



УКРАЇНА

(19) UA (11) 91230 (13) C2  
(51) МПК (2009)  
H05H 1/02  
F02K 99/00  
H05H 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНОГО ПРИСКОРЕННЯ ГАЗОПЛАЗМОВОГО СЕРЕДОВИЩА І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

2

(21) a200801334

(22) 04.02.2008

(24) 12.07.2010

(46) 12.07.2010, Бюл.№ 13, 2010 р.

(72) БОЛЮХ ВОЛОДИМИР ФЕДОРОВИЧ, ДОВБНЯ АНАТОЛІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, СТАХОВСЬКИЙ ОЛЕГ ВАЛЕРІЙОВИЧ, КОСОЙ ОЛЕКСАНДР ІЛЛІЧ, КОРИТЧЕНКО КОСТЯНТИН ВОЛОДИМИРОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР "ХАРКІВСЬКИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(56) RU 2162958 C2; 10.02.2001

SU 1022641 A; 15.10.1984

UA 81616 C2; 25.01.2008

UA 43863 C2; 15.01.2002

RU 2316157 C2; 27.01.2008

RU 96124370 A; 27.01.1999

JP 7176396 A; 14.07.1995

RU 2121075 C1; 27.10.1998

GB 1015734; 05.01.1966

US 5581155; 03.12.1996

US 6392187 B1; 21.05.2002

Золототрубов И.М., Новиков Ю.М., Киселёв В.А. Электродинамическое возбуждение ударных волн // Журнал технической физики. - Т. XXXII. - Вып. 2. - Письма в редакцию. - С. 253-255.

(57) 1. Спосіб електродинамічного прискорення газоплазмового середовища, що включає попередню іонізацію газового середовища, подальше створення в ньому потужнострумове розряду і дію магнітного поля електромагніту на цей розряд, який **відрізняється** тим, що попередню іонізацію здійснюють шляхом формування в газовому середовищі кільцеподібного електропровідного контуру в області максимуму проекції градієнта взаємної

індуктивності між цим контуром і обмоткою електромагніту на вісь трубопроводу, а подальший потужнострумове розряд індукують за допомогою згаданого електромагніту, створюючи імпульсне електромагнітне поле, співвісне електропровідному контуру, за умови, що максимальне значення амплітуди напруженості магнітного поля досягається, коли провідність в електропровідному контурі перевищує провідність в навколишньому середовищі.

2. Пристрій для електродинамічного прискорення газоплазмового середовища, що включає електромагніт, трубопровід для створення направлено-го потоку згаданого середовища, в який вбудовані розрядні електроди для попередньої іонізації газового середовища, який **відрізняється** тим, що принаймні частина трубопроводу виконана з ізоляційного немагнітного матеріалу і охоплена котушкою електромагніту, співвісною трубопроводу, а розрядні проміжки вбудованих електродів виконані з можливістю формування в згаданому середовищі співвісного трубопроводу кільцеподібного електропровідного контуру в місці знаходження максимуму проекції градієнта взаємної індуктивності між цим контуром і котушкою електромагніту на вісь трубопроводу.

3. Пристрій за п. 2, який **відрізняється** тим, що розрядні електроди виконані у вигляді коаксіальних циліндрів.

4. Пристрій за п. 2, який **відрізняється** тим, що розрядні електроди виконані у вигляді принаймні трьох електричних виводів, розміщених вздовж периметра трубопроводу в площині, перпендикулярній до його осі.

Винахід може бути використаний як для нанесення покриттів на матеріали за допомогою високошвидкісних потоків газу, так і для збільшення тяги реактивних систем, а також для ініціації детонації за допомогою детонаційних труб малого діаметра.

Відомий спосіб електродинамічного прискорення газоплазмового середовища (див., напри-

клад, [1]), за яким збуджують потужнострумове розряд в газовому середовищі і діють магнітним полем електромагніту на цей розряд.

Відомий пристрій для електродинамічного прискорення газоплазмового середовища (див., наприклад [1]), який включає електромагніт і трубопровід для створення направлено-го потоку цього середовища.

(19) UA (11) 91230 (13) C2

При використуванні цього способу і пристрою, щоб реалізувати процес електродинамічного прискорення газоплазмового середовища створюють потужний електричний розряд джерела живлення на обмотку електромагніту. Виникає інтенсивне імпульсне магнітне поле, під впливом якого в газовому середовищі індукується електро рушійна сила. В результаті дії магнітного поля спочатку нейтральне газове середовище поблизу обмотки електромагніту стає достатньо добре іонізованим. Взаємодія індукованого в газоплазмовому середовищі струмового розряду з магнітним полем електромагніту призводить до електродинамічного прискорення газоплазмового середовища.

Недоліки цього способу і пристрою для його реалізації полягають в тому, що в газовому середовищі є рівнозначні умови для індукції потужнострумових розрядів по обидві сторони від обмотки електромагніту. В результаті, відбувається електродинамічне прискорення газоплазмового середовища в двох протилежних напрямках по осі трубопроводу. Це знижує не менше ніж в два рази енергію, затрачувану на прискорення в необхідному напрямі. Крім того, спочатку в нейтральному газовому середовищі під впливом потужного імпульсного магнітного поля збуджується слабкострумовий розряд через низьку електропровідність цього середовища. Тому, електродинамічна сила, яка виникає, спочатку є дуже малою. І лише після того, як під впливом індукованої електрорушійної сили здійсниться достатня іонізація газового середовища, з відповідним зростанням електропровідності, здійснюється електродинамічне прискорення. В результаті, значна частина енергії електромагнітного поля витрачається на іонізацію газового середовища, а прискорення газоплазмового середовища відбувається із значною затримкою від початку дії інтенсивного магнітного поля електромагніту на середовище.

Найближчим по технічній суті до способу, що заявляється, є спосіб [2], за яким газове середовище, заздалегідь газодинамічне прискорене, іонізують, формуючи в середовищі електропровідну область у вигляді шару рівноважної плазми з температурою, що перевищує  $10^4\text{K}$ . Потім в газовому середовищі індукують потужнострумовий розряд і діють зовнішнім магнітним полем електромагніту на цей розряд.

Пристрій, що реалізує даний спосіб [2], включає секцію для попереднього прискорення газового потоку у вигляді надзвукового сопла, надпровідний електромагніт, трубопровід для створення направленої потоку згаданого середовища. В трубопроводі вбудовані розрядні електроди для попередньої іонізації газового середовища у вигляді електропровідного шару і розрядні електроди для створення потужнострумового розряду в електропровідних шарах. Пристрій також включає імпульсний інжектор електронного пучка, який діє в області попередньої іонізації вищезазначеного середовища.

Реалізація процесу електродинамічного прискорення газоплазмового середовища здійснюється наступним чином. Нагрітий інертний газ розганя-

ють в надзвуковому соплі. В область розташування розрядного проміжку для попередньої іонізації газового середовища періодично із заданою частотою інжектують пучок електронів високої енергії. В результаті цього в газовому потоці виникають нерівноважні електропровідні плазмові шари з відповідним замиканням вищезазначеного проміжку і подальшим нагрівом плазми в режимі потужнострумового рівноважного дугового розряду. При цьому, енергія, що вводиться в плазму, підбирається з таким розрахунком, щоб температура плазми в згустку перевищила  $10^4\text{K}$ . Далі газовий потік зміщує електропровідні шари до розрядних електродів для створення потужнострумового розряду в трубопроводі. Подальший струмовий розряд взаємодіє з магнітним полем, створеним надпровідним магнітом. Виникаюча електродинамічна сила, викликає прискорення потоку.

Застосування даного способу і пристрою, що його реалізує, дозволило виключити витрати енергії електромагнітного поля на іонізацію газового середовища, і здійснювати інтенсивне прискорення газоплазмового середовища з початку дії магнітного поля електромагніту на струмовий розряд.

Недоліки даного способу і пристрою для його реалізації полягають в тому, що для працездатності способу необхідне попереднє створення газового потоку. Крім того, для зниження витрат енергії на формування магнітного поля електромагнітами постійного струму необхідне їх охолодження до наднизьких температур. Використовування інжектора електронів значно ускладнює такий пристрій. При відносно невеликій енергії, яка реалізується в процесі попередньої газорозрядної іонізації середовища, розвивається «іонізаційно-перегрівна» нестійкість, що веде до контракції розряду. А зосередження струму в розрядному каналі різко знижує ефективність електродинамічного прискорення газоплазмового середовища. Електроди пристрою працюють при високих температурах ( $10^4\text{K}$ ) газоплазмового середовища. Як результат, такі пристрої мають складну конструкцію, що зменшує їх надійність. Вони характеризуються невеликим ресурсом роботи і є дорогими.

Задачею даного винаходу є удосконалення відомого способу і пристрою для його реалізації, внаслідок чого повинна підвищитись ефективність прискорення газоплазмового середовища, спроститися конструкція пристрою, знизитись термічне навантаження на елементи пристрою для електродинамічного прискорення газоплазмового середовища, підвищитись його надійність. Це повинно привести до збільшення ресурсу роботи пристрою і зниженню його собівартості. Задача повинна розв'язуватися шляхом використання електромагнітного поля для створення в іонізованому середовищі потужнострумового розряду, з можливістю використання його для ефективного прискорення газоплазмового середовища.

Поставлена задача розв'язується запропонованим способом, за яким, так само як і в способі-прототипі здійснюється попередня іонізація газового середовища, подальше створення в ньому

потужнострумowego розряду і дія магнітного поля електромагніту на струмовий розряд.

На відміну від способу-прототипу в запропонованому способі попередня іонізація здійснюється шляхом формування в газовому середовищі кільцеподібного електропровідного контуру в області максимуму проекції градієнта взаємної індуктивності між цим контуром і обмоткою електромагніту на вісь трубопроводу. Подальший потужнострумний розряд індукують за допомогою цього електромагніту, створюючи імпульсне електромагнітне поле, співвісне електропровідному контуру так, щоб максимум імпульсу (максимальне значення амплітуди напруженості) магнітного поля досягався тоді, коли провідність в електропровідному контурі перевищує провідність в навколишньому середовищі.

Поставлена задача розв'язується запропонованим пристроєм, який, так само як і пристрій-прототип, включає електромагніт, трубопровід для створення направленного потоку газоплазмового середовища. В трубопроводі вбудовані розрядні електроди для попередньої іонізації газового середовища.

На відміну від пристрою-прототипу, в запропонованому пристрої, принаймні, частина трубопроводу виконана з ізоляційного немагнітного матеріалу і охоплена котушкою електромагніту. Ця котушка співвісна трубопроводу, а розрядні проміжки вбудованих електродів виконані з можливістю формування в згаданому середовищі співвісного трубопроводу кільцеподібного струмопровідного контуру в місці знаходження максимуму проекції градієнта взаємної індуктивності між цим контуром і котушкою електромагніту на вісь трубопроводу.

Розрядні електроди можуть бути виконані у вигляді коаксіальних циліндрів.

В іншому варіанті розрядні електроди можуть бути виконані у вигляді, принаймні, трьох електричних виводів, розміщених рівномірно по периметру трубопроводу в площині, перпендикулярній до його осі.

Розглянемо, як відмітні особливості запропонованого способу і пристрою дозволяють вирішити поставлену задачу і досягти вищезгаданого технічного результату.

Як відомо, найбільша електрорушійна сила при зміні магнітного потоку індукується поблизу обмотки електромагніту, що охоплює трубопровід. Тому, у разі формування рівномірного розподілу електричної провідності в шарі газового середовища, як це досягається в процесі попередньої іонізації в пристрої-прототипі, основний розрядний струм протікатиме по зовнішньому шару. Проникненню імпульсного електромагнітного поля углиб електропровідного шару перешкоджатиме поверхневий заряд, що викликає екранування поля. Звідси, немає необхідності в іонізації газового середовища, розташованого поблизу осі каналу. Таким чином, формування в газовому середовищі кільцеподібного електропровідного контуру за запропонованим способом дозволяє значно зменшити витрати електричної енергії на іонізацію газового середовища. Оскільки кільцеподібний електропровідний контур формується на відстані максимуму

проекції градієнта взаємної індуктивності між контуром і нерухою обмоткою електромагніту уздовж осі секції прискорення, то саме при цьому виникає максимальна електродинамічна сила, яка прискорює контур і газове середовище. Цій же меті служить і те, що максимум амплітуди напруженості магнітного поля електромагніту досягається, коли провідність в електропровідному контурі перевищує провідність в навколишньому середовищі. Це дозволяє швидко індукувати розрядний струм у вищезазначеному контурі і здійснювати прискорення середовища в необхідному напрямі.

При виконанні розрядних електродів, у яких розрядні проміжки можуть формувати в згаданому середовищі співвісний трубопроводу кільцеподібний електропровідний контур в місці знаходження максимуму проекції градієнта взаємної індуктивності між цим контуром і котушкою електромагніту на вісь трубопроводу, контракція струму в розрядних канал не впливає на працездатність пристрою, що реалізовує запропонований спосіб. Тому, в даному випадку немає необхідності в нагріванні газоплазмового середовища до високих температур ( $10^4\text{K}$ ). Висока електропровідність в середовищі може бути досягнута за рахунок іонізації плазми високоенергетичними електронами. Таким чином, реалізується відрив кінетичної температури газоплазмового середовища від температури електронів. Це зумовлює зниження термічного навантаження на елементи пристрою для електродинамічного прискорення газоплазмового середовища.

Розрядні електроди, виконані у вигляді коаксіальних циліндрів, можна застосувати у разі роботи з газоплазмовим середовищем, яке містить атоми або молекули з низьким порогом іонізації.

Розрядні електроди у вигляді електричних виводів, розміщених рівномірно по периметру трубопроводу в площині перпендикулярній до його осі, дозволяють формувати в необхідному місці кільцеподібний струмопровідний контур в будь-якому газоплазмовому середовищі.

Виготовлення частини трубопроводу для створення направленного потоку газоплазмового середовища з немагнітного, ізоляційного матеріалу, наприклад, кераміки дозволить пропускати імпульсне магнітне поле обмотки електромагніту всередину трубопроводу. Цей матеріал повинен витримувати високу температуру і значні динамічні навантаження.

Суть винаходу пояснюється графічними матеріалами.

На Фіг. 1 схематично показана конструкція пристрою для електродинамічного прискорення газоплазмового середовища, в якому розрядні електроди виконані у вигляді коаксіальних циліндрів, а обмотка електромагніту і розрядні електроди з проміжком утворюють замкнутий електричний контур. На Фіг. 2 схематично показана конструкція пристрою для електродинамічного прискорення газоплазмового середовища, в якому розрядні електроди виконані у вигляді чотирьох рівномірно розташованих по периметру трубопроводу електричних виводів, які розміщені в площині, перпендикулярній до осі трубопроводу. На Фіг. 3 показано

переріз по А-А об'єкту, зображеного на Фіг. 2, з умовно позначеними розрядами між електродами. На Фіг. 4 приведені графік функції  $M=M(z)$  взаємної індуктивності між обмоткою електромагніту і розташованим всередині кільцеподібним контуром при зсуві їх центрів симетрії уздовж осі Z, яка співпадає з віссю трубопроводу, і відповідний йому

$$\frac{dM}{dz}(z).$$

графік функції градієнта  $\frac{dM}{dz}(z)$ . На Фіг. 5 показані геометричні параметри електромагніту і кільцеподібного контуру, що використовуються при визначенні оптимальної області їх взаємного розташування, тобто положення, в якому проекція градієнта їх взаємної індуктивності на вісь трубопроводу досягає максимального значення.

Розглядаючи приклади реалізації запропонованого винаходу, спочатку розглянемо пристрій для електродинамічного прискорення газоплазмового середовища, який можна застосувати в технології нанесення покриття на метал. Цей пристрій входить до складу обладнання, яке включає детонаційний трубопровід, забезпечений системою формування паливоповітряної суміші, вузол запалювання суміші і систему подачі порошкового матеріалу покриття. Ці системи і вузол на фігурах не показані. До складу патентуємого пристрою належить вихідна частина детонаційного трубопроводу 1 (див. Фіг. 1) з ділянкою 2 для електродинамічного прискорення газоплазмового середовища. Ця ділянка виконана з ізоляційного немагнітного матеріалу. Її співвісно охоплює котушка електромагніту 3. В трубопровід на цій ділянці вбудовані у вигляді кілець розрядні електроди 4 для попередньої іонізації газового середовища. Вони розташовані таким чином, що розрядні проміжки 5 утворюють електропровідний контур в місці знаходження максимуму проекції градієнта взаємної індуктивності між цим контуром і котушкою електромагніту на вісь трубопроводу. Необхідне для виконання цієї умови зміщення їх центрів симетрії уздовж осі трубопроводу позначено  $z_m$ . Причому, вісь цього контуру співпадає з віссю котушки електромагніту 3. Обмотка електромагніту 3 підключена до імпульсного джерела живлення 6 через комутуючий пристрій 7. Розрядні електроди 4 підключені до імпульсного джерела живлення 9 через комутуючий пристрій 8.

Стрілками показані електродинамічні сили, які діють з боку котушки електромагніту 3 на індукований струмовий розряд в кільцеподібному контурі. Проекція даної електродинамічної сили на вісь Z, яка в даному випадку співпадає з віссю трубопроводу, визначається за виразом:

$$F_z(t, z) = i_1(t) \cdot i_2(t) \cdot \frac{dM}{dz}(z),$$

де:

$F_z$  - проекція електродинамічної сили на вісь Z;  
 $i_1(t)$  та  $i_2(t)$  - функції зміни струму в обмотці електромагніту і індукованого струму в кільцеподібному контурі, відповідно;

$M$  - взаємна індуктивність між обмоткою електромагніту і кільцеподібним контуром;

$\frac{dM}{dz}(z)$  - проекція градієнта взаємної індуктивності між цим контуром і котушкою електромагніту на вісь Z;

$z$  - поточна координата центру симетрії контуру щодо центру симетрії котушки;

$t$  - час.

З даного виразу видно, що найбільша електродинамічна сила, що веде до прискорення кільцеподібного контуру уздовж осі трубопроводу, може бути досягнута, коли проекція градієнта взаємної індуктивності між цим контуром і котушкою електромагніту на вісь Z має максимальне значення.

Для пролітної конфігурації електродинамічного прискорювача, в якому кільцеподібний контур охоплюється котушкою електромагніту, графік функції взаємної індуктивності  $M$  між цим контуром і котушкою електромагніту уздовж осі Z, початок відліку якої співпадає з центром симетрії котушки електромагніту, має вид спадаючої кривої (див. Фіг. 4). Відповідно, крива зміни проекції градієнта взаєм-

ної індуктивності  $\frac{dM}{dz}(z)$  між цим контуром і котушкою електромагніту на дану вісь має вигляд спочатку зростаючої до максимуму, а потім спадаючої кривої (див. Фіг. 4). Таким чином, для фіксованих розмірів котушки електромагніту і кільцеподібного контуру є фіксована відстань  $z_m$  між їх центрами симетрії, де градієнт взаємної індуктивності має максимальне значення.

На Фіг. 2, 3 показано варіант патентуємого пристрою, в якому розрядні електроди 4 виконані у вигляді чотирьох електричних виводів, розміщених по периметру трубопроводу 2 в площині, перпендикулярній до його осі. Обмотка електромагніту 3 підключена до імпульсного джерела живлення 6 через комутуючий пристрій 7. Імпульсні джерела живлення і комутуючі пристрої, які підключаються до розрядних електродів 4 для створення розрядів між розрядними проміжками 5, на Фігурах 2, 3 не показані. Виконання розрядних електродів у вигляді, принаймні, трьох електричних виводів, розміщених по периметру трубопроводу в площині перпендикулярній до його осі, не вимагає перерозподілу струму по всій робочій поверхні розрядних електродів, як це необхідно у разі застосування кільцеподібних електродів. Тому, незважаючи на деяке ускладнення конструкції даного пристрою, виконання розрядних електродів у такому вигляді дозволяє істотно обмежити енерговитрати на створення електропровідного контуру в середовищі з високим порогом іонізації і уникнути проблем, що виникають при контракції струмового розряду.

Розрахунок області, де проекція градієнта взаємної індуктивності між електропровідним контуром і обмоткою електромагніту на вісь трубопроводу досягає максимального значення можна зробити по методиці, викладеній, наприклад, в роботі [3]. В цьому випадку початковими даними для розрахунку служать (див. Фіг. 5) геометричні розміри котушки:

$H_1$  - ширина котушки,

$d_1$  і  $D_1$  - внутрішній і зовнішній діаметр котушки, відповідно,

$w$  - число витків в котушці і геометричні розміри електропровідного контуру:

$H_2$  - ширина контуру,

$d_2$  і  $D_2$  - внутрішній і зовнішній діаметри контуру, відповідно. Діаметр контуру визначається виходячи з місця розташування робочих поверхонь електродів. Геометричні розміри перерізу цього контуру визначаються, виходячи з розрядного струму. Таким чином, визначивши як початкові дані параметри котушки і розміри контуру, по вищезазначеній методиці розраховується оптимальна відстань  $Z_m$ , на якій проекція градієнта взаємної індуктивності досягає максимального значення. Результати розрахунку взаємної індуктивності і відповідного градієнта для наступних початкових даних  $H_1=50$  мм,  $d_1=52$  мм,  $D_1=72$  мм,  $w=23$ ,  $H_2=3$  мм,  $d_2=46$  мм,  $D_2=50$  мм представлені на Фіг. 4. З приведених результатів маємо, що центри симетрії котушки і контуру повинні бути розташовані на відстані  $Z_m$  близько 25 мм, де проекція градієнта взаємної індуктивності досягає максимуму.

Приклад реалізації способу розглянемо, описуючи роботу пристрою. Заздалегідь детонаційний трубопровід 1 заповнюється паливоповітряною сумішшю. В цьому ж трубопроводі розпиляється матеріал покриття. За допомогою вузла запалювання здійснюється запалення суміші (на фігурах не показано). В детонаційному трубопроводі 1 (див. Фіг. 1, 2) виникає детонаційна хвиля (переміщення хвилі позначено переривистими лініями), яка в процесі розповсюдження потрапляє на ділянку 2 трубопроводу, де перетинає розрядні проміжки 5 (див. Фіг. 1, 2). Включення комутуючого пристрою 7, яке сполучає імпульсне джерело електрорушійної сили 6 і розрядні електроди 4, викликає електричний розряд на розрядному проміжку 5. Цим забезпечується формування в газовому середовищі кільцеподібного електропровідного контуру в області максимуму проекції градієнта взаємної індуктивності між цим контуром і обмоткою електромагніту на вісь трубопроводу. В результаті включення комутуючого пристрою 7, яке сполучає імпульсне джерело електрорушійної сили 6 і котушку електромагніту 3, виникає імпульсне електромагнітне поле, яке індукує потужнострумний розряд в раніше сформованому кільцеподібному електропровідному контурі. При цьому, напрям індукваного струму в розряді буде протилежним напрямку струму в котушці електромагніту 3. Взаємодія індукваного розрядного струму з магнітним полем електромагніту викликає його електродинамічне прискорення з відповідним прискоренням газового потоку. В результаті, досягається збільшення швидкості проникнення порошкового матеріалу в метал. Таким чином, матеріал покриття проникає на більшу глибину. Швидкість проникнення порошкового матеріалу за раніше відомою технологією не перевищувала швидкості звуку в продуктах реакції. Швидкість, яка реалізується запропонованим електродинамічним способом, може перевищувати швидкість звуку у декілька разів.

Слід враховувати, що наростання напруженості магнітного поля електромагніту відбувається з кінцевою швидкістю. Тому момент включення комутуючого пристрою 7 до котушки електромагніту 3 підбирають так, щоб максимальне значення амплітуди напруженості магнітного поля досягалося, коли провідність в електропровідному контурі перевищує провідність в навколишньому середовищі. Такі параметри в кільцеподібному контурі можуть бути досягнуті як в процесі наростання струмового розряду, так і після його припинення, якщо при цьому за період затримки до появи індукваного напруженості поля плазма в контурі не встигла повністю рекомбінувати.

У випадку, якщо розрядні електроди виконані у вигляді, принаймні, трьох електричних виводів, розміщених рівномірно по периметру трубопроводу в площині перпендикулярній до його осі, то до електродів потрібне підключення енергії від незалежних джерел живлення. Слід зазначити, що у такому разі електрична схема дещо ускладнюється, але при цьому немає необхідності в розвитку потужнострумного розряду, що потрібен у разі застосування циліндричних електродів для розподілу струму по всій робочій поверхні таких електродів.

Електродинамічне прискорення газоплазмового середовища, яке реалізується в патентуємих способі і пристрої може бути застосовано на реактивних двигунах для збільшення їх тяги.

Відомо, що ініціацію детонації в необмеженому об'ємі можна здійснити за допомогою детонаційного трубопроводу. При такій ініціації детонації плоска детонаційна хвиля в процесі виходу з детонаційного трубопроводу перебудовується в сферичну. Цей процес супроводжується скороченням часу ударного стиснення паливоповітряної суміші за фронтом хвилі. В результаті, якщо часу стиснення стає недостатньо для протікання хімічної реакції з відповідним підведенням енергії за фронтом хвилі, то детонаційна хвиля затухає, і ініціація детонації в необмеженому просторі не відбувається. Оскільки зі збільшенням діаметра детонаційного трубопроводу збільшується час стиснення детонаційної хвилі за її фронтом і кожна суміш має свою реакційну здатність, то для кожної суміші є критичний діаметр детонаційного трубопроводу, при якому здійснюється перехід детонації в необмежений об'єм. Електродинамічне прискорення потоку за фронтом хвилі збільшує час ударного стиснення паливоповітряної суміші, що дозволяє у такому разі застосувати детонаційні трубопроводи з меншим діаметром, ніж критичний. Як результат, таке технічне рішення значно скорочує габарити пристрою для ініціації детонації.

Запропонований винахід для електродинамічного прискорення газоплазмового середовища, в порівнянні з відомими аналогічними рішеннями, має наступні переваги:

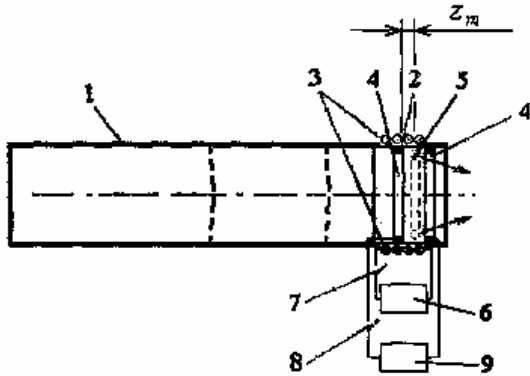
- просту і надійну конструкцію пристрою;
- високу ефективність прискорення газоплазмового середовища;
- може без значних проблем освоєний в промисловому виробництві.

Джерела інформації

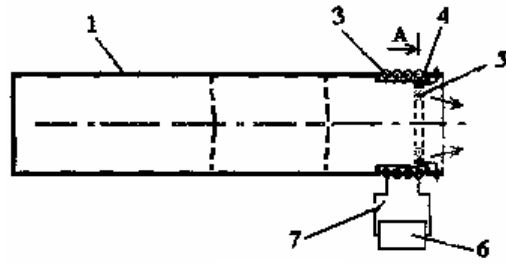
1. И. М. Золототрубов, Ю. М. Новиков и В. А. Киселёв, Электродинамическое возбуждение ударных волн, «Журнал технической физики», том XXXII, в. 2, Письма в редакцию, с. 253-255.

2. Патент РФ №2162958 (прототип).

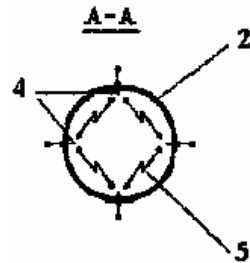
3. Болюх В.Ф., Данько В. Р. Линейні електро механічні перетворювачі імпульсної дії. - Монографія. - Харків: НТУ «ХПІ». - 2006. - 260 с.



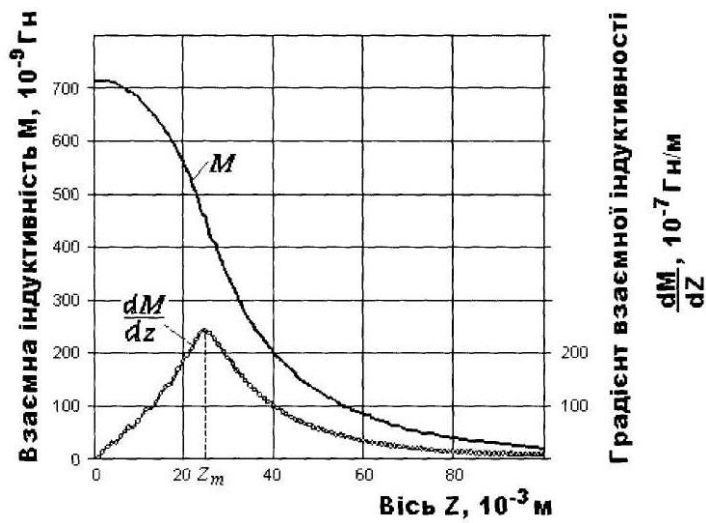
Фиг. 1



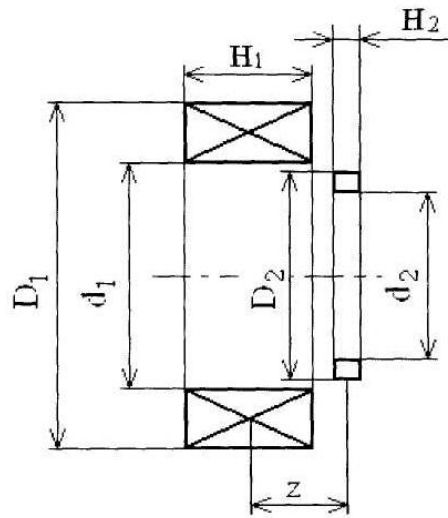
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фіг. 5