



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 119019

(13) C2

(51) МПК

B06B 1/18 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2018 02491</p> <p>(22) Дата подання заявки: 12.03.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.04.2019</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 25.09.2018, Бюл.№ 18</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2019, Бюл.№ 7</p>	<p>(72) Винахідник(и): Жулай Юрій Олексійович (UA), Скосар Вячеслав Юрійович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ "ТРАНСМАГ" НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, вул. Писаржевського, 5, м. Дніпро, 49005 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: MD 2555 C2, 30.04.2005 GB 1260765 A, 19.01.1972 UA 105602 C2, 26.05.2014 RU 2281389 C2, 10.08.2006 SU 1263368 A1, 15.10.1986 SU 1466808 A1, 23.03.1989 SU 505444, 05.03.1976 SU 1232296 A1, 23.05.1986 SU 1180084 A, 23.09.1985 Жулай Ю.А. Уточнение линейной математической модели кавитационного генератора колебаний давления жидкости /Ю.А. Жулай // Авиационно-космическая техника и технология, 2014, № 7(114), С. 21-26 Жулай Ю.А. Определение КПД кавитационного генератора колебаний давления жидкости / Ю.А. Жулай // Авиационно-космическая техника и технология, 2016, № 5 (132), С. 22-28 Жулай Ю.А. О парадоксе влияния объемного расхода жидкости через кавитационный генератор на размах колебаний / Ю.А. Жулай // Авиационно-космическая техника и технология, 2017, № 1 (136), С. 29-35</p>
--	---

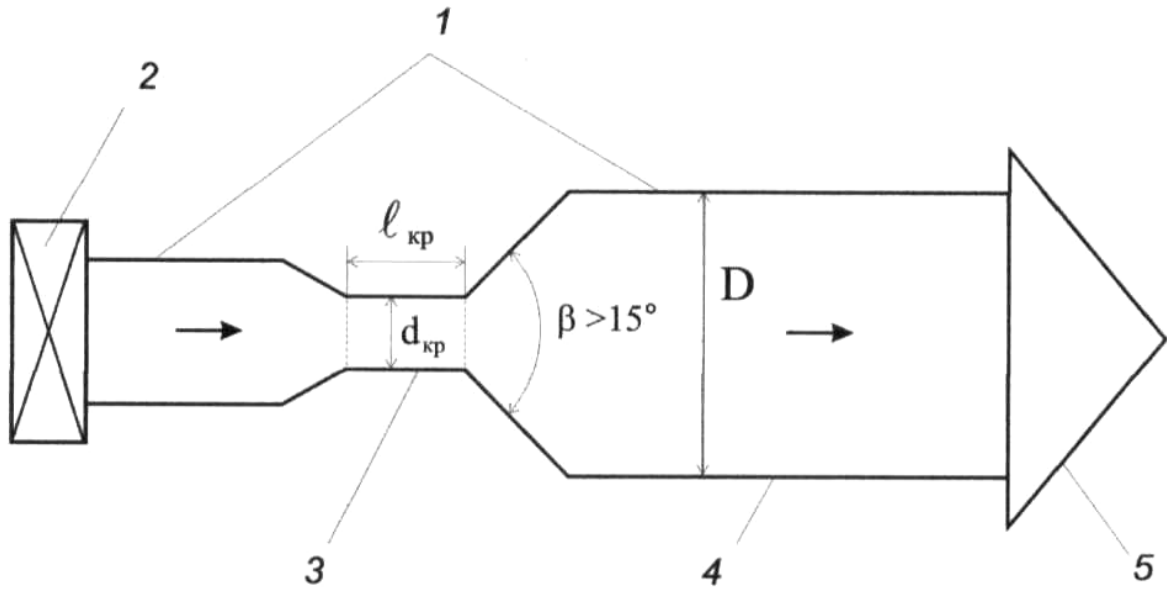
(54) СПОСІБ ГЕНЕРУВАННЯ ІМПУЛЬСІВ ТИСКУ РІДИНИ

(57) Реферат:

Спосіб генерування імпульсів тиску рідини, в якому пропускають рідину крізь трубку Вентурі у вигляді тіла обертання з кутом розкриття дифузора більше 15°, в якій відношення діаметра вихідного трубопроводу до діаметра критичного перерізу більше чотирьох, причому трубопроводи оснащені керуючими дроселями. Для збільшення величини імпульсів тиску рідини попередньо для трубки Вентурі з конкретними значеннями кута дифузора і діаметрів вихідного трубопроводу і критичного перерізу визначають залежності максимальної величини імпульсів тиску від тиску нагнітання і параметра кавітації від максимальної величини імпульсів

UA 119019 C2

тиску. Із отриманих залежностей розраховують тиск підпору, при якому генеруються максимальні імпульси тиску, після цього забезпечують вказаний тиск підпору за допомогою технологічної насадки на вихідному трубопроводі, після цього нагнітають рідину в трубку Вентурі з тиском нагнітання, при якому генеруються максимальні імпульси тиску.



Фіг.

Інтенсифікацію багатьох технологічних процесів досягається використанням пульсуючих струменів рідини високого і надвисокого тиску (десятьків МПа) звукової і ультразвукової частоти (десятки Гц - десятки кГц).

5 Широко розповсюджено способи генерування імпульсів тиску рідини за допомогою трубки Вентурі спеціальної геометрії, в якій реалізується режим гідродинамічної кавітації. Встановлено, що в трубці Вентурі при кутах розкриття дифузора більше 15° стаціонарний потік рідини, за рахунок періодично зривної кавітації, перетворюється в дискретно-імпульсний потік. Параметри цього потоку (тиск, частота, витрата рідини) підбираються експериментально для кожного конкретного випадку використання.

10 Відомий спосіб генерування імпульсів тиску рідини за допомогою трубки Вентурі у вигляді тіла обертання з кутом розкриття дифузора β більш 15° , в якій відношення діаметра D вихідного трубопроводу до діаметра $d_{кр}$ критичного перерізу більш чотирьох, причому трубопроводи оснащено керуючими дроселями [А.с. 505444 ССРС, МКИ² В06В 1/18. Генератор коливаний тиску рідини / В.В. Пилипенко, В.А. Задонцев, І.К. Манько, Н.І. Довготько, В.А. Дрозд (ССРС). - № 1782997/18-10; заявл. 06.05.72; опубл. 03.05.78, Бюл. № 9. - 3 с.].

15 Відомий аналогічний а.с. 505444 спосіб генерації імпульсів тиску рідини, в якому трубка Вентурі додатково має наступні параметри: критична частка виконано циліндричною довжиною $l_{кр}$, яка дорівнює 0,6-2,0 діаметрів $d_{кр}$ критичного перерізу, а вхід в критичну частку виконано з округленою кромкою радіусом, який дорівнює 0,26-0,35 діаметра $d_{кр}$ критичного перерізу [А.с. 1232296 ССРС, МКИ⁴ В06В 1/18. Генератор коливаний тиску рідини / В.В. Пилипенко, В.А. Задонцев, І.К. Манько, Ю.А. Жулай, Н.А. Дзоз (ССРС). - № 3772504/24-28; заявл. 19.07.84; опубл. 23.05.86, Бюл. № 19. - 2 с.].

20 Загальним недоліком аналогів а.с. 505444 і а.с. 1232296 є нераціональний режим генерації імпульсів тиску рідини. Для кожного конкретного використання змушено емпірично підбирати режим роботи генератора.

25 Відомий спосіб генерування імпульсів тиску рідини за допомогою трубок Вентурі, які працюють в режимі періодично зривної кавітації, при якому рідину пропускають крізь ряд послідовно з'єднаних трубок [А.с. 1180084 ССРС, МКИ⁴ В06В 1/18. Способ получения импульсов давления жидкости / В.В. Пилипенко, В.А. Задонцев, І.К. Манько, Ю.А. Жулай, Н.А. Дзоз (ССРС). - № 3725319/24-28; заявл. 05.04.84; опубл. 23.09.85, Бюл. № 35. - 2 с.]. Автори цього способу планували досягти збільшення величини імпульсів тиску за рахунок того, що підтримували відношення тиску на виході кожної трубки до тиску на вході в межах 0,1-0,6. Однак, практика продемонструвала, що вказаний спосіб не забезпечує стабільного збільшення величини імпульсів на виході з генератора. Підсумовування величин імпульсів уздовж ланцюжка трубок Вентурі не досягається.

30 Відомий спосіб генерування імпульсів тиску рідини за допомогою трубки Вентурі, яка працює в режимі періодично зривної кавітації, при якому в вихідному трубопроводі трубки встановлено акустичний резонатор, який діє акустичною хвилею на кавітаційну порожнину [А.с. 1466808 ССРС, МКИ⁴ В06В 1/18. Способ получения импульсов давления жидкости и устройство для его осуществления / В.В. Пилипенко, В.А. Задонцев, І.К. Манько, А.І. Эльке, С.В. Зайцев (ССРС). - № 4237030/24-28; заявл. 29.04.87; опубл. 23.03.89, Бюл. № 11.-4 с.]. За задумом розробників в цьому випадку мусить бути вирішена одна з проблем режиму періодично зривної кавітації: не ідеальне схлопування кавітаційної порожнини з фрагментацією, що веде до генерації "паразитних" імпульсів і до зменшення величини основних імпульсів тиску. Акустичний резонатор мусить трансформувати процес схлопування порожнини і приблизити його до ідеального варіанту, без генерування "паразитних" імпульсів тиску.

45 Однак, досягти такого співпадання частоти імпульсів тиску від порожнини, що схлопується, з частотою акустичного резонатора вельми складно. Тому очікуваного резонансного ефекту досягти не вдалося, і збільшення величини імпульсів тиску не було досягнуто.

50 Як найближчий аналог було використано спосіб генерації імпульсів тиску рідини, в якому пропускають рідину крізь трубку Вентурі у вигляді тіла обертання з кутом розкриття дифузора більш 15° , в якій відношення діаметра вихідного трубопроводу до діаметра критичного перерізу більш чотирьох, причому трубопроводи оснащено керуючими дроселями, на виході в потоці рідини призводять електроімпульсні розряди з частотою, яка дорівнює частоті схлопування порожнин, і співпадаючі за фазою. Розряди призводять за допомогою електродів, які здатні пересуватися в радіальному напрямку [А.с. 1263368 ССРС, МКИ⁴ В06В 1/18. Способ получения импульсов давления жидкости и устройство для его осуществления / В.В. Пилипенко, В.А. Задонцев, І.К. Манько, Н.А. Дзоз, Ю.А. Жулай, С.В. Зайцев (ССРС). - № 3877745/24-28; заявл. 02.04.85; опубл. 15.10.86, Бюл. № 38. - 4 с.].

За задумом авторів цього винаходу, додатковий імпульс тиску, який зроблено за рахунок електричного розряду, повинен збільшити основний імпульс тиску. Недоліком є складність і ненадійність способу. На практиці не вдається досягти прецизійного співпадання за частотою і за фазою імпульсів тиску рідини, які генеруються періодично зривною кавітацією і електроімпульсними розрядами. Для досягнення такого співпадання потрібно додаткові складні прилади і модернізація всього способу.

Таким чином, недоліком найближчого аналога є нераціональний режим роботи генератора імпульсів, в результаті чого спосіб не забезпечує максимального розмаху коливань тиску рідини.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення способу генерації імпульсів тиску рідини з метою досягнення максимальних розмахів коливань (величини імпульсів) тиску за рахунок використання розрахованих залежностей величини імпульсів від інших параметрів режиму генерації.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі генерування імпульсів тиску рідини, в якому пропускають рідину крізь трубку Вентурі у вигляді тіла обертання з кутом розкриття дифузора більш 15° , в якій відношення діаметра вихідного трубопроводу до діаметра критичного перерізу більш чотирьох, причому трубопроводи оснащено керуючими дроселями, згідно з винаходом, попередньо для трубки Вентурі з конкретними значеннями кута дифузора і діаметрів вихідного трубопроводу і критичного перерізу визначають залежності максимальної величини імпульсів тиску від тиску нагнітання і параметра кавітації від максимальної величини імпульсів тиску, із отриманих залежностей розраховують тиск підпору, при якому генеруються максимальні імпульси тиску, після цього забезпечують вказаний тиск підпору за допомогою технологічної насадки на вихідному трубопроводі, після цього нагнітають рідину в трубку Вентурі з тиском нагнітання, при якому генеруються максимальні імпульси тиску.

Розкриття суті

Раніше встановлено [Жулай Ю.А. Уточнение линейной математической модели кавитационного генератора колебаний давления жидкости / Ю.А. Жулай // Авиационно-космическая техника и технология, 2014, № 7(114), С. 21-26; Жулай Ю.А. Определение КПД кавитационного генератора колебаний давления жидкости / Ю.А. Жулай // Авиационно-космическая техника и технология, 2016, № 5 (132), С. 22-28; Жулай Ю.А. О парадоксе влияния объемного расхода жидкости через кавитационный генератор на размах колебаний / Ю.А. Жулай // Авиационно-космическая техника и технология, 2017, № 1 (136), С. 29-35] наступні залежності. Трубка Вентурі ефективно генерує імпульси тиску рідини при наступних параметрах: діаметр $d_{кр}$ критичного перерізу дорівнює 2,5-14 мм, діаметр D вихідного трубопроводу більше $4d_{кр}$, причому величина $d_{кр}$ (тобто, і об'ємна витрата рідини) не впливає на величину імпульсів тиску. Емпірично і розрахунками встановлено також, що максимальна величина імпульсів тиску ΔP_{max} є функція тиску нагнітання P_n : $\Delta P_{max} = f_1(P_n)$; параметр кавітації τ є функція від ΔP_{max} : $\tau = f_2(\Delta P_{max})$.

Згідно з визначенням, параметр кавітації є відношення тиску підпору P_n до тиску нагнітання:

$$\tau = P_n / P_n \quad (1)$$

Тому очевидно, що, збільшуючи тиск нагнітання за допомогою керуючого дроселя на вході трубки Вентурі (в межах можливостей насоса, що нагнітає), можливо збільшити ΔP_{max} , оскільки $\Delta P_{max} = f_1(P_n)$. Також очевидно, що можливо розрахувати τ , оскільки $\tau = f_2(\Delta P_{max})$, і розрахувати P_n за формулою (1). Далі на трубку Вентурі треба встановити технологічну насадку, яка забезпечує відповідний P_n . І наприкінці, треба почати нагнітати рідину крізь трубку Вентурі. На виході з технологічної насадки ми отримаємо пульсуючий струмінь рідини з максимальним розмахом коливань тиску.

Винахід може бути застосовано в гірничій промисловості для гідророзпушування вугільних пластів і розколюматції свердловин, в металургійної і машинобудівної промисловостях для гідрозмиву окалини і очищення поверхонь, в хімічній промисловості для отримання емульсій та ін. Використання пульсуючих струменів дозволить інтенсифікувати вказані технологічні процеси.

На Фіг. зображено трубку Вентурі для реалізації способу, що заявляється. В трубку Вентурі 1 нагнітають рідину (течія рідини вказано стрілками) і встановлюють тиск нагнітання за допомогою керуючого дроселя 2. Критична частка 3 трубки має довжину $l_{кр}$ і діаметр $d_{кр}$. На вихідному трубопроводі 4, діаметром D , встановлено технологічну насадку 5, яка забезпечує використання пульсуючих струменів рідини.

Розглянемо варіант способу, в якому використовується трубка Вентурі з наступними параметрами:

$d_{кр}=2,5$ мм, $D=10$ мм, $\beta=20^\circ$, $l_{кр}=0,6-2,0 d_{кр}$. В даному варіанті емпірично і розрахунками встановлено наступні залежності з достовірністю R^2 :

$$\Delta P_{\max} = 3,488 P_n^{0,714} \text{ при } R^2 = 0,999, (2)$$

$$\tau = 0,428 \Delta P_{\max}^{-0,310} \text{ при } R^2 = 0,994. (3)$$

Припустимо, що нам потрібні імпульси тиску з розмахом 39 МПа. Легко розрахувати за формулами (2), (3), що такий режим генерації відбувається при $P_n = 30$ МПа і $\tau = 0,13$. За формулою (1) розрахуємо, що $P_n = 3,9$ МПа. Тепер ми можемо використовувати технологічну насадку на вихідному трубопроводі, яка забезпечує 3,9 МПа. Це може бути керуючий дросель, якщо треба отримати емульсію, або гідравлічний розприскувач для очищення поверхні, або вихідне сопло для гідропульсуючого розмиву гірничих порід.

Приклад 1. Для генерування імпульсів тиску рідини використано трубку Вентурі, в якій кут розкриття дифузора β приймає значення в діапазоні 20-30°, діаметр D вихідного трубопроводу дорівнює 60 мм, діаметр $d_{кр}$ критичного перерізу дорівнює 14 мм. Згідно з рекомендаціями [Пилипенко В.В. Кавитационные автоколебания / В.В. Пилипенко. - Киев: Наук. думка, 1989. - 316 с. - С. 78], параметр кавітації τ підбираємо 0,3-0,4 для досягнення максимальної величини імпульсів тиску рідини. При тиску нагнітання 30 МПа беремо $\tau = 0,3$ і це забезпечує величину імпульсів тиску 27 МПа. При тиску нагнітання 10 МПа беремо $\tau = 0,3$ і це забезпечує величину імпульсів тиску 14,8 МПа.

Приклад 2. Для генерування імпульсів тиску рідини використано трубку Вентурі, згідно з прототипом, в якій кут розкриття дифузора β приймає значення в діапазоні 20-30°, діаметр D вихідного трубопроводу дорівнює 60 мм, діаметр $d_{кр}$ критичного перерізу дорівнює 14 мм. Параметр кавітації τ підібрано 0,3-0,4 для досягнення максимальної величини імпульсів тиску рідини. Електричні імпульси виконано з напругою 20-50 кВ. При тиску нагнітання 30 МПа і $\tau = 0,3$ отримано величину імпульсів тиску 29 МПа. При тиску нагнітання 10 МПа і $\tau = 0,3$ отримано величину імпульсів тиску 15,5 МПа.

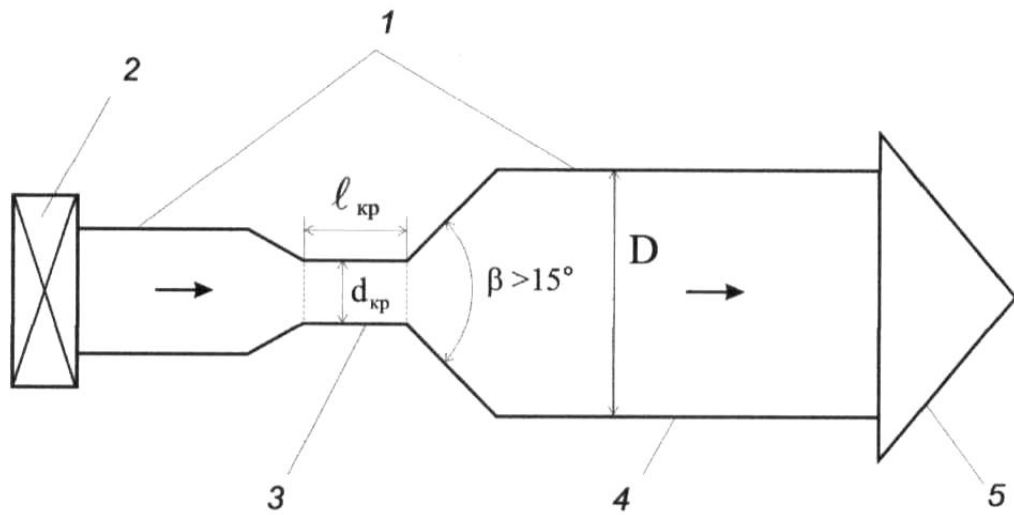
Приклад 3. Для генерування імпульсів тиску рідини використано спосіб, що заявляється, в якому трубка Вентурі має кут розкриття дифузора $\beta = 20-30^\circ$, $D = 60$ мм, $d_{кр} = 14$ мм. Завдяки розрахункам, згідно з формулою винаходу, отримано значення параметра кавітації τ : при тиску нагнітання 30 МПа беремо $\tau = 0,13$ і це забезпечує величину імпульсів тиску 39 МПа, а при тиску нагнітання 10 МПа беремо $\tau = 0,17$ і це забезпечує величину імпульсів тиску 18,5 МПа.

Як видно з прикладів, винахід дозволяє суттєво збільшити величину імпульсів (розмах коливань) тиску рідини. Так, при тиску нагнітання 30 МПа новий спосіб забезпечує збільшення імпульсів тиску на 44 % більш, ніж в прикладі 1, і на 34 % більш, ніж в прикладі 2 (в найближчому аналогу).

Якщо ми будемо використовувати форсунки для гідроочищення поверхонь як технологічну насадку, то шляхом розрахунку прохідного перерізу форсунок (див. [Пилипенко В.В. Кавитационные автоколебания / В.В. Пилипенко. - Киев: Наук. думка, 1989. - 316 с. - С. 78]) легко забезпечити потрібний тиск підпору, при якому досягається максимальний розмах коливань тиску рідини. А це забезпечує максимальну ефективність процесу гідроочищення.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб генерування імпульсів тиску рідини, в якому пропускають рідину крізь трубку Вентурі у вигляді тіла обертання з кутом розкриття дифузора більше 15°, в якій відношення діаметра вихідного трубопроводу до діаметра критичного перерізу більше чотирьох, причому трубопроводу оснащено керуючими дроселями, який відрізняється тим, що попередньо для трубки Вентурі з конкретними значеннями кута дифузора і діаметрів вихідного трубопроводу і критичного перерізу визначають залежності максимальної величини імпульсів тиску від тиску нагнітання і параметра кавітації від максимальної величини імпульсів тиску, із отриманих залежностей розраховують тиск підпору, при якому генеруються максимальні імпульси тиску, після цього забезпечують вказаний тиск підпору за допомогою технологічної насадки на вихідному трубопроводі, після цього нагнітають рідину в трубку Вентурі з тиском нагнітання, при якому генеруються максимальні імпульси тиску.



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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