

(19)



(10) **LT 5061 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5061**

(51) Int. Cl.⁷: **B01D 53/34**
B01D 53/44

(21) Paraiškos numeris: **2001 116**

(22) Paraiškos padavimo data: **2001 12 07**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2003 06 25**

(45) Patent paskelbimo data: **2003 10 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
Rasa VAIŠKŪNAITĖ, LT

(73) Patent savininkas:

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, 2040 Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

—

(54) Pavadinimas:

Biofiltras

(57) Referatas:

Išradimas priklauso biofiltrų sričiai su biologiškai suaktyvinta įkrova.

Šio metodo pagrindu biofiltrais, panaudojant mikroorganizmų veiklą, yra valomi užteršti oro srautai nuo lakių organinės kilmės junginių, tokių kaip: benzenas, butanolis etanolis, butilacetatas, etilacetatas, butilmetilketonas, formaldehidai, fenolis, ksilolas, acetonas, acetatas, stirenas, etilo, lakų, dažų ir emalės tirpikliai ir kt. Tuo tikslu biofiltrai gali būti naudojami žemės ūkyje (kombinuotų pašarų gamyboje, gyvulininkystėje, skerdykloje ir kt.), maisto (kavos, mėsos, žuvies, pieno, vyno ir kt.) bei įvairiose chemijos pramonės šakose (popieriaus-celiuliozės, baldų gamyboje, lakų, dažų, plastmasių, taip pat naftos apdirbimo įmonėse ir kt.).

Išradimo tikslas - patobulinti įrenginio konstrukciją bei pailginti jame taikomos biologiškai suaktyvintos, frakcionuotos pušų žievių įkrovos, kurioje kultivuojamos savaiminių mikroorganizmų asociacijos, eksploatavimą. Biofiltras (0,5x0,48x2,0 m) su biologiškai suaktyvinta įkrova susideda iš penkių (0,15 m storio) atskirų bei tolygų oro srauto pasiskirstymą užtikrinančių sluoksnių (17) (Fig. 1, 2). Jie užpildyti kontaktuojantį paviršiaus plotą su teršalais didinančia, frakcionuota, t.y. smulkia (0,01 m) pušų žievių frakcija.

Išradimas priklauso biofiltrų sričiai su biologiškai suaktyvinta įkrova. Šio metodo pagrindu biofiltrais, panaudojant mikroorganizmų veiklą, yra valomi užteršti oro srautai nuo lakių organinės kilmės junginių, tokių kaip: benzolas, butanolis, etanolis, butilacetatas, etilacetatas, butilmetilketonas, formaldehidas, fenolis, ksilolas, acetonas, stirenas, lakų, dažų ir emalės tirpikliai ir kt. Tuo tikslu, biofiltrai gali būti naudojami žemės ūkyje (kombinuotų pašarų gamyboje, gyvulininkystėje, skerdyklose ir kt.), maisto (kavos, mėsos, žuvies, pieno, vyno ir kt.) bei įvairiose chemijos pramonės šakose (popieriaus-celiuliozės, baldų gamyboje, lakų, dažų, plastmasių, taip pat naftos apdirbimo įmonėse ir kt.).

Lakiems organiniams teršalams nukenksminti taikomi įvairūs oro valymo metodai: adsorbcija, absorbcija, terminė ir katalizinė oksidacija bei biologinis dujų valymas. Pastarąjį dešimtmetį iš visų oro valymo metodų taikomas ir biologinis oro valymas. Biofiltrai su biologiškai suaktyvintu, filtruojančios terpės sluoksniu – tai viena iš nedaugelio oro valymo technologijų, nesukaupianti ar į aplinką neišskirianti jokių toksinių teršalų. Iš visų oro valymo metodų biofiltrų pasirinkimą lemia ir nepertraukiamas jų veikimas. Ekonominiu atžvilgiu, biofiltrai yra nepakeičiami valant orą nuo intensyvių dujinių srautų, kai juose teršalų koncentracijos siekia iki $1\ 500\ \text{mg/m}^3$. $1\ \text{m}^3$ oro išvalymas šiais įrenginiais vidutiniškai kainuoja tik 20-56 Lt, kai tuo tarpu atitinkamai, oksidaciniu oro valymu iki 420-672 Lt, adsorbciniu, pavyzdžiui, panaudojant aktyvuotą anglį, net iki 716-840 Lt ir pan. Esant ore aukštomis dujinių teršalų koncentracijoms (virš $1\ 000\ \text{mg/m}^3$), biofiltrų naudoti nepatartina, kadangi toksiškos medžiagos slopina mikroorganizmų aktyvumą bei jų dauginimąsi. Tuomet reikalinga mikroorganizmus palaipsniui adaptuoti prie vis didesnių teršalų koncentracijų. Laikantis nustatytų biofiltro darbo režimo parametrų, biofiltrai su biologiškai suaktyvintos terpės sluoksniu tarnauja iki 3-jų ar net iki 7-ių metų.

Sukurto biofiltro prototipas yra biologinio oro valymo įrenginys (Rusijos patentas RU 2048173, klasė B 01 D 53/44, 53/34, 53/85), t.y. filtras su stacionariu bioterpės sluoksniu skirtas valyti orą nuo lakių organinių junginių (formaldehido). Stačiakampio formos biofiltras sudarytas iš vientiso, iš viršaus bei apačios tinkleliais atskirto, 1 m storio nesusmulkintų šiaudų sluoksnio. Biofiltre yra du ortakiai: vienas, reikalingas užterštiems dujų srautams įleisti ir tolygiai juos paskirstyti bei kitas, skirtas išvalytam orui pašalinti. Virš bioterpės bei jos viduje vandenį išpurškia pora įrenginyje įtaisytų drėkintuvų.

Išradimo tikslas – patobulinti biologinio oro valymo įrenginio konstrukciją bei valant orą nuo lakių organinių junginių, pailginti jame frakcionuotos, biologiškai suaktyvintos pušų žievių įkrovos, kurioje kultivuojama savaiminė mikroflora, eksploatavimą.

Tikslas pasiekiamas naudojant biofiltrą (0,5x0,48x2,0 m) su biologiškai suaktyvinta pušų žievių įkrova (fig. 1, 2).

Stačiakampio formos biofiltras, turintis oro padavimo mazgą, filtruojančios terpės sluoksnį bei jos drėkinimo sistemą, nuo prototipo besiskiriantis tuo, kad filtruojanti dalis sudaryta iš mažiausiai dviejų, vienas virš kito išdėstytų sluoksnių, iš kurių kiekvienas turi drėkinimo sistemą, oro padavimo mazgą, išdėstyta taip, kad oro srautas kiltų iš apačios į viršų, be to, įrenginys turi termoreguliacijos, jo valdymo bei atliekų surinkimo sistemas.

Lyginant su prototipu, sukurtas biofiltras papildomai turi kondensorių, išdėstyta oro išėjimo angoje, bei vandens lygio rezervuare matuoklį, esantį filtro išorėje.

Biofiltre įrengti 2 – 6 atskiri, vienas virš kito išdėstyti bei vienas kito neslegiantys, tinkeliais atskirti įkrovos sluoksniai (17), įkrovai panaudota smulkinta pušų žievė, geriau kai naudojama smulkintos pušų žievės frakcija ne didesnė negu 0,01 m.

Sukurtame filtre įtaisytas temperatūros reguliatorius su jos davikliu bioterpėje palaiko pastovią (28–30 °C) temperatūrą.

Lyginant su biologinio oro valymo prototipu, kiekviename sukurto biofiltro įkrovos sluoksnyje išdėstyta drėkinimo sistemos dalis yra autonominė.

Papildomai biofiltras turi atliekų rinktuva, kuris surenka per visus filtruojančios terpės sluoksnius susidariusias atliekas, ir filtro valdymo-maitinimo pultą, kuris reguliuoja į kiekvieną įkrovos sluoksnį paduodamo vandens kiekį bei nustato reikalingą temperatūrinį režimą juose.

Sukurtas biofiltras yra mobilus, nes įrengtas ant rėmo su keturiais amortizuojančiais ratukais.

Prieš oro valymą (apie mėnesį), siekiant užpildyti kultivuoti savaiminių mikroorganizmų asociacijas, vykdomas biofiltro įkrovos ruošimas, apimantis jos drėkinimą, ir bioterpės drėkinimą taip, kad joje susidarytų 60% drėgnumas, taip pat papildoma biogeniniais elementais bei, palaipsniui didinant per ją leidžiamų teršalų koncentracijas, biologiškai aktyvinama.

Bakterijos gali būti išauginamos ir tam tikrame tirpale, vėliau jų kultūras užsėjant į bioterpę.

Biologiškai suaktyvintų pušų žievių įkrovoje aerobiniams mikroorganizmams (bakterijoms, mikromicetams) gaminant fermentus, teršalai suskaidomi iki galutinių jų skilimo produktų – anglies dvideginio (CO_2) ir vandens (H_2O). Oksidacijos produktų energija ir redukuoti ekvivalentai panaudojami mikroorganizmų populiacijos augimui. Taip kenksmingi teršalai paverčiami į nekenksmingus mineralus ir ląstelių masę. Su oru patekusios organinės medžiagos tuo intensyviau absorbuojamos mikroorganizmų, kuo jos geriau tirpsta vandenyje.

Sukurto įrenginio bei jame esančios biologiškai suaktyvintos įkrovos privalumai yra: naudojant frakcionuotą, t.y. smulkia žievių frakciją (0,01 m), padidėja su dujomis kontaktuojančio paviršiaus plotas. Be to, įrenginyje esant ne vientisiems, vienas kito neslegiantiems terpės sluoksniams ir dėl to mažai kintant pagrindiniams jų parametrams (temperatūrai ($30\text{ }^{\circ}\text{C}$), pH (apie 7,2), drėgmei (60 %), aeracijai), užtikrinamas tolygus oro srauto pasiskirstymas bei ilginamas terpės eksploatavimo laikas. Taigi, sukurto biofiltro įkrovoje filtracijos metu nesusirenka atliekos, nesusidaro pašaliniai skilimo produktai (alkoholiai, rūgštys ir t.t.) bei vandens perteklius, todėl kultivuoti užpilde aerobinius mikroorganizmus perspektyvu.

Biofiltras susideda iš penkių (0,15 m storio) atskirų, tarpusavyje vienas virš kito išdėstytų bei vienas kito neslegiančių, tinkleliais 16 atskirtų, bioterpės sluoksnių 17. Jie užpildyti kontaktuojantį paviršiaus plotą su teršalais didinančia, smulkia (0,01 m) pušų žievių frakcija. Pasirinktas žievių frakcijos dydis, t.y. ne didesnis nei 0,01 m, aiškinamas tuo, jog kuo frakcija smulkesnė, tuo tam tikrame užpildo tūryje didesnis jos užimamas kiekis, jų tankis bei, palyginti, nemažas porėtumas (75%). Tačiau pasirinktų frakcijų žievių porėtumas tarpusavyje skiriasi nedaug. Tai įrodoma atlikus eksperimentinius tyrimus su skirtingos frakcijos (0,01, 0,05, 0,1 m) pušų žievėmis (1 lentelė). Žievėse esančios ląstelių sienelės bei jų ertmės sudaro žievių porėtumą. Išmatavus absoliučiai sausų ir drėgnų žievių bandinių masę (svėrimo paklaida 0,0005 g) ir tūrį buvo nustatyti žievių ląstelienos tankiai, atitinkamai, sausų 652 ir drėgnų 698 (60% drėgnumo) kg/m^3 . Žievių tūriui nustatyti naudotas vanduo, todėl vidutinis jų ląstelienos (medžiagos, sudarančios ląstelės sienelę) tankis yra $1,53\text{ g/cm}^3$. Į 100 ml talpos cilindą įpylus skirtingos (0,01, 0,05, 0,1 m) frakcijos sausų ir drėgnų (60% drėgnumo) žievių ir jas pasvėrus (svėrimo paklaida 0,0005 g), nustatyti žievių frakcijų piltiniai tankiai (ρ_p , kg/m^3). Žinant žievių ląstelienos tankį (ρ_{LW} , kg/m^3) bei jų įvairių frakcijų piltinius tankius (ρ_p , kg/m^3), pagal formulę apskaičiuojamas žievių porėtumas (P , %):

$$P = \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_{last.}}\right) \cdot 100\%$$

kur,

P – porėtumas (%);

ρ_p – žievių piltinis tankis, (kg/m³);

$\rho_{last.}$ – žievių ląstelienos tankis, (kg/m³).

1 lentelė. Skirtingos frakcijos pušų žievių porėtumas

Eil. Nr.	Žievių frakcija, m	Porėtumas, (%)
1.	0,01	75
2.	0,05	77
3.	0,1	88

Biofiltre atsisakyta naudoti smulkesnes, t.y. mažesnes nei 0,01 m, frakcijos žieves. Kuo žievių frakcija užpilde smulkesnė, tuo labiau jame palaipsniui gausėjantis drėgmės režimas, didėjantis aerodinaminis pasipriešinimas bei atsirandantis deguonies trūkumas spartina anaerobinių sąlygų susiformavimą ir sutrumpina filtre esančios bioterpės eksploatavimą. Į penkis sluoksnius suskirstyta bioterpė užtikrina tolygius biofilto darbo režimo parametrus: temperatūrą (28–30 °C), drėgmę (60%), aeraciją, pH (apie 7,2), oro srauto pasiskirstymą. Per visus įkrovos sluoksnius ventiliatoriumi 6 pučiamas, ties šoninėmis filtro sienomis esančiais dviem kaitinimo elementais 4 šildomas valomo oro srautas. Į filtrą įeinančio ir iš jo išeinančio oro srauto kiekį reguliuoja lanksčiuose (nuo 1,0 iki 3,0 m ilgio) įėjimo 7 ir išėjimo 13 ortakiuose įmontuotos sklendės 9, 19 su jų atidarymą bei uždarymą reguliuojančiomis rankenomis 8. Į kiekvieną sluoksnį iš 30 l talpos vandens rezervuaro 21 su penkiais siurbliukais 20 pumpuojamas ir virš kiekvieno sluoksnio išpurškiamas vanduo 15. Terpės drėkinimo metu susidaręs vandens perteklius bei žievių likučiai surenkami atliekų surinktuve 10. Atsukus išorinį vandens kraną 11, per piltuvą 3 vandens rezervuaras, vidutiniškai kas 3 paros, papildomas švariu vandeniu. Be to, vandens lygį rezervuare rodo virš krano esantis

graduotas vandens lygio rezervuare matuoklis 18. Prieš oro valymą, siekiant užpilde kultivuoti mikroorganizmus, reikalinga maždaug mėnesį jį drėkinti.

Norint padidinti užteršto oro kiekį, įėjimo ortakis 7 pradžioje turi gaubto formą. Biofiltre naudojamas kondensorius 14, kuris džiovina išvalytą orą. Filtro viršutinėje dalyje yra temperatūrinis daviklis 26, kuris sujungiamas su pastovia (30°C) temperatūrą įrenginyje pagal impulsus nustatančiu bei palaikančiu temperatūriniu reguliatoriumi 25. Taip filtre nustačius tam tikrą ($28\text{--}30^{\circ}\text{C}$) temperatūrą, lėtėja bioterpės išdžiuvimas. Oro srautas iš filtro pašalinamas per lankstų išėjimo ortakį 13. Sukonstruotą įrenginį patogų eksploatuoti, kadangi jis turi keturis amortizuojančius ratukus 12, septynias poras priekinių 28 bei vieną porą šoninių 27 filtro rankenėlių.

Prieš bei po kiekvieną suaktyvintos pušų žievių įkrovos sluoksnį, įtaisius fizikiniams (slėgiui, greičiams) bei cheminiams (valomo oro kokybei, terpės vandenilio jonų koncentracijai (pH)) matavimams skirtas angas ($\varnothing 15\text{ mm}$ 1 ir $\varnothing 20\text{ mm}$ 2, 22), biofiltras tinkamas ir eksperimentiniams tyrimams. Įrenginyje įtaisytas termometras 23 ir jo valdymo-maitinimo pultas 5, kuriuo jis įjungiamas maitinimo įvadiniu kabeliu 24 į tinklą, jame reguliuojant į kiekvieną sluoksnį siurbliukais pumpuojamas tam tikras vandens kiekis, nustatoma reikiama temperatūra ir stebima ar vandens rezervuare yra vandens (fig. 1, 2).

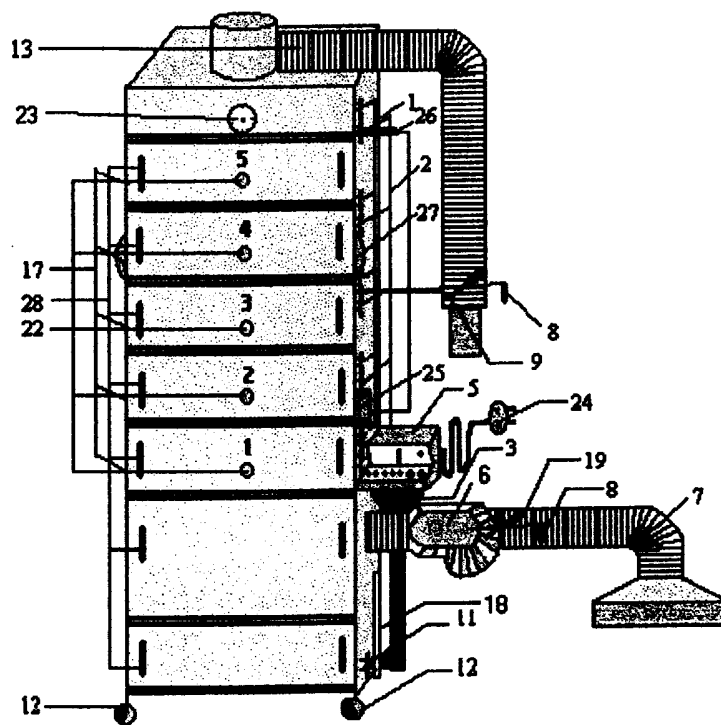
Išradimo apibrėžtis

1. Biofiltras, turintis oro padavimo mazgą, filtruojančios terpės sluoksnį bei jos drėkinimo sistemą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad filtruojanti dalis sudaryta iš mažiausiai dviejų atskirų vienas virš kito su tarpu išdėstytų sluoksnių (17), iš kurių kiekvienas turi drėkinimo sistemą, o oro padavimo mazgas išdėstytas taip, kad oro srautas kiltų iš apačios į viršų, be to, įrenginys turi termoreguliacijos, jo valdymo bei atliekų surinkimo sistemas.
2. Biofiltras pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad jame įrengti 2 – 6 atskiri, vienas virš kito išdėstyti bei vienas kito neslegiantys, tinkleliais atskirti įkrovos sluoksniai (17), įkrovai panaudota smulkinta pušų žievė.
3. Biofiltras pagal 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad įkrovai panaudota smulkintos pušų žievės frakcija ne didesnė negu 0,01 m.
4. Biofiltras pagal 1 - 3 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kiekviename įkrovos sluoksnyje išdėstyta drėkinimo sistemos dalis (15) yra autonominė.
5. Biofiltras pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad filtre įtaisytas temperatūros reguliatorius (25) su jos davikliu (26), bioterpėje palaikantis pastovią (28–30 °C) temperatūrą.
6. Biofiltras pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad turi atliekų rinktuvą (10), išdėstytą po įkrovos sluoksniais ir skirtą surenkti per visus filtruojančios terpės sluoksnius susidariusias atliekas.
7. Biofiltras pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad turi valdymo-maitinimo pultą (5), skirtą reguliuoti į kiekvieną įkrovos sluoksnį paduodamo vandens kiekį bei nustatyti reikalingą temperatūrinį režimą juose.

8. Biofiltras pagal 1 – 7 punktus, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad papildomai turi kondensatorių (14), išdėstytą oro išėjimo angoje, bei vandens lygio rezervuare matuoklį (18), esantį filtro išorėje.

9. Biofiltras pagal 1 – 8 punktus, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad yra mobilus, t.y. įrengtas ant rėmo su keturiais amortizuojančiais ratukais (12).

10. Biofiltro įkrovos paruošimo būdas, apimantis drėkinimą, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad bioterpę drėkina taip, kad joje palaikytų 60% drėgnumą, papildo biogeniniais elementais, palaipsniui didina leidžiamų teršalų koncentracijas, t.y. biologiškai aktyvina.



Figl.

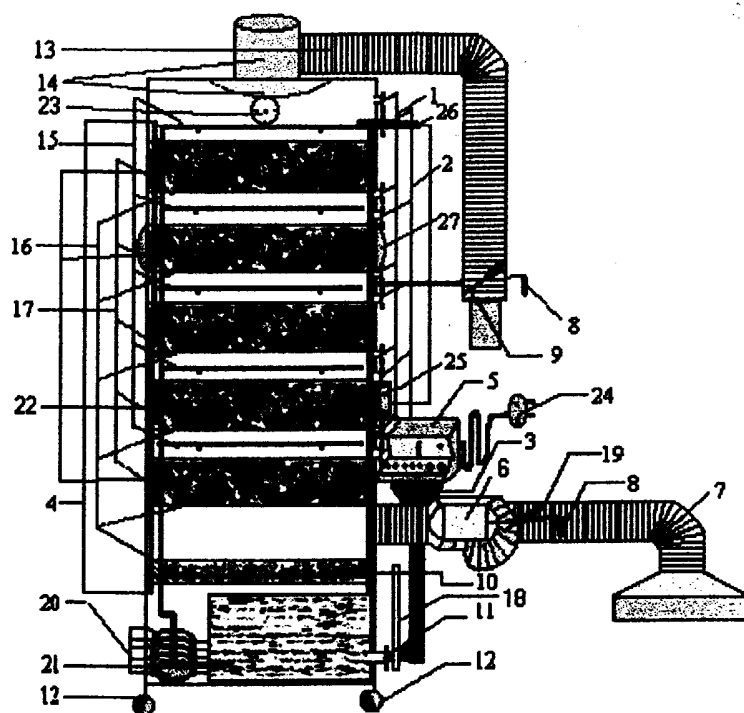


Fig 2.