



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 64606

(13) C2

(51) МПК (2006)  
B01F 7/26МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИЙ АПАРАТ

1

2

(21) 2003076655

(22) 15.07.2003

(24) 17.07.2006

(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 2006 р.

(72) Басок Борис Іванович, Давиденко Борис Вікторович, Кремньов Вячеслав Олегович, Кравченко Юрій Сергійович, Васильченко Лариса Олексіївна, Піроженко Інна Анатоліївна

(73) ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(56) SU 486769, 05.10.1975

SU 1333395 A1, 30.08.1987

SU 682258, 30.08.1979

SU 442841, 15.09.1974

SU 971454, 07.11.1982

RU 2016250 C1, 15.07.1994

(57) Роторно-пульсаційний апарат, що містить циліндричний корпус, в якому розміщені статори та встановлений на привідному валу ротор, причому ротор та перший статор виконані у вигляді дисків з отворами, який відрізняється тим, що другий статор виконаний у вигляді кожухотрубного теплообмінника з трубками, які закріплені в трубних дошках відповідно до отворів в дисках, причому довжина трубок складає  $50 \div 100$  мм.

Винахід відноситься до роторно-пульсаційних апаратів дискового гину, призначених для реалізації тепломасообмінних процесів розчинення, змішування, емульгування та гомогенізації гетерогенних рідинних середовищ, які широко використовуються в хімічній, харчовій, фармацевтичній та інших галузях промисловості.

Відомий роторно-пульсаційний апарат [А.С. СРСР №1333395А1, кл. В01F7/28, 1987], що містить циліндричний корпус, в якому встановлені статори та ротори, що виконані у вигляді дисків з наскрізними отворами, які розташовані по периферії, та привідний вал електродвигуна, причому кінцеві ділянки кожного статора виконані у вигляді усічених конусів, більші основи яких звернені до роторів та рівні між собою.

Недоліком запропонованого пристрою є те, що всі статори роторно-пульсаційного апарата мають канали значної довжини, що збільшує гідравлічний опір апарата, не дозволяє отримати максимальний рівень пульсацій тиску в зоні за ротором та призводить до зайвих витрат енергії. Крім того, виконання статорів з невеликими щілинними отворами по периферії збільшує металомісткість конструкції.

Відомий роторно-пульсаційний апарат [А.С.

СРСР №486769, кл. В01F7/26, 1975], що вибраний за прототип, який містить циліндричний корпус, в якому встановлено на привідному валу ротори та статори у вигляді дисків з отворами, причому висоту статора виконано у співвідношенні до ширини щілинного отвору, як 10:50.

Суттєвим недоліками відомого пристрою є те, що в роторно-пульсаційному апараті статори мають канали значної довжини, що є недоцільним, бо як показали дослідження тільки зі збільшенням довжини каналів другого статора зростає рівень пульсацій тиску, тобто зростає ефект інтенсифікації процесів теплообміну та механічної обробки середовища, а збільшення довжини каналів першого статора тільки збільшує гідравлічний опір апарата і призводить до зайвих витрат енергії. Крім того, підвищення амплітуди пульсацій тиску може викликати температурні перегріви оброблюваного середовища, що може негативно впливати на якість кінцевого продукту.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення роторно-пульсаційного апарату, в якому шляхом виконання другого статора у формі кожухотрубного теплообмінника з трубками, довжина яких становить  $50 \div 100$  мм, забезпечується максимальний рівень від'ємних пульсацій тиску в

(13) C2

(11) 64606

(19) UA

зоні за ротором, що призводить у пульсаційному режимі до локального адіабатного скипання рідини, ініціювання кавітаційних процесів та, як наслідок, підвищення ефективності впливу на дисперсну фазу в гетерогенних системах роторно-пульсаційних апаратів.

Поставлена задача вирішується тим, що в роторно-пульсаційному апараті, який містить циліндричний корпус, в якому встановлено на привідному валу ротор та статори, причому перший статор та ротор виконані у формі дисків і отворами, згідно з винаходом, другий статор має форму кожухотрубного теплообмінника з трубками, які розташовані в трубних дошках відповідно до отворів в дисках, причому довжина трубок складає 50÷100мм.

Виконання другого статора в формі кожухотрубного теплообмінника забезпечує одночасно з гідродинамічним впливом регулювання температури оброблюваного середовища (нагрівання або охолодження, в залежності від застосовуваної технології).

Виконання кожухотрубного теплообмінника з трубками, які розташовані в трубних дошках відповідно до отворів в дисках, сприяє створенню максимального рівня пульсацій тиску в апараті, бо при обертанні ротора отвори статорів перекриваються, потік різко гальмується, внаслідок чого за рахунок сил інерції в зоні перед ротором виникають додатні, а в зоні за ротором від'ємні імпульси тиску, величина яких пропорційна масі рідини, що гальмується, тобто довжині відповідних статорних каналів. Додатні імпульси тиску в рідині, що постискається, не можуть визвати інтенсифікації процесів, проте наявність від'ємних імпульсів тиску, якщо їх величина порівняна з атмосферним тиском, може призвести у пульсаційному режимі до локального адіабатного скипання рідини.

Оптимізація довжини трубок кожухотрубного теплообмінника: виконання їх в діапазоні 50÷100мм, призводить до створення максимального рівня саме від'ємних пульсацій тиску в зоні за ротором і тим самим до локального адіабатного скипання рідини, що ініціює кавітаційний процес, при якому міжфазна взаємодія і вплив на дисперсну фазу в гетерогенних системах підсилюється у десять разів. До того ж виконання першого статора й ротора мінімальних розмірів (наприклад, від 5 до 10мм) дозволить звести до мінімуму витрати енергії на подолання гідравлічного опору апарата.

Винахід, що заявляється, пояснюється кресленням, де

на Фіг.1 показана конструктивна схема роторно-пульсаційного апарату,

а на Фіг.2 - графік залежності рівня пульсацій тиску ( $-\Delta P$ , атм) від довжини каналів (трубок) другого статора ( $l_2$ , мм), одержаний шляхом комп'ютерного моделювання процесу.

Роторно-пульсаційний апарат містить корпус

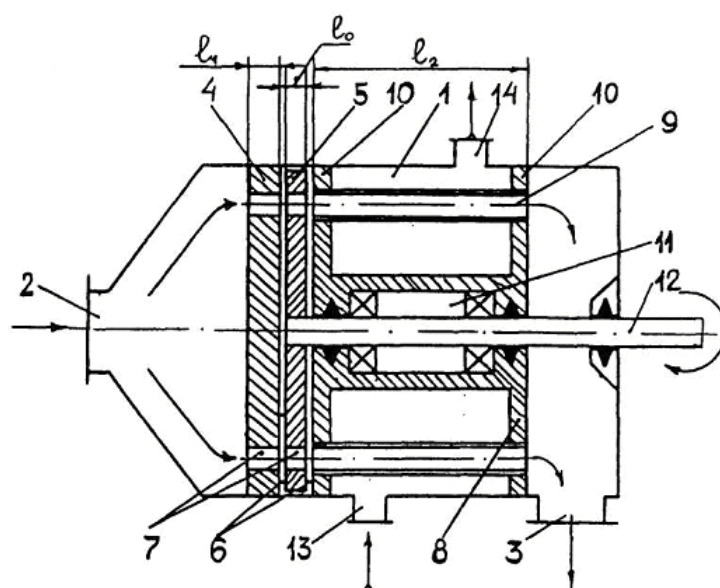
1 з вхідним та вихідним патрубками 2, 3; статор 4 і ротор 5, які розташовані із зазорами 6 та мають форму дисків (товщиною, відповідно,  $l_1$  і  $l_0$ ) з отворами 7; статор 8 виконаний у формі кожухотрубного теплообмінника з трубками 9, які розташовані в трубних дошках 10 відповідно до отворів 7 в дисках. В середині статора 8 у підшипниковому вузлі 11 міститься вал 12 приводу ротора 5. Для регулювання температури у теплообміннику передбачені патрубки 13 і 14 для подачі або відведення теплоносія.

Роторно-пульсаційний апарат працює наступним чином. Оброблювана сировина надходить до апарата через вхідний патрубок 2, проходить канали першого статора 4 й ротора 5, а також міждисківні зазори 6, де піддається гідродинамічному впливу (адіабатному скипання, кавітації) та інтенсивному диспергуванню, що обумовлено періодичним перекриттям отворів 7 при обертанні ротора 5, після чого середовище поступає крізь трубки 9 другого статора 8 в порожнистий корпус й транспортується у вихідний патрубок 3.

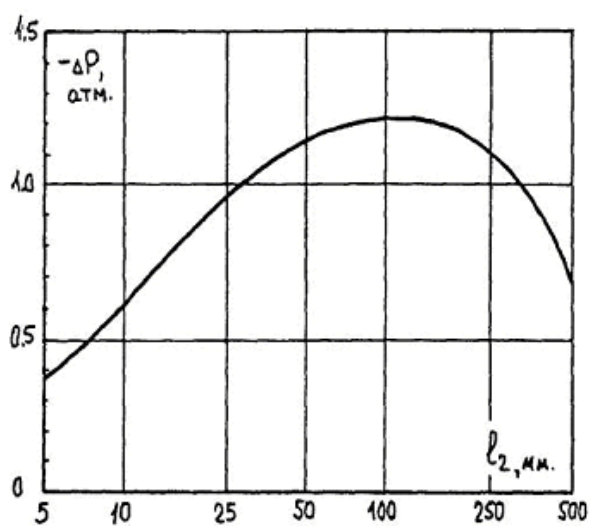
Ефективність апарата, що заявляється, підтверджено результатами аналізу, який виконано шляхом комп'ютерного моделювання процесу обробки середовища в широкому діапазоні зміни основних параметрів роторно-пульсаційного апарата дискового типу, а саме: діаметр каналів - (5-15)мм; швидкість обертання ротора - (1000 - 3000) обертів за хвилину; в'язкість рідини, що обробляється, - (1-100)сПз; перепад зовнішнього тиску - більше 0,1атм.

Як свідчать одержані результати (Фіг.2), залежність рівня від'ємних пульсацій тиску ( $-\Delta P$ ) від довжини каналів другого статора ( $l_2$ ) має екстремум, бо з ростом  $l_2$  взаємодіють два протилежних фактора: з одного боку, зростає маса рідини, що гальмується, але одночасно збільшується гідравлічний опір каналу і зменшується швидкість і від'ємне прискорення рідини у момент гальмування, тому сила інерції (пульсаційний тиск) досягає максимального значення в області  $l_2=100$ мм і починає знижуватися при подальшому зростанні  $l_2$ . Тобто, як видно з Фіг.2, оптимальне значення  $l_2$  лежить у діапазоні від 50 до 100мм, причому ця рекомендація застосовна з відхиленням  $\pm 5\%$  для всіх досліджених режимів роботи апарата.

Запропоновані технічні рішення пройшли перевірку на експериментальному стенді в лабораторії ІТТФ НАН України. Досліди ставились шляхом зміни елементів другого статора і вимірювання за допомогою п'єзодатчика тиску рівня пульсацій тиску в зоні на вході в другий статор за ротором. Результати досліджень підтвердили зроблений вище висновок: при встановленні другого статора довжиною 50-100мм рівень пульсацій тиску дійсно досягає максимального значення.



Фиг. 1



Фиг. 2