



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **96854** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
B01F 3/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 08289	(72) Винахідник(и): Дохов Олександр Іванович (UA), Толстих Олександр Іванович (UA), Контар Олександр Якимович (UA), Валєвахін Геннадій Миколайович (UA), Писаренко Миколай Григорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 21.07.2014	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.02.2015	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.02.2015, Бюл.№ 4	(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, пр. Леніна, 14, м. Харків, 61166 (UA)

(54) ФОРСУНКА

(57) Реферат:

Форсунка містить корпус із каналами подачі повітря й рідини, кільцеву камеру, з'єднану з каналом подачі рідини. Канал містить сопло Лавалля, що складається із конфузорного каналу, який звужується, і дифузорного, що розширюється, у якому конфузорний канал з'єднаний з лінією подачі повітря, тороїдальну вихрову камеру, розташовану між конфузорним та дифузорним каналами, додаткову кільцеву камеру. Кільцева камера з'єднана з тороїдальною вихровою камерою за допомогою ежектуючих отворів з одного боку, і з лінією подачі повітря з іншого. Тороїдальна вихрова камера виконана розбірною по перерізу, що проходить через діаметр цієї камери й перпендикулярному осі сопла Лавалля, з можливістю установки в цьому перерізі шайб різної товщини. Половина тороїдальної вихрової камери виконана в герметизуючому блоці. Друга - у блоці, що містить дифузорний канал, що зістикований з герметизуючим блоком, який фіксується.

UA 96854 U

Корисна модель належить до техніки гідравліки - пневматики змішуючих пристроїв вихрового принципу дії з камерою тороїдального типу й може бути використаний у форсунках для гасіння пожеж, у пальниках стаціонарного й переносного типу для різних видів палива, у гідравлічних гравітаційних подрібнювачах мінеральних природних і синтетичних речовин.

Відомий аналог є змішувач-форсунка (патент України на корисну модель № 18922, МПК (2006) B01F3/08, B63B59/00, опубл. 15.11.2006 г, бюл. № 11.), що містить корпус з виконаними в ньому конфузорним і дифузорним каналами сопла Лавалю, установленою між ними тороїдальною та сполученою з нею кільцевою камерами, причому кільцева камера з каналом постійного перерізу утворена двома коаксіально встановленими поверхнями зрізаних конусів меншою й більшою основами, сполученими відповідно з конфузорним каналом і тороїдальною камерою, у середньому перерізі кільцевої камери перпендикулярно поверхням зрізаних конусів за периметром встановлені спіральні шпильки, при цьому критичний діаметр дифузорного каналу більший критичного діаметра конфузорного.

Найбільш близьким аналогом до корисної моделі є пристрій для розпилення рідини (патент РФ № 2083247, МПК⁶ A62C31/02, опубл. 10.06.1997), що містить корпус із каналами подачі води й повітря, кільцеву камеру, з'єднану з каналом подачі води, сопло Лавалю, що складається із звужувального і розширювального каналів, у якому звужуваний канал з'єднаний з лінією подачі повітря, тороїдальну вихрову камеру, розташовану між каналами, що звужуються та розширюються, додаткову кільцеву камеру, що з'єднана з торовидною вихровою камерою за допомогою ежектуючих отворів з однієї сторони й з лінією подачі повітря з іншої.

Спільним ознаками обох аналогів є те, що вони містять корпус із виконаними в ньому конфузорним і дифузорним каналами сопла Лавалю, встановлену між ними тороїдальну й з'єднану з нею кільцеву камеру.

Загальним конструктивним недоліком пристроїв у цих патентах є те, що в них не передбачена можливість підстроювання параметрів форсунки при використанні рідин з різними характеристиками в'язкості.

В основу винаходу поставлена задача підвищити ефективність роботи пневматичної форсунки при зміні в'язкості використовуваної рідини шляхом внесення конструктивних змін, що забезпечують можливість підстроювання параметрів форсунки.

Поставлена задача вирішується тим, що в форсунку, що містить корпус із каналами подачі рідини й повітря, кільцеву камеру, з'єднану з каналом подачі рідини, що включає сопло Лавалю, що складається із конфузорного каналу, що звужується, й дифузорного каналу, що розширюється, у якому конфузорний канал з'єднаний з лінією подачі повітря, тороїдальну вихрову камеру, розташовану між конфузорним та дифузорним каналами, додаткову кільцеву камеру, що з'єднана з тороїдальною вихровою камерою за допомогою ежектуючих отворів з однієї сторони, і з лінією подачі повітря з іншої, згідно з корисною моделлю, тороїдальна вихрова камера виконана розбірною по перерізу, що проходить через діаметр цієї камери й перпендикулярному осі сопла Лавалю, з можливістю установки в цьому перерізі шайб різної товщини, причому половина тороїдальної вихрової камери виконана в герметизуючому блоці, а друга - у блоці, що містить дифузорний канал, що зістикований з герметизуючим блоком, який фіксується.

Корисна модель пояснюється кресленням, де представлений поздовжній переріз пропонованої форсунки. Тут 1 - корпус, 2 і 3 - відповідно конфузорний і дифузорний канали сопла Лавалю, між якими знаходиться тороїдальна вихрова камера 4, додаткова камера 5, у яку через штуцер 6 подається рідина. Конфузорний канал 2 проходить крізь герметизований блок 7, у якому виконана половина тороїдальної вихрової камери 4 з ежектуючими отворами 8 для подачі рідини. Інша половина тороїдальної вихрової камери 4 виконана в блоці 9, що містить дифузорний канал 3. Обидві половини тороїдальної вихрової камери 4 об'єднуються за допомогою з'єднувальної гайки 10. Між половинами тороїдальної вихрової камери 4 у площині перерізу, що проходить через діаметр цієї камери й перпендикулярний осі сопла Лавалю можна встановлювати шайби 11 різної товщини, що забезпечує зміну відстані між торцем конфузорного каналу 2 і вхідним отвором дифузорного каналу 3 і зміну об'єму тороїдальної вихрової камери 4.

Корисна модель працює наступним чином.

Форсунка працює за принципом відцентрованої форсунки з індивідуальними вібраційно-резонансними коливальними особливостями й регульованим ступенем розрідження в тороїдальній вихровій камері.

Стиснене повітря під тиском надходить у звужуваний конфузорний канал 2. На виході каналу швидкість повітря V обернено пропорційна площі перерізу S на виході конфузорного каналу, що випливає з рівняння нерозривності потоку $V \cdot \rho \cdot S = \text{const}$, де ρ - щільність повітря.

Мінімальний переріз, в якому досягається швидкість руху потоку, рівна швидкості звуку - критичний переріз. В ньому критичний перепад тиску становить

$$\beta_{кр} = \frac{P_{кр}}{P_0^*} = \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}},$$

де $P_{кр}$ - статичний тиск у критичному перерізі; P_0^* - повний тиск на вході в сопло; k - показник адіабати.

З формули для $\beta_{кр}$ видно, що критичне відношення тисків є тільки функцією фізичних властивостей газу. Для повітря $k=1,4$ і, отже, $\beta_{кр} = 0,528$. При великій швидкості повітряного потоку статичний тиск у критичному перерізі невеликий, що забезпечує розрідження в тороїдальній вихровій камері. Тороїдальна вихрова камера являє собою акустичний резонатор, що має власну частоту коливань. Відомо [Фізичний енциклопедичний словник. - М: Радянська енциклопедія, 1983. - С. 928], що власна частота резонатора Гельмгольца дорівнює:

$$F = \frac{C_0}{2\pi} * \sqrt{\frac{S}{V * L}},$$

де F - частота, C_0 - швидкість звуку в повітрі; S - площа перерізу отвору горловини; L - довжина горловини; V - об'єм резонатора. У першому наближенні можна вважати, що й власна частота тороїдального вихрового резонатора також залежить від величини цих параметрів.

Під впливом виниклого розрідження в тороїдальній вихровій камері 4 через штуцер 6 у змішувальну камеру 5 надходить розпилювана рідина номінальної в'язкості, що по каналах 8 подається в тороїдальну вихрову камеру 4. Це приводить до встановлення в цій камері незатухаючих коливань із цілком визначеною амплітудою й частотою, що сприяє дробленню рідини, що надходить. Під дією відцентрово-резонансного ефекту розпилювана рідина заповнює частину об'єму тороїдальної вихрової камери з утворенням у ній вихрів, а по осі утворюється стійкий рідинно-повітряний джгут, що безупинно втрачає частину своєї маси під дією швидкісного повітряного потоку між конфузормим і дифузормим каналами. Наявність вихрів у камері сприяє дробленню крапель рідини. Таким чином, у повітряному потоці утворюється аерозольно-дисперсійний компонент, що розпилюється далі з дифузормого каналу.

Кількість вихорів у тороїдальній вихровій камері буде залежати від критерію Рейнольдса Re , що характеризує гідродинамічний режим руху рідини. Чим більше число Re , тим вища турбулентність, тобто більша кількість вихорів у тороїдальній камері. У свою чергу критерій Рейнольдса [Б.М. Бахмачевский, Р.Г. Зак и др. Теплотехника. - М.: Металлургиздат, 1963. - 192]

$$Re = \frac{\omega d}{\nu},$$

де ω - швидкість потоку, d - еквівалентний діаметр каналу, ν - коефіцієнт кінематичної в'язкості, тобто при зміні в'язкості рідини ν змінюється гідродинамічний режим її руху: при збільшенні в'язкості рідини зменшується турбулентність, зменшується кількість вихорів у тороїдальній камері.

Зміна в'язкості поступаючої рідини (нова рідина) приводить як до зміни числа Рейнольдса, так і до зміни частоти й амплітуди коливань у системі "резонаторна камера - нова рідина".

Вібраційно-резонаторні характеристики тороїдальної вихрової резонаторної камери 4 можна регулювати установкою шайб 11 між половинками цієї камери. Одночасно установка шайб приводить до збільшення еквівалентного діаметра каналу, тобто до підвищення турбулентності, збільшенню кількості вихорів у тороїдальній вихровій камері, що сприяють дробленню рідини. В остаточному підсумку, це приводить до стабілізації ефективності розпилення рідини на заданому рівні. У цілому, постановка шайб приводить до зміни відстані між виходом конфузормого каналу 2 і входом дифузормого каналу 3, що вплине на продуктивність форсунки, тобто збільшить її ефективність.

Визначення працездатності розробленої форсунки здійснювалося способом натурних випробувань. Як робочий компонент використовували повітря під тиском 5 кг/см^2 , а як розпилювані компоненти - воду, топковий мазут [ГОСТ 10595-99. Топливо нефтяное. Мазут] і альтернативне паливо (АБП) [виготовляється у відповідності з патентом UA № 83980 "Альтернативне паливо і спосіб його приготування", опубл. 25.06.2008, бюл. № 12, по технічних умовах "Біопаливо альтернативне АБТ. Технічні умови. ТУ У 24.1-02071197-001:2009].

Вода - ньютонівська рідина з в'язкістю, рівною одиниці, у градусах Енглера°Е [Физический энциклопедический словарь. - М: Советская энциклопедия, 1983. - С. 928]. Топковий мазут можна розглядати як типовий приклад переходу від ньютонівських рідин при температурі вище

100 °С до в'язкотекучих рідин при температурі 20 °С. Особливе місце займає АБП із власною структурою, утвореною дисперсними гідрофільними частками, розосередженими у водомасляній емульсії, і відсутністю певної в'язкості, обумовленої природою компонентів, і залежної тільки від співвідношення компонентів і дисперсності твердої гідрофільної складової. У таблиці 1 наведені характеристики в'язкості в градусах Енглера°Е для зазначених компонентів.

Для характеристики впливу в'язкості на ефективність розпилення компонента форсункою введений показник П, що дорівнює відношенню об'єму розпиленого компонента до об'єму повітря при постійній температурі й постійному тиску повітря за 60 хвилин. Значення показника П при різних в'язкостях розглянутих компонентів з використанням розробленої форсунки наведені в таблиці 2.

У таблиці 3 наведені випробування по визначенню впливу товщини шайб, установлюваних у резонаторну тороїдальну вихрову камеру, на показник П.

Наочно видно, що установка в тороїдальну вихрову камеру шайби товщиною 0,25 мм сприяє підстроюванню цієї камери в режим, що забезпечує збільшення показника П. Це підтверджує можливість регулювання характеристик резонаторної тороїдальної вихрової камери відповідно до використання розпилюваних речовин різної в'язкості.

Одночасно встановлено, що при збільшенні в'язкості й збільшенні товщини встановлюваних шайб виникає ефект "запирання", що обумовлює припинення надходження розпилюваного компонента в тороїдальну вихрову камеру.

Таблиця 1

Температура, °С	Топічний мазут, °Е	АБТ, °Е	Вода, °Е
25	17...25	15...20	1,0
50	8...15	5...12	

Таблиця 2

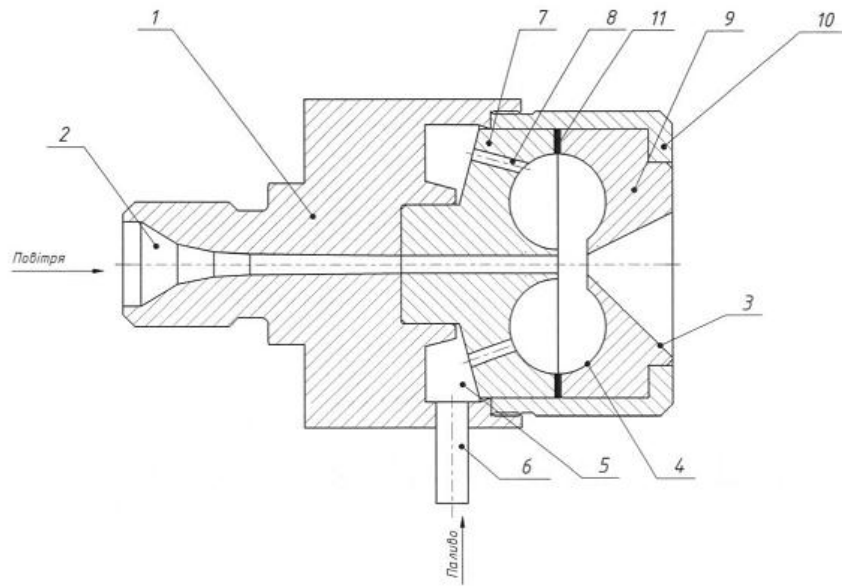
Топічний мазут		АБТ		Вода	
В'язкість, °Е	Показник П	В'язкість, °Е	Показник П	В'язкість, °Е	Показник П
15	0,08	12	0,13		
11	0,12	8	0,16		
8	0,16	5	0,19	1,0	0,5

Таблиця 3

Товщина шайби, мм	Топічний мазут, °Е			АБТ, °Е			Вода, °Е
	8	11	15	5	8	12	1
0	0,16	0,12	0,08	0,19	0,16	0,13	0,5
0,25	0,16	0,08	0,03	0,20	0,16	0,13	0,6
0,75	0,07	0,035	0	0,19	0,08	0,05	0,55
1,25	0,03	0	0	0,13	0,03	0	0,5
1,75	0	0	0	0,05	0	0	0,45

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Форсунка, що містить корпус із каналами подачі повітря й рідини, кільцеву камеру, з'єднану з каналом подачі рідини, містить сопло Лавалля, що складається із конфузторного каналу, що звужується, і дифузторного, що розширюється, у якому конфузторний канал з'єднаний з лінією подачі повітря, тороїдальну вихрову камеру, розташовану між конфузторним та дифузторним каналами, додаткову кільцеву камеру, що з'єднана з тороїдальною вихровою камерою за допомогою ежектуючих отворів з одного боку, і з лінією подачі повітря з іншого, яка відрізняється тим, що тороїдальна вихрова камера виконана розбірною по перерізу, що проходить через діаметр цієї камери й перпендикулярному осі сопла Лавалля, з можливістю установки в цьому перерізі шайб різної товщини, причому половина тороїдальної вихрової камери виконана в герметизуючому блоці, а друга - у блоці, що містить дифузторний канал, що зістикований з герметизуючим блоком, який фіксується.



Комп'ютерна верстка В. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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