



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104818** (13) **C2**
(51) МПК
F16K 31/02 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

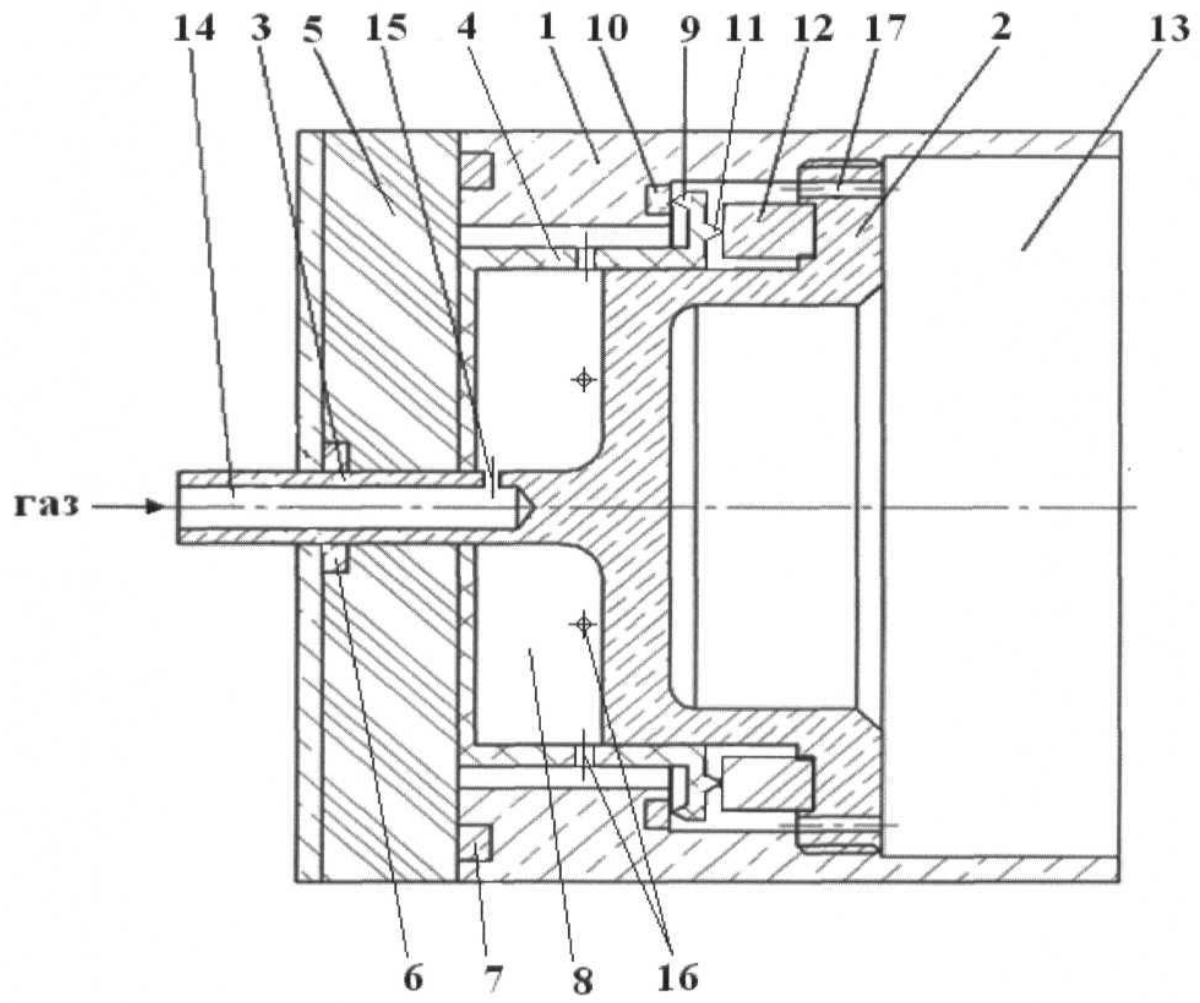
(21) Номер заявки: а 2013 02643	(72) Винахідник(и): Стальцов Валерій Валентинович (UA), Чеботарьов Володимир Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 04.03.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 11.03.2014	
(41) Публікація відомостей про заявку: 25.07.2013, Бюл.№ 14	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР "ХАРКІВСЬКИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Академічна, 1, м. Харків, 61108 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.03.2014, Бюл.№ 5	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU 844884, 07.07.1981 SU 846909, 15.07.1981 SU 543805, 25.01.1977 SU 1686243, 23.10.1991 FR 2807136 A1, 05.10.2001

(54) ІМПУЛЬСНИЙ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНИЙ КЛАПАН

(57) Реферат:

Імпульсний електродинамічний клапан має канал для напуску газу, що сполучений з газовою порожниною і містить електромагнітну котушку, управляючу запірним органом з ущільнювальним кільцевим виступом, який контактує з кільцевим ущільнювачем, і з додатковим кільцевим виступом, що контактує із пружним кільцевим відбивачем, що спирається на опорний елемент. Для забезпечення подачі великого обсягу газу за короткий проміжок часу клапан розташований всередині корпусу вакуумної камери поблизу її торця. Опорний елемент має осьовий шток. Запірний орган разом з співвісним йому опорним елементом виконані у вигляді стаканів з відборттованими від осі торцями. Запірний орган частково охоплює по направляючій поверхні опорний елемент і разом з ним розміщений вісесиметрично всередині корпусу вакуумної камери, з утворенням газової порожнини. Осьовий шток опорного елемента проходить через отвір в дні запірного органа і через електромагнітну котушку. Канал для напуску газу виконаний всередині осьового штока, який має отвір в газову порожнину, крім цього виконані отвори в боковій стінці запірного органа і канали у відборттованому торці опорного елемента.

UA 104818 C2



Винахід стосується арматуробудування і може застосовуватися, наприклад, в імпульсних плазмових пристроях для інжекції газового потоку в робочу камеру. Імпульсні плазмові пристрої можуть використовуватися для опромінення поверхні виробів з метою їх модифікації або зміцнення.

Відомий імпульсний електродинамічний клапан [1]. Він розташований на корпусі вакуумної камери (зовні або всередині). Він містить кільцевий запірний орган з ромбовидним поперечним перерізом, який спирається на опорний елемент. Запірний орган з обох сторін тупими кутами контактує з кільцевими ущільнювачами, що відділяють газову порожнину від вакуумної порожнини і перекриває канал напуску газу. Запірний орган управляється електромагнітною котушкою розташованою між опорним елементом і торцем запірного органа, протилежним торцю, який перекриває канал напуску газу.

Клапан працює таким чином, після подачі електричного імпульсу на електромагнітну котушку один з торців запірного органа під дією магнітного тиску відгинається від поверхні магнітної котушки. Запірний орган пружно деформується, повертаючись на опорному елементі. При цьому торець протилежної сторони запірного органа відкриває канал напуску газу. Після припинення керуючого імпульсу запірний орган повертається у вихідне положення під дією внутрішніх пружних сил.

Недоліком даного клапана є нерівномірне відкриття запірного органа по периметру, що призводить до азимутальної асиметрії напуску газу в вакуумну порожнину. Це трапляється, тому що напуск газу відбувається не за рахунок осьового зміщення запірного органа як цілого елемента, а за рахунок його пружної деформації. Сила магнітного тиску діє лише на один край запірного органа. При цьому площа поверхні, по якій вони взаємодіють, відносно невелика. При такій схемі навантаження, деформація запірного органа при відкритті клапана приведе до появи на ньому гофр. Цей клапан не зможе забезпечити напуски великої кількості газу, так як дуже мала площа поверхні, по якій електромагнітна котушка взаємодіє із запірним органом. Щоб створити необхідне зусилля для деформації запірного органа, потрібно збільшувати силу струму і напругу на електромагнітній котушці. Перераховані вище фактори зменшують надійність роботи і довговічність клапана, звужують область його застосування.

Найближчим аналогом до заявленого винаходу є імпульсний електродинамічний клапан [2]. Він містить електромагнітну котушку, керуючу запірним органом, який має ущільнювальний кільцевий виступ, що контактує з кільцевим ущільнювачем, і додатковий кільцевий виступ, що контактує із пружним кільцевим відбивачем. Цей відбивач спирається на опорний елемент, який є стінкою корпусу клапана. Клапан розташований зовні на бічній поверхні вакуумної камери. У корпусі клапана є канал для напуску газу, який сполучений з газовою порожниною. Отвори для напуску газу з газової порожнини у вакуумну камеру виконані в бічній стінці вакуумної камери.

Клапан працює таким чином. Після подачі електричного імпульсу на магнітну котушку запірний орган під дією магнітного тиску відкидається від поверхні магнітної котушки і відкриває канали напуску газу. Пружний відбивач при цьому стискається. Після припинення керуючого імпульсу запірний орган повертається у вихідне положення під дією пружних сил відбивача.

Недоліком даного клапана є те, що в ньому запірний орган притискається до кільцевого ущільнювача одночасно силою стиснення пружного відбивача і силою тиску робочого газу. Тобто при збільшенні тиску газу, що подається в газову порожнину, одночасно збільшується сила притиснення запірного органа до кільцевого ущільнювача. Це автоматично зменшить кількість робочого газу, що напускають у вакуумну камеру за рахунок зменшення ходу запірного органа і зменшення часу, протягом якого запірний орган знаходиться у відкритому стані. У цьому випадку для збільшення кількості газу, що напускають, доведеться збільшувати силу струму в електромагнітній котушці. Це призводить до збільшення електродинамічних сил взаємодії між витками котушки, що в свою чергу зменшує довговічність котушки і знижує надійність роботи клапана.

Ще одним недоліком даного клапана є наступне. Через те, що отвори для напуску газу виконані в бічній стінці вакуумної камери, здійснюється виключно радіальна подача газу від периферії до осі вакуумної камери. Подальше поширення робочого газу всередині камери відбувається в результаті теплового розширення. Такий напуск газу неефективно використовувати в плазмових прискорювачах, тому що, він не забезпечує необхідне підживлення плазмового потоку носіями струму, що не дозволяє отримувати плазмові потоки великої густини.

Також недоліком даної конструкції є те, що елементи імпульсного клапана концентрично охоплюють по зовнішній поверхні корпус вакуумної камери, в яку подається робочий газ. Отже, така конструкція клапана не підходить для напуску газу в вакуумні камери великого діаметру (500 мм і більше). У цьому випадку розміри деталей клапана будуть ще більше, а виготовити

найбільш відповідальні елементи (електромагнітну котушку і запірний орган) великого діаметру і з достатньою точністю технологічно складно.

Всі ці фактори ускладнюють експлуатацію і звужують сферу застосування клапана.

Задачею, на вирішення якої спрямовано запропонований винахід, є удосконалення конструкції імпульсного електродинамічного клапана. Вдосконалений клапан повинен забезпечувати подачу як можна більшого обсягу газу за короткий проміжок часу. Удосконалення повинно забезпечити таке розташування запірного органа, при якому сила тиску робочого газу сприяє збільшенню швидкості спрацьовування клапана.

Поставлена задача вирішується в заявленому імпульсному електродинамічному клапані. Він, так само як і відомий клапан, містить електромагнітну котушку, управляючу запірним органом, який має ущільнювальний кільцевий виступ. Цей виступ контактує з кільцевим ущільнювачем. Запірний орган має додатковий кільцевий виступ, що контактує із пружним кільцевим відбивачем, що спирається на опорний елемент. Для напуску газу є канал, який сполучений з газовою порожниною.

На відміну від найближчого аналога, в запропонованому винаході клапан розташований всередині корпусу вакуумної камери, поблизу її торця і включає опорний елемент з осьовим штоком. Запірний орган разом з співвісним йому опорним елементом виконані у вигляді стаканів з відбортowanymi від осі торцями. Запірний орган частково охоплює по направляючій поверхні опорний елемент і разом з ним розміщений вісесиметрично всередині корпусу вакуумної камери, з утворенням газової порожнини між внутрішньою поверхнею дна запірного органа і зовнішньою поверхнею дна опорного елемента. Осьовий шток опорного елемента проходить через отвір в дні запірного органа і через електромагнітну котушку, що примикає до зовнішньої поверхні дна запірного органа і вакуумно-щільно до торця вакуумної камери. При цьому ущільнювальний кільцевий виступ виконаний на відбортovanому торці запірного органа з боку газової порожнини і контактує з кільцевим ущільнювачем, розташованим в кільцевій проточці, виконаний на направлєному до осі ступінчастому виступі стінки вакуумної камери. Додатковий кільцевий виступ, спрямований в бік вакуумної порожнини і виконаний на поверхні відбортovanого торця запірного органа. Контактуючий з ним пружний кільцевий відбивач розташований в кільцевій проточці на відбортovanому торці опорного елемента, яка звернена в бік газової порожнини. Зовнішня циліндрична поверхня відбортovanого торця опорного елемента контактує зі стінкою корпусу вакуумної камери. Для подачі газу в вакуумну порожнину всередині штока виконаний газопідвідний канал з отвором в газову порожнину. Для цього також виконані отвори в боковій стінці запірного органа і канали у відбортovanому торці опорного елемента.

Ці особливості конструкції дозволяють розташувати запірний орган таким чином, щоб сила тиску робочого газу в газовій порожнині не притискала запірний орган до кільцевого пружного відбивача, як це відбувається в найближчому аналозі, а навпаки, відштовхувалася від нього. Така особливість запропонованої конструкції газового клапана дозволяє істотно збільшувати кількість робочого газу, що напускається шляхом збільшення тиску газу в газовій порожнині, так як сила тиску газу діє в тому ж напрямку, що і сила електромагнітної котушки. Це істотно підвищує масову витрату газу за рахунок збільшення ходу запірного органа. При цьому збільшення кількості газу, що подається клапаном відбувається без збільшення сили струму, управляючого котушкою. Це зменшує електродинамічні навантаження на котушку, що підвищує довговічність і надійність роботи клапана в цілому.

Крім того, така конструкція запірного органа дозволяє максимально змістити канали напуску газу до зовнішньої поверхні корпусу, що в свою чергу дозволяє здійснити напуск робочого газу в розрядний простір плазмового прискорювача симетрично кільцевим струменем, максимально зміщеним від осі клапана до його зовнішньої поверхні. Це важливо для необхідного підживлення плазмового потоку носіями струму і отримання симетричного плазмового потоку великої густини і потужності.

Суть винаходу пояснюється схематичним зображенням імпульсного електродинамічного клапана в осьовому розрізі, представлєному на схемі.

Розглянемо приклад, який пояснює можливість здійснення заявленого пристрою. Імпульсний електродинамічний клапан (див. схему), містить корпус вакуумної камери 1, усередині якої розміщені опорний елемент 2 з осьовим штоком 3, який проходить через отвір в дні запірного органа 4 і електромагнітну котушку 5 яка примикає до зовнішньої поверхні дна запірного органа і вакуумно-щільно до торця вакуумної камери. Осьовий шток 3 в отворі електромагнітної котушки вакуумно-щільно ущільнюється ущільнювачем 6, а електромагнітна котушка ущільнюється ущільнювачем 7 зі стінкою вакуумної камери. Запірний орган 4 частково охоплює по направляючій поверхні опорний елемент 2. Запірний орган 4 і опорний елемент 2

розміщені вісесиметрично всередині корпусу вакуумної камери 1, з утворенням газової порожнини 8 між внутрішньою поверхнею дна запірного органа і зовнішньою поверхнею дна опорного елемента. Вони виконані у вигляді стаканів з відборттованими від осі торцями. Запірний орган 4 має ущільнювальний кільцевий виступ 9, який контактує з кільцевим ущільнювачем 10, і додатковий кільцевий виступ 11, який контактує з кільцевим пружним відбивачем 12. Для подачі газу в вакуумну порожнину 13 всередині осьового штока виконаний газопідвідний канал 14 з отвором 15 в газову порожнину 8, і виконані отвори 16 в боковій стінці запірного органа і канали 17 в відборттованому торці опорного елемента.

Клапан працює таким чином. У вихідному положенні ущільнювальний кільцевий виступ 9 запірного органа 4 контактує з кільцевим ущільнювачем 10, а додатковий кільцевий виступ 11 контактує з кільцевим пружним відбивачем 12. Тим самим газова порожнина 8 клапана відсікається від вакуумної порожнини 13. При подачі імпульсу струму від конденсаторної батареї (на схемі не показана) на електромагнітну котушку 5, розміщену в корпусі вакуумної камери 1, яка примикає до зовнішньої поверхні дна запірного органа, виникає електромагнітне поле. Взаємодія електромагнітних полів котушки 5 і запірного органа 4 відштовхує запірний орган від електромагнітної котушки. При цьому запірний орган, який частково охоплює по направляючій поверхні опорний елемент 2, переміщується по його направляючій поверхні. Ущільнювальний кільцевий виступ 9 запірного органа 4 відходить від кільцевого ущільнювача 10. Запірний орган 4 при своєму русі в процесі відкриття клапана стискає пружний кільцевої відбивач 12. Подається газ, який надходить через канал 14 всередині штока 3, з отвором 15 в газову порожнину 8 між дном запірного органа і опорним елементом, потім через отвори 16 в бічній стінці запірного органа і канали 17 в відборттованому торці опорного елемента газ потрапляє в вакуумну порожнину 13. Після припинення дії магнітної сили електромагнітної котушки 5 запірний орган під дією пружних сил відбивача 12 повертається у вихідне положення і перекриває канал напуску газу 17. Ущільнювач 6 вакуумно-щільно ущільнює осьовий шток 3 в отворі електромагнітної котушки. Ущільнювач 7 вакуумно-щільно ущільнює електромагнітну котушку зі стінкою вакуумної камери.

Заявлений клапан може використовуватися для напуску робочого газу у вакуумну камеру квазістаціонарного плазмового прискорювача для створення первинної плазми.

Особливості квазістаціонарного прискорення плазми такі, що уздовж внутрішньої поверхні зовнішнього електрода прискорювача утворюється простір з недостатньою кількістю позитивно заряджених іонів відносно електронів. В результаті цього поблизу позитивно зарядженого зовнішнього електрода утворюється простір з негативним зарядом, тобто має місце прианодний стрибок потенціалів. Це призводить до зменшення енергії, що вкладається в плазму, до нерівномірного розподілу цієї енергії по перерізу прискорювача, тобто симетрія плазмового потоку порушується. В результаті зменшується швидкість і щільність плазмового потоку, а сам потік неоднорідний по перерізу. Тобто енергія плазмового потоку різко зменшується.

Для усунення асиметрії плазмового потоку необхідно здійснити підживлення прианодної області носіями позитивного заряду (іонами). Для цього необхідно подати робочий газ саме в прианодну область (кільцевим струменем уздовж внутрішньої поверхні зовнішнього електрода з максимальним віддаленням від осі клапана).

Для отримання плазмового потоку великої густини необхідно забезпечити його достатньою кількістю носіїв струму (іонами і електронами). Тому клапан повинен за короткий проміжок часу, протягом якого відбувається прискорення плазми (50-250 мкс), подати в розрядний простір плазмового прискорювача як можна більшу кількість газу.

Таким чином, сукупність ознак запропонованого винаходу дозволяє забезпечити подачу великого об'єму газу за короткий проміжок часу, що забезпечує отримання в плазмових прискорювачах тривалих високоенергетичних плазмових потоків великої густини, що, відповідно, значно покращує якість опромінення поверхні матеріалів з метою їх модифікації або зміцнення.

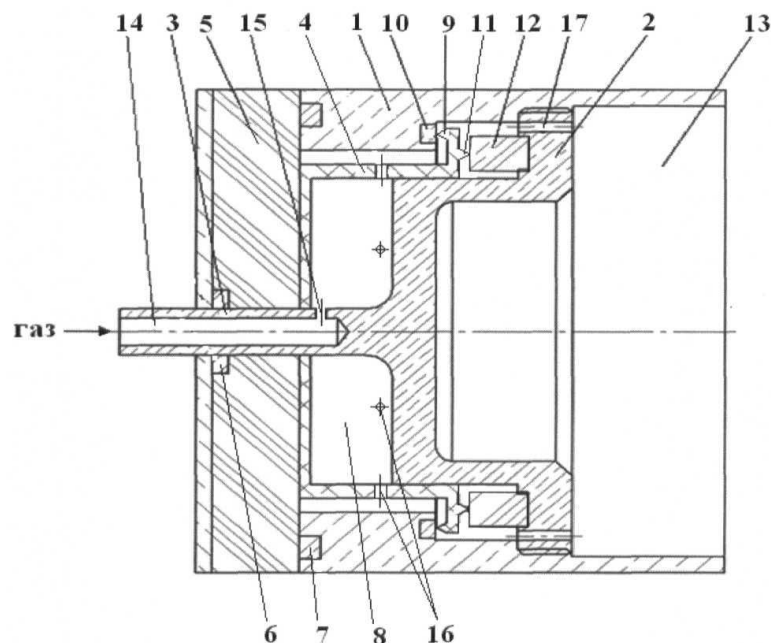
Джерела інформації:

1. SU 846909, 15.07.1981.

2. SU 844884, 07.07.1981. (найближчий аналог)

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- Імпульсний електродинамічний клапан, що має канал для напуску газу, сполучений з газовою
 5 порожниною, і містить електромагнітну котушку, управляючу запірним органом з
 ущільнювальним кільцевим виступом, який контактує з кільцевим ущільнювачем, і з додатковим
 кільцевим виступом, що контактує із пружним кільцевим відбивачем, що спирається на опорний
 елемент,
 який **відрізняється** тим, що він розташований всередині корпусу вакуумної камери поблизу її
 10 торця, опорний елемент має осьовий шток,
 запірний орган разом з співвісним йому опорним елементом виконані у вигляді стаканів з
 відбортowanними від осі торцями,
 запірний орган частково охоплює по направляючій поверхні опорний елемент і разом з ним
 розміщений вісесиметрично всередині корпусу вакуумної камери, з утворенням газової
 15 порожнини між внутрішньою поверхнею дна запірного органа і зовнішньою поверхнею дна
 опорного елемента,
 осьовий шток опорного елемента проходить через отвір в дні запірного органа і через
 електромагнітну котушку, що примикає до зовнішньої поверхні дна запірного органа і вакуумно-
 щільно до торця вакуумної камери,
 20 при цьому ущільнювальний кільцевий виступ виконаний на відбортovanому торці запірного
 органа зі сторони газової порожнини і контактує з кільцевим ущільнювачем, розташованим в
 кільцевій проточці, виконаній на направлєному до осі ступінчастому виступі стінки вакуумної
 камери,
 а додатковий кільцевий виступ, виконаний на поверхні відбортovanого торця запірного органа,
 25 спрямований в бік вакуумної порожнини,
 контактуючий з ним пружний кільцевий відбивач, розташований в кільцевій проточці на
 відбортovanому торці опорного елемента, яка звернена в бік газової порожнини,
 причому зовнішня циліндрична поверхня відбортovanого торця опорного елемента контактує зі
 стінкою корпусу вакуумної камери,
 30 канал для напуску газу виконаний всередині осьового штока, який має отвір в газову порожнину,
 крім цього виконані отвори в боковій стінці запірного органа і канали у відбортovanому торці
 опорного елемента.



Комп'ютерна верстка С. Чулій

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