

(19)



(10) **LT 6225 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **6225**

(51) Int. Cl. (2015.01): **B04C 1/00**

(21) Paraiškos numeris: **2013 134**

(22) Paraiškos padavimo data: **2013 12 12**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2015 06 25**

(45) Patent paskelbimo data: **2015 10 26**

(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
Aleksandras CHLEBNIKOVAS, LT

(73) Patent savininkas:

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio alėja 11, LT-10223
Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

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

(54) Pavadinimas:

Daugialygis daugiakanalis cilindrinis ciklonas-filtr

(57) Referatas:

Išradimas skirtas oro valymo inerciniams įrenginiams, kuriuose kietosios dalelės iš oro srauto atskiriamos, veikiant išcentrinei jėgai. Šio išradimo daugialygį daugiakanalį cilindrinį cikloną - filtrą sudaro keli ciklonai, sumontuoti viename korpuse vienas virš kito, sujungti bendru oro srautą paduodančiu tangentine ortakiu ir centriniu pašalinančiu ortakiu. Kiekvienas ciklonas turi viduje sumontuotus ketvirtžiedžius su reguliuojamais tarpais galuose, ketvirtžiedžiuose prapjautos angos, kurių plotas lygus 1/3 ketvirtžiedžio ploto, o išpjautos plokštelės atlenktos 5 - 15° kampų dulkėto oro judėjimo kryptimi. Ciklonų korpuse apačioje primontuotas dvigubas kūginis bunkeris.

IŠRADIMO SRITIS

Išradimas skirtas oro valymo inerciniams įrenginiams, kuriuose kietosios dalelės iš oro srauto atskiriamos, veikiant išcentrinei jėgai. Ciklonai yra vieni iš plačiausiai naudojamų oro valymo įrenginių, skirtų orui (dujoms) valyti, išskiriant iš jų kietąsias daleles.

TECHNIKOS LYGIS

Pagal valymo metodą šis įrenginys priskiriamas prie sausojo oro valymo įrenginių ir gali būti naudojamas įvairiose ūkio srityse, kurios yra susijusios su kietųjų dalelių išmetimu į atmosferą. Ciklonai įgavo platų pritaikymą praktiškai visose pramonės šakose, pavyzdžiui, statybų pramonėje, statybinių medžiagų, mašinų gamyboje, chemijos, maisto ruošimo, medžio apdirbimo pramonėse, popieriaus gamyboje, baldų gamyboje, transporto remonto srityje, žemės ūkyje, energetikos objektuose ir kitur. Kietosios dalelės susidaro įvairiuose medžiagų perdirbimo procesuose: smulkinant, deginant, vykdant chemines reakcijas, džiovinant, transportuojant sausas medžiagas ir t.t.

Gana dideles kietąsias daleles, pavyzdžiui, 20 μm ir didesnes, iš oro (dujų) srauto galima išskirti gana nesudėtingai. Tam plačiai taikomi tradiciniai ciklonai, dulkių nusodinimo kameros, inerciniai bei žaliuziniai oro valymo įrenginiai, kurie yra nesudėtingi ir pasižymi paprasta jų eksploatacija.

Tam, kad būtų galima pašalinti iš oro srauto smulkias 10÷20 μm ir ypač labai smulkias 1÷10 μm kietąsias daleles, reikalingi sudėtingi įrenginiai, pavyzdžiui, elektrostatiniai, rankoviniai filtrai bei Venturi skruberiai, kurių eksploatacija yra sudėtinga. Labai smulkios kietosios dalelės yra ypač pavojingos žmonių sveikatai, nes lengvai gali patekti į plaučius, kauptis plaučių alveolėse ir, tokiu būdu, susergama plaučių pneumokonioze. Todėl tokiems procesams, kurių metu išskiriamos kietosios dalelės, taikomi griežti aplinkosauginiai reikalavimai.

Pateikiamo išradimo prototipas – daugiakanalis ciklonas (LT5912, B04C), skirtas orui (dujoms) valyti nuo kietųjų dalelių. Įrenginys susideda iš oro (dujų) srauto įtekėjimo ir išvalyto srauto ištekėjimo angų, cilindrinio korpuso – separavimo kameros, kurioje yra kreivalinijiniai kanalai, cilindrinio bunkerio, kurio gylis ne mažesnis kaip 1,4 kanalų aukščio, kuris sujungtas su korpuse esančiais žiediniais plyšiais pirmame ir antrame įrenginio kanaluose. Daugiakanalio ciklono trūkumas yra

tai, kad ciklono našumo didinimas labai didina jo gabaritus, o valymo efektyvumas didėja nežymiai.

IŠRADIMO ESMĖ

Išradimo tikslas – patobulinti ciklono konstrukciją, padidinti oro valymo efektyvumą, našumą bei kompaktiškumą.

Šio išradimo daugialygį daugiakanalį cilindrinį cikloną – filtrą sudaro keli ciklonai, sumontuoti viename korpuse vienas virš kito, sujungti bendru oro srautą paduodančiu tangentiniu ortakiu ir centriniu pašalinančiu orą ortakiu. Kiekvienas ciklonas turi viduje sumontuotus ketvirtžiedžius su reguliuojamais tarpais galuose, ketvirtžiedžiuose prapjautos angos, o išpjautos plokštelės atlenktos $5\div 15^\circ$ kampų dulkėto oro judėjimo kryptimi. Ciklonų korpuso apačioje primontuotas dvigubas kūginis bunkeris.

Daugialygio daugiakanalio ciklono – filtro veikimo principas pagrįstas tuo, kad dvifazis oro (dujų) srautas, t.y. oras, užterštas kietosiomis dalelėmis, tangentiniu būdu patenka į visus daugialygio ciklono kanalus, kuriuose kietosios dalelės iš oro srauto atskiriamos, veikiant išcentrinėms jėgoms bei filtravimo procesams visuose kanaluose. Jeigu, veikiant išcentrinėms jėgoms, atskiriamos gana didelės – nuo 20 μm ir didesnės – kietosios dalelės, tai filtravimo procesu išskiriamos mažos ir net labai mažos dalelės – mažesnės kaip 20 μm ir net dalelės tarp $1\div 10 \mu\text{m}$.

Eksperimentiniais tyrimais nustatyti ciklono aerodinaminiai parametrai – greitis ir slėgis – bei oro valymo efektyvumai, priklausomai nuo periferinio tūrio, t.y. srauto, grįžtančio į ankstesnį kanalą, ir tranzitinio tūrio, t.y. srauto, judančio toliau į sekantį kanalą, procentiniais santykiais 75:25, 50:50, 25:75. Periferinis oro srautas, patekęs į ankstesnį kanalą, sudaro oro užuolaidą, kuri filtruoja ateinantį dulkėtą oro srautą, o tai įgalina sulaikyti mažas $1\div 10 \mu\text{m}$ dydžio daleles ir nukreipti jas į bunkerį.

Dulkėtas oras (dvifazis srautas), patekęs į pirmą kanalą, veikiant išcentrinei jėgai yra nukreipiamas į segmentinius žiedinius plyšius ir patenka į bunkerį, o toliau judantis dulkėtas oras juda kitais kanalais ir patenka į išvalyto oro pašalinimo ortakį, kuris pereina į kitą lygį ir juda toliau iki galutinio išėjimo iš ciklono. Kanalų sienelėse esančios angos sudaro galimybę kietosioms dalelėms grįžti į ankstesnį kanalą ir patekti per segmentinius plyšius į bunkerį, o tai padidina valymo efektyvumą. Tokių angų yra kiekvieno lygio ir kiekviename ketvirtžiedyje su atlenkta plokšte, kuri

nukreipia dulkėtą srautą į ankstesnį kanalą.

Judantį visuose kanaluose dvifazį oro (dujų) srautą veikia išcentrinė jėga, kuri daleles nukreipia link kanalų išorinės sienelės ir kurios per juose esančias angas patenka į ankstesnį kanalą ir taip juda toliau iki pirmojo kanalo ir per segmentinius plyšius į bunkerį.

Ciklono ašyse tarp ketvirtžiedžių galų yra įrengti reguliuojami plyšiai, įgalinantys keisti periferinių ir tranzitinių oro srautų procentinius kiekius, pavyzdžiui, 75:25, 50:50, 25:75, o tai leidžia reguliuoti oro valymo efektyvumą, priklausomai nuo kietųjų dalelių tankio bei dispersijos, nors ir keičiasi ciklono pasipriešinimas.

Kuo didesnis periferinis (grįžtamasis) srautas, tuo gauname stabilesnę, stipresnę užuolaidą, todėl vyksta stabilesnis filtravimo procesas. Kietosios dalelės efektyviau sulaikomos oro užuolaida ir patikimiau nukreipiamos link išorinės kanalo sienelės ir per kanalų sienelių angas pereina visus kanalus ir per segmentinius plyšius patenka į bunkerį.

Naudojant ketvirtžiedžius vietoje pusžiedžių, ketvirtžiedžių galuose, t.y. keturiose vietose ties ašimis, sudaromos oro užuolaidos, filtruojančios dulkėtą orą, o tai didina oro valymo efektyvumą.

Kiekviename ketvirtžiedyje yra prapjauta anga, kurios plotas sudaro trečdalį ketvirtžiedžio ploto ir kuri yra jo viduryje, o prapjautos angos plokštelė atlenkta $5+15^\circ$ kampu ir nukreipta dulkėto oro judėjimo kryptimi. Tai leidžia reguliuoti kanalo skerspjūvio plotą, kuris turi įtakos oro judėjimo greičiui ir, žinoma, išcentrinės jėgos didėjimui, kuri didina oro valymo efektyvumą.

Ciklono pasipriešinimas didėja, didėjant kanalų skaičiui. Iširti keturių, šešių bei aštuonių kanalų ciklonai. Kuo didesnis kanalų skaičius, tuo didesnis ciklono oro valymo efektyvumas, tačiau didesnis ir pasipriešinimas.

BRĖŽINIŲ FIGŪRŲ APRAŠYMAS

Brėžiniuose pateikti daugialygio daugiakanalio cilindrinio ciklono – filtro vaizdai, kur:

Fig. 1 yra šio išradimo daugialygio daugiakanalio cilindrinio ciklono – filtro schematinis skerspjūvis per fig. 2 liniją B – B vaizdas;

Fig. 2-4 yra šio išradimo daugialygio daugiakanalio cilindrinio ciklono – filtro

schematiniai skerspjūvių per fig. 1 liniją A – A vaizdai, esant procentiniams 25/75, 50/50 ir 75/25 oro srautų pasiskirstymo santykiams;

Fig. 5 yra šio išradimo daugialygio daugiakanalio cilindrinio ciklono – filtro aksonometrinis vaizdas;

Fig. 6 yra šio išradimo daugialygio daugiakanalio cilindrinio ciklono – filtro su išdėstytais kanalais ir angomis jų sienelėse vidinis vaizdo aksonometrinis vaizdas.

IŠSAMUS IŠRADIMO APRAŠYMAS

Daugialygi daugiakanalį cilindrinį cikloną – filtrą sudaro užteršto padavimo oro ortakis 1, išvalyto oro išvedimo ortakis 2, trijų lygių daugiakanalio ciklono korpusas 3, kuriame įrengti trys daugiakanaliai ciklonai 4, kuriuose sumontuoti ketvirtžiedžiai 5 su reguliuojamais tarpais galuose 6, išdėstytais ties ašimis x, y. Ketvirtžiedžiuose 5 prapjautos angos 7, o išpjautos plokštelės 8 atlenktos kampų α , kuris yra tarp $5+15^\circ$, dulkėto oro srauto judėjimo kryptimi. Ciklonuose 4 padaryti segmentiniai žiediniai plyšiai 9, skirti kietųjų dalelių surinkimui į dvigubą bunkerį 10, įrengtą ciklonų korpuso 3 apačioje ir susidedantį iš viršutinio ir apatinio bunkerių, sujungtų bendru ortakiu 11.

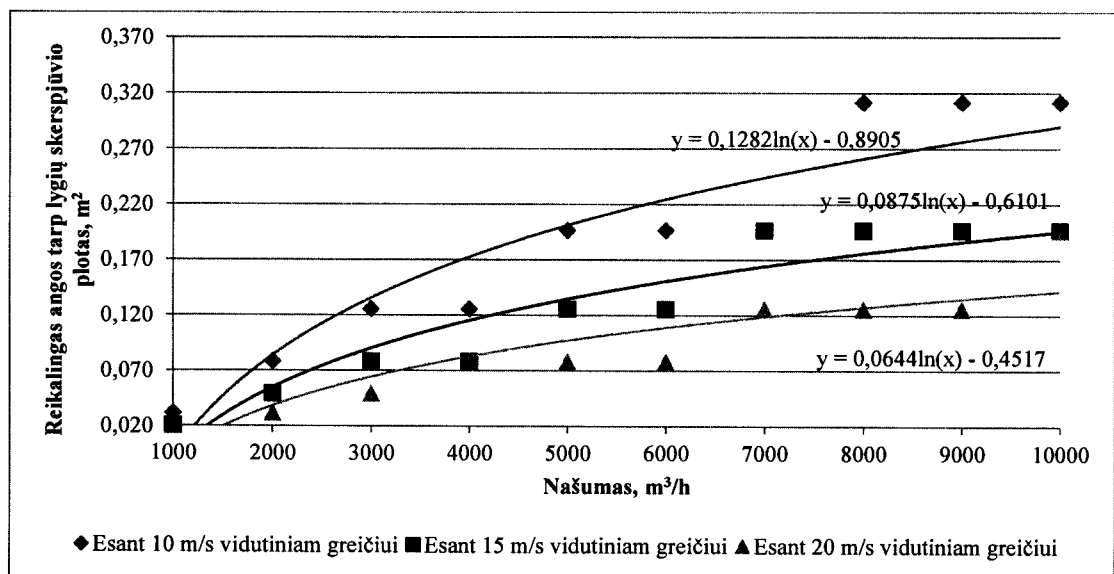
Ciklonuose 4 padaryti segmentiniai žiediniai plyšiai 9 yra skirti kietųjų dalelių surinkimui į dvigubą bunkerį 10, iš kurio jos pašalinamos per ortakį 12.

Įrenginio veikimo principas

Ventiliatorius užterštą kietosiomis dalelėmis orą – dvifazį srautą – tiekia į daugialygi daugiakanalį cilindrinį cikloną – filtrą ortakiu 1. Toliau dvifazis srautas patenka į pirmą kanalą 13 visuose lygiuose, praeina visus kitus kanalus 14. Dvifazis srautas patenka vienu metu į visus tris lygius 4. Judantį dvifazį srautą veikia išcentrinė jėga, ir kietosios dalelės – didesnės kaip $10\ \mu\text{m}$ – nukreipiamos link ketvirtžiedžių 5 ir toliau iš pirmo kanalo 13 į trijų lygių ciklonų segmentinius žiedinius plyšius 9, o judant kituose kanaluose – per ketvirtžiedžių angas 7 patenka į ankstesnius kanalus iki pirmo kanalo 13. Ciklono kanalus 14 sudaro ketvirtžiedžiai 5 su reguliuojamais tarpais galuose 6, išdėstytuose ties ašimis x, y. Galima naudoti keturių, šešių, aštuonių ir daugiau kanalų ciklonus, tačiau, didėjant kanalų skaičiui, didėja ciklono pasipriešinimas. Efektyvumas priklauso ir nuo kietųjų dalelių prigimties, t.y. jų tankio, dispersijos, formos.

Kadangi dvifazis srautas paduodamas į visus tris ciklono lygius 4, tai iš pirmo lygio ciklono kanalų centriniu ortakiu 15 pereina į antro lygio centrinių ortakį 16, į kurį dar patenka dvifazis srautas iš visų šio lygio ciklono kanalų, ir po to pereina į trečią centrinių ortakį 17 kartu su trečio lygio srautu iš visų trečio lygio ciklono kanalų. Po to suminis srautas per išvalyto oro ortakį 2 yra pašalinamas į aplinką. Surinktos kietosios dalelės iš visų trečiojo lygio ciklono kanalų patenka į segmentinius plyšius 9, o iš ten patenka į antro lygio ciklono segmentinius plyšius 9 ir pagaliau patenka per pirmo lygio ciklono segmentinius plyšius 9 į dvigubą bunkerį 10.

Dulkėtas oras (dvifazis srautas) tangentiniu būdu patekęs į daugialygį daugiakanalį cilindrinį cikloną praeina visus kanalus ir patenka į visų lygių išėjimo angas, kurių skerspjūvių plotai, kylant į viršų, didėja santykiu 1,0:1,5:2,0 (1 pav.), pradedant nuo apatinio ciklono.



1 pav. Daugialygio daugiakanalio ciklono išeinančio oro angų tarp lygių ciklonų skerspjūvių plotai, priklausomai nuo našumo, esant 10 m/s, 15 m/s bei 20 m/s vidutiniams greičiams

1 pav. grafiškai išreikšta daugialygio daugiakanalio ciklono našumo priklausomybė nuo išeinančių ortakų skerspjūvių plotų, esant trims skirtingiems greičiams, kuriuo galima pasinaudoti, projektuojant ciklonus. 1 lentelėje pateiktos daugialygio daugiakanalio ciklono išeinančio oro angų tarp lygių skersmens, skerspjūvių plotų bei esamų trinties nuostolių priklausomybė. Taikant tarp daugialygių ciklonų skirtingų skersmens ortakius leidžiama tolygiai paskirstyti oro kiekius, o tai

didina oro valymo efektyvumą.

1 lentelė. Daugialygio daugiakanalio ciklono išeinančių oro angų tarp lygių skersmens, skerspjūvio ploto bei esamų trinties nuostolių priklausomybė, kintant našumui, esant 10 m/s, 15 m/s ir 20 m/s vidutiniams oro srauto greičiams

Greitis ciklono išeinančio oro angoje	Esant 10 m/s vidutiniam greičiui									
Našumas, m ³ /h	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
Reikalingas angos skersmuo, mm	200	315	400	400	500	500	500	630	630	630
Reikalingas angos skerspjūvio plotas, m ²	0,031	0,078	0,126	0,126	0,196	0,196	0,196	0,312	0,312	0,312
Esami trinties nuostoliai, Pa/m	5,2	4,3	3,5	3	2,5	2,2	2	2	1,8	1,7
Greitis ciklono išeinančio oro angoje	Esant 15 m/s vidutiniam greičiui									
Našumas, m ³ /h	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
Reikalingas angos skersmuo, mm	160	250	315	315	400	400	500	500	500	500
Reikalingas angos skerspjūvio plotas, m ²	0,020	0,049	0,078	0,078	0,126	0,126	0,196	0,196	0,196	0,196
Esami trinties nuostoliai, Pa/m	15	11	9,5	8,5	7,5	6,5	6	5,5	5	4,8
Greitis ciklono išeinančio oro angoje	Esant 20 m/s vidutiniam greičiui									
Našumas, m ³ /h	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
Reikalingas angos skersmuo, mm	160	200	250	315	315	315	400	400	400	500
Reikalingas angos skerspjūvio plotas, m ²	0,020	0,031	0,049	0,078	0,078	0,078	0,126	0,126	0,126	0,196
Esami trinties nuostoliai, Pa/m	40	28	20	17	16	14	13	12	10	9,5

Didinant ciklonų lygių ir kanalų skaičių, didėja dulkėto oro valymo efektyvumas, tačiau didėja ir aerodinaminis pasipriešinimas (2 lentelė). Šioje lentelėje pateikti eksperimentinių tyrimų duomenys.

2 lentelė. Dviejų lygių daugiakanalio ciklono aerodinaminio pasipriešinimo kitimas, priklausomai nuo kanalų skaičiaus, esant procentiniams 25/75, 50/50 ir 75/25 oro srautų pasiskirstymo santykiams bei 8 m/s, 12 m/s ir 16 m/s vidutiniams oro srauto greičiams kanaluose

Aerodinaminis dviejų lygių daugiakanalio ciklono pasipriešinimas, Pa								
4 kanalai								
Esant 16 m/s vidutiniam dujų (oro) srauto greičiui kanaluose			Esant 12 m/s vidutiniam dujų (oro) srauto greičiui kanaluose			Esant 8 m/s vidutiniam dujų (oro) srauto greičiui kanaluose		
25/75	50/50	75/25	25/75	50/50	75/25	25/75	50/50	75/25
1190	1325	1350	730	930	960	455	530	545
6 kanalai								
Esant 16 m/s vidutiniam dujų (oro) srauto greičiui kanaluose			Esant 12 m/s vidutiniam dujų (oro) srauto greičiui kanaluose			Esant 8 m/s vidutiniam dujų (oro) srauto greičiui kanaluose		
25/75	50/50	75/25	25/75	50/50	75/25	25/75	50/50	75/25
1380	1590	1610	850	1010	1090	580	600	700
8 kanalai								
Esant 16 m/s vidutiniam dujų (oro) srauto greičiui kanaluose			Esant 12 m/s vidutiniam dujų (oro) srauto greičiui kanaluose			Esant 8 m/s vidutiniam dujų (oro) srauto greičiui kanaluose		
25/75	50/50	75/25	25/75	50/50	75/25	25/75	50/50	75/25
1600	1635	1660	1070	1240	1320	650	750	940

Lentelėje pateiktas ciklono aerodinaminio pasipriešinimo kitimas priklausomai nuo kanalų skaičiaus – keturių, šešių, aštuonių, oro judėjimo greičių ir periferinių bei tranzitinių oro srautų procentinių santykių 25/75, 50/50, 75/25, todėl, pasirenkant daugialygio daugiakanalio ciklono tipą, galima žinoti, kokie bus jo pagrindiniai parametrai, pavyzdžiui, aerodinaminis slėgis.

Reguliuojant tarpus tarp ketvirtžiedžių galų 6, išdėstytų ties ašimis x ir y, yra keičiami dvifazio oro santykiniai kiekiai, pavyzdžiui, procentiniais santykiais 25/75 (fig. 2), 50/50 (fig. 3), 75/25 (fig. 4), tokiu būdu galima keisti periferinio ir tranzitinio oro kiekius, o tai yra galimybė efektyviau valyti orą nuo skirtingos dispersijos bei tankio kietųjų dalelių. Tinkamai parinkus tarpus, galima efektyviau išvalyti dulkėtą orą.

Naudojant daugialygį cikloną, galima išvalyti didesnį oro kiekį, esant mažesniai ciklono skerspjuviui. Naudojant ketvirtžiedžius vietoje pusžiedžių, yra didinamas oro valymo efektyvumas nuo mažų dalelių, ypač iki 10 μm , nes kiekviename ciklono lygyje gauname po keturias oro užuolaidas vietoje dviejų. O oro užuolaidos būtent sulaiko mažas daleles. Tai labai svarbu šiame ciklone.

Ciklono efektyvumo didinimui panaudotas dvigubas 60° kūginis bunkeris 10 su susiaurėjimu 11, kuris lygus pirmo lygio ciklono išeinamo ortakio skersmeniui 15, o taip sudaromas užtvaras dalelėms patekti atgal į cikloną 4 ir pasišalinti į aplinką, bei ortakiu 12 kietosioms dalelėms pašalinti. Kūginiai 60° bunkeriai sudaro optimalias sąlygas kietosioms dalelėms patekti į abu bunkerius.

Ketvirtžiedžiuose 5 įrengtos angos 7 sudaro galimybę kietosioms dalelėms iš besisukančio kanaluose 14 dulkėto oro srauto patekti nuosekliai į ankstesnius kanalus iki pirmojo kanalo 13, o per segmentinius žiedinius plyšius 9 patekti į bunkerį 10. O tai kokybiškai padidina oro valymo efektyvumą.

Prapjautos angos 7 ir kampu α atlenktos plokštelės 8 leidžia keisti kanalų 14 skerspjuvio dydį ir tuo pačiu sudaryti reikiamą oro judėjimo jame greitį, padidinti išcentrinę jėgą, o tai leidžia pasiekti optimalų oro valymo efektyvumą, priklausomai nuo šalinamų kietųjų dalelių tankio bei dispersijos.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Daugialygis daugiakanalis cilindrinis ciklonas – filtras, turintis oro (dujų) tangentinio padavimo angą, oro (dujų) išleidimo angą, skirtingo spindulio lenktus segmentus su reguliuojamais tarpais galuose, sudarančius oro (dujų) srauto judėjimo kanalus, separavimo kamerą su segmentiniais žiediniais plyšiais, kūginį kietųjų dalelių surinkimo bunkerį, besiskiriantis tuo, kad daugialygį daugiakanalį cilindrinį cikloną – filtrą sudaro daugybė ciklonų (4), sumontuotų viename korpuse (3) vienas virš kito, sujungtų bendru tangentiniu oro srauto padavimo ortakiu (1) ir centriniu oro išleidimo ortakiu (2), ciklonai (4) turi viduje sumontuotus ketvirtžiedžius (5) su reguliuojamais tarpais galuose (6), ketvirtžiedžiai (5) turi prapjautas angas (7) ir plokšteles (8), atlenktas kampų α oro srauto judėjimo kryptimi, o korpuso (3) apačioje primontuotas dvigubas kūginis bunkeris (10), sujungtas bendru ortakiu (11).

2. Daugialygis daugiakanalis cilindrinis ciklonas – filtras pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad pašalinančių orą ortakių (15, 16, 17) skersmuo, pereinant nuo apačios iš vieno lygio į kitą, didėja santykiu 1,0:1,5:2,0.

3. Daugialygis daugiakanalis cilindrinis ciklonas – filtras pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad kiekvieno lygio ciklonas (4) turi skirtingo spindulio ketvirtžiedžius (5) su reguliuojamais tarpais galuose (6) keturiose vietose ties ašimis (x, y) oro filtruojančioms užuolaidoms sudaryti.

4. Daugialygis daugiakanalis cilindrinis ciklonas – filtras pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad ciklonas turi dvigubą apvalų 60° kūginį bunkerį su jungiamuoju ortakiu (11), kurio skersmuo lygus pirmo lygio ciklono (4) oro pašalinimo ortakio (15) skersmeniui.

5. Daugialygis daugiakanalis cilindrinis ciklonas – filtras pagal 3 punktą, besiskiriantis tuo, kad skirtingo spindulio ketvirtžiedžiai (5) turi fiksatorius galuose (6), gebančius fiksuoti juos trijose padėtyse, nustatant periferinio (grįžtamo) ir tranzitinio oro srautų procentinius santykius 25/75, 50/50, 75/25 filtruojančioms užuolaidoms sudaryti keturiose padėtyse ties ašimis (x, y).

6. Daugialygis daugiakanalis cilindrinis ciklonas – filtras pagal 3 punktą, besiskiriantis tuo, kad visuose ciklonuose (4) ketvirtžiedžiai (5) turi po vieną prapjautą angą (7), sudarančią trečdalį jų ploto, ir plokštelę (8), atlenktą kampų α oro srauto judėjimo kryptimi, nukreipiančią dulkėto oro srautą link kitų kanalų (14) angų, o

iš pirmo kanalo (13) – link segmentinių žiedinių plyšių (9).

7. Daugialygis daugiakanalis cilindrinis ciklonas – filtras pagal 6 punktą, besiskiriantis tuo, kad kampas α yra tarp $5 \div 15^\circ$.

8. Daugialygis daugiakanalis cilindrinis ciklonas – filtras pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad sumontuoti vienas virš kito ciklonai (4) turi vienus virš kitų įrengtus segmentinius žiedinius plyšius (9).

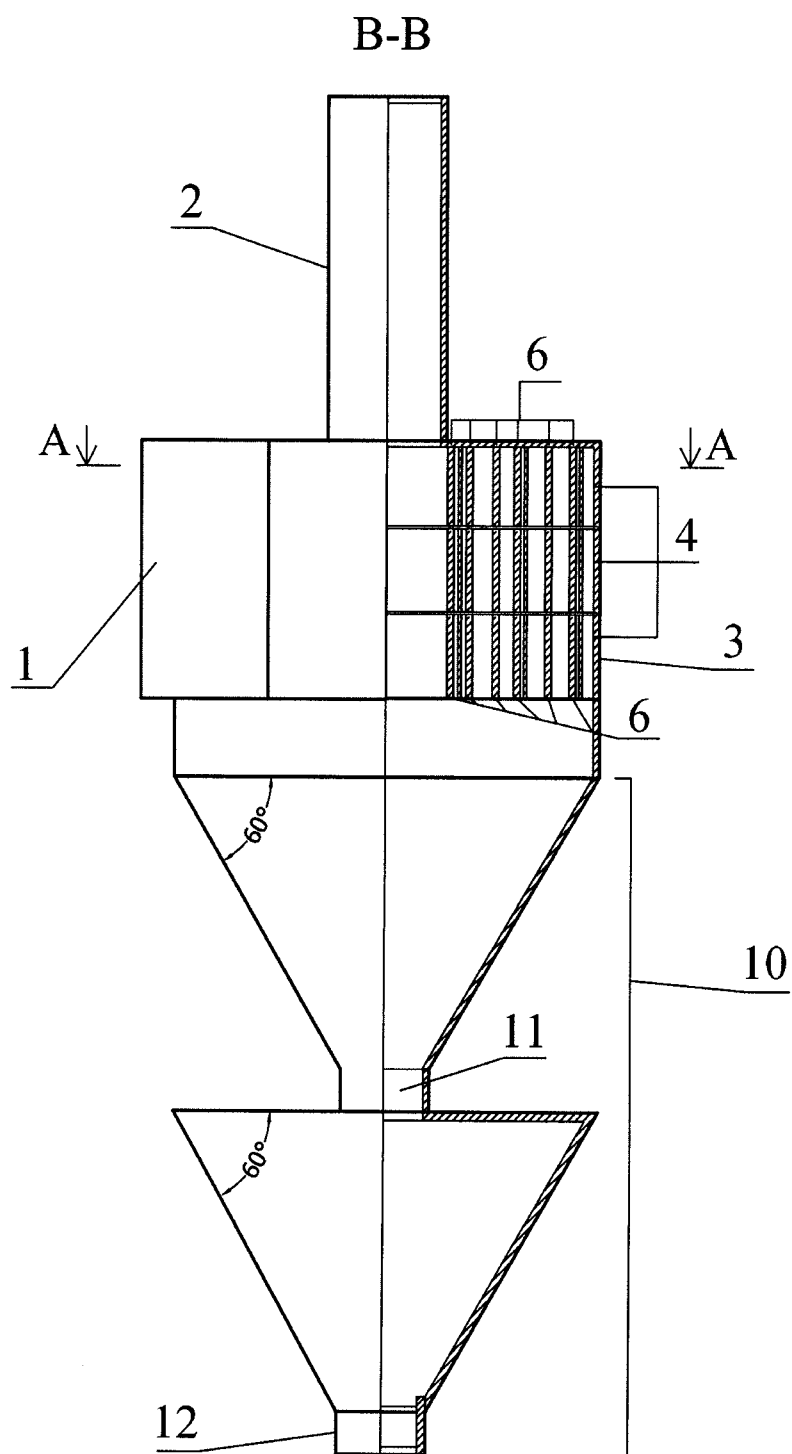


Fig. 1

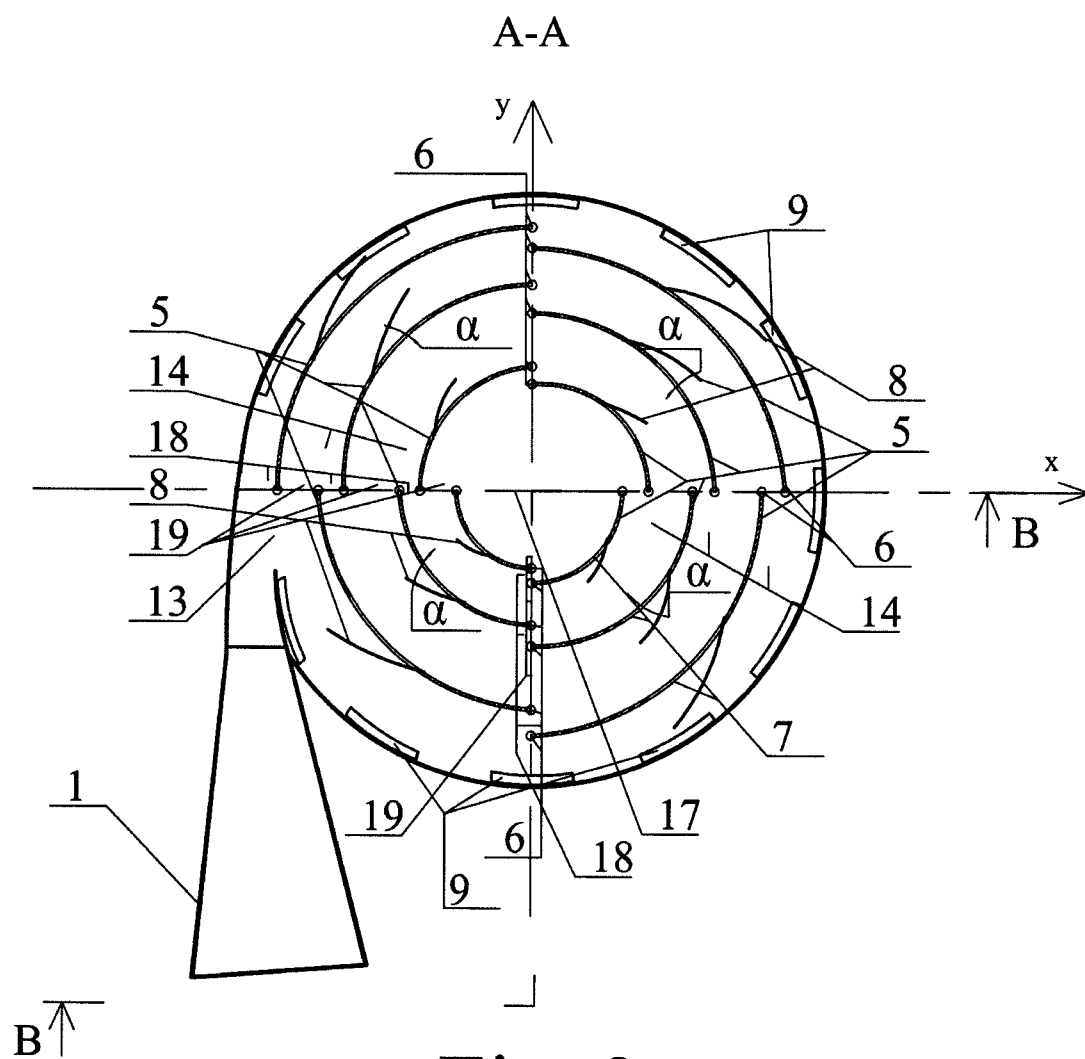


Fig. 2

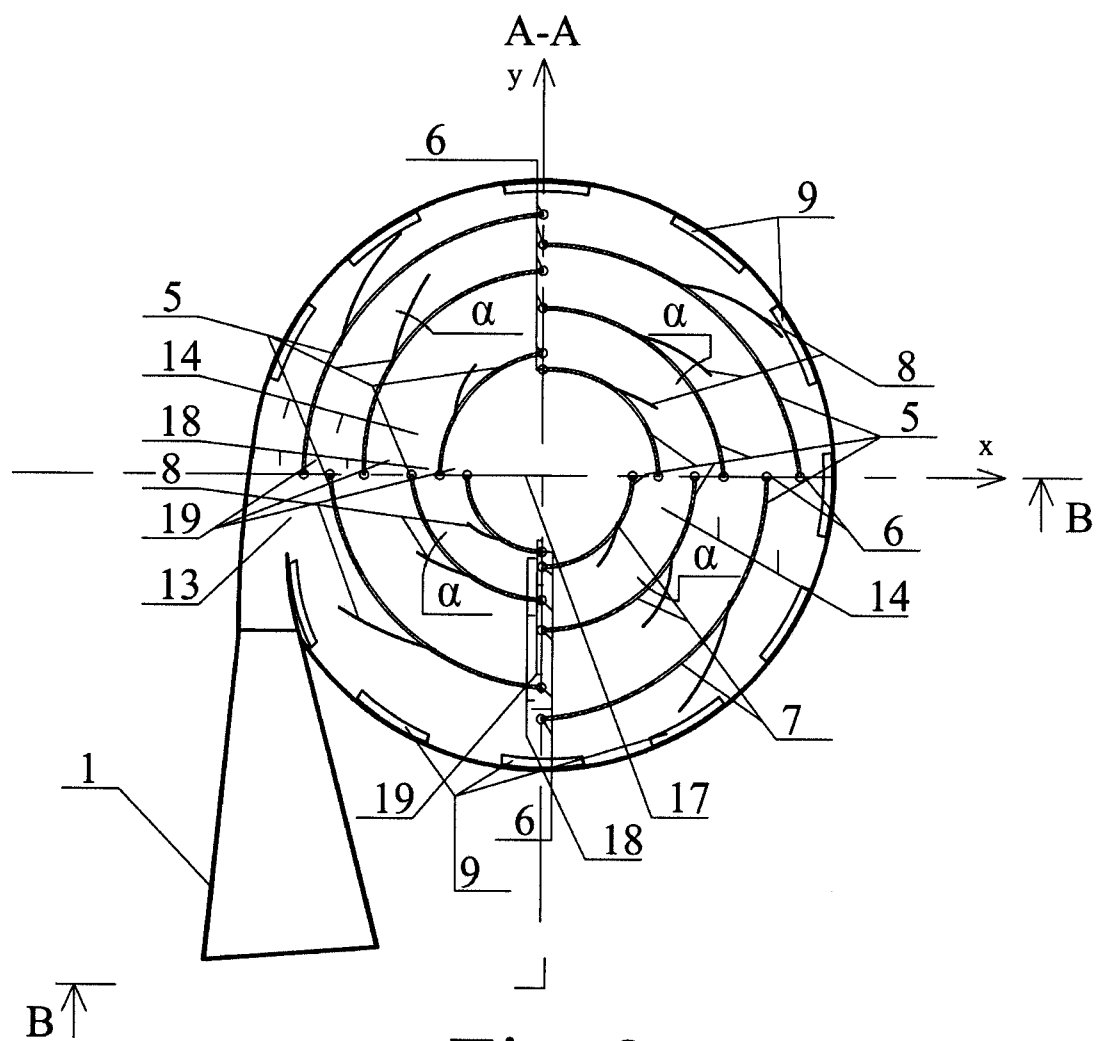


Fig. 3

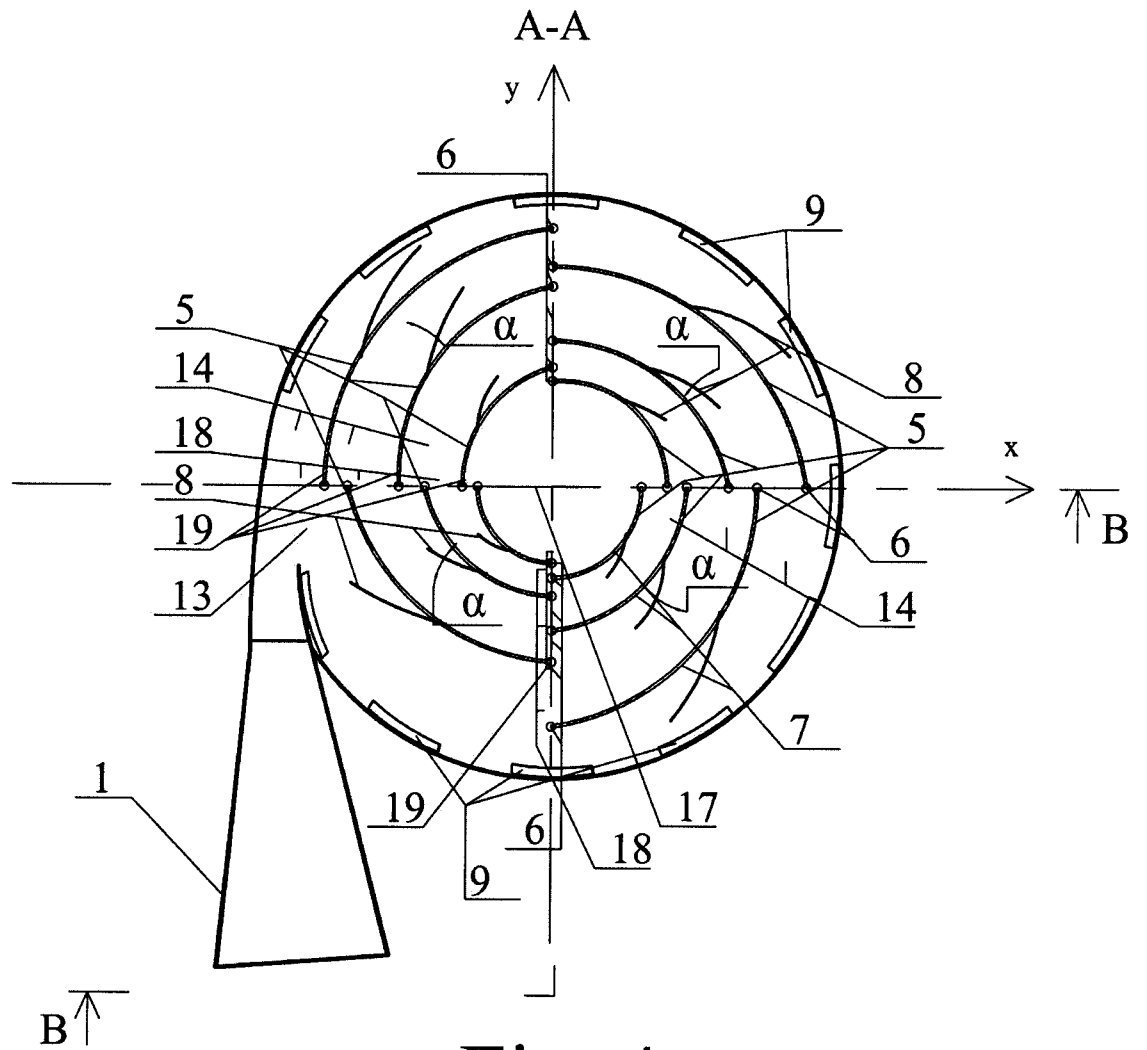


Fig. 4

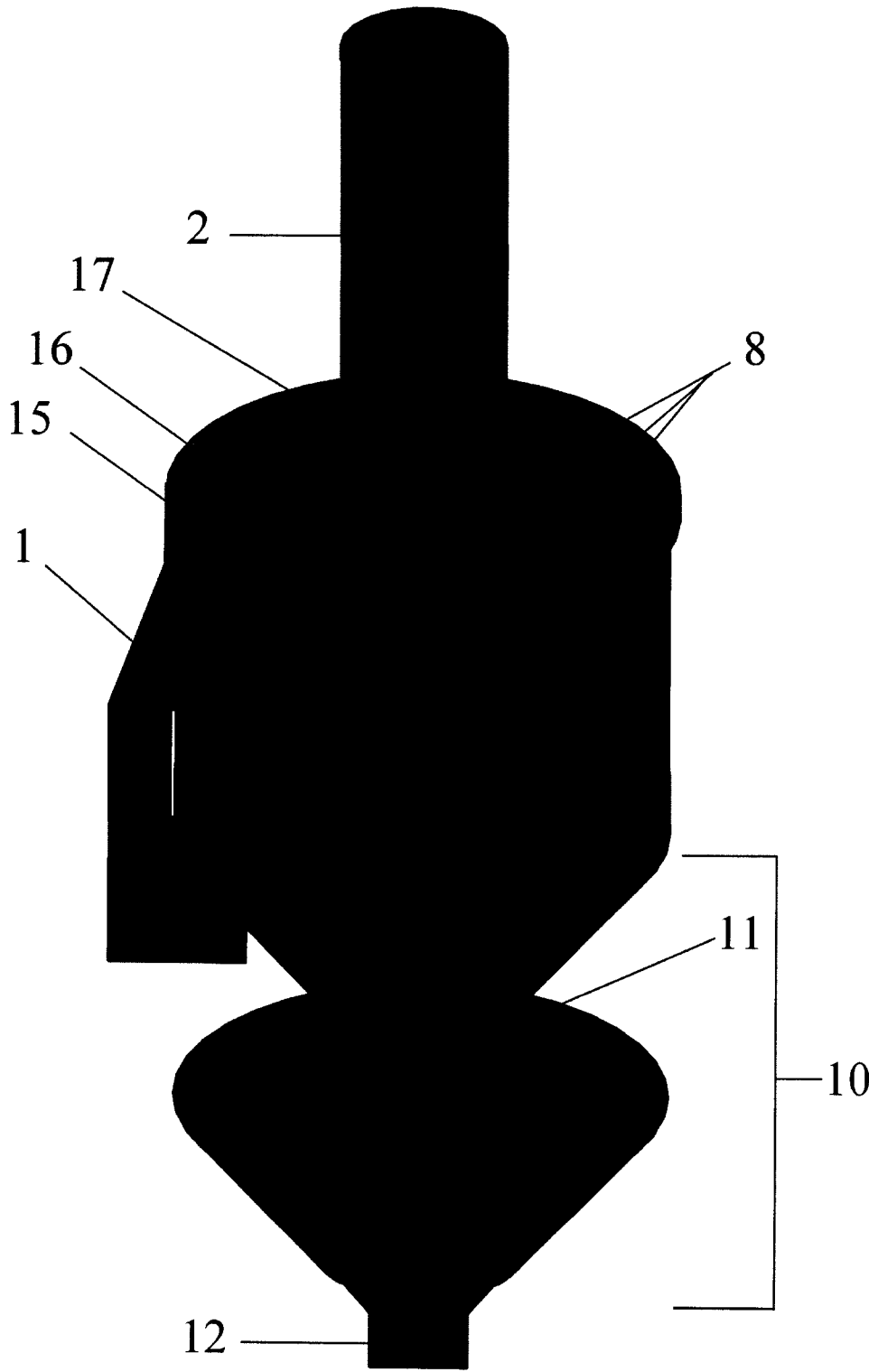


Fig. 5

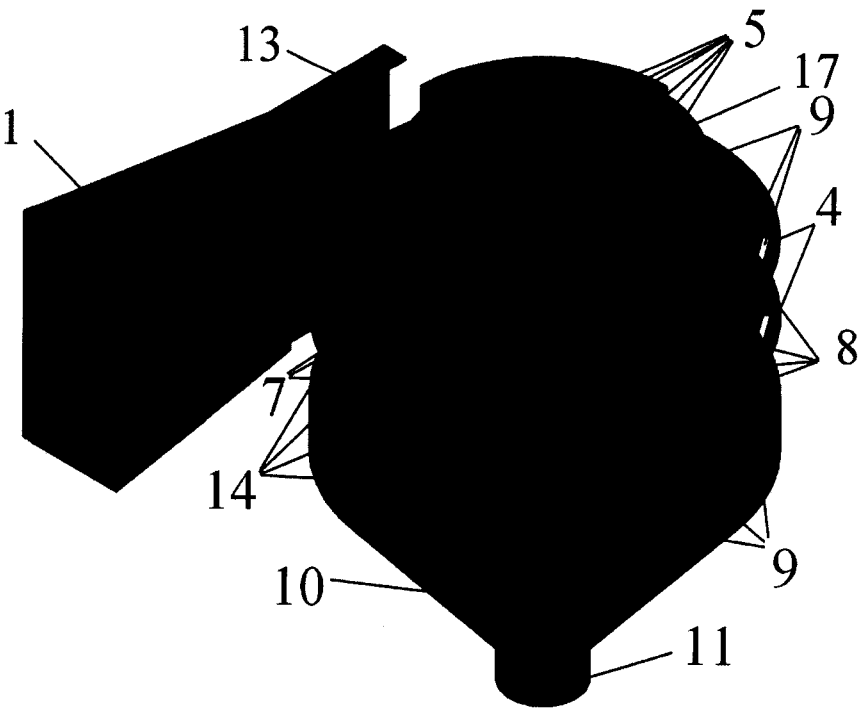


Fig. 6