu. Koaguliacijos efektyvumas, priklausomai nuo impulsų dažnio, skirtingas (1 lentelė).

LT 5612 B

I lentelė

Modelinių smulkiadispersinių organinių suspensijų (dalelės apie 0,001 mm; koncentracija 50 mg/l) koaguliacijos efektyvumo priklausomybė nuo asimetrinių impulsų dažnio, po to leidžiant 4 valandas nusistovėti

Pavyzdžio Nr.	Impulsų dažnis, Hz	Koaguliacijos efektyvumas, %
6 pavyzdys	25	8
7 pavyzdys	100	25
8 pavyzdys	1000	92

Tolimesnis dažnio didinimas nesukėlė koaguliacijos efektyvumo padidėjimo.

Vykstant elektroflotacijai EHDJS bloke 5, kietas medžiagas ir koaguluotas koloidines medžiagas tirštos putos pavidalu atskyrė, surinko pagrindinę šlamo masę putų pavidalu nuo paviršiaus, nukreipdami ją į šlamo rinkiklį 10.

Elektroflotacijos procesą užbaigė valomo vandens srauto degazacija ir likusio chloro pašalinimu, prisotindami srautą paturtintu ozonu oru, gaunamu po to sekančiame nutekamųjų vandenų srauto apdorojime elektroplazminėmis iškrovomis ŠPB 7.

Priklausomai nuo valomo vandens sudėties, koaguliacijai šioje valymo stadijoje palengvinti galima papildomai įvesti elektriniu būdu generuojamą koaguliacijos katalizatorių aktyviame būvyje. 6-9 pavyzdžiuose naudojo šviežiai pagamintą elektriniu būdu generuojamą koaguliacijos katalizatorių $Al_2(SO_4)_3 + FeCl_3$.

Smulkiadispersinių suspenduotų dalelių koaguliacijos proceso užbaigimui valomą vandenį išlaiko nusodintuve-skaidriklyje 6.

Elektrohidrodujjoninės stabilizacijos procese BDS₇ keitėsi dešimtimis kartų, pasiekiant 300 mg O₂/l; nusodintuvo-skaidriklio 6 išėjime srauto charakteristikos buvo BDS₇ 150 mg O₂/l ir suspenduotų dalelių koncentracija 50 mg/l (2 lentelė).

2 lentelė

Srauto parametrų rodikliai vandens valymo nurodyto modulio išėjime (pagal 9 pavyzdį).

Srauto parametrai	Spirito reaktorius (1)	Pirmas optimizatorius (2)	Bioreaktorius (3)	Antras optimizatorius (4)	EHDJS (5)	Nusodintuvas - skaidriklis (6)	Pagrindinis ŠPB (7+8)	Filtrai (9)
t°C	98	75	35	20	20	20-15	20-15	20-15
BDS ₇ , mg O ₂ /ml	120000	20000	3000	1000	300	150 – 30	15-10	12-10

LT 5612 B

BDS ₇ , mg O ₂ /ml	120000	20000	3000	1000	300	150 – 30	15-10	12-10
C _{susp.} , mg/l	7000	2000	500	300	120	50 – 20	20-10	5
β, cP	10	50	20	15	10	10 – 5	3,0	1,0

Po to srautą nukreipė į apdorojimo elektroplazminėmis iškrovomis pagrindinį reaktorių – šaltos plazmos bloką (ŠPB) 7, kur apdorojo aukštos įtampos iškrovomis srauto paviršiumi. Energijos sąnaudos tūrio vienetui (specifinė energija) sudarė ne
 5 daugiau 0,5 kW/m³; iškrovos trukmė τ_i 0,15-0,5 μ s; kiti nutekamųjų vandenų apdorojimo šaltos plazmos bloke režimų pagrindiniai parametrai parodyti 3 lentelėje.

3 lentelė

Pavyzdys №	τ_i , μ s	P, kV	f, Hz	BDS ₇ mg O ₂ /l (išėjime)	C _{susp.} , mg/l (išėjime)
9	0,15	25	100	20	15
10	0,5	25	10000	10	10
11	5	25	100/kanalui	10	10

9-11 pavyzdžiuose aukštos įtampos iškrovų metu srautas apdorojamas kietu
 10 ultravioletiniu spinduliavimu kurio λ 150-400 nm; iškrovas lydėjo ozono susidarymas kiekiu 120 g/val / 1 kW sunaudotos energijos. Pasigaminęs ozonas dalyvauja išankstiniuose reaeracijos procesuose šaltos plazmos bloke, iš dalies yra nukreipiamas į EHDJS ir - didžioji dalis - perpumpuojama per ežektorių (Fig. 1 neparodyta) valomo srauto prisotinimui proporcingai jo deficitui po apdorojimo elektroplazminėmis
 15 iškrovomis.

Ozono prisotintą valomo vandens srautą impulsiniame elektromagnetiniame aktyvatoriuje 8 veikia išoriniu magnetiniu lauku.

Šiame pavyzdyje magnetinį lauką apie 5 Oe palaikė išoriniais elektromagnetais, o kaip magnetiškai aktyvius elementus naudojo plieninius
 20 rutuliukus, lokaliai įvedamus į valomo srauto tūrį.

Išeinančio iš ŠPB, sujungto su IEMA, srauto parametrus kontroliuoja ir optimizuoja pagal techninius reikalavimus, tuo pat metu panaudojant gautą informaciją (atgalinis ryšys) ŠPB energetinių parametų koregavimui (impulso trukmė, iškrovos dažnis ir kt.).

25 Praėjusį ŠPB 7 ir IEMA 8 srautą nukreipia baigiamajam valymui. Siūlomame būde ir jo įgyvendinimo sistemoje baigiamojo valymo priemone naudojo filtrą 9,

LT 5612 B

turintį polistirolio kaip inertinį užpildą, su GAA ir šungitą kaip mineralinio užpildo natūralius mineralus.

Po baigiamojo išvalymo valyto vandens BDS₇ buvo ne daugiau 15 mg/l, suspenduotų dalelių koncentracija sumažėjo 4-5 kartus, iki ~ 4-15 mg/l; siūlomu būdu išvalytų nutekamųjų vandenų organoleptinės savybės tapo pagerintos iki standartinių dydžių.

Tokiu būdu siūlomos valymo sistemos išėjime vanduo turėjo parametrus, leidžiančius jį ne tik panaudoti paduodamos į bioreaktorių pulpos praskiedimui, bet ir pakartotinai panaudoti, vėl jį paduodant į pagrindinės gamybos ciklą (pavyzdžiui į spirito reaktorių).

12-16 PAVYZDŽIAI.

Valomo vandens srauto optimalaus praėjimo greičio ir baigiamojo valymo efektyvumo pagal išradimą iliustracijai 4 lentelėje pateikti modelių tirpalų baigiamojo valymo parametrai, tame tarpe odos perdirbimo, galvanikos ir kitokios pramonės, nutekamųjų vandenų, turinčių žymius metalų junginių kiekius.

4 lentelė

Metalo hidroksidų koncentracijų iki ir po baigiamojo nutekamųjų vandenų valymo filtravimu priklausomybė nuo filtravimo greičio

Pav yzd žio №	Skaidrumas, cm	Filtravimo greitis m/val	Suspenduotų dalelių kon centracija, mg/l	Metalų koncentracija, mg/l				
				Cu	Ni	Zn	Cr	Fe
12	1,5 / 8,5	5,0	330/102	34,5/4,5	3,0 / 2,1	0,2 / 0,2	37,0 / 6,08	2,2 / 0,7
13	4,0 / 11,5	3,0	230 / 79	3,08/0,8	1,0 / 0,4	0,2 / 0,1	15,0 / 5,6	2,3 / 0,8
14	4,5 / 61	1,0	200 / 15	14,8/0,2	4,0 / 0,25	0,5 / 0,15	27,0 / 0,3	5,8 / 0,3
15	4,0 / 114	0,5	230 / 8	15,0/0,1	4,2 / 0,15	0,5 / 0,1	26,0 / 0,15	7,3/0,18
16	3,4 / 230	0,1	260 / 4	15,0/0,02	4,0 / 0,05	0,5 / 0,02	27,0 / 0,05	5,7 / 0,1

17-20 PAVYZDŽIAI.

Siūlomo ekologizavimo būdo galimybių iliustravimui antrinių resursų sugrąžinimo į gamybinį ciklą atžvilgiu naudojo metodiką, analogišką kaip 9 pavyzdyje.

Susidariusį organinį šlamą pakartotinai naudojo biodujų gamybos procese (bakterijų konsorciumas įsisavina nuo 40 iki 85 % organinių medžiagų).

Tam tikslui šlamo rinkiklyje 10 surinktą šlamą smulkino apdorojant elektrop lazminėmis iškrovomis antrame ŠPB 11 elektrinio sprogdinimo režime, kurio specifinė energija $0,6 \text{ kW/m}^3$, o kiti parametrai nurodyti 5 lentelėje.

5

5lentelė

Šlamo dalelių susmulkinimo efektyvumo priklausomybė nuo apdorojimo elektrop lazminėmis iškrovomis antrame reaktoriuje ŠPB parametrų (apdorojimo reaktoriuje trukmė 10 s)

Pavyzdžio №	W/iškrova, J	τ_i , μs	Dažnis, Hz	Suardymo laipsnis, %
17	50	5	0,1	30
18	50	5	10,0	100
19	100	10	1,0	95
20	150	25	10,0	100% (iki 0,0001 mm)

10

Priklausomai nuo apdorojimo elektromagnetinėmis iškrovomis režimo, antrojo bloko ŠPB 11 išėjime gaudavo smulkiadispersinę (iki 0,01-0,0001 mm) vienalytę masę (dumblą arba pulpą), kurią pagal poreikius dumblo siurbliu (Fig. 1 neparodyta) nukreipdavo į metaninio rūgimo bioreaktorių 3.

15

Apdorojimo elektrop lazminėmis iškrovomis antras reaktorių ŠPB 11 taip pat gali būti panaudotas bet kurios augalinės kilmės žaliavos susmulkinimui, toliau ją tiekiant į bioreaktorių biodujų gavimo tikslu. Augalinės žaliavos susmulkinimo laipsnis (%) apdorojimo elektrop lazminėmis iškrovomis su energija 50 J/iškrovai, esant dažniui 10 Hz ir τ_i 10 μs (optimalios energijos sąnaudos) priklausomai nuo apdorojimo laiko (s) iliustruojamas Fig.2 (1-kviečiai, 2-kukurūzai, 3-kviečių šiaudai, 4-pjuvenos).

20

21 PAVYZDYS.

Susmulkintą antrame bloke ŠPB 11 šlamą (pulpą) kartu su vandeniu po parametrų koregavimo grąžindavo į bioreaktorių. Pridėto šlamo (pulpos) įtaka iliustruojama duomenimis, pateiktais 6 lentelėje.

25

6 lentelė

Srauto parametrų rodikliai nutekamųjų vandenų valymo nurodyto modelio išėjime, pridėjus į bioreaktorių 3 susmulkinto ŠPB 11 šlamo /pulpos (paduodamo į bioreaktorių valomo vandens srauto BDS 7 koreguotas iki 20000 mg O_2/l eilės)

30

Srauto parametrai	Spirito reaktorius (1)	Pirmas optimizatorius (2)	Bioreaktorius (3)	Antras optimizatorius (4)	EHDJS (5)	Nusodintuvas-skaidrikis (6)	Pagrindinis ŠPB (7+8)	Filtrai (9)
t°C	98	70	34	20	20	20	20	20
BDS ₇	120000	20000	1000	1000	100	30	12	10
C _{susp.} mg/l	~7000	1500	500	500	50	30	15	5
β, cP	10	~150	~100	100	15	12	10	10

- 5 Šlamo surinkiklyje likęs organinis šlamos naudojamas kaip vertinga trąša.

22 PAVYZDYS

Siūloma technologijos ekologizavimo sistema taip pat buvo aprobuota kiaulių komplekso nutekamųjų vandenų, paimtų iš "Permės kiaulių komplekso" valymo įrenginių (2007 m) №2, valymui. Išeinantys iš komplekso pagrindinės gamybos nutekamieji vandenys turėjo tokius pagrindinius parametrus: pH 7,3; ChDS 46278 mg O₂/l; BDS₇ 7969 mg O₂/l; suspensijų koncentracija 9955 mg/l. Apdorojimo režimai bloke EhDJS 5 ir pagrindiniame bloke ŠPB 7 buvo atitinkamai kaip 8 ir 10 pavyzdžiuose. Nutekamųjų vandenų apdorojimas šiame pavyzdyje pasižymėjo tuo, kad pirmą parametru optimizatorių 2 naudojo nutekamųjų vandenų pašildymui ir jų degazei. Paduodamus į bioreaktorių 3 nutekamuosius vandenį koregavo pagal organinių medžiagų (biomasės) sudėtį, kad padidintų BDS₇ iki maždaug 20 000 mg O₂/l.

6 lentelė

- 20 Nutekamųjų vandenų, paimtų iš "Permės kiaulių komplekso" (2007 metų duomenys) valymo įrenginių mikrobiologinio užterštumo lygis (vien. /ml) iki ir po valymo

Mikroorganizmai	Nevalyti nutekamieji vandenys	Po valymo pagal siūlomą technologinę schemą
Žarnyno lazdelių grupės bakterijos	$3,4 \cdot 10^6$	Nerasta
Enterokokai	$1 \cdot 10^6$	Nerasta
Pienarūgštės bakterijos	$2 \cdot 10^7$	Nerasta
Aerobinės sporos	$4,5 \cdot 10^4$	Nerasta
Klostridijos	$3,6 \cdot 10^4$	Nerasta
Salmonelės	Netikrinta	Netikrinta

- 25 Šiuo atveju kaip baigiamojo valymo priemonę 9 naudojo smėlio filtrą. Naudoti antrą bloką ŠPB 11 nebuvo poreikio.

Pagal naudingų neorganinių medžiagų ir mikroelementų kiekį kiaulių komplekso nutekamųjų vandenų vanduo, sunaikinus bakterinę florą ir fauną ir pakeitus organoleptines savybes po apdorojimo ir nukenksminimo, gali būti laikomas vertingomis skystomis trąšomis, kurias pilnai įsisavina augalai.

- 5 Tokiu būdu, siūlomas nutekamųjų vandenų, turinčių organinių teršalų didelę koncentraciją, valymą apimantis technologijų ekologizavimo būdas, naudojant ląstelių fermentų aktyviųjų centrų pirmtakus, padeda didinti fiziologinį-biocheminį bakterijų aktyvumą, sumažina dumblo granulių susidarymo tikimybę ir padeda aktyviajam dumblui laisvai pasiskirstyti visame reaktoriaus tūryje pakibusiame
- 10 būvyje. Tas savo ruožtu sutrumpina anaerobinių bakterijų, adaptuotų konkretiems nutekamiesiems vandenims, biocenozės formavimosi laiką beveik 3,1 karto, o taip pat sąlygoja gilesnį organinės medžiagos rūgimą, padidinant biodujų išeigą. Iš kitos pusės, tolimesnis išėinančių iš anaerobinio reaktoriaus nutekamųjų vandenų valymas fizikinio poveikio metodais (elektroplazminiu būdu) leidžia suardyti likusias
- 15 organines medžiagas, efektyviai įvykdyti suspenduotų dalelių koaguliaciją ir flotaciją ir tuo pat metu sunaikinti nutekamųjų vandenų mikroflorą.

- Išvalymo laipsnis toks, kad atsiranda galimybė siūlomą būdą išvalytą vandenį panaudoti ne tik technologinėms reikmėms, bet ir žmogaus gyvenimo poreikių tenkinimui. Skaičiavimai parodė, kad biodujų konversija elektros energija leidžia
- 20 aprūpinti tiek elektroplazminio valymo sistemos darbą, tiek ir iki 70% pagrindinės gamybos poreikių.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Maisto pramonės technologijų ekologizavimo būdas, apimantis nutekamųjų vandenų, turinčių didelę organinių teršalų koncentraciją, valymą, kuriame pagrindinės gamybos nuotekas praskiedžia technologiniu vandeniu ir optimizuoja valomų nutekamųjų vandenų parametrus, paduoda nutekamuosius vandenį į iš anksto inokuliuotą aktyviuoju dumbliu anaerobinį bioreaktorių ir vykdo pirminį nuotekų valymą metaninio rūgimo metodu, naudojant adaptuotą anaerobinių bakterijų konsorciumą, po to taiko pagrindinį vandens valymą ir valymą pabaigia, nufiltruojant suspensijas ir likusias pakibusias medžiagas, be to valymo eigoje nutekamųjų vandenų srautą švitina ultravioletiniais spinduliais, besiskiriantis tuo, kad pagrindinės gamybos nuotekas praskiedžia išvalytais nutekamaisiais vandenimis, parametrų optimizavimas prieš paduodant valomas nuotekas į iš anksto inokuliuotą aktyviuoju dumbliu anaerobinį bioreaktorių apima pH koregavimą iki 7-8 reikšmės, temperatūros koregavimą iki $34 \pm 1^\circ\text{C}$ ir kartu nutekamųjų vandenų praturtinimą ląstelių fermentų aktyviųjų centrų pirmtakais, stimuliuojančiais anaerobinių bakterijų konsorciumo adaptavimąsi prie organinių teršalų, o pagrindinį valymą vykdo apdorojant valomų vandenų srautą impulsinėmis elektroplazminėmis iškrovomis, papildomai taikant išorinį magnetinį lauką.

2. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad praturtinimą ląstelių fermentų aktyviųjų centrų pirmtakais vykdo biogeninių metalų mišrių ligandų kompleksinių junginių mišiniu, biogeninio metalo koncentracijai esant intervale nuo 0,00014 iki 0,494 g/l, o aktyvųjį dumblą palaiko smulkiadispersiniame būvyje.

3. Būdas pagal 1 arba 2 punktą, besiskiriantis tuo, kad biogeninių metalų mišrių ligandų kompleksinių junginių mišinys apima Mg, Mn, Fe, Zn, Co, Cu kompleksinius junginius, kurių santykis (pagal metalą) yra 335-370 : 17-19 : 16-17 : 3 : 0,01 : 0,01, atitinkamai.

4. Būdas pagal bet kurį iš ankstesnių punktų, besiskiriantis tuo, kad apdorojimą impulsinėmis elektroplazminėmis iškrovomis vykdo srauto paviršiumi aukštos įtampos iškrovomis, kurių specifinė energija $P \leq 0,5 \text{ kW/m}^3$, $\tau_i \leq 0,15 - 5 \text{ } \mu\text{s}$;

amplitudė 25 kV ir impulsų pasikartojimo dažnis 100 - 10000 Hz, kartu su išskrovomis vykdant ultravioletinį apšvitinimą, be to pasigaminusio elektroplazminių iškrovų metu ozono perteklių utilizuoja tiek pačių nuotekų valymo procese, tiek ir pagrindinėje gamyboje naudojamos žaliavos išankstiniam apdorojimui ir
5 nukenksminimui.

5. Būdas pagal bet kurį iš ankstesnių punktų, besiskiriantis tuo, kad prieš apdorojant elektroplazminėmis išskrovomis papildomai optimizuoja ištekancio iš bioreaktoriaus nutekamųjų vandenų srauto parametrus, vykdo optimizuoto
10 nutekamųjų vandenų srauto elektrokoaguliaciją ir elektroflotaciją apdorojant elektrohidrodujjoninės stabilizacijos procese, po to leidžiant nusistovėti, o susidariusį organinį šlamą surenka į šlamo rinkiklį.

6. Būdas pagal 5 punktą, besiskiriantis tuo, kad ištekanciu iš bioreaktoriaus
15 nutekamųjų vandenų srauto optimizavimas apima temperatūros optimizavimą, atliekamą šilumos apykaitos su grįžtamu išvalytu vandeniu dėka, o elektrohidrodujjoninės stabilizacijos procesą vykdo elektros srovės impulsais, kurių srovės tankis $5-27 \text{ A/m}^2$ ir dažnis 25-1000 Hz, kartu atlieka degazaciją praleidžiant ozono turintį orą, ir, esant reikalui, prideda koagulianto-katalizatoriaus aktyviame
20 būvyje.

7. Būdas pagal 5-6 punktą, besiskiriantis tuo, kad elektrohidrodujjoninės stabilizacijos procesą vykdo asimetriniais kvazisininiais elektros srovės impulsais.

25 8. Būdas pagal bet kurį iš ankstesnių punktų, besiskiriantis tuo, kad pagrindinis valymas apima papildomą padidinto homogeniškumo išorinio magnetinio lauko taikymą impulsinio elektromagnetinio aktyvinimo procese, su išankstiniu valomo vandens prisotinimu elektroplazminių iškrovų metu pasigaminusio ozono pertekliumi.

30

9. Būdas pagal 8 punktą, besiskiriantis tuo, kad papildomą išorinį magnetinį lauką taiko ozono ežekcijos metu išoriniais magnetais, užtikrinančiais magnetinio

lauko stiprį ne didesnę nei 10 Oe, o magnetinio lauko homogeniškumą padidina, lokaliai įvedant magnetiškai aktyvius elementus į valomo vandens srautą.

10. Būdas pagal bet kurią iš 5-9 punktų, besiskiriantis tuo, kad šlamo
5 rinkiklyje surinktą šlamą esant reikalui susmulkina apdorojant elektropazminėmis
iškrovomis, kurių energija 50-150 J/iškrovai, τ_i 5-25 μ s ir dažnis 0,1-10 Hz su
galimybe nukreipti smulkiadispersinį dumblą į anaerobinio rūgimo reaktorių.

11. Sistema ekologizavimo būdui pagal 1-10 punktą įgyvendinti, apimanti tarpusavyje
10 hidrauliškai sujungtus pagrindinės gamybos nutekamųjų vandenų srauto pirmą
parametrų optimizatorių (2), anaerobinio rūgimo bioreaktorių (3), nutekamųjų
vandenų po anaerobinio rūgimo pagrindinio valymo priemonės (5, 6, 7, 8) ir
baigiamojo valymo priemonės (9), be to sistema yra aprūpinta nutekamųjų vandenų
parametrų kontrolės priemonėmis ir šlamo rinkikliu, besiskirianti tuo, kad
15 nutekamųjų vandenų po anaerobinio rūgimo pagrindinio valymo priemonės apima
elektrohidrodujjoninį stabilizatorių (5) ir apdorojimo elektropazminėmis iškrovomis
pagrindinį reaktorių (7) derinyje su impulsiniu elektromagnetiniu aktyvatoriumi (8),
su jų eiliškumo pakeitimo galimybe, priklausomai nuo valomo srauto parametrų.

20 12. Sistema pagal 11 punktą, besiskirianti tuo, kad pagrindinio valymo
priemonės papildomai apima nutekamųjų vandenų antrą parametrų optimizatorių (4),
be to elektrohidrodujjoninis stabilizatorius (5) yra sujungtas su anaerobinio rūgimo
reaktoriumi (3) per nutekamųjų vandenų antrą parametrų optimizatorių (4), o su
apdorojimo elektropazminėmis iškrovomis pagrindiniu reaktoriu (7) – per
25 nusodintuvą-skaidriklį (6).

13. Sistema pagal 11-12 punktą, besiskirianti tuo, kad anaerobinio rūgimo
bioreaktorių (3) padarytas išardomas, turintis specialią polimerinę dangą ir turintis
elementų iš žemo spaudimo polietileno; o baigiamojo valymo priemonės apima filtrą
30 (9), padarytą kaip daugiasluoksnis modulis ir užpildytą natūralių mineralų ir/arba
inertiniais užpildais, kur filtro modulio skerspjūvio plotas užtikrina valomo srauto
greitį ne didesnę nei 1 m/val.

14. Sistema pagal 11-13 punktus, besiskirianti tuo, kad papildomai turi apdorojimo elektrop lazminėmis iškrovomis antrą reaktorių (11), veikiantį kaip šlamo, surinkto iš elektrohidrodujjoninio stabilizatorius (5), nusodintuvo-skaidriklio (6), baigiamojo valymo priemonių (9), o taip pat organinių nuosėdų iš nutekamųjų vandenų srauto pirmojo parametrų optimizatoriaus (2) ir bioreaktoriaus (3), rinkiklyje (10) smulkintuvas, kur šlamo rinkiklis (10) sujungtas su pirmu parametrų optimizatoriumi (2) per apdorojimo elektrop lazminėmis iškrovomis antrą reaktorių 11.

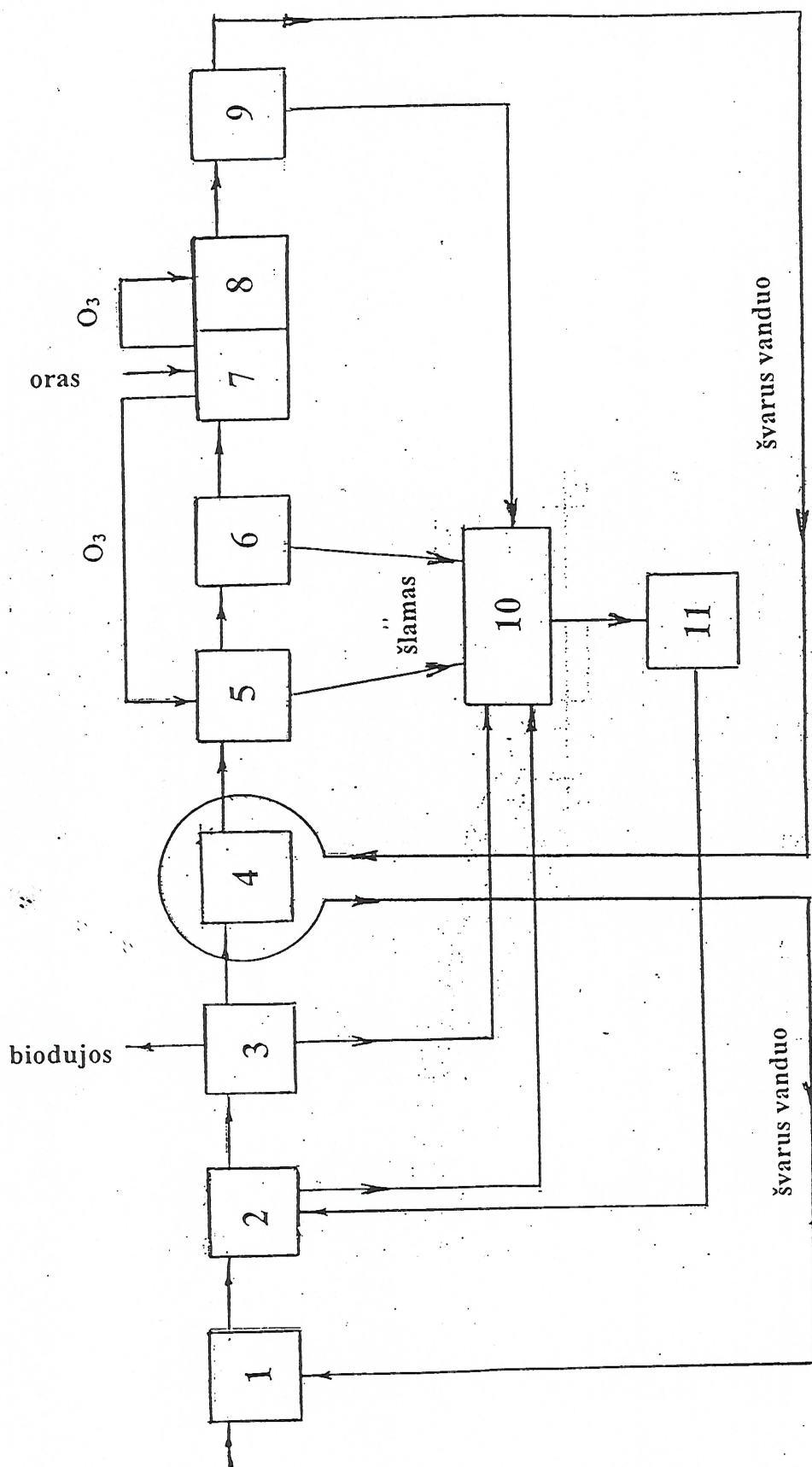


Fig. 1

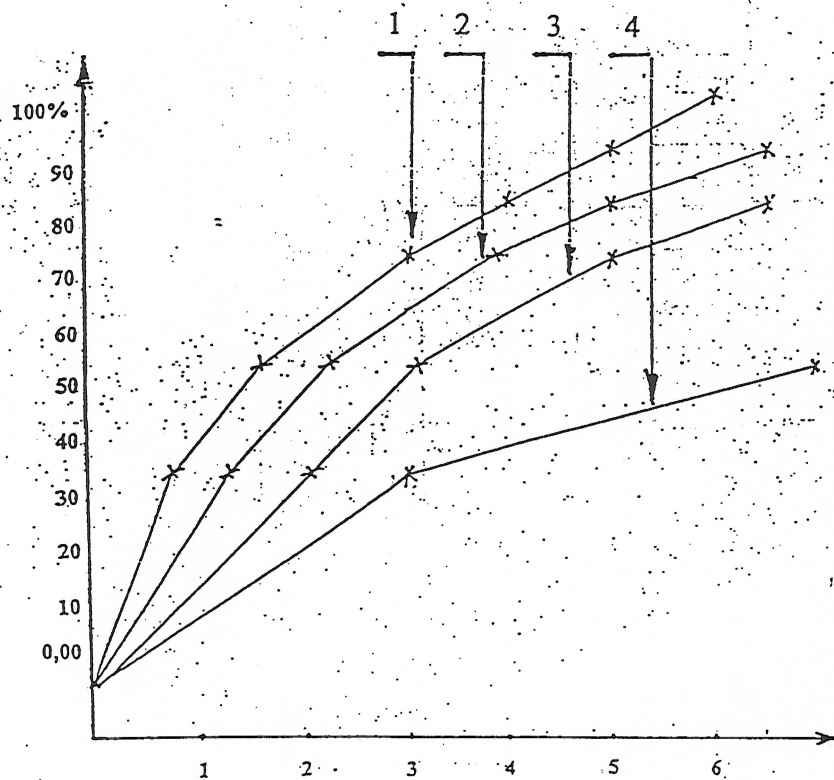


Fig. 2