



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **121120** (13) **C2**
(51) МПК (2020.01)
B01F 7/00
B01F 7/12 (2006.01)
B01F 7/28 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

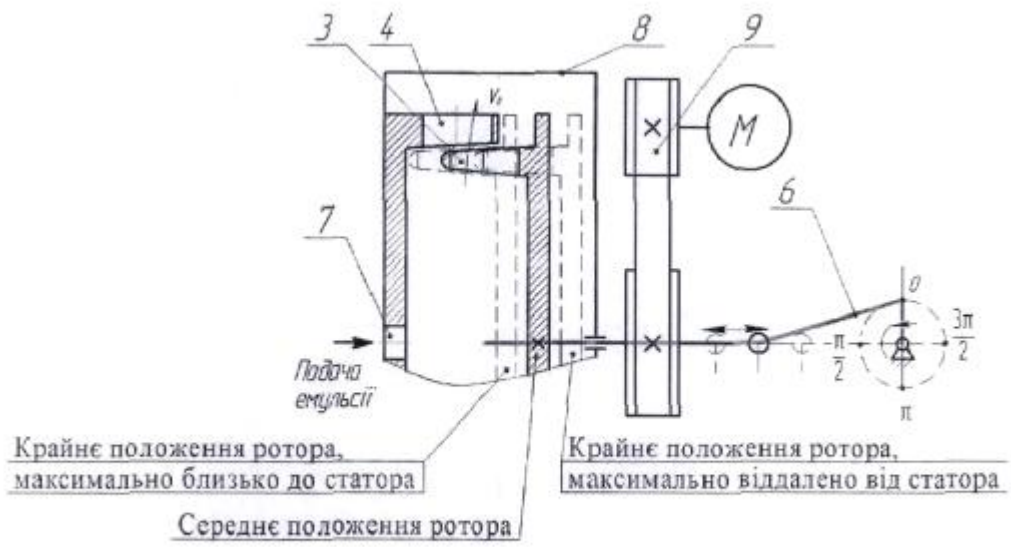
<p>(21) Номер заявки: а 2017 05637</p> <p>(22) Дата подання заявки: 07.06.2017</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.04.2020</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 25.09.2018, Бюл.№ 18</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2020, Бюл.№ 7</p>	<p>(72) Винахідник(и): Кюрчев Володимир Миколайович (UA), Дейниченко Григорій Вікторович (UA), Самойчук Кирило Олегович (UA), Пацький Ігор Юрійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72310 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 106554 U, 25.04.2016 УДК 637.134 Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Методика розрахунку пульсаційного гомогенізатора з вібруючим ротором., №1 Том 2, 2015р. SU 1479088 A1, 15.05.1989 RU 2203728 C2, 10.05.2003 RU 2090253 C1, 20.09.1997 GB 1182321 A, 25.02.1970 US 2002085449 A1, 04.07.2002 WO 8001497 A1, 24.07.1980 FR 2446667 A1, 14.08.1980</p>
--	--

(54) РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИЙ АПАРАТ З РОТОРОМ, ЩО ВІБРУЄ

(57) Реферат:

Винахід належить до пристроїв для інтенсифікації процесів змішування, емульгування, гомогенізації, диспергування гетерогенних систем і може бути використана в харчовій, переробній, фармацевтичній, хімічній і іншій галузях промисловості. Заявлений роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує, містить корпус, кривошипний механізм приводу вібрації. Усередині корпусу концентрично розташовані ротор з механізмом приводу обертання і статор з отворами. Кількість і діаметр отворів ротора дорівнюють відповідно кількості та діаметру отворів статора. Частота обертання ротора визначається діленням частоти вібрації ротора на кількість отворів. Кривошипний механізм приводу вібрації сполучений з ротором через механізм приводу обертання, при цьому збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню ротора, при якому він розташований максимально близько до статора по осі обертання ротора. Винахід полягає у підвищенні дисперсності емульсії.

UA 121120 C2



Фіг. 2

Винахід належить до пристроїв для інтенсифікації процесів змішування, емульгування, гомогенізації, диспергування гетерогенних систем і може бути використана в харчовій, переробній, фармацевтичній, хімічній і іншій галузях промисловості.

Відомий роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує, містить корпус, усередині якого концентрично розташовані ротор і статор з прорізами та електромагніт, який вбудований в корпус, в якому кількість і ширина прорізів ротора дорівнюють відповідно кількості та ширині прорізів статора, а частота обертання ротора визначається діленням частоти вібрації ротора на кількість прорізів. Оброблюване середовище надходить у апарат і під дією відцентрових сил відкидається до периферії ротора. Під дією електромагніта ротор здійснює осьові вібрації відносно статора. Періодичний збіг та закриття прорізів ротора і статора, призводить до появи періодичних пульсацій емульсії, виникнення кавітації і гідравлічних ударів, а також високих зсувних напружень в зазорі між ротором і статором, сукупний вплив яких руйнує частки дисперсної фази продукту. Завдяки тому, що частота вібрації ротора дорівнює частоті перекриття прорізів, а кількість і ширина прорізів ротора дорівнюють відповідно кількості та ширині прорізів статора, величина пульсації при кожному перекритті прорізів однакова. Рівність пульсації обумовлює однаковий вплив на кожную порцію емульсії, що, під дією відцентрових сил, проходить крізь прорізи ротора і статора. Цим забезпечується однорідність диспергування часток дисперсної фази, і рівномірний склад готового продукту. [Патент на корисну модель № 107458. Україна. МПК⁷ В 01 F 7/12. Роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує /Самойчук К.О., Івженко А.О., Ялпачик Ф.Ю., Султанова В.О. Опубл. 10.06.2016. Бюл. № 11].

У даному апараті для створення пульсацій емульсії застосовані прорізи, характерні для роторно-пульсаційних апаратів (РПА) без вібруючих елементів. Таке перенесення конструктивних ознак на РПА з ротором, що вібрує, повинно узгоджуватись з характером осьових вібрацій ротора, викликаних дією електромагніта. Але застосування прорізів в сукупності з електромагнітом змінної напруги не враховує специфіку роботи РПА з вібруючим ротором і його резонансний ефект буде виражений дуже слабо, що призводить до зниження ефективності роботи РПА.

Умови синхронізації частоти обертання з частотою осьових коливань ротора недостатньо для виникнення резонансу, для якого необхідною додатковою умовою є узгодження взаємного положення коливальних і обертальних рухів ротора. Вимоги до такого узгодження значно підвищуються при необхідності досягнення резонансу, що заявляється авторами патенту. Таким чином неузгодженість взаємного положення коливальних і обертальних рухів ротора призводить до зниження якості обробки емульсії.

Найбільш близьким до пропонуваного і прийнятого за прототип є роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує, який містить корпус, усередині якого концентрично розташовані ротор і статор з отворами, встановлено кривошипний механізм приводу вібрації ротора, а кількість і діаметр отворів ротора дорівнюють відповідно кількості та діаметру отворів статора. Оброблюване середовище у апараті відкидається до периферії ротора, який обертається за рахунок приводу з гнучким зв'язком. Під дією кривошипного механізму ротор здійснює осьові вібрації відносно статора. Проходячи крізь отвори ротора і статора, що періодично закриваються та відкриваються, створюються періодичні пульсації емульсії, виникає кавітація і гідравлічні удари. Завдяки тому, що встановлено кривошипний механізм приводу вібрації ротора, а кількість і діаметр отворів ротора дорівнюють відповідно кількості та діаметру отворів статора, форма і характер пульсацій, викликаних осьовим рухом ротора і пульсаціями, викликаними відцентровим тиском будуть подібними. Це створює необхідні умови для виникнення резонансу пульсацій, при яких знижуються енерговитрати і підвищується амплітуда коливань емульсії, що підвищує ступінь диспергування емульсії. [Патент №106554, Україна, МКИ⁵ В01F 7/12. Роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує /Самойчук К.О., Івженко А.О., Ялпачик Ф.Ю., Султанова В.О.; № u201511568; заявл. 23.11.15; опубл. 25.04.2016. Бюл. № 8].

Авторами патенту заявляється виникнення резонансу пульсацій, при яких знижуються енерговитрати і підвищується амплітуда коливань емульсії, що підвищує ступінь диспергування емульсії. Але сукупність конструктивних ознак патенту (зокрема встановлення кривошипного механізму приводу вібрації ротора, та рівність кількості та діаметра отворів ротора кількості та діаметру отворів статора) не є достатніми для створення резонансу пульсацій емульсії. Для цього необхідною умовою є узгодження коливальних і обертальних рухів ротора, що призводить до зниження якості обробки емульсії.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення роторно-пульсаційного апарата з ротором, що вібрує шляхом узгодження взаємного положення механізмів приводу вібрації і обертання ротора, яке призводить до створення подібних за характером пульсацій та завдяки чому виникає резонанс і підвищується якість диспергування емульсії.

Поставлена задача вирішується тим, що в роторно-пульсаційному апараті з ротором, що вібрує, що містить корпус, усередині якого концентрично розташовані ротор і статор з отворами, кривошипний механізм приводу вібрації ротора та в якому кількість і діаметр отворів ротора дорівнюють відповідно кількості та діаметру отворів статора, а частота обертання ротора

5 визначається діленням частоти вібрації ротора на кількість отворів, відповідно до пропонуваного винаходу, механізми приводу вібрації й обертання ротора сполучені таким чином, що збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню ротора, при якому він розташований максимально близько до статора по осі обертання ротора.

10 Для РПА з ротором, що вібрує важливим є отримання резонансу пульсацій емульсії. При резонансному режимі роботи підвищується амплітуда коливань, що підвищує швидкість ковзання жирової кульки і що може істотно підвищити диспергуючий ефект апарату [1]. Для цього необхідно домогтися подібності характеристик руху емульсії, викликаних:

- пульсацією емульсії при русі їх через модулятор РПА (який періодично відкривається та закривається), спричинену відцентровими силами v_o^g ;

15 - пульсацією емульсії в отворах модулятора РПА, спричинену циклічним осьовим рухом ротора (вібрацією ротора) v_o^n .

Проаналізуємо чотири характерні варіанти для умов, при яких

- кількість і діаметр отворів ротора дорівнює кількості та діаметру отворів статора;

20 - частота обертання ротора визначається діленням частоти вібрації ротора на кількість отворів:

а) при $\varphi = 0$, $\beta = 0$ (Фіг. 3) (збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню, при якому ротор розташований у середньому положенні перед початком руху в бік, протилежний статору);

25 б) при $\varphi = 0$, $\beta = \pi/2$ (збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню, при якому ротор розташований у крайньому положенні максимально віддалено від статора);

в) при $\varphi = 0$, $\beta = \pi$ (збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню, при якому ротор розташований у середньому положенні перед початком руху в бік статора);

30 г) при $\varphi = 0$, $\beta = 3\pi/2$ (збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню, при якому ротор розташований у крайньому положенні максимально близько до статора).

Графіки швидкостей для описаних вище варіантів показані на Фіг. 3 (при діаметрі ротора 0,15 м, частоті осьових коливань ротора 2880 об/хв, амплітуді коливань ротора 2 мм, кількості отворів ротора і статора 8, зазорі радіальному між ротором і статором 1 мм, дожині ротора 5 мм, довжині статора 10 мм).

35 Аналізуючи графіки можна зробити висновки, що умова подібності характеру зміни швидкостей v_o^n і v_o^g (Фіг. 4) дотримується лише при $\beta = 3\pi/2$ (Фіг. 3), при якому збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню, при якому ротор розташований у крайньому положенні максимально близько до статора по осі обертання ротора.

40 Експериментальні дослідження залежності між кутом зсуву фаз обертального та коливального рухів ротора та розмірами жирових кульок, свідчать про збільшення ефективності диспергування при оптимальному, за теоретичними розрахунками, кутом зсуву $\beta = 3\pi/4$ [1].

Отже, при поєднанні в даному технічному рішенні наступних умов, а саме:

- узгодження обертання та вібрації ротора таким чином, що збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню, при якому ротор розташований у крайньому положенні максимально близько до статора по осі обертання ротора;

45 - наявності кривошипного механізму як приводу осьової вібрації ротора;

- наявності отворів в роторі і статорі однакової кількості і рівних діаметрів;

- частота обертання ротора визначається діленням частоти вібрації ротора на кількість отворів,

50 дають змогу отримати подібний характер швидкостей v_o^n і v_o^g , що приводить до появи резонансу пульсацій емульсії, при якому підвищується амплітуда коливань емульсії, що викликає збільшення швидкості ковзання жирової кульки, а це в результаті приводить до підвищення ступеня диспергування дисперсної фази емульсії [1].

Сутність винаходу пояснюється кресленнями, де:

на Фіг. 1 зображено схему апарата (повздовжній розріз),

55 на Фіг. 2 - схему апарата (поперечний розріз),

на Фіг. 3 - графіки швидкостей v_o^n для випадків $\beta = 0$, $\beta = \pi/2$, $\beta = \pi$, $\beta = 3\pi/2$,

на Фіг. 4 – графік швидкості v_o^g .

Роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує, містить корпус 8 (Фіг. 1), усередині якого концентрично і співвісно розташовані ротор 2 і статор 1 з отворами 3 і 4, механізм приводу обертання ротора 9, кривошипний механізм приводу вібрації ротора 6 а також патрубок подачі 7 і відводу 5 продукту.

Роторно-пульсаційний апарат працює таким чином. Оброблюване середовище надходить у центральну частину апарата через патрубок 7, звідки під дією відцентрових сил відкидається до периферії ротора 2, який обертається за рахунок приводу з гнучким зв'язком 9, наприклад зубчастою пасовою передачею, яка дозволяє торцеве відхилення пасів при роботі та виключає просковзування для чіткої синхронізації з осьовими коливаннями (вібрацією) ротора. Під дією кривошипного механізму 6 ротор 2 здійснює осьові вібрації відносно статора 1. Механізми приводу обертання та вібрації ротора сполучені таким чином, що при збігу осей отворів ротора і статора, ротор розташований максимально близько до статора по осі обертання ротора. Проходячи крізь отвори ротора 3 і статора 4, що періодично закриваються та відкриваються, створюються періодичні пульсації емульсії, виникає кавітація і гідравлічні удари. Завдяки тому, що механізми приводу обертання та вібрації ротора сполучені таким чином, що при збігу осей отворів ротора і статора, ротор розташований максимально близько до статора по осі обертання ротора, а також тому, що встановлено кривошипний механізм приводу вібрації ротора, кількість і діаметр отворів ротора d_p дорівнюють відповідно кількості та діаметру

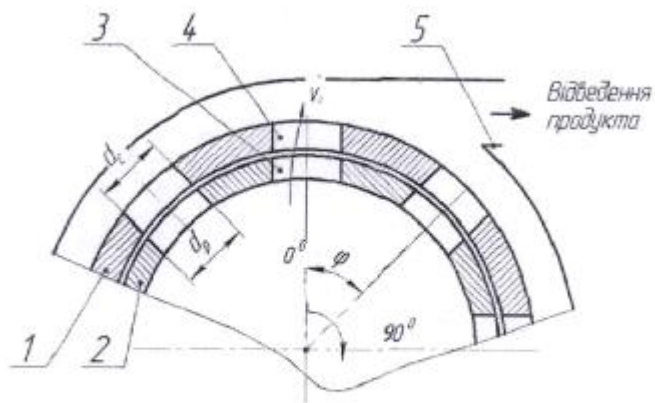
отворів статора d_c , частота обертання ротора визначається діленням частоти вібрації ротора на кількість отворів, форма і характер графіків швидкостей, викликаних осьовим рухом ротора і пульсаціями, викликані відцентровим тиском (при періодичному закриванні та відкриванні модулятора) будуть подібними. При цьому виникає резонанс пульсацій, при якому підвищується амплітуда коливань емульсії, що підвищує ступінь диспергування емульсії. Після обробки продукт виводиться під дією відцентрових сил через патрубок 5, який розташований у корпусі 8.

Таким чином, застосування сукупності ознак у даному технічному рішенні дозволяє підвищити дисперсність емульсії, яка обробляється у РПЛ.

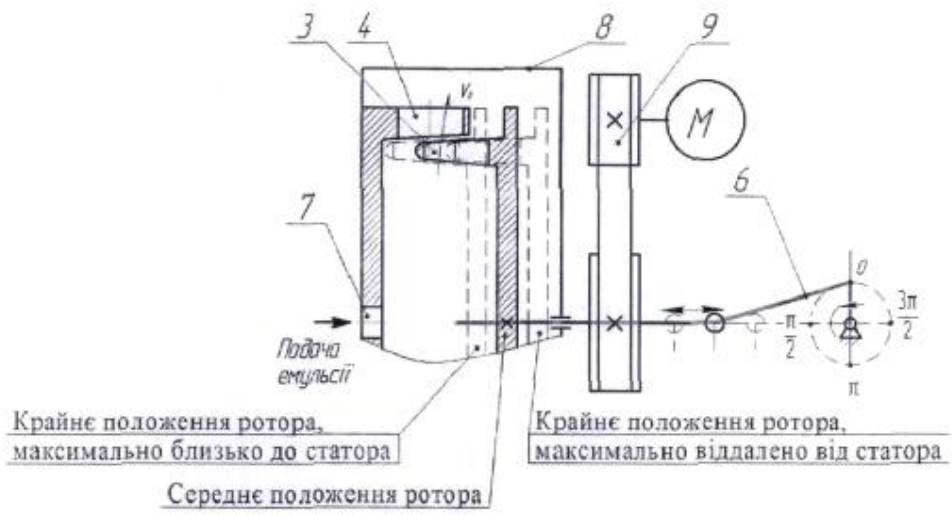
1. Дейниченко Г.В. Синхронізація коливальних і обертальних рухів ротора у пульсаційному гомогенізаторі з вібруючим ротором /Г.В. Дейниченко, К.О. Самойчук, А.О. Івженко //Вібрації в техніці та технологіях: Вінниця - 2016. - № 1 (81). - С. 122-131.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

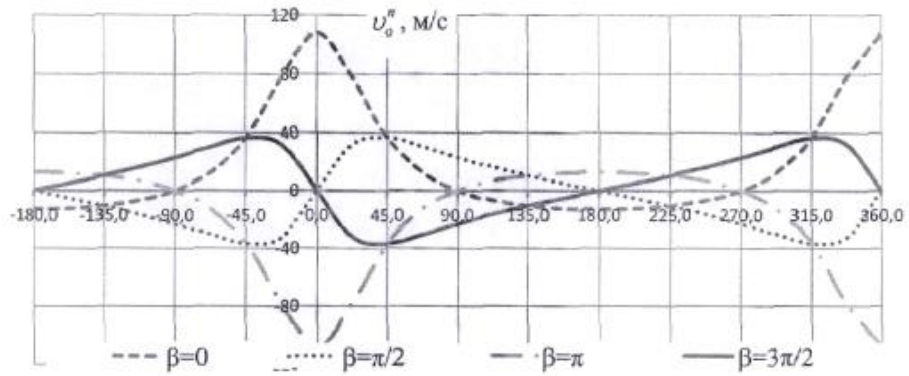
Роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує, який містить корпус, кривошипний механізм приводу вібрації, при цьому усередині корпусу концентрично розташовані ротор з механізмом приводу обертання і статор з отворами, кількість і діаметр отворів ротора дорівнюють відповідно кількості та діаметра отворів статора, а частота обертання ротора визначається діленням частоти вібрації ротора на кількість отворів, який **відрізняється** тим, що кривошипний механізм приводу вібрації сполучений з ротором через механізм приводу обертання, при цьому збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню ротора, при якому він розташований максимально близько до статора по осі обертання ротора.



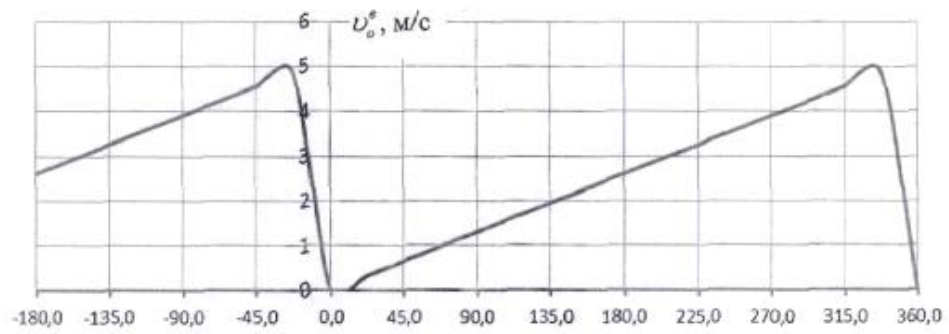
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601