

(11) Patent numeris: **6834** (51) Int. Cl. (2021.01): **B01D 21/00**

(21) Paraiškos numeris: **2019 534**

(22) Paraiškos padavimo data: **2019-12-06**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2021-06-10**

(45) Patent paskelbimo data: **2021-08-10**

(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:

**Vytautas OSTAŠEVIČIUS, LT**  
**Vytautas JŪRĖNAS, LT**  
**Laura KIŽAUSKIENĖ, LT**  
**Algimantas BUBULIS, LT**  
**Rimvydas GAIDYS, LT**

(73) Patent savininkas:

**Kauno technologijos universitetas, K. Donelaičio g. 73, LT-44249 Kaunas, LT**

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

**Otilija KLIMAITIENĖ, AAA Law, A. Goštauto g. 40B, Verslo centras „Dvyniai“,  
LT-03163 Vilnius, LT**

(54) Pavadinimas:

**Akustinis suspensijos separavimo įrenginys**

(57) Referatas:

Pateikiamas naujas akustinis suspensijos separavimo įrenginys skystyje esančias kietas daleles sugrupuoja tam nustatytose vietose (7) ir jas pašalina panaudodamas akustinės energijos sistemą, kurios rezonatorius (4) sudarytas iš metalinio tuščiavidurio cilindro su dugne įmontuotu bimorfinio tipo pjezovykdkliu (5). Tokiu būdu kietos dalelės ne tik sugrupuojamos nustatytose vietose (7), bet ir atskiriamos iš suspensijos frakcijų (kietų dalelių ir skysčio) pašalinimo vamzdeliais (8), kurie įmontuojami metalinio tuščiavidurio cilindro šono zonose, kuriuose susiformuoja stovinčios akustinės bangos mazgai ir pūpsniai. Šis naujas akustinis separavimo įrenginys, žymiai supaprastina separavimo įrenginių konstrukcijas ir sumažina įrenginių panaudojamą galingumą.

### Technikos sritis

Įrenginys priklauso mechatroninių sistemų sričiai ir yra skirtas įvairių suspensijų separavimui. Gali būti panaudotas maisto pramonėje, medicinoje, kraujo valymo įrenginiuose.

### Technikos lygis

JAV patento paraiškoje Nr. 08/413,725 (publikacijos Nr. US5604301A) yra atskleistas skysčių separavimui skirtas įrenginys. Paraiškoje yra aprašytas būdas skysčiams separuoti bei įrenginys jo realizavimui, panaudojant dalelių iš skysčio surinkimui ultragarsines bangas. Rezonatoriaus sukuriamos akustinės bangos nukreipiamos fokusuojančiu elementu ir koncentruojamos tam tikroje vietoje, ko pasėkoje skystyje esančios dalelės surenkamos į vieną vietą ir veikiant kito rezonatoriaus prieš faze sugrupuojamos. Šio įrenginio trūkumas tame, kad sugrupuotų dalelių pašalinimui nėra numatyta mechanizmo, jos nusėda nuo savo svorio poveikio.

JAV patento paraiškoje Nr. 10/516,599 (publikacijos Nr. US 2006/0037915 A1) yra atskleistas ultragarsinis įrenginys, skirtas skysčių manipuliacijai. Paraiškoje yra aprašytas skysčių separavimo įrenginys, tam tikslui panaudojant ultragarsą skleidžiančias plokšteles, pastatytas viena prieš kitą tam tikru kampu. Pajungus prie plokštelių elektros signalą, jų sukuriamos ultragarsinės bangos, kurių mazguose surenkamos dalelės ir kartu su skysčio srautu toliau transportuojamos. Trūkumas tame, kad ultragarsą skleidžiančios plokštelės pastatytos viena kitos atžvilgiu tam tikru kampu, skystyje sukelia kavitacijos reiškinių, kas turi neigiamą įtaką separuojant biologinius skysčius dėl padidinto hidrodinaminio ir temperatūros poveikio skystyje.

Moksliniame straipsnyje *Lisa Gherardini, et al. "A new immobilisation method to arrange particles in a gel matrix by ultrasound standing waves", Ultrasound in Med. & Biol., Vol. 31, No. 2, pp. 261-272, 2005*, yra atskleistas skysčių separavimo įrenginys, kuriame suspensijos frakcijų išskyrimui panaudotas pjekokeraminis cilindras, kuris sužadintas elektrinio signalo sukuria ultragarsines bangas viduje esančioje suspensijoje, ko pasėkoje kietos dalelės esančios suspensijoje susikaupia koncentriškose sankaupose. Trūkumas tame, kad sukauptų dalelių pašalinimui nėra numatytas mechanizmas.

Artimiausias analogas, ultragarsinis emulsijos separavimo įrenginys, yra

atskleistas LT patente Nr. 6568. Aprašytame išradime, skystyje esančios kietos dalelės sugrupuojamos tam nustatytose vietose ir jos pašalinamos panaudojant vieną ultragarsinės energijos skleidimo rezonatorių t.y. pjezokeraminį cilindą su keliais elektrodais pajungtais prie elektrinio valdomo generatoriaus. Kaip rezonatoriaus - pjezokeraminio cilindro geometriniai parametrai parenkami atsižvelgiant į rezonansinio dažnio charakteristiką, tad jo gamyba ir sužadinimo valdymas pakankamai komplikuoti bei energetiškai imlūs, be to sudėtinga dalelių ir skysčio pašalinimo įranga.

Šiuo aprašymu pateikiama įrenginio konstrukcija neturi išvardintų trūkumų.

#### Išradimo esmė

Išradimas atskleidžia akustinį suspensijos separavimo įrenginį, susidedantį iš korpuso su suspensijos padavimo ir išėjimo angomis, bei rezonatoriaus. Rezonatorius yra sudarytas iš metalinio tuščiavidurio cilindro, kurio dugne yra įmontuotas bimorfinio tipo pjezovykdiklis. Išradimas yra pagrįstas akustinės energijos poveikio į skystyje esančių dalelių pasiskirstymą stovinčios akustinės bangos mazguose.

Akustinis suspensijos separavimo įrenginys skystyje esančias kietas daleles sugrupuoja tam nustatytose vietose ir jas pašalina panaudodamas akustinės energijos sistemą. Tokiu būdu kietos dalelės ne tik sugrupuojamos nustatytose vietose, bet ir atskiriamos iš suspensijos frakcijų (kietų dalelių ir skysčio) pašalinimo vamzdeliais, kurie yra įmontuoti metalinio tuščiavidurio cilindro šono zonose, kuriuose susiformuoja stovinčios akustinės bangos mazgai ir pūpsniai.

Akustinis suspensijos separavimo įrenginys leidžia supaprastinti separavimo įrenginio konstrukciją ir valdymo schemą, o taip pat sumažinti įrenginio energetines sąnaudas.

#### Trumpas brėžinio paveikslų aprašymas

Išradimas paaiškintas paveiksle:

1 pav. yra pateiktas akustinis emulsijos separavimo įrenginio konstrukcijos struktūrinės schemos pjūvis.

#### Išsamus išradimo aprašymas

1 paveiksle yra pavaizduotas akustinis separavimo įrenginys kurį sudaro

suspensijos padavimo į rezonatoriaus kamerą vamzdelis (1); filtravimo kamera (2); filtravimo elementas (3), mažinantis srauto turbulenciją; rezonatorius, sudarytas iš metalinio tuščiavidurio cilindro (4), kurio dugne yra įmontuotas bimorfinio tipo pjezovykdiklis (5). Bimorfinio tipo pjezovykdiklį (5) sužadinus elektriniais signalais iš generatoriaus (6), cilindro (4) viduje susidaro akustinės stovinčios bangos ir jų mazguose susiformuoja suspensijoje esančios kietos dalelės (7). Įrenginį taip pat sudaro išskirtų iš suspensijos frakcijų pašalinimo vamzdeliai (8) ir išvalytos suspensijos pašalinimo vamzdelis (9). Metalinio tuščiavidurio cilindro (4) ilgis yra kartotinis sužadinamos bimorfinio tipo pjezovykdiklio (5) akustinės bangos rezonansinio dažnio bangos ilgiui.

Veikiant bimorfinio tipo pjezovykdikliui (5), į jo elektrodus padavus rezonansinio dažnio elektrinį signalą, rezonatoriaus viduje susidariusi akustinė stovinti banga savo mazguose sukonzentruoja suspensijoje esančias kietas daleles (7), kurios yra pašalinamos pro pašalinimo vamzdelius (8).

Akustinis suspensijos separavimo įrenginys skystyje esančias kietas daleles sugrupuoja tam nustatytose vietose ir jas pašalina panaudodamas akustinės energijos sistemą, kurios rezonatorius yra sudarytas iš metalinio tuščiavidurio cilindro (4) su dugne įmontuotu bimorfinio tipo pjezovykdikliu (5). Tokiu būdu kietos dalelės ne tik sugrupuojamos nustatytose vietose, bet ir atskiriamos iš suspensijos frakcijų (kietų dalelių ir skysčio) pašalinimo vamzdeliais (8), kurie yra įmontuoti metalinio tuščiavidurio cilindro (4) šono zonose, kuriuose susiformuoja stovinčios akustinės bangos mazgai ir pūpsniai.

Palyginus su artimiausiu analogu, šis naujas akustinis separavimo įrenginys, žymiai supaprastina separavimo įrenginių konstrukcijas ir sumažina įrenginių panaudojamą galingumą.

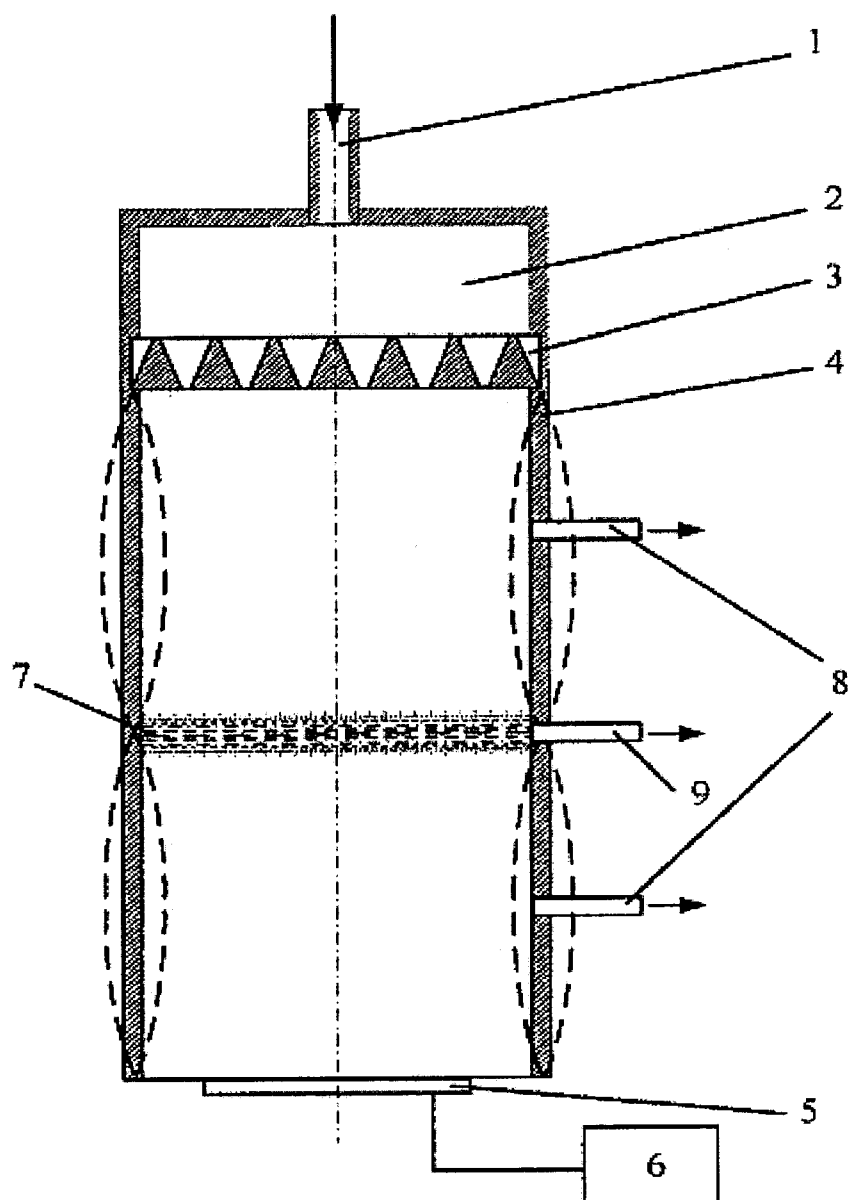
## Išradimo apibrėžtis

1. Akustinis suspensijos separavimo įrenginys, susidedantis iš korpuso su suspensijos padavimo bei išėjimo angomis (1, 9) ir rezonatoriaus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad rezonatorius yra sudarytas iš metalinio tuščiavidurio cilindro (4), kurio dugne yra įmontuotas bimorfinio tipo pjezovykdiklis (5).

2. Akustinis suspensijos separavimo įrenginys pagal 1 punktą b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad metalinis tuščiaviduris cilindras (4) kartu su dugne įmontuotu bimorfinio tipo pjezovykdikliu (5) sudaro uždara akustinę rezonansinę kamerą.

3. Akustinis suspensijos separavimo įrenginys pagal 1 punktą b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad metalinio tuščiavidurio cilindro (4) ilgis yra kartotinis sužadintos bimorfinio tipo pjezovykdiklio (5) akustinės bangos rezonansinio dažnio bangos ilgiui.

4. Akustinis suspensijos separavimo įrenginys pagal 1 punktą b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad išskirtų iš suspensijos frakcijų nuvedimo vamzdeliai (8) įmontuojami metalinio tuščiavidurio cilindro (4) šono zonose, kuriuose susiformuoja stovinčios akustinės bangos mazgai ir pūpsniai.



1 pav.