

(12) **PARAIŠKOS APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2025 001**
(22) Paraiškos padavimo data: **2025-02-07**
(41) Paraiškos paskelbimo data: **2025-08-11**

(71) Pareiškėjas:
**Vilniaus Gedimino technikos universitetas,
Saulėtekio al. 11, 10223 Vilnius, LT**

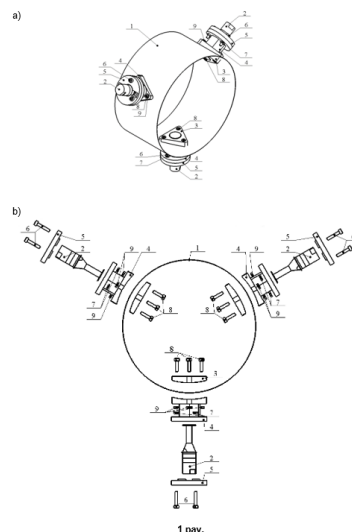
(72) Išradėjas:
**Andrius ČEPONIS, LT
Dalius MAŽEIKA, LT
Darius VAINORIUS, LT
Artūras KILIKEVIČIUS, LT
Kristina KILIKEVIČIENĖ, LT**

(54) Pavadinimas:

Ultragarsinė kietųjų dalelių akustinės aglomeracijos kamera

(57) Referatas:

Ultragarsinės akustinės aglomeracijos kamera sudaryta iš cilindrinės formos korpuso (1), trijų ultragarsinių akustinio slėgio šaltinių (2), suformuotų iš Lanževano tipo keitiklių (17) ir koncentratorių (11), kurių laisvuose galuose pritvirtinti disko formos akustiniai spinduliai (10), kurių mechaniniai lenkimo virpesiai sukuria persidengiantį akustinį, stovinčios bangos lauką, o spindulių pirmos lenkimo modos rezonansinis dažnis sutampa su išilginės virpesių modos rezonansiniu dažniu. Akustiniai šaltiniai (2) pritvirtinti prie kameros korpuso (1) naudojant įtvirtinimo dalis (3, 4) ir prispaudimo diskus (5), užtikrinant, kad akustinių spindulių (10) laisvieji paviršiai būtų tangentiniai korpuso vidiniam skersmeniui (15). Akustinių slėgio šaltinių (2) kampinis atstumas (16) kameros korpuso (1) išilginės ašies atžvilgiu parenkamas taip, kad akustiniai slėgio šaltiniai (2) būtų tolygiai pasiskirstę pagal kameros korpuso perimetrą, o kameros vidinis skersmuo (15) parenkamas taip, kad jo santykis su akustinio lauko bangos ilgiu būtų sveikasis skaičius.



Ultragarsinė kietųjų dalelių akustinės aglomeracijos kamera

IŠRADIMO SRITIS

Išradimas priskiriamas oro valymo, pramoninio filtravimo ir energijos taupymo technologijų sritims. Konstrukcija skirta sukurti smulkių ir ypač smulkių kietųjų dalelių akustinio aglomeravimo kameras su nuliniu pasipriešinimu oro srautui ir gali būti taikoma kuriant kombinuotas oro filtravimo sistemas ir įrenginius, kurių taikymas nukreiptas į smulkių ir ypač smulkių kietųjų dalelių filtravimo efektyvumo didinimą.

TECHNIKOS LYGIS

Tradiciniai kietųjų dalelių filtravimo sprendimai ne visada veikia efektyviai kai filtruojamame oro sraute sutinkamos smulkios ir ypač smulkios mikrometrinio ar nanometrinio dydžio kietosios dalelės. Siekiant spręsti šią problemą taikoma kietųjų dalelių akustinė aglomeracija. Akustinė aglomeracija, kaip pirminis filtruojamo oro apdirbimas, taikoma įvairiose pramonės šakose, siekiant pagerinti tradicinių oro filtravimo sprendimų efektyvumą sulaikant smulkiąsias kietąsias daleles jas paveikiant aukšto dažnio ir intensyvumo akustiniais laukais. Viena iš mokslinių tyrimų kryptų yra aukšto dažnio ir aukšto akustinio intensyvumo akustinių aglomeravimo kamerų kūrimu, kuriose sukuriama akustinių bangų ilgiai, akustiniai slėgiai bei jų pasiskirstymai kameroje užtikrina tinkamą akustinio lauko poveikį smulkioms ir ypač smulkioms kietosioms dalelėms taip sudarant sąlygas šių dalelių aglomeracijai į didesnio dydžio aglomeratus ko pasėkoje pagerinamas tradicinių kietųjų dalelių filtravimo sprendimų efektyvumas filtruojant ir sulaikant smulkiąsias kietąsias daleles. Taip pat, keičiant akustines aglomeracijos kameroje sukuriama akustinių laukų bangų ilgį ar akustinio slėgio intensyvumą aglomeracijos kameros veikimas gali būti derinamas, atsižvelgiant į oro sraute dominuojančių dalelių dydžius, užtikrinant sąlygas efektyvesniam smulkių ir ypač smulkių dalelių aglomeratų susidarymui.

Patente CN204619662U aprašyta stačiakampė akustinės aglomeracijos kamera kurios priešingose pusėse, per teleskopinius kūgio formos difuzorius, patalpinti šeši elektromagnetiniai akustinio slėgio šaltiniai kurie sinchroniškai žadinami elektriniu signalu kurio dažnis gali būti keičiamas nuo 1500 Hz iki 2000 Hz, kol atstumas tarp priešingų elektromagnetinių akustinio slėgio šaltinių gali būti keičiamas per teleskopinius kūgio formos difuzorius. Papildomai, akustinės aglomeracijos kameros išleidimo angoje patalpintas pasyvus kietųjų dalelių filtras kol kameros vidiniai laisvieji paviršiai padengti garsą

sugeriančia medžiaga. Akustinės aglomeracijos kameros veikimas pagrįstas trimis akustiniais laukais kurie sukuriama žadinant šešis elektromagnetinius akustinio slėgio šaltinius. Per kameros įtraukimo angą įtraukiamas aplinkos oras ir jame esančios kietosios dalelės paveikiami šiais akustiniais laukais ko pasėkoje sukuriama kietųjų dalelių aglomeracijos efektas kurio dėka susidaro kietųjų dalelių aglomeratai kurie sulaikomi pasyviajame oro filtre esančiame kameros išleidimo angoje taip padidinant šio filtro efektyvumą smulkias ir ypač smulkias sulaikant kietąsias daleles.

Patente US5769913A aprašoma akustinė aglomeracijos kamera kurią sudaro stačiakampis ortakis ant kurio vieno iš paviršių patalpinta lygiašonė trikampė akustinių bangų atspindžio konstrukcija kurios centre, statmenai atspindžio konstrukcijos simetrijos ašiai, sumontuotas ultragarsinis akustinio slėgio šaltinis kuris sudarytas iš ultragarsinio keitiklio ir laiptuoto, disko formos, akustinio slėgio spinduolio. Akustinės ultragarsinės aglomeracijos kameros veikimas pagrįstas ultragarsinio akustinio slėgio šaltinio sukuriama akustinio lauko atspindėjimu, per trikampę atspindėjimo konstrukciją, į stačiakampio formos ortakį. Trikampės akustinio lauko atspindėjimo konstrukcijos taikymas aglomeravimo kameroje užtikrina ilgesnį ir tolygesnį akustinio lauko poveikį oro srautui kuris įtraukiamas per stačiakampio ortakio įtraukimo angą ko pasėkoje gaunamas padidintas poveikis kietosioms dalelėms esančioms įtraukiamajame oro sraute taip užtikrinant efektyvesnį kietųjų dalelių aglomeratų susidarymą.

Patente CN118403455A aprašoma ultragarsinė daugiadažnė daugiapakopė kietųjų dalelių akustinės aglomeracijos kamera kurią sudaro dvi ar daugiau pakopų kuriuose sukuriama skirtingo dažnio ir intensyvumo akustiniai laukai pasitelkiant skirtingų darbinių dažnių ultragarsinius pjezoelektrinius akustinių laukų šaltinius kurie sudaryti iš pjezoelektrinių Laževano tipo keitiklių ir disko formos akustinio slėgio spinduolių kol priešingoje kameros pusėje patalpinami akustinių bangų reflektoriai taip užtikrinant tolygų sukuriama akustinių laukų pasiskirstymą aglomeravimo kameros pakopose. Aglomeracijos kameros veikimas pagrįstas pakopiniu kietųjų dalelių, esančiu įtraukiamame į kamerą ore, poveikimu skirtingo dažnio ir intensyvumo akustiniais laukais kurie sukuriama atskirose kameros pakopose pasitelkiant skirtingus ultragarsinius pjezoelektrinius akustinio slėgio šaltinius taip sudarant sąlygas formotis kietųjų dalelių aglomeratams esant skirtingoms akustinėms charakteristikoms ir taip užtikrinant antrinį ar tretinį kietųjų dalelių aglomeratų didėjimą.

IŠRADIMO ĖSMĖ

Išradimo tikslas – pagerinti ultragarsinės aglomeracijos kameros akustinio lauko charakteristikas bei akustinio slėgio pasiskirstymą kameroje.

5 Išradimo tikslas pasiekiamas tuo, kad ultragarsinę aglomeracijos kamerą sudaro cilindro formos korpusas, trys ultragarsiniai pjezoelektriniai Lanževeno tipo keitikliai, kurių galuose neišardomai tvirtinami disko formos akustinio slėgio spinduoliai taip suformuojant ultragarsinius akustinio slėgio šaltinius, kurie sinchroniškai žadinami vienu harmoniniu elektriniu signalu.

10 Siekiant pagerinti ultragarsinės aglomeracijos kameros akustinio slėgio charakteristikas disko formos akustinių spinduolių ir pjezoelektrinių Lanževeno tipo keitiklių geometrinės charakteristikos tarpusavyje derinamos taip, kad Lanževeno tipo keitiklių pirmos išilginės virpesių modos rezonansinis dažnis sutaptų su ant jo montuojamo disko formos akustinio spinduolio pirmos lenkimo virpesių modos rezonansiniu dažniu.

15 Siekiant pagerinti akustinio slėgio pasiskirstymą aglomeracijos kameros tūryje ir kameros akustines charakteristikas, ultragarsiniai akustinio slėgio šaltiniai išdėstomi vienodais tarpais aplink cilindro formos korpuso išorę. Toks išdėstymas užtikrina tolygų akustinio slėgio pasiskirstymą visame kameros tūryje ir pagerina jos akustines charakteristikas dėka trijų akustinių laukų persidengimo.

BRĖŽINIŲ APRAŠYMAS

Brėžinių paveikslai yra pateikti kaip nuoroda į galimą išradimo įgyvendinimą ir neturi riboti išradimo apimtį. Nei vienas iš pateiktų brėžinių neturėtų būti laikomi ribojančiais, o tik kaip galimi išradimo įgyvendinimo pavyzdžiai.

- 5 **Pav. 1 a,b** Ultragarsinė kietųjų dalelių akustinės aglomeracijos kamera:
 (a) – izometrinis ultragarsinės kietųjų dalelių akustinės aglomeracijos kameros vaizdas;
 (b) – išskleistinis ultragarsinės kietųjų dalelių akustinės aglomeracijos kameros vaizdas;
- 10 **Pav. 2 a, b** Ultragarsinis akustinio slėgio šaltinis:
 (a) – izometrinis ultragarsinio akustinio slėgio šaltinio vaizdas;
 (b) – išskleistinis ultragarsinio akustinio slėgio šaltinio vaizdas;
- Pav. 3** Ultragarsinių akustinio slėgio šaltinių žadinimo schema;

BRĖŽINIAI – pažymėtų objektų aprašymas

- 15 1 – kameros korpusas;
 2 – ultragarsinis akustinio slėgio šaltinis;
 3 – apatinė įtvirtinimo dalis;
 4 – viršutinė įtvirtinimo dalis;
 5 – prispaudimo diskas;
- 20 6 – prispaudimo disko tvirtinimo varžtas;
 7 – prispaudimo disko tvirtinimo veržlė;
 8 – įtvirtinimo dalių tvirtinimo varžtas;
 9 – įtvirtinimo dalių tvirtinimo veržlė;
 10 – akustinis spinduolis;
- 25 11 – koncentratorius;
 12 – pjezoelektrinis žiedas;
 13 – atsvaras;
 14 – elektrinių signalų generatorius;
 15 – kameros korpuso vidinis skersmuo;
- 30 16 – kampinis atstumas;
 17 – Lanževeno tipo keitiklis.

DETALUS IŠRADIMO APRAŠYMAS

Čia ir toliau ultragarsinė akustinės aglomeracijos kamera aprašoma su nuorodomis į brėžinius, tačiau techninis kameros įgyvendinimas nėra ribojamas pateiktu būdu. Galimi įvairūs įgyvendinimo būdai modifikacijos ir tobulinimai.

5 **Detalus ultragarsinės akustinės aglomeracijos kameros aprašymas:**

Ultragarsinė akustinės aglomeracijos kamera sudaryta iš trijų ultragarsinių akustinio slėgio šaltinių (2) kurie suformuojami iš trijų Lanževeno tipo keitiklių (17) kol kiekvieną iš jų sudaro du pjezoelektriniai žiedai (12) kurie patalpinti tarp atsvaro (13) ir koncentratoriaus (11) kol laisvuosiuose koncentratorių (11) galuose neišardomai patalpinami disko formos akustiniai spinduoliai (10). Disko formos akustinių spinduolių (10) ir Lanževeno tipo keitiklių (17) geometrinės charakteristikos parenkamos taip, kad disko formos spinduolių (10) pirmos lenkimo virpesių modos rezonansinis dažnis sutaptų su Lanževeno tipo keitiklio (17) pirmos išilginės virpesių modos rezonansiniu dažniu. Ultragarsiniai akustinio slėgio šaltiniai (2) per viršutinės ir apatinės įtvirtinimo dalis (2, 4), kurios pritvirtinamos prie kameros korpuso (1) per įtvirtinimo dalių tvirtinimo varžtus ir įtvirtinimo dalių veržles (8, 9) įtvirtinami taip, kad akustinių spinduolių (10) išoriniai paviršiai ir kameros korpuso (1) vidinis skersmuo (15) sutaptų tangentiškai kol ultragarsiniai akustinio slėgio šaltiniai (2) per prispaudimo diskus (5) pasitelkiant prispaudimo disko varžtus ir veržles (6,7), per trinties jėgą, pritvirtinami prie viršutinės įtvirtinimo dalies (4). Ultragarsinių akustinių slėgio šaltinių (2) kampinis atstumas 10 (16) aplink išilginę kameros korpuso (1) simetrijos ašį parenkamas taip, kad tarp visų ultragarsinių akustinio slėgio šaltinių (2) jis būtų vienodas, o kameros korpuso vidinis skersmuo (15) parenkamas taip, kad kiekvieno ultragarsinio akustinio slėgio šaltinio (2) akustinės bangos ilgio santykis su korpuso vidiniu skersmeniu (15) yra sveikasis skaičius.

25 **Ultragarsinės akustinės aglomeracijos kameros veikimo aprašymas:**

Ultragarsinės akustinės aglomeracijos kameroje aukšto intensyvumo trys persidengiantys akustiniai laukai formuojami kai iš elektrinių signalų generatoriaus (14) sinchroniškai paveikiami visi trys ultragarsiniai akustinio slėgio šaltinių (2) Lanževeno keitikliai (17) harmoniniu elektriniu signalu, kurio dažnis parenkamas taip, kad sutaptų su ultragarsinio akustinio slėgio šaltinių (2) rezonansiniais dažniais kol elektrinio signalo amplitudė parenkama taip, kad užtikrintų akustinį slėgį, tinkamą akustinės aglomeracijos procesui. Lanževeno keitikliuose (17) sužadinimai išilginiai mechaniniai virpesiai, kurie transformuojami į akustinio spinduolio (10) lenkimo virpesius statmena spinduoliui plokštumai kryptimi ko pasėkoje sukuriama persidengiantys akustiniai laukai.

Sukuriamų akustinių laukų persidengimas gaunamas kameroje (1), kuris užtikrina daugia-kryptį akustinių laukų poveikį kietosioms dalelėms kol sukuriamų akustinių bangų ilgio ir korpuso vidinio skersmens (15) santykis yra sveikasis skaičius, kuris užtikrina stovinčios bangos efektą vidiniame kameros korpuso skersmenyje.

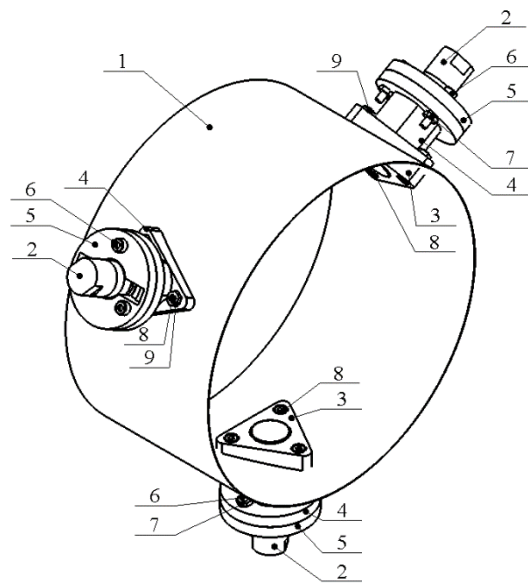
5 **Ultragarsinės akustinės aglomeracijos kameros taikymo pavyzdys:**

10 Ultragarsinė akustinės aglomeracijos kamera gali būti pritaikoma pramoninėse oro valymo sistemose kuriose yra poreikis aglomeruoti oro sraute esančias smulkias ir ypač smulkias kietąsias dalelės tokiu būdu padidinant galimybę jas filtruoti mechaniniais, elektrostatiniais ar kitokio tipo filtrais. Ultragarsinė akustinės aglomeracijos kamera gali būti naudojama pramoninėse oro filtravimo sistemose, naudojamose metalurgijos, chemijos ar farmacijos gamybiniuose procesuose, siekiant sumažinti aplinkos taršą smulkiomis ar ypač smulkiomis kietosiomis dalelėmis.

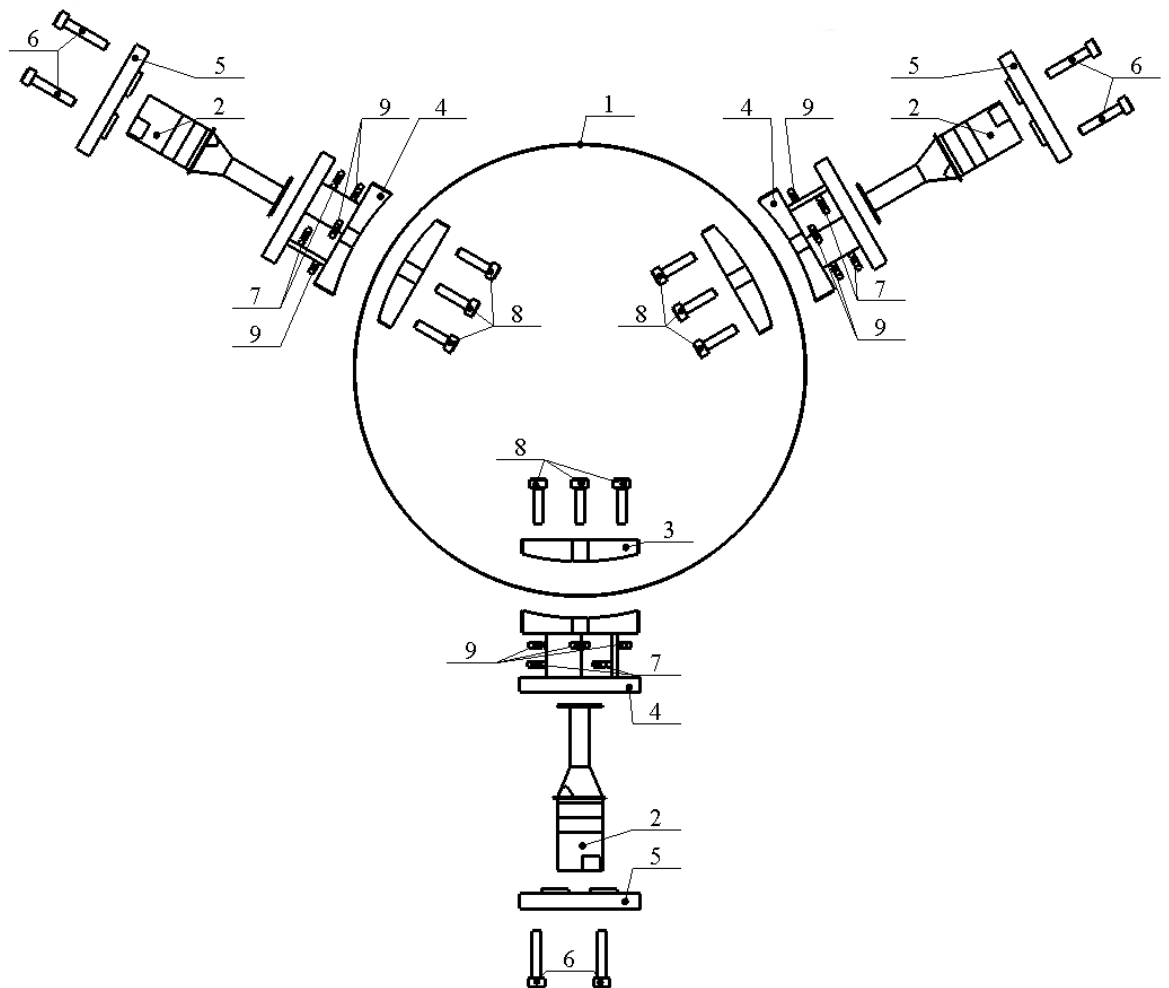
APIBRĖŽTIS

1. Ultragarsinė akustinės aglomeracijos kamera susidedanti iš kameros korpuso (1), trijų ultragarsinių akustinio slėgio šaltinių (2), trijų viršutinių ir apatinių įtvirtinimo dalių (3,4) ir trijų prispaudimo diskų (5) sujungtų tarpusavyje įtvirtinimo dalių tvirtinimo varžtais ir veržlėmis (8,9) ir prispaudimo diskų tvirtinimo varžtais ir veržlėmis (6,7) **b e s i s k i r i a n t i** tuo, kad ultragarsinių akustinio slėgio šaltinių (2) kampinis išdėstymas aplink kameros korpuso (1) išilginę simetrijos ašį, sinchroniškai žadinant tris ultragarsinius akustinius slėgio šaltinius (2), suformuoja tris persidengiančius akustinius laukus vidiniame kameros korpuso skersmenyje (15).
2. Ultragarsinė akustinės aglomeracijos kamera pagal 1 punktą, **b e s i s k i r i a n t i** tuo, kad ultragarsinis akustinio slėgio šaltinis (2) sudarytas iš pjezoelektrinio Lanževeno tipo keitiklio (17), kurio viename gale neišardomai pritvirtinamas akustinio slėgio spinduolis (10).
3. Ultragarsinė akustinės aglomeracijos kamera pagal 1 punktą, **b e s i s k i r i a n t i** tuo, kad kameros korpuso (1) vidinis skersmuo (15) parenkamas taip, kad akustinio slėgio šaltinių (2) sukuriamų akustinių bangų ilgių ir vidinio kameros korpuso skersmens (15) santykis būtų sveikasis skaičius, o pjezoelektrinio Lanževeno tipo keitiklio (17) ir akustinio spinduolio (10) geometrinės charakteristikos parenkamos taip kad akustinio spinduolio (10) pirmos lenkimo virpesių modos rezonansinis dažnis sutaptų su Lanževeno tipo keitiklio (17) pirmos išilginės virpesių modos rezonansiniu dažniu.
4. Ultragarsinė akustinės aglomeracijos kamera pagal 1 punktą, **b e s i s k i r i a n t i** tuo, kad akustinių slėgio šaltiniai (2) įtvirtinami taip, kad disko formos akustinio spinduolių (10) išorinis plokščias paviršius sutaptų su kameros korpuso (1) vidinio skersmens (15) tangentine linija.

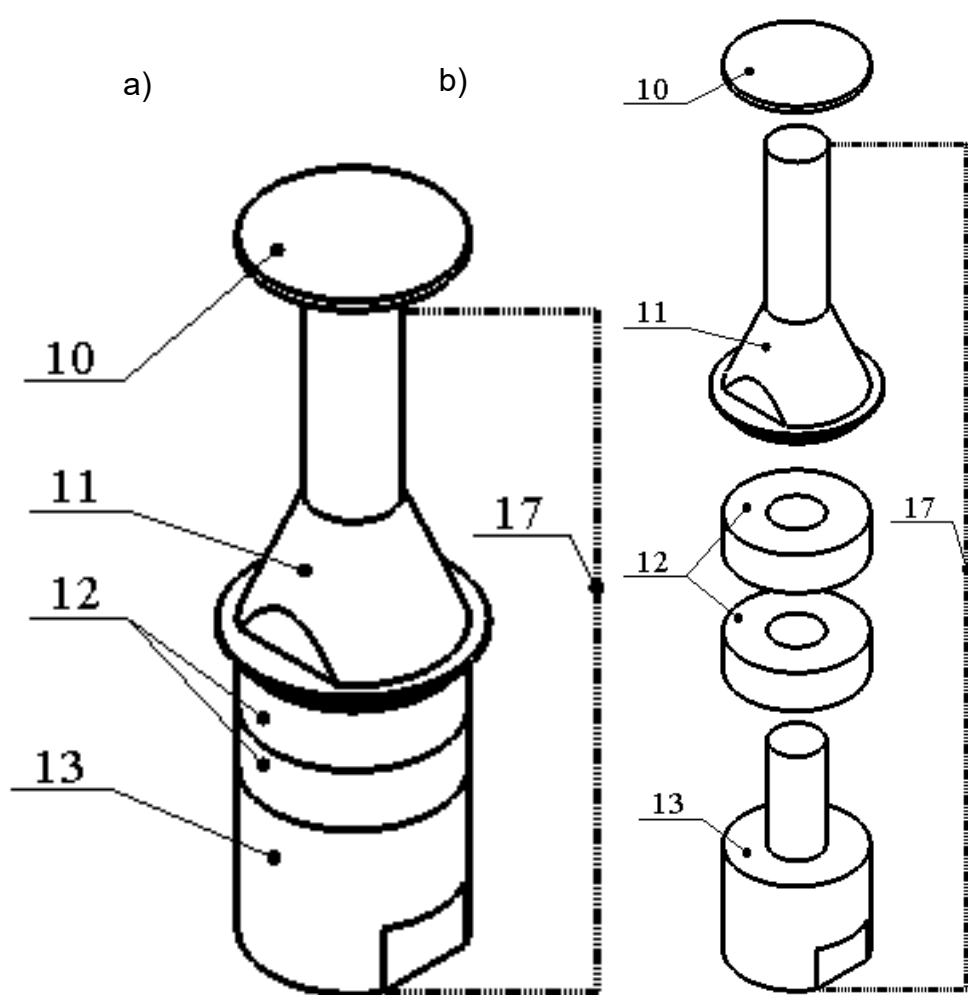
a)



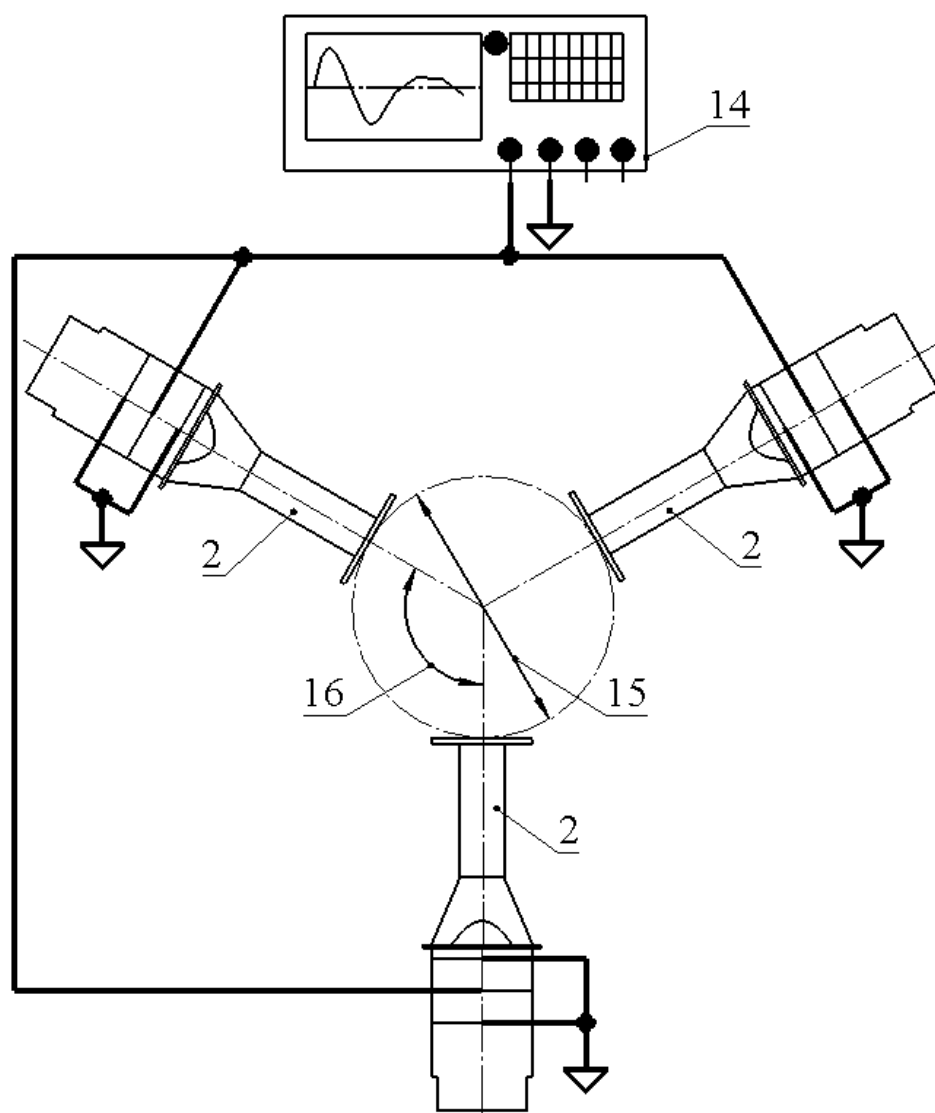
b)



1 pav.



2 pav.



3 pav.