

(19)



(10) **LT 5862 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5862**

(51) Int. Cl. (2011.01): **B01D 53/00**

(21) Paraiškos numeris: **2010 085**

(22) Paraiškos padavimo data: **2010 10 13**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2012 04 25**

(45) Patent paskelbimo data: **2012 08 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
Alvydas ZAGORSKIS, LT

(73) Patent savininkas:

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

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

**Gediminas PRANEVIČIUS, Advokatų kontora VARUL, Konstitucijos pr. 7,
LT-09308 Vilnius, LT**

(54) Pavadinimas:

Plokštelinis biofiltras su kapiliarine įkrovos drėkinimo sistema

(57) Referatas:

Išradimas skirtas biofiltrų su biologiškai aktyviąja medžiaga sričiai. Išradimo tikslas - patobulinti valymo įrenginio konstrukciją ir įkrovos drėkinimo sistemą, pailginti taikomos biologiškai aktyvios nešančiosios medžiagos eksploatavimo trukmę, padidinti oro valymo efektyvumą, sumažinti filtro aerodinaminį pasipriešinimą bei savikainą. Šis plokštelinis biofiltras su kapiliarine įkrovos drėkinimo sistema, turintis užteršto oro tiekimo ortakį, filtruojančią įkrovą, drėkinimo sistemą, ventiliatorių, pučiantį užterštą orą į filtrą, temperatūros biofiltre palaikymo sistemas, skiriasi tuo, kad įrenginio įkrovą sudaro daugybė vertikalių polimerinių plokštelių, padengtų iš abiejų pusių poringomis silpnai presuotomis plokštėmis iš termiškai apdirbto medienos plaušo, išdėstytų su milimetrais (0,5 - 1,0 mm) lygiagrečiai užteršto oro judėjimo kryptimi ir dalinai, optimaliu atveju - 1/3, panardintų aktyvuotame skystyje, tuo sukeliant kapiliarinį filtruojančios dalies drėkinimą.

Išradimas skirtas biofiltrų sričiai su biologiškai aktyviąja medžiaga. Biofiltras naudojamas orui valyti nuo lakiųjų organinės kilmės junginių, tokių kaip acetonas, ksilenas, toluenas, butanolis, stirenas, butilacetatas ir kt. Tuo tikslu biofiltra gali būti naudojami chemijos, maisto, baldų gamybos, nuotekų valymo, atliekų tvarkymo, medžio ir naftos apdirbimo įmonėse, spaustuvėse ir kitose pramonės šakose, kur išsiskiria lakieji organinės kilmės tirpikliai. Biofiltra gali būti įrengiami tose įmonėse, kur detalėms ar įrengimams valyti naudojami įvairūs skiedikliai bei tirpikliai. Biofiltrams būdinga tai, jog šie valymo įrenginiai valo orą ne tik nuo lakiųjų organinių junginių, bet ir pašalina nemalonius kvapus. Šiam tikslui biofiltra gali būti papildomai naudojami žemės ūkyje (skerdyklose, fermose), sąvartynuose, kur į aplinką išsiskiria amoniakas ir sieros vandenilis.

Oro valymo biofiltras yra ekonomiškė ir aplinkai nekenksminga būdas dujinių teršalų emisijų ore mažinimui. Šiuo metu pagrindiniai naudojamų biofiltrų trūkumai yra didelis įkrovos aerodinaminis pasipriešinimas, sudėtingas drėgmės ir darbinės temperatūros palaikymas įkrovoje, galimas bioįkrovos užsikimšimas mikroorganizmų biomase arba biomasės išplovimas iš įkrovos, biofiltra užima daug vietos, įkrovos drėkinimui sunaudoja daug elektros energijos.

Pateikiamo išradimo analogas yra biofiltras orui valyti nuo dujinių teršalų (tarptautinė patentinė paraiška WO2008/025365), skirtas orui valyti nuo lakiųjų organinių junginių ir kitų dujinių teršalų, tokių kaip amoniakas, sieros vandenilis. Biofiltro pagrindinis elementas yra įkrova, kurią sudaro vertikalios išdėstyti tuščiaviduriai, įvairios formos vamzdeliai. Vamzdeliai gali būti pagaminti iš natūralios arba dirbtinės (sintetinės) medžiagos. Natūralios kilmės medžiaga gali būti sudaryta iš medienos skiedrų, žievių. Dirbtinė – iš stiklo granulių, poliuretano rutuliukų, polivinilchloridinių žiedų. Įkrova drėkinama biogeniniais elementais prisotintu tirpalu. Tirpalas užpurškiamas purkštukais, įrengtais virš įkrovos, sudarytos iš vamzdelių. Vamzdelių ilgis, priklausomai nuo valomo teršalo prigimties ir įkrovos rūšies, gali siekti nuo 1 iki 5 m. Biofiltro oro valymo nuo lakiųjų organinių junginių efektyvumas siekia apie 93%, kvapus įrenginys sumažina 64%. Biofiltro vieno stačiakampio formos (0,07×0,016 m) vamzdelio, kurio aukštis yra 1,50 m, pasipriešinimas siekia 35 Pa. Pagrindinis biofiltro

privalumas – įrenginys gali sulaikyti gana dideles lakiųjų organinių junginių koncentracijas, nedidelis aerodinaminis pasipriešinimas. Šio įrenginio trūkumai yra tokie: įrenginyje nėra numatyta oro šildymo sistemos, kuri pagreitintų mikroorganizmų augimą, įkrovos drėkinimui reikalingos didelės elektros energijos sąnaudos, natūralios kilmės įkrova nėra ilgaamžė, o dirbtinę įkrovą reikia nuolat aktyvinti mikroorganizmais.

Antras pateikiamo išradimo analogas yra biofiltras, skirtas orui valyti nuo dujinių teršalų (Vokietijos patentinė paraiška DE10132224), tokių kaip etanolis, acto rūgštis, metanas, amoniakas ar azoto oksidai. Dujiniais teršalais užterštas oro srautas teka per biofiltro įkrovą, sudarytą iš viena šalia kitos išdėstytų polivinilchloridinių plokštelių. Plokštelių paviršius sudarytas iš poringo stiklo pluošto. Mikroorganizmai ant įkrovos užpurškiami virš jos įrengtais purkštukais. Taikant biofiltrą acto rūgšties koncentracija sumažinama nuo 300 iki 30 ppm, metano – nuo 60 iki 50 ppm, amoniako – nuo 60 iki 5 ppm. Pagrindinis biofiltro privalumas yra tai, kad naudojama plokštelinės konstrukcijos įkrova. Plokštelių paviršių sudaro poringas stiklo pluoštas, kurio poringumas gali siekti iki 70 %. Šio įrenginio trūkumai yra tokie: tokio tipo įkrovoje nesivysto savaiminiai mikroorganizmai, todėl ją reikia nuolat aktyvinti mikroorganizmais, įkrova drėkinama bei aktyvinama virš jos įrengtais purkštukais, dėl to padidėja energetinės sąnaudos biofiltro eksploatacijai, drėkinimo elementų gedimo ir saugumo rizika.

Išradimo tikslas – patobulinti valymo įrenginio konstrukciją ir įkrovos drėkinimo sistemą, pailginti taikomos biologiškai aktyviosios nešančios medžiagos eksploatavimo trukmę, padidinti oro valymo efektyvumą, sumažinti filtro aerodinaminį pasipriešinimą bei savikainą.

Biofiltro veikimo principas pagrįstas dujinių teršalų skaidymu, naudojant tam tikras mikroorganizmų kultūras. Biologinio oro valymo metu naudojamos pigesnės, veiksmingesnės, atliekų nesudarančios, aplinkai nekenksmingos biotechnologijos, padedančios efektyviau išvalyti orą nuo lakiųjų organinių junginių ir panaikinti nemalonius kvapus.

Pagrindinis plokštelinio biofiltro su kapiliarine drėkinimo sistema elementas yra įkrova. Įkrovą sudaro vertikaliai viena šalia kitos išdėstytos polimerinės plokštelės, sudarančios kapiliarinį drėkinimo efektą. Viena šalia kitos išdėstytos plokštelės turi militarpus (0,5–1,0 mm dydžio), todėl, naudojant plokštelinę įkrovos konstrukciją, sumažinamas įrenginio aerodinaminis pasipriešinimas. Tyrimais nustatyta, kad biofiltro su tokia plokštelių išdėstymo

sistema aerodinaminis pasipriešinimas siekia apie 35 Pa, todėl galima taikyti gana ilgas plokšteles, o tai padidina oro valymo efektyvumą.

Iš abiejų plokštelių pusių pritvirtintos silpnai presuotos plokštės sudarytos iš termiškai apdoroto medienos plaušo. Medienos plaušo ilgaamžiškumas pasiekiamas, medienos atliekas termiškai apdorojant garo sprogo (steam explosion) reaktoriuje (esant 32 barų slėgiui, temperatūrai – 235°C). Taip pakeičiama medienos molekulinė struktūra, kuri stabdo medienos plaušo puvinį drėgnoje aplinkoje, todėl padidėja biofiltro plokščių ilgaamžiškumas. Tam, kad poringose plokštėse galėtų formuotis mikroorganizmai, jos turi būti silpnai presuotos.

1 lentelė. Plokštelinės konstrukcijos įkrovos su kapiliarine drėkinimo sistema pagrindinių rodiklių tyrimų rezultatų palyginimas su kitomis įkrovomis

Oro srauto greitis, m/s	Vertikaliai išdėstytos, termiškai apdirbtos medienos plaušo plokštės	Kasetiniai filtrai (kasetės išdėstytos viena virš kitos)			
		Medienos ir žievių skiedrų mišinys	Medienos skiedrų, žievių ir ceolito granulių mišinys (santykis 1:1 pagal tūrį)	Medienos skiedrų, žievių bei porolono kubelių mišinys (santykis 1:1:1 pagal tūrį)	Medienos skiedrų, žievių, ceolito granulių ir porolono kubelių mišinys (santykis 1:1:1:1 pagal tūrį)
Aerodinaminis pasipriešinimas, Pa					
0,1	35	255	315	231	285
0,2	42	278	410	275	330
0,3	55	305	520	282	382
Oro valymo efektyvumas, %					
0,1	75	42	51	46	55
0,2	60	36	42	40	47
0,3	43	30	35	32	38

1-oje lentelėje lyginami tyrimų duomenys, gauti, tiriant plokštelinės konstrukcijos įkrovą, kurią sudaro išdėstytos plokštelės su militarpais, o jų ilgis siekia 0,2 m, su tyrimų duomenimis, gautais tiriant kasetinius biofiltrus, kurių įkrovos storis siekia 0,2 m. Palyginimui tyrimai su medienos skiedrų, žievių, ceolito granulių, porolono kubelių mišiniais buvo atlikti, naudojant kasetinius biofiltrus, išlaikant tas pačias tyrimo sąlygas (biogeninių elementų kiekį, temperatūrą), įkrovą drėkinant, apipurškus aktyvuoto vandens lašeliais iš viršaus. Atlikti tyrimai parodė, kad įkrova, sudaryta iš plokštelių, turi žymiai mažesnę aerodinaminę pasipriešinimą ir dėl kapiliarinės drėkinimo sistemos didesnę oro valymo efektyvumą. Tam, kad būtų pagerintas plokštelinio biofiltro oro valymo efektyvumas iki 95%, reikia plokštelių ilgį padidinti iki 0,8 m. Naudojant kasetinius biofiltrus 95% oro valymo efektyvumas pasiekiamas, įrengus 5–6 kasetes, užpildytas įkrova, kurios bendras aukštis siekia 0,8–1,0 m.

Tačiau, esant tokiam įkrovos sluoksniui, kasetinių biofiltrų aerodinaminis pasipriešinimas siekia iki 1200 Pa. Tuo tarpu padidinus plokštelinio biofiltro su kapiliarine įkrovos drėkinimo sistema plokštelių ilgį nuo 0,2 m, kuriam esant biofiltro aerodinaminis pasipriešinimas siekia apie 35 Pa, iki 0,8 m, įrenginio aerodinaminis pasipriešinimas padidėtų nežymiai.

Plokšteliniam biofiltre įkrova aktyvinama, kai drėkinama biogeninių elementų prisotintu tirpalu. Oro valymo metu leidžiamo teršalo molekulės lėtai slenka per medienos plaušo plokštes. Perneštos iš dujinės į skystąją fazę ant plokščių susidariusioje bioplėvelėje vykstančių fermentacijos procesų metu yra suskaidomos mikroorganizmų.

Didelės įtakos biologiniam oro valymo efektyvumui turi biofiltruose įrengtos drėkinimo sistemos. Optimalus įkrovos drėgnis yra 60–80%. Šiuo metu taikomuose biofiltruose įkrova drėkinama, naudojant virš jos išdėstytus drėkinimo purkštukus, į kuriuos vanduo tiekiamas siurbliu iš vandens rezervuaro. Taikant tokią drėkinimo sistemą, sunaudojama daug elektros energijos, filtruojančio sluoksnio viduje atsiranda anaerobinių sričių, galimas biomasės išplovimas iš įkrovos, dėl to sumažėja biofiltrų oro valymo efektyvumas. Nutrūkus elektros energijai ar sustojus technologiniam procesui, įkrova nėra drėkinama, todėl ji gali peržti ir sutrūkinėti.

Remiantis fizikos dėsniais yra žinoma, kad, skysčiui sąveikaujant su kieto kūno sienelėmis, paviršiaus įtempimo jėgos stengiasi pakelti skysčio lygį. Į aukštį kieto kūno sienelėmis pakilusio skysčio stulpelio slėgį atsveria aukštyn nukreiptas, kreivo paviršiaus įtempimo sukurtas slėgis. Taigi, veikiamas paviršiaus įtempimo jėgų skystis teka kapiliarais. Šį reiškinį – kapiliarumą – galima pritaikyti oro valymo biofiltre įkrovai drėkinti.

Tam, kad vyktų kapiliarinis drėkinimo efektas, biofiltro įkrovą sudaro vertikalios viena šalia kitos išdėstytos polimerinės plokštelės, kurių apatinė, 1/3 aukščio dalis, yra panardinta aktyvuotame tirpale. Tyrimais nustatyta, kad į druskų tirpalą panardinus tokią dalį plokštelių, skystis pakyla iki pat plokštelės viršaus, taip sudrėkindamas visą plokštelę. Druskų tirpalas susideda iš: K_2HPO_4 – 1 g, KCl – 0,5 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,5 g, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,1 g, $NaNO_3$ – 0,90 g, distiliuoto vandens – 1000 g. Kadangi plokštelės aukštis yra daug kartų didesnis už storį, o tarp viena šalia kitos vertikalios išdėstytų medienos plaušos plokščių turi milimetrus (0,2–0,5 mm), dėl paviršiaus įtempimo jėgų plokštelių kapiliaruose tirpalas poromis kyla į viršų, taip drėkindamas pačią įkrovą.

Kapiliarinio įkrovos drėkinimo efekto metu drėgmė savaime kyla į viršų ir vyksta plokštelių drėkinimas, todėl ši savaiminio drėkinimo sistema nenaudoja papildomos energijos. Įkrova yra gerai drėkinama ir sustojus technologiniam procesui, vykstant remonto darbams ar dėl kitų priežasčių išjungus elektros energiją. Naudojant tokią drėkinimo sistemą, išvengiama įkrovos drėgnio nepakankamumo, įkrova neperdžiūva, netrūkinėja, o tai palengvina oro pratekėjimą ir padidina mikroorganizmų aktyvumą. Kadangi kapiliarinio įkrovos drėkinimo metu nenaudojami elektriniai elementai, tokie kaip vandens siurblys, laiko relės, biofiltras yra saugesnis, supaprastėja jo eksploatacija. Plokšteliniame biofiltre naudojant kapiliarinę įkrovos drėkinimo sistemą išvengiama per didelio įkrovos drėgnio, filtruojančiojo sluoksnio viduje neatsiranda anaerobinių sričių, kurios padidina įkrovos aerodinaminį pasipriešinimą, sumažina teršalų sąveikos su mikroorganizmais laiką, o kartu ir įrenginio valymo efektyvumą. Naudojant kasetinius biofiltrus didžiausia apkrova tenka pirmam įkrovos sluoksniui. Tai padidina šio sluoksnio aerodinaminį pasipriešinimą bei biomasės užsikimšimo tikimybę. Tuo tarpu plokštelinės konstrukcijos biofiltre oro srautas per visą plokštelių paviršiaus plotą pasiskirsto tolygiai. Naudojant kapiliarinę įkrovos drėkinimo sistemą išvengiama galimo biomasės išplovimo iš įkrovos.

Naudojant kapiliarinę įkrovos drėkinimo sistemą sumažėja įrenginio eksploatacinės sąnaudos, nes nereikia įkrovos drėkinti, ją apipurškiant biogeniniais elementais prisotintu vandeniu. Įrenginiai tampa mobilesni. Dėl metodo ekonomiškumo, sukurti mažo našumo biofiltrai ypač plačiai gali būti pritaikomi smulkiuose ir vidutinio stambumo įmonėse, nes jose taršos šaltiniai nors nėra dideli, tačiau jų gana daug.

Brėžiniuose pateikti oro valymo įrenginio vaizdai, kur:

Fig. 1 yra šio išradimo biofiltro schematinis vaizdas išilginiame pjūvyje;

Fig. 2 yra šio išradimo biofiltro pjūvio per fig. 1 liniją A-A vaizdas; ir

Fig. 3 pateiktas vienos iš daugybės biofiltro įkrovą sudarančių polimerinių plokštelių, padengtų iš abiejų pusių termiškai apdorotomis, poringomis, lengvai presuotomis medienos plaušo plokštėmis, skerspjūvio vaizdas.

Oro valymo įrenginį sudaro ortakis iš cinkuotos skardos 1, ventiliatorius 2, jungtis 3, oro kaitinimo tenas 4, sklendė 5, metalinis korpusas 6, perforuota plokštė 7, termoizoliacija 8, vertikalių plokštelių sandarinimo lakštai (viršutinis ir apatinis) su kreipiančiosiomis 9, biofiltro plokštelė 10, išvalyto oro šalinimo ortakis 11, sandarinimo lakštų tvirtinimo elementai 12,

druskų tirpalas 13, bioterpės šildymo tenas 14, vandens talpa 15, kojelės 16, valdymo blokas 17, polimerinės plokštelės 18, termiškai apdorotos medienos plaušo poringos, lengvai presuotos plokštės 19.

ĮRENGINIO VEIKIMO PRINCIPAS

Ventiliatorius 2 užterštą oro srautą į biofiltrą tiekia ortakiu 1. Siekiant išvengti didelių temperatūros skirtumų (temperatūrinio šoko), prieš patenkant į biofiltrą užterštas oras pašildomas kaitinimo tenu 4 iki 30°C. Kaitinimo sistema su ventiliatoriumi sujungta ortakiu 3. Į biofiltrą tiekiamo oro srauto reguliavimui ortakyje 1 įrengta sklendė 5. Siekiant išvengti šilumos nuostolių, biofiltro korpusas 6 izoliuotas šilumą sulaikančiu ir atspindinčiu 5 cm storio termoizoliaciniu sluoksniu 8. Tam, kad oro srautas tolygiai pasiskirstytų per visą biofiltro naudingą plotą, prieš biofiltro įkrovą 10 įrengta perforuota plokštė 7.

Pagrindinis biofiltro elementas yra biofiltro įkrova 10. Įkrovą sudaro polimerinės plokštelės 18, kurios fiksuojamos viršutinio ir apatinio lakštų kreipiančiosiose 9 ir ant kurių išorinio paviršiaus pritvirtintos termiškai apdirbto medienos plaušo lengvai presuotos plokštės 19. Plokštelių apatinė dalis panardinta į vandenį, prisotintą biogeniniais elementais. Dėl vertikalios plokštelių su militarpais išdėstymo vanduo plokštelėmis kyla į viršų ir pasiskirsto po visą plokštės 19 paviršiaus plotą. Į biofiltro apatinėje dalyje įrengtą vandens talpą 15 įpilta druskų tirpalo, turinčio biogeninių elementų (N, P, K) 13, kurie padidina įkrovos aktyvumą. Siekiant padidinti mezofilinių mikroorganizmų aktyvumą, vanduo pašildomas vandens talpoje 15 iki 30°C įrengtu vandens šildymo kabeliu 14.

Sandarinimo plokštelės su kreipiančiosiomis polimerinių plokštelių fiksavimui 9 prie korpuso pritvirtintos tvirtinimo elementais 12. Užterštas oras, tekantis tarp medienos plaušo lengvai presuotų plokščių 19, valomas mikroorganizmais. Kadangi tarp plokščių 19 yra milimetriniai tarpai, todėl yra geras kontaktas tarp užteršto oro, tekančio tarp plokščių 19 ir mikroorganizmų, esančių ant medienos plaušo lengvai presuotų plokščių 19 paviršiaus. Išvalytas oras iš biofiltro pašalinamas per šalinimo ortakį 11. Biofiltro konstrukcijos apatinėje dalyje įrengtos kojelės 16. Optimalų ventiliatoriaus 2 ir šildymo 4, 14 sistemų darbo režimą užtikrina valdymo blokas 17.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Plokštelinis biofiltras su kapiliarine įkrovos drėkinimo sistema, turintis užteršto oro tiekimo ortakį, filtruojančią įkrovą, drėkinimo sistemą, ventiliatorių, pučiantį užterštą orą į filtrą, temperatūros biofiltre palaikymo sistemas, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad įrenginio filtruojančiąją dalį sudaro daugybė vertikalių polimerinių plokštelių, padengtų iš abiejų pusių poringomis plokštėmis, išdėstytų su militarpais (0,5–1,0 mm dydžio) lygiagrečiai užteršto oro judėjimo kryptimi ir dalinai panardintų aktyvuotame skystyje, tuo sukeliant kapiliarinį filtruojančios dalies drėkinimą.
2. Biofiltras, pagal 1 punktą b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vertikalios polimerinės plokštelės yra padengtos iš abiejų pusių poringomis silpnai presuotomis plokštėmis iš termiškai apdirbto medienos plaušo.
3. Biofiltras, pagal 1 punktą b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vertikalios polimerinės plokštelės, padengtos poringomis plokštėmis, yra panardintos 1/3 aukščio aktyvuotame skystyje.
4. Biofiltras, pagal 3 punktą b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad aktyvuotas skystis yra druskų tirpalas, susidedantis iš: K_2HPO_4 – 1 g, KCl – 0,5 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,5 g, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,1 g, $NaNO_3$ – 0,90 g, distiliuoto vandens – 1000 g.

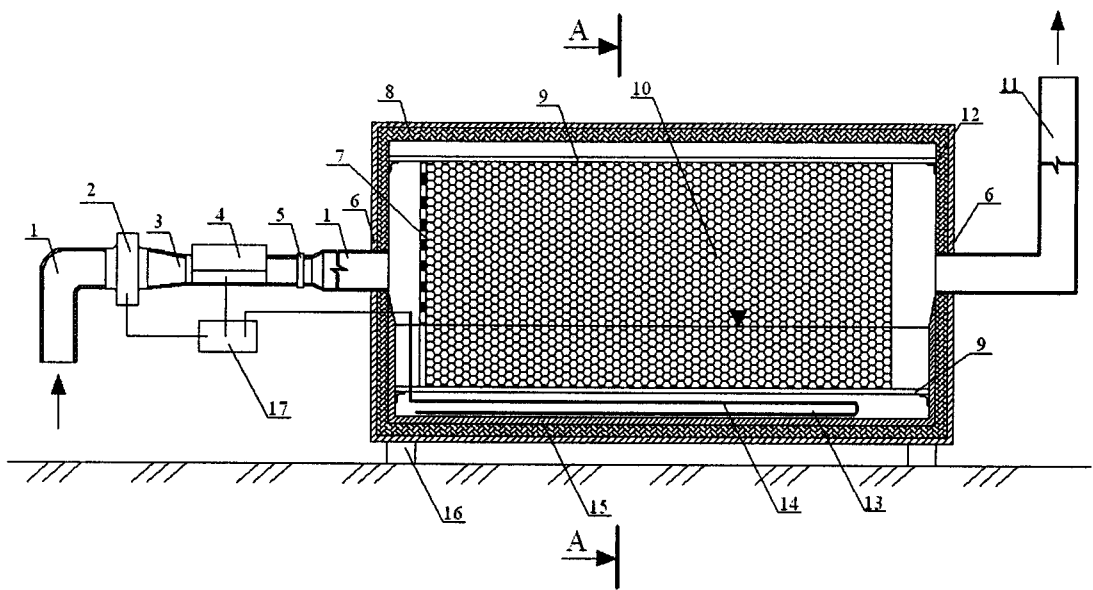


Fig. 1

A - A

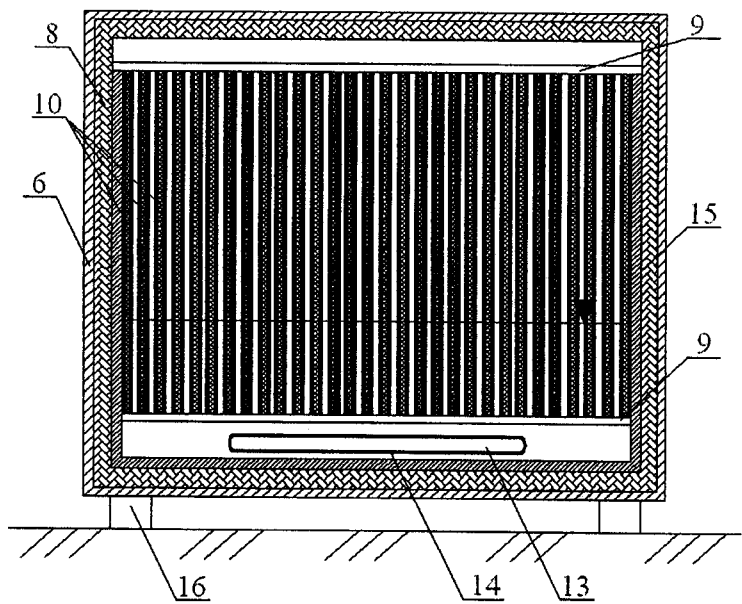


Fig. 2

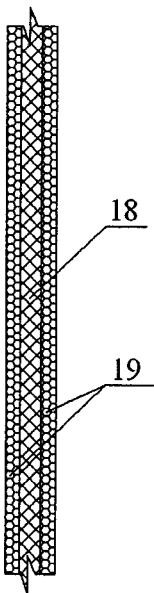


Fig. 3