



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **106012**

(13) **C2**

(51) МПК

F16K 31/02 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

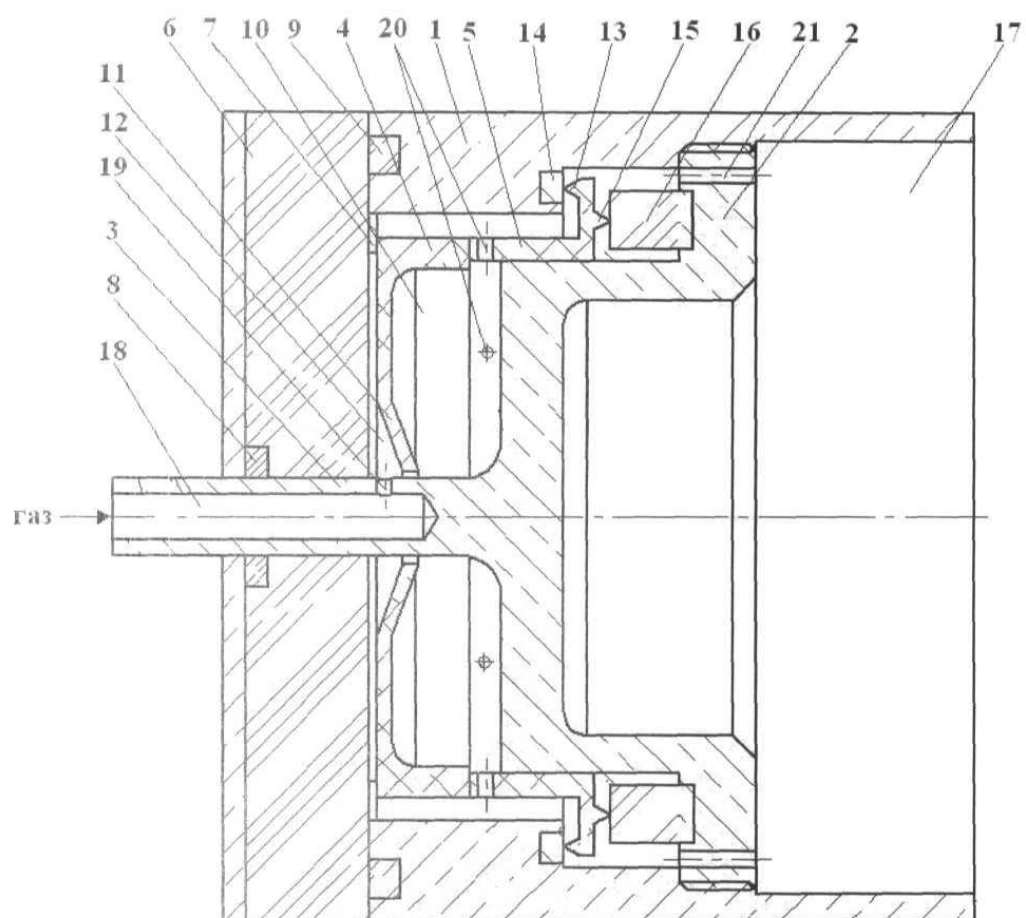
(21) Номер заявки:	а 2013 09679	(72) Винахідник(и):	Стальцов Валерій Валентинович (UA), Чеботарьов Володимир Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки:	05.08.2013	(73) Власник(и):	НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР "ХАРКІВСЬКИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Академічна, 1, м. Харків, 61108 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.07.2014	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA a201302643, 25.07.2013 SU 844884, 07.07.1981 SU 1686243 A1, 23.10.1991 SU 543805, 25.01.1977 SU 846909, 15.07.1981 SU 916855, 30.03.1982 FR 2807136 A1, 05.10.2001
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.01.2014, Бюл.№ 1		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.07.2014, Бюл.№ 13		

(54) ІМПУЛЬСНИЙ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНИЙ КЛАПАН

(57) Реферат:

Імпульсний електродинамічний клапан розташований всередині корпусу вакуумної камери і містить: електромагнітну котушку, що примикає вакуумно-щільно до торця вакуумної камери; опорний елемент, виконаний у вигляді стакану з відборттованим від осі торцем, запірний орган циліндричної форми з відборттованим від осі торцем на якому два кільцевих виступи. Крім цього, в боковій стінці запірного органа виконані отвори, а у відборттованому торці опорного елемента - канали для напуску газу в робочий об'єм вакуумної камери. Для збільшення обсягу напускного газу в робочий об'єм вакуумної камери в газовій порожнині розміщений штовхач у вигляді стакану, маса якого в 2-4 рази більша за масу запірного органа. Торцевий штовхача, протилежний до його дна, примикає до невідборттованого торця запірного органа. Дно штовхача зовнішньою поверхнею звернене до електромагнітної котушки і має отвір, через який проходить осьовий шток, діаметр якого на 0,2-0,4 мм менший за діаметр цього отвору. Частина дна штовхача біля осьового штока вигнута в бік дна опорного елемента, з утворенням додаткової газової порожнини, в яку виходить отвір в бічній стінці осьового штока.

UA 106012 C2



Винахід стосується трубопровідної арматури 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 містить електромагнітну котушку, керуючу запірним органом, який має ущільнюючий кільцевий виступ, що контактує з кільцевим ущільнювачем, і другий 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 (початкове) 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 зменшує кількість напускного у вакуумну камеру робочого газу за рахунок зменшення ходу запірного органа і зменшення часу, протягом якого запірний орган знаходиться у відкритому стані. У цьому випадку для збільшення кількості напускного газу доводиться 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.

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 більші, а виготовити найбільш відповідні елементи (електромагнітну котушку і запірний орган) великого діаметра з достатньою точністю технологічно складно.

Найближчим аналогом до заявленого винаходу є імпульсний електродинамічний клапан [2]. Він розташований всередині корпусу вакуумної камери і містить опорний елемент з осьовим штоком, який проходить через отвір в дні запірного органа і електромагнітну котушку, яка примикає до зовнішньої поверхні дна запірного органа і вакуумно-щільно до торця вакуумної камери. Запірний орган частково охоплює по направляючій поверхні опорний елемент. Запірний орган і опорний елементи розміщені вісесиметрично всередині корпусу вакуумної камери, з утворенням газової порожнини між внутрішньою поверхнею дна запірного органа і зовнішньою поверхнею дна опорного елемента. Вони виконані у вигляді стаканів з відбортаними від осі торцями. Запірний орган має ущільнюючий кільцевий виступ, який контактує з кільцевим ущільнювачем, і другий кільцевий виступ, який контактує з кільцевим пружним відбивачем. Для подачі газу в вакуумну порожнину всередині осьового штока виконаний газопідвідний канал з отвором в газову порожнину, і виконані отвори в боковій стінці запірного органа і канали в відбортаному торці опорного елемента.

Клапан працює таким чином. У вихідному положенні ущільнюючий кільцевий виступ запірного органа контактує з кільцевим ущільнювачем, а другий кільцевий виступ контактує з кільцевим пружним відбивачем. Тим самим, газова порожнина клапана відсікається від вакуумної порожнини. При подачі імпульсу струму від конденсаторної батареї на електромагнітну котушку, виникає електромагнітне поле. Взаємодія електромагнітних полів котушки і запірного органа відштовхує запірний орган від електромагнітної котушки. Ущільнюючий кільцевий виступ запірного органа відходить від кільцевого ущільнювача. Запірний орган при своєму русі в процесі відкриття клапана стискає пружний кільцевий відбивач. Подається газ, який натікає через канал всередині штока, з отвором в газову порожнину між дном запірного органа і опорним елементом, потім через отвори в бічній стінці запірного органа і канали в відбортаному торці опорного елемента газ потрапляє в вакуумну порожнину. Після припинення дії магнітної сили електромагнітної котушки запірний орган під дією пружних сил відбивача повертається у вихідне положення і перекриває канал напуску газу.

Недоліком даного клапана є те, що проміжок часу, під час якого відбувається напуск газу в робочий об'єм вакуумної камери, при постійному максимальному тиску газу недостатньо

тривалий. Цей проміжок часу повинен складати 300-400 мкс. Такий проміжок потрібний для отримання достатньо тривалих високоенергетичних плазмових потоків великої густини для інжекції в установки керованого термоядерного синтезу.

Задачею, на вирішення якої спрямовано запропонований винахід, є удосконалення конструкції імпульсного електродинамічного клапана. Вдосконалений клапан повинен забезпечувати подачу більшого обсягу напускного газу в робочий об'єм вакуумної камери при максимальному тиску. Удосконалення повинно здійснюватися шляхом конструктивних змін. Запірний орган повинен довгий час (300-400 мкс) залишатись у відкритому положенні, коли тиск напускного газу максимальний. При цьому проміжки часу, при яких відбувається зростання тиску до максимального і, надалі, спад тиску при зачиненні клапана повинні бути мінімальними.

Поставлена задача вирішується в заявленому імпульсному електродинамічному клапані. Він, так само як і найближчий аналог, містить електромагнітну котушку, що примикає вакуумно-щільно до торця вакуумної камери. Клапан має опорний елемент, виконаний у вигляді стакану з відборттованим від осі торцем, зовнішня циліндрична поверхня якого контактує зі стінкою корпусу вакуумної камери. Опорний елемент має зовні осьовий шток всередині якого є канал для напуску газу. Осьовий шток при вакуумно-щільному з'єднанні проходить через отвір в електромагнітній котушці. Цей шток має отвір в бічній стінці для напуску газу в газову порожнину утворену між електромагнітною котушкою і зовнішньою поверхнею дна опорного елемента. Запірний орган циліндричної форми з відборттованим від осі торцем, на якому два кільцевих виступи. Один з них, звернений до газової порожнини, контактує з кільцевим ущільнювачем, розташованим в кільцевій проточці, виконаній на направленому до осі ступінчастому виступі стінки вакуумної камери. Другий кільцевий виступ з другого боку контактує з пружним кільцевим відбивачем, розташованим в кільцевій проточці на відборттованому торці опорного елемента, яка звернена в бік газової порожнини. Внутрішня поверхня запірного органа частково охоплює зовнішню поверхню опорного елемента з можливістю відносного ковзання. В боковій стінці запірного органа виконані отвори і виконані канали у відборттованому торці опорного елемента для напуску газу в робочий об'єм вакуумної камери.

На відміну від найближчого аналога, в запропонованому винаході в газовій порожнині клапана розміщений штовхач у вигляді стакану. Дно штовхача зовнішньою поверхнею звернене до електромагнітної котушки і має отвір, через який проходить осьовий шток. Протилежний до дна торець штовхача примикає до невідборттованого торця запірного органа. Частина дна штовхача біля осьового штока вигнута в бік дна опорного елемента з утворенням додаткової газової порожнини, в яку виходить отвір в бічній стінці осьового штока. Маса штовхача в 2-4 рази більша за масу запірного органа. Діаметр отвору в дні штовхача перевищує зовнішній діаметр осьового штока на 0,2-0,4 мм.

Опорний елемент клапана має можливість осьового зсуву відносно корпусу вакуумної камери без порушення вакуумного ущільнення між осьовим штоком і електромагнітною котушкою.

Між електромагнітною котушкою і штовхачем розташоване амортизуюче кільце.

При таких відмінностях в конструкції електродинамічного клапана полегшений запірний орган під дією магнітного поля електромагнітної котушки швидше відкриває клапан. Штовхач, маючи більшу масу, наздоганяє запірний орган і подовжує час, при якому клапан знаходиться у відкритому стані. Це і дозволяє збільшити обсяг напускного газу в робочий об'єм вакуумної камери при максимальному тиску.

Завдяки можливості осьового зсуву опорного елемента клапана відносно корпусу вакуумної камери з'являється можливість регулювати пружність пружного амортизатора. Від цього залежить, по-перше, герметичність клапана в закритому положенні, по-друге, швидкість повернення запірного органа після напуску в закрите положення.

Амортизуюче кільце розташоване між електромагнітною котушкою і штовхачем забезпечує більший час експлуатації котушки і як слід самого клапана.

Суть винаходу пояснюється схематичним зображенням імпульсного електродинамічного клапана в осьовому розрізі, представленим на кресленні.

Розглянемо приклад, який пояснює можливість здійснення патентованого 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 штовхача 4, запірного органа 5 і електромагнітну котушку 6 яка примикає до зовнішньої поверхні дна штовхача і вакуумно-щільно до торця вакуумної камери. Між електромагнітною котушкою і штовхачем розташоване амортизуюче кільце 7. Осьовий шток 3 в отворі електромагнітної котушки вакуумно-щільно ущільнюється ущільнювачем 8, а електромагнітна котушка ущільнюється ущільнювачем 9 зі стінкою вакуумної камери. Запірний орган 5 частково

охоплює по направляючій поверхні опорний елемент 2. Штовхач 4 протилежним до його дна торцем примикає до невідбортovanого торця запірнього органа 5. Штовхач 4, запірний орган 5 і опорний елемент 2 розміщені віссиметрично всередині корпусу вакуумної камери 1, з утворенням газової порожнини 10 між електромагнітною котушкою 6 і зовнішньою поверхнею дна опорного елемента 2. Частина дна 11 штовхача біля осьового штока 3 вигнута в бік дна опорного елемента 2 з утворенням додаткової газової порожнини 12. Внутрішня поверхня запірнього органа 5 частково охоплює зовнішню поверхню опорного елемента 2, з можливістю відносного ковзання. Запірний орган 5 має ущільнюючий кільцевий виступ 13, який контактує з кільцевим ущільнювачем 14, і другий кільцевий виступ 15, який контактує з пружним кільцевим відбивачем 16. Для подачі газу в вакуумну порожнину 17 всередині осьового штока виконаний газопідвідний канал 18 з отвором 19 в бічній стінці для напуску газу в додаткову газову порожнину 12, і виконані отвори 20 в боковій стінці запірнього органа 5 і канали 21 в відбортovanому торці опорного елемента.

Клапан працює таким чином.

У вихідному положенні ущільнюючий кільцевий виступ 13 запірнього органа 5 контактує з кільцевим ущільнювачем 14, а другий кільцевий виступ 15 контактує з пружним кільцевим відбивачем 16. Тим самим газова порожнина 10 і додаткова газова порожнина 12 клапана відсікається від вакуумної порожнини 17. При подачі імпульсу струму від конденсаторної батареї (на кресленні не показана) на електромагнітну котушку 6, розміщену в корпусі вакуумної камери 1, яка примикає до зовнішньої поверхні дна штовхача 4, виникає електромагнітне поле. Взаємодія електромагнітних полів котушки 6 і штовхача 4 відштовхує штовхач від електромагнітної котушки. Одночасно зі штовхачем 4 починає рух запірний орган 5. Оскільки маса запірнього органа 5 в 2-4 рази менше маси штовхача 4, запірний орган скоріше набирає швидкість. Ущільнюючий кільцевий виступ 13 запірнього органа 5 відходить від кільцевого ущільнювача 14. Запірний орган 5 при своєму русі в процесі відкриття клапана стискає пружний кільцевий відбивач 12 і відкриває канали напуску газу 21. Подається газ, який натікає через канал 18 всередині осьового штока 3, з отвором 19 в додаткову газову порожнину 12, утворювану між електромагнітною котушкою і частиною дна штовхача 11, вигнутою в бік дна опорного елемента 2. Далі по радіальних зазорах між осьовим отвором штовхача 4 і зовнішньою поверхнею осьового штока 3 газ надходить в газову порожнину 10, потім через отвори 20 в бічній стінці запірнього органа і канали 21 в відбортovanому торці опорного елемента газ потрапляє в вакуумну порожнину 17. Пружна сила кільцевого відбивача 16 гальмує рух запірнього органа 5, швидкість запірнього органа зменшується. До цього моменту набирає швидкість більш важкий штовхач 4, він наздоганяє запірний орган 5 і ще деякий час утримує його у відкритому положенні. Запірний орган 5 під час руху внутрішньою поверхнею ковзає по зовнішній поверхні опорного елемента 2. Після припинення дії магнітної сили електромагнітної котушки 6 запірний орган під дією пружних сил відбивача 16 повертається у вихідне положення і перекриває канал напуску газу 21. Амортизуюче кільце 7, розташоване між електромагнітною котушкою і штовхачем, амортизує запірний орган, який повертається у вихідне положення. Ущільнювач 8 вакуумно-щільно ущільнює осьовий шток 3 в отворі електромагнітної котушки. Ущільнювач 9 вакуумно-щільно ущільнює електромагнітну котушку зі стінкою вакуумної камери.

Таким чином, сукупність ознак запропонованого винаходу дозволяє забезпечити подачу збільшеного об'єму газу при максимальному тиску за короткий проміжок часу, що забезпечує отримання в плазмових прискорювачах тривалих високоенергетичних плазмових потоків великої густини.

Заявлений клапан може використовуватися для напуску робочого газу у вакуумну камеру квазістаціонарного плазмового прискорювача для створення первинної плазми і інжекції її в термоядерну установку.

Такі плазмові потоки можуть використовуватись також для опромінення поверхні матеріалів з метою їх модифікації або зміцнення.

Джерела інформації:

1. SU 844884, 07.07.1981.

2. UA а 2013 02643, 25.07.2013.

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

1. Імпульсний електродинамічний клапан, який розташований всередині корпусу вакуумної камери, містить:

електромагнітну котушку, що примикає вакуумно-щільно до торця вакуумної камери;

опорний елемент, виконаний у вигляді стакану з відбортаним від осі торцем, зовнішня циліндрична поверхня якого контактує зі стінкою корпусу вакуумної камери, який має зовні осьовий шток, що при вакуумно-щільному з'єднанні проходить через отвір в електромагнітній котушці і має всередині канал для напуску газу і отвір в бічній стінці для напуску газу в газову порожнину, утворену між електромагнітною котушкою і зовнішньою поверхнею дна опорного елемента;

запірний орган циліндричної форми з відбортаним від осі торцем, на якому два кільцевих виступи, один з яких з боку, зверненого до газової порожнини, контактує з кільцевим ущільнювачем, розташованим в кільцевій проточці, виконаній на направленому до осі ступінчастому виступі стінки вакуумної камери, а другий - з другого боку контактує з пружним кільцевим відбивачем, розташованим в кільцевій проточці на відбортаному торці опорного елемента, яка звернена в бік газової порожнини,

причому внутрішня поверхня запірного органа частково охоплює зовнішню поверхню опорного елемента, з можливістю відносного ковзання,

крім цього, в боковій стінці запірного органа виконані отвори, а у відбортаному торці опорного елемента - канали для напуску газу в робочий об'єм вакуумної камери,

який **відрізняється** тим що,

в газовій порожнині розміщений штовхач у вигляді стакану, маса якого в 2-4 рази більша за масу запірного органа,

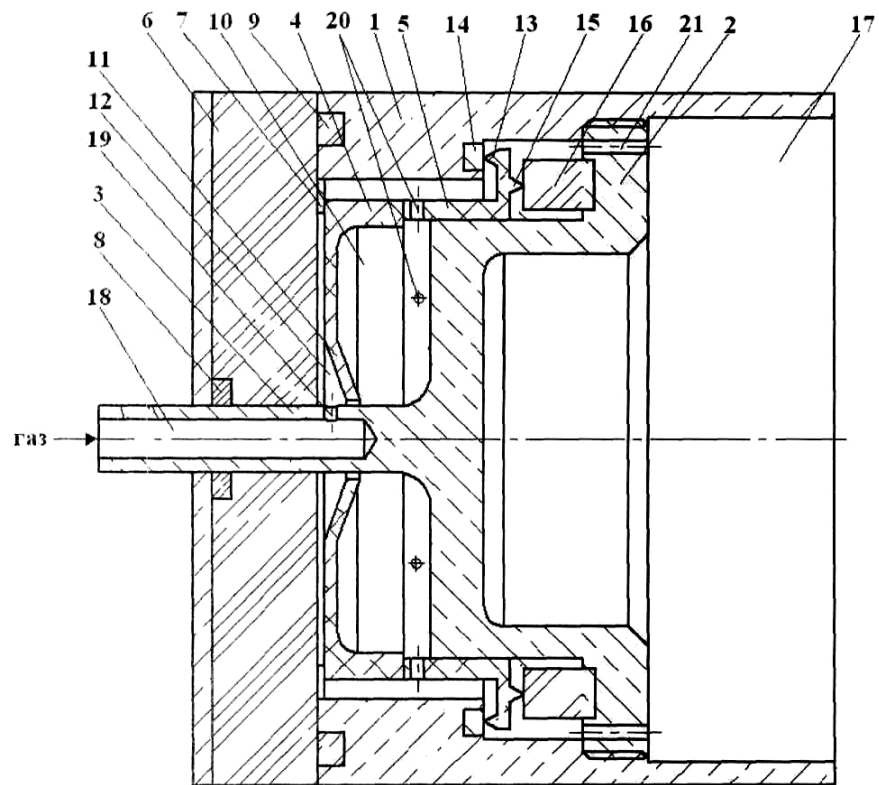
торець штовхача, протилежний до його дна, примикає до невідбортаного торця запірного органа,

дно штовхача зовнішньою поверхнею звернене до електромагнітної котушки і має отвір, через який проходить осьовий шток, діаметр якого на 0,2-0,4 мм, менший за діаметр цього отвору,

при цьому частина дна штовхача біля осьового штока вигнута в бік дна опорного елемента, з утворенням додаткової газової порожнини, в яку виходить отвір в бічній стінці осьового штока.

2. Клапан за п. 1, який **відрізняється** тим, що опорний елемент має можливість осьового зсуву відносно корпусу вакуумної камери без порушення вакуумного ущільнення між осьовим штоком і електромагнітною котушкою.

3. Клапан за п. 1, який **відрізняється** тим, що між електромагнітною котушкою і штовхачем розташоване амортизуюче кільце.



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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