



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **147500** (13) **U**
(51) МПК (2021.01)
B01F 7/00
B01F 13/06 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

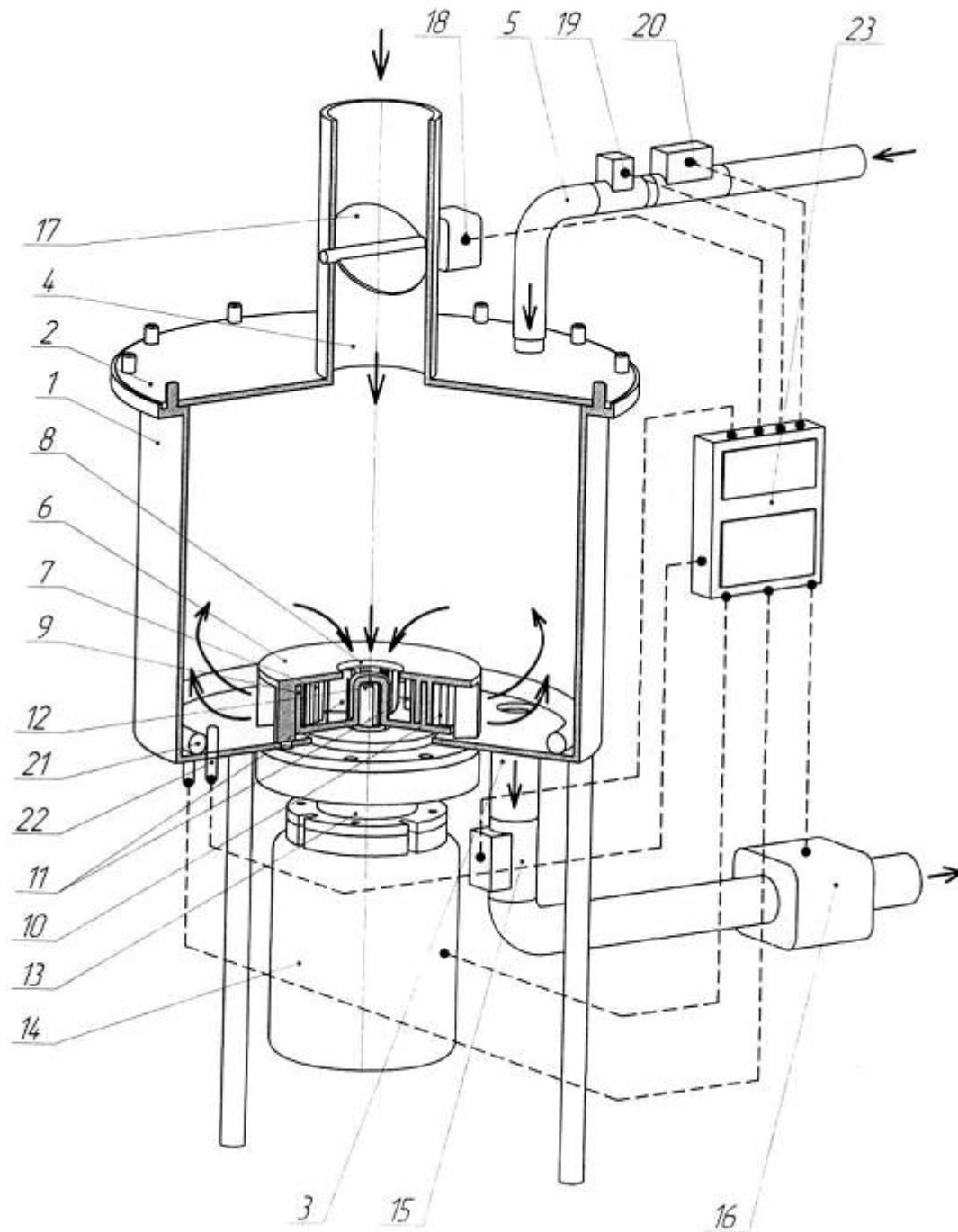
<p>(21) Номер заявки: u 2020 08225</p> <p>(22) Дата подання заявки: 22.12.2020</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 13.05.2021</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 12.05.2021, Бюл.№ 19</p>	<p>(72) Винахідник(и): Алієв Ельчин Бахтияр огли (UA), Дудін Володимир Юрійович (UA), Алієва Ольга Юріївна (UA), Малєгін Роман Дмитрович (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО- ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, 49600 (UA)</p>
---	---

(54) РОТОРНИЙ КАВІТАЦІЙНИЙ ДИСПЕРГАТОР-ГОМОГЕНІЗАТОР

(57) Реферат:

Роторний кавітаційний диспергатор-гомогенізатор містить завантажувальну ємність у вигляді бака з кришкою, вихідний патрубок, вхідний патрубок для сипких компонентів, вхідний патрубок для рідких компонентів, жорстко закріплений статор, під яким встановлений ротор, закріплений на валу підшипникового вузла, який приєднаний до вала асинхронного електродвигуна. Додатково забезпечений краном з електроприводом і електричним насосом, які послідовно встановлені після вихідного патрубку; заслінкою з приводом крокового двигуна, яка встановлена у порожнині вхідного патрубку для сипких компонентів; датчиком витрат рідини і краном з електроприводом, які послідовно встановлені до вхідного патрубку для рідких компонентів; нагрівачем і датчиком температури, які розміщені на дні завантажувальної ємності; блоком керування, який за допомогою електричних проводів приєднано до асинхронного електродвигуна, крана з електроприводом, електричного насоса, крокового двигуна, датчика витрат рідини, крана з електроприводом, нагрівача, датчика температури.

UA 147500 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до пристроїв, що використовуються для диспергування, емульгування та гомогенізації компонентів суміші в рідкому середовищі в сільському господарстві, харчовій, хімічній, фармацевтичній, парфумерній та інших галузях промисловості.

5 Відомий роторний гомогенізатор [патент України № 65406, МПК В01F 7/00, В01F 13/06, 2006], що містить завантажувальну ємність, корпус з вихідним патрубком, всередині корпуса розміщені коаксіально до осі вала ніж, статори, ротор та диск з лопатками, завантажувальна ємність виконана у вигляді бака з ущільненою кришкою та сполучена з вакуум-насосом, причому у верхній частині завантажувальної ємності додатково встановлений тарілчастий розподільник рідини, що сполучений з вихідним патрубком за допомогою трубопроводу.

10 До недоліків даного обладнання слід віднести те, що в процесі циркуляції рідинної суміші неможливо встановити якість її диспергування і гомогенізації. Це призводить до підвищення кількості циклів проходження рідинної суміші крізь робочі органи, що спричиняє підвищення витрат енергії і зниження продуктивності. Крім цього, ускладненість конструкції шляхом введення вакуум-насоса призводить до підвищення металоємності конструкції і збільшення енерговитрат. Інтенсифікацію кавітаційного ефекту в процесі диспергування можна досягти шляхом зміни конструкції робочих органів (ротора і статора).

Відомий роторний кавітаційний диспергатор [патент України № 97802, МПК В01F 7/00, 2015], що містить робочу камеру з конусоподібною напрямною, закріплені на привідному валу послідовно два ряди ножів, ротор з отворами та лопатями, статор з кавітаційними пристроями, ущільнювач потоку рідкого середовища, розміщений співвісно з конусоподібною напрямною на 20 рівні її верхньої частини з можливістю зворотно-поступального переміщення у вертикальній площині та виконаний у вигляді зрізаного конуса, перевернутого більшою основою вверх, з бічними поверхнями, паралельними бічним поверхням конусоподібною напрямною.

До недоліків даного обладнання слід віднести відсутність можливості підігріву рідинної суміші та автоматичного завантаження рідких і сипких компонентів суміші, що зменшує продуктивність виконання технологічного процесу. Крім цього, додаткове забезпечення диспергатора ущільнювачем потоку рідкого середовища ускладнює конструкцію і процес налаштування формуючої безперервної потокової подачі оброблюваного рідкого середовища в зону дії робочих органів через відсутність зворотних зв'язків і відповідної системи керування. Це 25 призводить до низької продуктивності процесу кавітаційного диспергування рідкої суміші.

Відомий насос-гомогенізатор [патент України № 57304, МПК А01J 11/16, 2003], що містить корпус із вхідним і напірним патрубками, рухливий і нерухомий ротори, оснащені лопатками з прорізами, рухливий ротор складається з основного покривного і лопатевого дисків, причому лопаті лопатевого диска мають криволінійну форму, а нерухомий ротор сполучений з корпусом, на внутрішніх стінках якого по обидві сторони лопатевого диска виконані виступи, причому на усмоктувальній периферійній частині корпуса додатково встановлені лопатки, спрямовані по 35 ходу обертання рухливого ротора. Крім цього, в лопатевому диску виконані прорізи, а виступи нерухомого ротора розташовані в шаховому порядку відносно прорізів лопатевого диска.

Основна задача даного обладнання - це перекачування рідкої суміші із одночасною гомогенізацією, що унеможливує процес диспергування великих частинок сипкого матеріалу, які знаходяться в рідкій суміші, через утворення заторів при проходженні крізь отвори ротора. Крім цього, наявність одностадійної гомогенізації рідинної суміші під час проходження крізь отвори ротора не забезпечує високу ефективність даного процесу, що знижує якість отриманого продукту. 40

45 Задача розробки - підвищення продуктивності, якості і зменшення енерговитрат одночасного виконання технологічних процесів диспергування, емульгування та гомогенізації компонентів суміші в рідкому середовищі.

В основу корисної моделі поставлена задача створити такий роторний кавітаційний диспергатор-гомогенізатор, в якому за рахунок встановлених крана з електроприводом і електричного насоса, які послідовно встановлені після вихідного патрубка; заслінки з приводом крокового двигуна, яка встановлена у порожнині вхідного патрубка для сипких компонентів; датчика витрат рідини і крана з електроприводом, які послідовно встановлені до вхідного патрубка для рідких компонентів; нагрівача і датчика температури, які розміщені на дні завантажувальної ємності; блока керування, який за допомогою електричних проводів приєднано до асинхронного електродвигуна, крана з електроприводом, електричного насоса, крокового двигуна, датчика витрат рідини, крана з електроприводом, нагрівача, датчика температури, дозволяє одночасно виконувати технологічні процеси диспергування, емульгування та гомогенізації компонентів суміші в рідкому середовищі з більш високою продуктивністю, якістю і меншими енерговитратами. 50 55

Поставлена задача вирішується тим, що роторний кавітаційний диспергатор-гомогенізатор, що містить завантажувальну ємність у вигляді бака з кришкою, вихідний патрубок, вхідний патрубок для сипких компонентів, вхідний патрубок для рідких компонентів, жорстко закріплений статор, під яким встановлений ротор, закріплений на валу підшипникового вузла, який

5 приєднаний до вала асинхронного електродвигуна, згідно з корисною моделлю, додатково забезпечений краном з електроприводом і електричним насосом, які послідовно встановлені після вихідного патрубку; заслінкою з приводом крокового двигуна, яка встановлена у порожнині вхідного патрубку для сипких компонентів; датчиком витрат рідини і краном з електроприводом,

10 які послідовно встановлені до вхідного патрубку для рідких компонентів; нагрівачем і датчиком температури, які розміщені на дні завантажувальної ємності; блоком керування, який за допомогою електричних проводів приєднано до асинхронного електродвигуна, крана з електроприводом, електричного насоса, крокового двигуна, датчика витрат рідини, крана з електроприводом, нагрівача, датчика температури.

Згідно з корисною моделлю, ротор і статор виконано у вигляді круглого диска із зубчастими елементами, що розміщені на концентричних колах, отвори між зубчастими елементами статора утворюють дифузори, всередині статора розташований наскрізний отвір, отвори між зубчастими елементами ротора утворюють резонатори, всередині ротора розташовані лопаті, які розміщені під кутом до його радіуса.

Корисна модель пояснюється кресленнями, де на Фіг. 1 представлено загальний вигляд роторного кавітаційного диспергатора-гомогенізатора, на Фіг. 2 представлено загальний вигляд статора роторного кавітаційного диспергатора-гомогенізатора, на Фіг. 3 представлено загальний вигляд ротора роторного кавітаційного диспергатора-гомогенізатора, на Фіг. 4 представлено алгоритм програмного забезпечення блоку керування роторним кавітаційним диспергатором-гомогенізатором.

Роторний кавітаційний диспергатор-гомогенізатор (Фіг. 1) складається із завантажувальної ємності 1 у вигляді бака з кришкою 2, що має вакуумне ущільнення, вихідного патрубку 3, вхідного патрубку для сипких компонентів 4 та вхідного патрубку для рідких компонентів 5. На дні завантажувальної ємності 1 жорстко закріплений статор 6 (Фіг. 2), який виконано у вигляді круглого диска із зубчастими елементами, що розміщені на концентричних колах. Отвори між зубчастими елементами статора 6 утворюють дифузори 7. Всередині статора 6 розташований наскрізний отвір 8. Під статором 6 встановлений ротор 9 (Фіг. 3), який виконано у вигляді круглого диска із зубчастими елементами, що розміщені на концентричних колах. Отвори між зубчастими елементами ротора 9 утворюють резонатори 10. Всередині ротора 9 розташовані лопаті 11, які розміщені під кутом до його радіуса. Ротор 9 закріплений на валу 12 підшипникового вузла 13, який в свою чергу встановлений знизу завантажувальної ємності 1. Вал 12 підшипникового вузла 13 приєднаний до вала асинхронного електродвигуна 14. До вихідного патрубку 3 приєднано кран з електроприводом 15. Далі, після крана з електроприводом 15, встановлений електричний насос 16 для перекачування готової суміші до наступного резервуара (на Фіг. 1 не відмічено). У вхідному патрубку для сипких компонентів 4 встановлена заслінка 17, вал якої приєднано до вала крокового двигуна 18. До вхідного патрубку для рідких компонентів 5 послідовно приєднано датчик витрат рідини 19 і кран з електроприводом 20. Далі, кран з електроприводом 20 приєднаний патрубком до резервуара з рідиною (на Фіг. 1 не відмічено). На дні завантажувальної ємності 1 розміщено нагрівач 21 і датчик температури 22. Асинхронний електродвигун 14, кран з електроприводом 15, електричний насос 16, кроковий двигун 18, датчик витрат рідини 19, кран з електроприводом 20, нагрівач 21, датчик температури 22 за допомогою електричних проводів приєднано до блока керування 23, на якому встановлено відповідне програмне забезпечення, алгоритм якого представлено на Фіг. 4, де: start - змінна запуску алгоритму; stop - змінна зупинки алгоритму; η – задане співвідношення об'єму сипкого компонента до об'єму рідкого компонента; V - заданий об'єм необхідної суміші, m^3 ; T_c - задана температура суміші, $^{\circ}C$; V_e - об'єм завантажувальної ємності 1, m^3 , V_p - об'єм рідкого компонента, m^3 ; α - кут нахилу заслінки, $^{\circ}$; $Q(\alpha)$ - об'ємні витрати сипкого компонента, m^3/c ; t_c - час заповнення завантажувальної ємності 1; T - температура суміші, $^{\circ}C$; P - потужність асинхронного електродвигуна 14, що споживається, Вт; N - кількість циклів; i - номер циклу).

Процес диспергування, емульгування та гомогенізації компонентів суміші в рідкому середовищі на роторному кавітаційному диспергаторі-гомогенізаторі відбувається в такий спосіб.

Спочатку оператор роторного кавітаційного диспергатора-гомогенізатора задає на блоці керування 23 вихідні дані (співвідношення об'єму сипкого компонента до об'єму рідкого компонента η , об'єм необхідної суміші V , температура суміші T_c) і запускає процес.

В результаті чого блок керування 23 передає сигнал за допомогою електричних проводів до крана з електроприводом 20. В результаті чого кран з електроприводом 20 відкривається і рідкий компонент починає переміщуватися через датчик витрат рідини 19 і вхідний патрубок для рідких компонентів 5 у завантажувальну ємність 1. Датчик витрат рідини 19 при цьому фіксує об'єм рідкого компонента V_p і передає його значення до блока керування 23. В момент виконання умови $V_p = V_e / (\eta + 1)$, де V_e - об'єм завантажувальної ємності 1, блок керування 23 передає сигнал за допомогою електричних проводів до крана з електроприводом 20 і вимикає його. Далі, блок керування 23 передає сигнал за допомогою електричних проводів до крокового двигуна 18, який відкриває заслінку 17 на кут нахилу α . Кут нахилу α заслінки 17 є відкаліброваним до об'ємних витрат сипкого компонента $Q(\alpha)$. Сипкий компонент переміщується через заслінку 17 і вхідний патрубок для сипких компонентів 4, який розміщено в центрі кришки 2, до завантажувальної ємності 1. Через час $t_c = V_e \eta / ((\eta + 1) Q(\alpha))$ блок керування 23 передає сигнал за допомогою електричних проводів до крокового двигуна 18, який закриває заслінку 17.

Після цього блок керування 23 передає електричний струм електромережі за допомогою електричних проводів до асинхронного електродвигуна 14, в результаті чого він вмикається. Вал асинхронного електродвигуна 14 приводить в дію вал 12 підшипникового вузла 13 і відповідно до цього ротор 9 починає виконувати обертотий рух навколо власної осі. Жорстко розташовані лопаті 11 на роторі 9 утворюють різницю тисків у наскрізному отворі 8 статора 6 та завантажувальній ємності 1, що призводить до втягування суміші у наскрізний отвір 8 статора 6. В результаті обертання ротора 9 резонатори 10 і дифузори 7 періодично співпадають один з одним, утворюючи при цьому наскрізні отвори, через які суміш починає переміщуватися під дією відцентрової сили до стінок завантажувальної ємності 1 (рух суміші на Фіг. 1 показано стрілками). При перекритті резонаторів 10 і дифузоров 7 відбувається різке підвищення тиску - прямий гідравлічний удар. Таким чином суміш послідовно обробляється гідроударами. У момент суміщення резонаторів 10 і дифузоров 7 суміш отримує велику кінетичну енергію в отворах. При цьому відбувається різке падіння тиску з одночасним підвищенням швидкості руху суміші. Зменшення тиску викликає появу парових бульбашок. На вході в дифузори 7 утворюються кільцеві зони, в яких відбувається схлопування парових бульбашок суміші, що призводить до додаткового руйнування від знакоперемінних навантажень. Крім цього, потік суміші, насичений кавітаційними паровими бульбашками, з великою швидкістю врізається в стаціонарний шар суміші. Напроти кожного отвору утворюються турбулентні зони схлопуваних кавітаційних парових бульбашок. Велика сумарна кількість утворення кавітаційних бульбашок забезпечує інтенсивний дифузійний обмін між рідкою та газовою фазами, в результаті чого відбувається гомогенізація, розігрівання та знезараження оброблюваного середовища й прискорення активуючих реакцій. В результаті постійного руху компонентів суміші з центру завантажувальної ємності 1 через наскрізний отвір 8 статора 6, резонатори 10 і дифузори 7 до стінок завантажувальної ємності 1 відбувається постійне їх перемішування і поступове диспергування.

Процес нагрівання суміші до заданої температури T_c відбувається так. Блок керування 23 за допомогою електричних проводів вмикає нагрівач 21. Датчик температури 22 визначає температуру суміші в завантажувальній ємності 1 і передає дані за допомогою електричних проводів до блока керування 23. У разі досягнення заданої температури T_c блок керування 23 за допомогою електричних проводів вимикає нагрівач 21.

Під час процесу диспергування, емульгування та гомогенізації компонентів суміші в рідкому середовищі на роторному кавітаційному диспергаторі-гомогенізаторі блок керування 23 вимірює динаміку потужності $P(t)$, що споживається асинхронним електродвигуном 14. На початку процесу, потужність має найбільше значення, так як відбувається інтенсивне диспергування сипкого компонента суміші, що призводить до зменшення розмірів його частинок. Далі значення потужності починає зменшуватися і досягає стабільності $P = \text{const}$. Це пов'язано з тим, що весь сипкий компонент подрібнився і рівномірно розподілився по всьому об'єму завантажувальної ємності 1, тобто суміш є однорідною. В момент коли $P = \text{const}$ і температура суміші досягає значення T_c блок керування 23 вимикає асинхронний електродвигун 14.

Наступним етапом процесу є вивантаження суміші. Блок керування 23 за допомогою електричних проводів передає сигнал до крана з електроприводом 15, тим самим відкриваючи його. Далі блок керування 23 за допомогою електричних проводів вмикає електричний насос 16. При цьому готова суміш відводиться з завантажувальної ємності 1 і перекачується по вихідному патрубку 3, через кран з електроприводом 15 і електричний насос 16 до проміжного резервуара. Після відведення всієї суміші з завантажувальної ємності 1 блок керування 23 за допомогою електричних проводів вимикає електричний насос 16 і закриває кран з електроприводом 15.

Після цього цикл повторюється $N=V/V_e$ разів з моменту завантаження компонентів у завантажувальну ємність 1.

Використання роторного кавітаційного диспергатора-гомогенізатора, в якому за рахунок встановленого крана з електроприводом і електричного насоса, які послідовно встановлені після вихідного патрубку; заслінкою з приводом крокового двигуна, яка встановлена у порожнині вхідного патрубку для сипких компонентів; датчиком витрат рідини і краном з електроприводом, які послідовно встановлені до вхідного патрубку для рідких компонентів; нагрівачем і датчиком температури, які розміщені на дні завантажувальної ємності; блоком керування, який за допомогою електричних проводів приєднано до асинхронного електродвигуна, крана з електроприводом, електричного насоса, крокового двигуна, датчика витрат рідини, крана з електроприводом, нагрівача, датчика температури, дозволяє одночасно виконувати технологічні процеси диспергування, емульгування та гомогенізації компонентів суміші в рідкому середовищі з більш високою продуктивністю, якістю і меншими енерговитратами.

Джерела інформації:

1. Патент на винахід № 65406 UA, МПК B01F 7/00 (2006), B01F 13/06 (2006.01). Роторний гомогенізатор. Вин.: Долінський А.А., Басок Б.І., Кравченко Ю.С., Гартвіг А.П., Коба А.Р., Піроженко І.А. Заявл.: Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України. № 2003087330. Заявл. 04.08.2003. Опубл. 16.01.2006. Бюл. № 1.

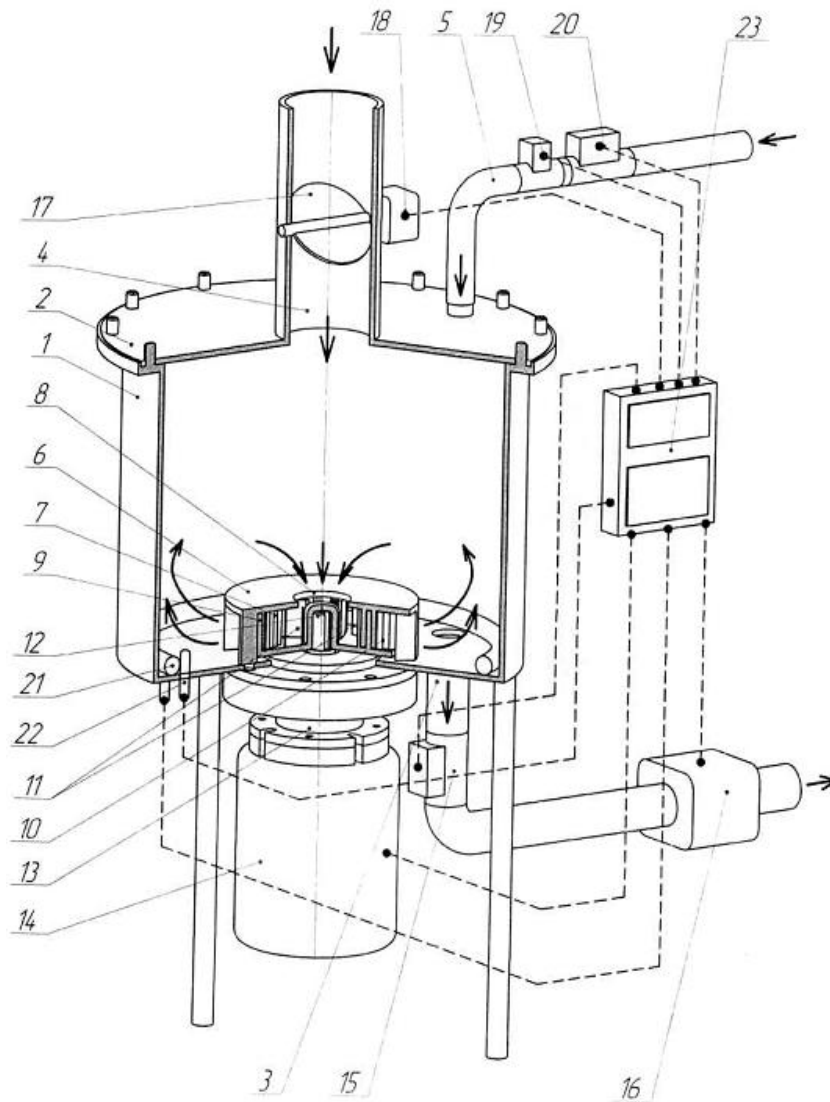
2. Патент на корисну модель № 97802 UA, МПК (2015.01) B01F 7/00. Роторний кавітаційний диспергатор. Вин.: Лиходід В.В., Забудченко В.М., Луц П.М, Доруда С.О., Лисенко Д.М. Заявл.: Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва національного наукового центру "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства" НААН України. № u201410048. Заявл. 12.09.2014. Опубл. 10.04.2015. Бюл. № 7.

3. Деклараційний патент на винахід № 57304 UA, МПК 7 A01J 11/16. Насос-гомогенізатор. Вин.: Гвоздев О.В., Кокоулін Е.П. Заявл.: Таврійська державна агротехнічна академія. № 2002076305. Заявл. 29.07.2002. Опубл. 16.06.2003. Бюл. № 6.

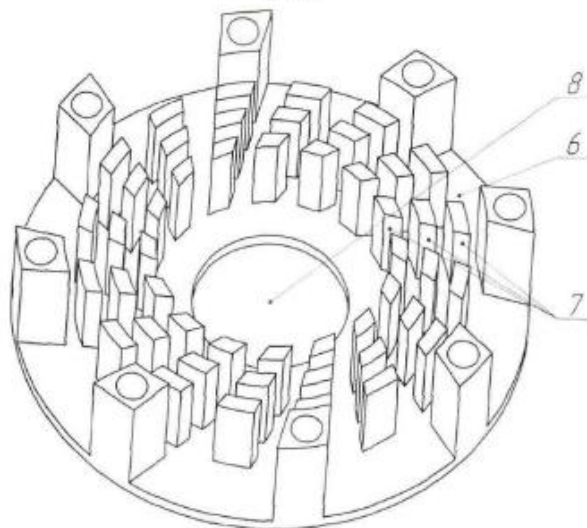
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Роторний кавітаційний диспергатор-гомогенізатор, що містить завантажувальну ємність у вигляді бака з кришкою, вихідний патрубок, вхідний патрубок для сипких компонентів, вхідний патрубок для рідких компонентів, жорстко закріплений статор, під яким встановлений ротор, закріплений на валу підшипникового вузла, який приєднаний до вала асинхронного електродвигуна, який **відрізняється** тим, що додатково забезпечений краном з електроприводом і електричним насосом, які послідовно встановлені після вихідного патрубку; заслінкою з приводом крокового двигуна, яка встановлена у порожнині вхідного патрубку для сипких компонентів; датчиком витрат рідини і краном з електроприводом, які послідовно встановлені до вхідного патрубку для рідких компонентів; нагрівачем і датчиком температури, які розміщені на дні завантажувальної ємності; блоком керування, який за допомогою електричних проводів приєднано до асинхронного електродвигуна, крана з електроприводом, електричного насоса, крокового двигуна, датчика витрат рідини, крана з електроприводом, нагрівача, датчика температури.

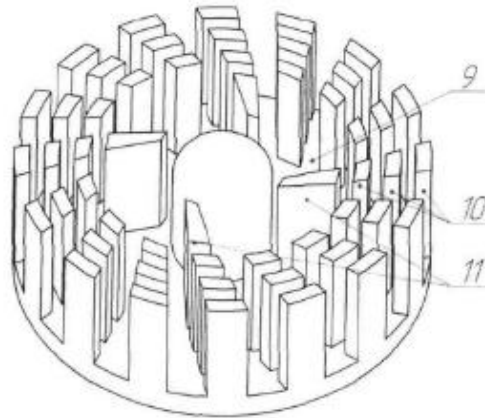
2. Роторний кавітаційний диспергатор-гомогенізатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що ротор і статор виконано у вигляді круглого диска із зубчастими елементами, що розміщені на концентричних колах, отвори між зубчастими елементами статора утворюють дифузори, всередині статора розташований наскрізний отвір, отвори між зубчастими елементами ротора утворюють резонатори, всередині ротора розташовані лопаті, які розміщені під кутом до його радіуса.



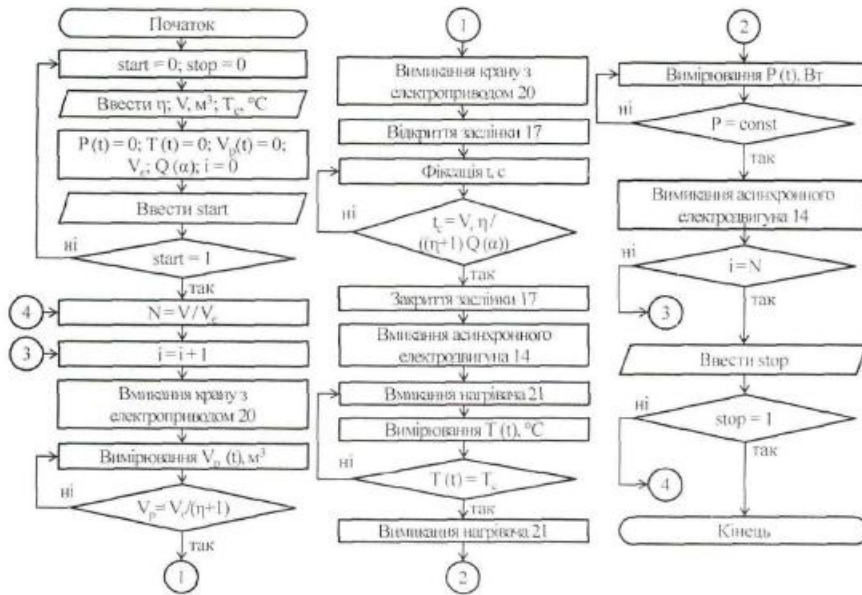
Фиг. 1



Фиг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4