



УКРАЇНА

(19) UA (11) 56723 (13) A  
(51) 7 F16J15/40МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) МОДУЛЬНИЙ МАГНІТОРІДИННИЙ ГЕРМЕТИЗАТОР

1

2

(21) 2002086942

(22) 23 08 2002

(24) 15 05 2003

(46) 15 05 2003, Бюл. № 5, 2003 р.

(72) Кірей Петро Серафимович

(73) УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МОРСЬКИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ АДМІРАЛА МА-  
КАРОВА

(57) Модульний магноторідинний герметизатор, який містить нерухомий щодо корпусу приводу магнітний модуль, що складається з кільцевого постійного магніту, полюсних наконечників, внутрішнього і зовнішнього немагнітних кілець, рухомий в осьовому і кутовому напрямках щодо магнітного модуля магнітокеруючий модуль, який виконано у вигляді кільцевого шунтуючого магнітопроводу, на внутрішній бічній поверхні якого виконано гвинтову різь, і магнітну рідину в робо-

чому зазорі між полюсними наконечниками й обхопленим ними валом, який відрізняється тим, що магнітокеруючий модуль встановлено щодо магнітного модуля з утворенням торцевого регульованого зазору між щонайменше одним з полюсних наконечників та кільцевим шунтуючим магнітопроводом, причому один з полюсних наконечників виконано у вигляді обичайки з внутрішнім кільцевим виступом, на внутрішній торцевій поверхні якого з зазором щодо внутрішньої поверхні обичайки встановлено кільцевий постійний магніт, на зовнішній торцевій поверхні другого полюсного наконечника виконано кільцевий бурт, а на зовнішній циліндричній поверхні останнього виконано гвинтову різь, яка відповідає гвинтовій різі, що наявна на внутрішній бічній поверхні кільцевого шунтуючого магнітопроводу

Винахід відноситься до ущільнювальної техніки і може бути використаний для герметизації обертових валів машин і устаткування

Відомо про регульовані магноторідинні герметизатори (а с CPCP №773350, МПК F16J15/40, 1979, а с CPCP №1278531, МПК F16J15/40, 1985, а с CPCP №1343157, МПК F16J15/40, 1986), які містять корпус, постійний магніт з полюсними наконечниками і магнітну рідину в робочому зазорі між полюсними наконечниками й обхопленим ними валом, а регулювання магнітної індукції в робочому зазорі забезпечується за допомогою рухомого в осьовому напрямку щодо постійних магнітів полюсного наконечника, зв'язаного пружним елементом з нерухомим полюсним наконечником або з корпусом. Проте даним герметизаторам притаманні наступні негативні властивості:

- недостатня надійність, яка обумовлена переривчастістю руху, перекосом та заклинюванням рухомого полюсного наконечника при його осьовому переміщенні щодо напрямної, наявності додаткових конструкційних деталей (пружних елементів) між рухомими і нерухомими елементами магнітної системи, значною величиною экс-

центриситету ( $\epsilon \approx 1$ ),

- підвищені масо-габаритні характеристики, які обумовлені наявністю немагнітного корпусу і значною осьовою довжиною рухомого полюсного наконечника і/або його напрямної,

- підвищені вимоги до точності виготовлення рухомого елемента та його напрямної

Відомо про регульований магноторідинний герметизатор (а с CPCP №1168759, МПК F16J15/40, 1984), що містить постійний магніт з полюсними наконечниками, які обхоплені шунтуючим магнітопроводом, рухомим у радіальному напрямку. Регулювання магнітної індукції в робочому зазорі забезпечується шляхом зміщення шунтуючого магнітопроводу в радіальному напрямку при цьому на відміну від розглянутих вище герметизаторів з осьовим зміщенням виключаються переривчастість руху, перекоп та заклинювання рухомого магнітопроводу. Проте даному герметизатору також притаманні негативні властивості:

- складність конструкції, яка обумовлена наявністю складеного шунтуючого магнітопроводу складної геометричної форми, а також регульованого зазору складної геометричної форми та

(13) A

(11) 56723

(19) UA

елементів його регулювання,

- підвищені вимоги до точності виготовлення і підгонки складеного шунтуючого магнітопроводу та сполучених з ним елементів магнітної системи,
- недостатня надійність, яка обумовлена значною величиною механічного зусилля для відризу шунтуючого магнітопроводу від полюсних наконечників при його зміщенні в радіальному напрямку

Відомо також про регульовані магноторідинні герметизатори (а с СРСР №1537941, МПК F16J15/40, 1988, а с СРСР №1622687, МПК F16J15/40, 1990, пат РФ №2027929, МПК F16J15/00, F16J15/40, 1991), що містять корпус і магнітний вузол у вигляді постійного магніту з полюсними наконечниками, який охоплений шунтуючим магнітопроводом. Регулювання магнітної індукції в робочому зазорі забезпечується за допомогою шунтуючого магнітопроводу, рухомого в осьовому напрямку щодо полюсних наконечників. На відміну від герметизаторів з рухомими полюсними наконечниками у даних герметизаторах немає пружного елемента між рухомими і нерухомими частинами магнітної системи, а також знижена величина ексцентриситету (вона складає звичайну для магноторідинних герметизаторів величину ( $\epsilon=0,1-0,3$ ), що підвищує їхню надійність у роботі). На відміну від герметизатора за а с СРСР №1168759 в даних герметизаторах немає регульованого зазору - складної геометричної форми та елементів його регулювання, а шунтуючий магнітопровод складається з однієї деталі, що спрощує конструкцію герметизаторів. Проте даним герметизаторам також притаманні негативні властивості:

- недостатня надійність, яка обумовлена переривчастістю руху, перекосом і заклинюванням рухомого шунтуючого магнітопроводу при його осьовому переміщенні щодо полюсних наконечників,
- підвищені масо-габаритні характеристики, які обумовлені наявністю немагнітного корпусу та значною осьовою довжиною рухомого шунтуючого магнітопроводу,
- підвищені вимоги до точності виготовлення і підгонки рухомого шунтуючого магнітопроводу та сполучених з ним елементів магнітної системи

Відомо про регульований магноторідинний герметизатор (пат України №38664 А, F16J15/40, 2000), що містить корпус, два радіально-намагнічених пояси, які набрані з окремих призматичних постійних магнітів, зовнішні полюси яких з'єднані між собою за допомогою магнітопроводного елемента, полюсні наконечники, що примикають до внутрішніх полюсів постійних магнітів, і магнітну рідину в робочих зазорах. Магнітопроводний елемент, який з'єднує зовнішні полюси постійних магнітів, виконано у вигляді окремих магнітопроводних пластин, рухомих в осьовому напрямку щодо постійних магнітів, причому кожна пластина з'єднує постійний магніт з одного магнітного пояса з протилежним постійним магнітом іншого магнітного пояса. У порівнянні з розглянутими вище герметизаторами даний герметизатор відрізняється простотою конструкції, не вимагає підвищеної точності виго-

товлення рухомого магнітопроводного елемента, який складається з магнітопроводних пластин простої геометричної форми, відсутні переривчастість руху, перекося та заклинювання рухомого елемента, тому що поверхня тертя є плоскою, а механічне зусилля, необхідне для зміщення магнітопроводного елемента, розподілено між багатьма пластинами. Проте і даному герметизатору притаманні деякі негативні властивості:

- підвищені масо-габаритні характеристики, які обумовлені наявністю немагнітного корпусу і значною осьовою довжиною рухомого замикаючого магнітопроводу (яка приблизно дорівнює осьовій довжині корпусу),
- підвищені вимоги до точності виготовлення зовнішньої бічної поверхні полюсних наконечників, яка має форму правильного багатогранника, і до точності встановлення полюсних наконечників один щодо іншого

Як прототип обрано модульний магноторідинний герметизатор (див. Кирей П. С., Кельїна С. Ю., Шевченко Н. Д. "Анализ путей усовершенствования магнитожидкостных герметизаторов для вакуумной техники" - Сборник докладов 5-й Международной конференции "Вакуумные технологии и оборудование" - Харьков: ННЦ ХФТИ, 2002 - С.311, рис.10), що містить нерухомий щодо корпусу привода магнітний модуль, який складається з кільцевого постійного магніту, полюсних наконечників, внутрішнього і зовнішнього немагнітних кілець, і рухомий в осьовому і кутовому напрямках щодо магнітного модуля магнітокеруючий модуль, який виконаний у вигляді кільцевого шунтуючого магнітопроводу, причому магнітний модуль охоплений магнітокеруючим модулем. На внутрішній бічній поверхні магнітокеруючого модуля (кільцевого шунтуючого магнітопроводу) виконано гвинтову різь, а на зовнішній бічній поверхні магнітного модуля, яка складається із зовнішніх бічних поверхонь полюсних наконечників та зовнішньої бічної поверхні зовнішнього немагнітного кільця, виконано відповідну гвинтову різь, що забезпечує плавність регулювання магнітної індукції і зниження величини необхідного для зрушення механічного зусилля у порівнянні з розглянутими вище герметизаторами. Крім того, забезпечується зниження масо-габаритних характеристик за рахунок реалізації безкорпусного варіанта виконання герметизатора. Проте прототип також має деякі негативні властивості:

- підвищені масо-габаритні характеристики внаслідок значної осьової довжини рухомого шунтуючого магнітопроводу (яка дорівнює осьовій довжині магнітного модуля) і радіальним компонуванням магнітного і магнітокеруючого модулей,
- підвищене значення площі контакту магнітного і магнітокеруючого модулей, що обумовлює підвищені значення величини механічного зусилля, необхідного для зрушення рухомого модуля, і величини механічного моменту, необхідного для обертання рухомого модуля,
- широкий діапазон зміни площі контакту магнітного і магнітокеруючого модулей у процесі роботи, що обумовлює широкий діапазон зміни величини механічного зусилля, необхідного для

зрушення рухомого модуля, і величини механічного моменту, необхідного для обертання рухомого модуля

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення модульного магноторідинного герметизатора, зміна конструкції якого забезпечує зниження його масо-габаритних характеристик та величини механічного зусилля і механічного моменту, необхідних для зрушення й обертання рухомого модуля

Поставлена задача вирішується тим, що в магноторідинному герметизаторі, який містить нерухомий щодо корпусу привода магнітний модуль, що складається з кільцевого постійного магніту, полюсних наконечників, внутрішнього і зовнішнього немагнітних кілець, рухомий в осьовому і кутовому напрямках щодо магнітного модуля магнітокеруючий модуль, який виконано у вигляді кільцевого шунтуючого магнітопровода, на внутрішній бічній поверхні якого виконано гвинтову різь, і магнітну рідину в робочому зазорі між полюсними наконечниками й обхопленим ними валом, відповідно до винаходу магнітокеруючий модуль встановлено щодо магнітного модуля з утворенням торцевого регульованого зазору між, щонайменше, одним з полюсних наконечників і кільцевим шунтуючим магнітопроводом причому один з полюсних наконечників виконано у вигляді обичайки з внутрішнім кільцевим виступом, на внутрішній торцевій поверхні якого з зазором щодо внутрішньої поверхні обичайки встановлено кільцевий постійний магніт, на зовнішній торцевій поверхні другого полюсного наконечника виконано кільцевий бурт, а на зовнішній циліндричній поверхні останнього виконано гвинтову різь, яка відповідає гвинтовій різі, наявній на внутрішній бічній поверхні кільцевого шунтуючого магнітопровода. Встановлення рухомого магнітокеруючого модуля щодо нерухомого магнітного модуля з утворенням торцевого регульованого зазору між, щонайменше, одним з полюсних наконечників і кільцевим шунтуючим магнітопроводом забезпечує можливість регулювання магнітної індукції за рахунок осьового переміщення рухомого магнітокеруючого модуля. При цьому забезпечується зниження масо-габаритних характеристик герметизатора в порівнянні з герметизаторами, які мають радіальне компонування магнітного і магнітокеруючого модулів, тому що значно зменшуються осьова довжина рухомого модуля та осьова довжина прямої рухомого модуля. Зменшення осьової довжини рухомого модуля призводить до зменшення площі контакту магнітного і магнітокеруючого модулів, що обумовлює зниження величини механічного зусилля, необхідного для зрушення рухомого модуля, і величини механічного моменту, необхідного для обертання рухомого модуля. При цьому площа контакту магнітного і магнітокеруючого модулів залишається постійною, що обумовлює звуження діапазону зміни величини механічного зусилля, необхідного для зрушення рухомого модуля, і величини механічного моменту, необхідного для обертання рухомого модуля. Звуження діапазону зміни величини механічного зусилля, необхідного для зрушення рухомого модуля, і величини ме-

ханічного моменту, необхідного для обертання рухомого модуля, дозволяє оптимізувати режим роботи приводу примусового обертання рухомого модуля, якщо герметизатор обладнаний таким приводом. Виконання одного з полюсних наконечників у вигляді обичайки з внутрішнім кільцевим виступом, на внутрішній торцевій поверхні якого з зазором щодо внутрішньої поверхні обичайки встановлено кільцевий постійний магніт, забезпечує можливість осьового компонування магнітного і магнітокеруючого модулів і можливість формування торцевого регульованого зазору між, щонайменше, одним з полюсних наконечників і кільцевим шунтуючим магнітопроводом. Виконання кільцевого бурту на зовнішній торцевій поверхні другого полюсного наконечника забезпечує можливість приєднання магнітокеруючого модуля до магнітного модуля. Виконання гвинтової різі на зовнішній циліндричній поверхні кільцевого бурту, яка відповідає гвинтовій різі, що наявна на внутрішній бічній поверхні кільцевого шунтуючого магнітопровода, забезпечує плавність переміщення магнітокеруючого модуля в осьовому і кутовому напрямках щодо магнітного модуля і, як наслідок, плавність регулювання магнітної індукції в робочому зазорі.

Таким чином, зміна конструкції модульного магноторідинного герметизатора забезпечує

- зниження масо-габаритних характеристик герметизатора за рахунок зниження в 5-10 разів осьової довжини кільцевого шунтуючого магнітопровода та його прямої, а також за рахунок осьового компонування магнітного і магнітокеруючого модулів,

- зниження величини механічного зусилля, необхідного для зрушення рухомого модуля, і величини механічного моменту, необхідного для обертання рухомого модуля, за рахунок зниження в 5-10 разів площі контакту магнітного і магнітокеруючого модулів,

- звуження діапазону зміни величини механічного зусилля, необхідного для зрушення рухомого модуля, і величини механічного моменту, необхідного для обертання рухомого модуля, за рахунок стабілізації величини площі контакту магнітного і магнітокеруючого модулів.

На фіг 1 схематично зображено модульний магноторідинний герметизатор з торцевим регульованим зазором між кожним з полюсних наконечників та кільцевим шунтуючим магнітопроводом, поздовжній розріз, на фіг 2 – модульний магнітний герметизатор з торцевим регульованим зазором між одним з полюсних наконечників і кільцевим шунтуючим магнітопроводом, поздовжній розріз.

Модульний магноторідинний герметизатор містить нерухомий щодо корпусу привода магнітний модуль, який складається з полюсного наконечника, що виконаний у вигляді обичайки 1 з внутрішнім кільцевим виступом 2, на внутрішній торцевій поверхні якого з зазором щодо внутрішньої поверхні обичайки 1 встановлено кільцевий постійний магніт 3, полюсного наконечника 4, на зовнішній торцевій поверхні якого виконано кільцевий бурт 5, внутрішнього 6 і зовнішнього 7 немагнітних кілець, і рухомий в осьовому і куто-

вому напрямках щодо магнітного модуля магнітокеруючий модуль, який виконано у вигляді кільцевого шунтуючого магнітопровода 8. Магнітну рідину 9 розміщено в робочому зазорі  $\delta_0$  між полюсними наконечниками 2, 4 і обхопленим ними валом 10. Між полюсними наконечниками 1-2, 4 та кільцевим шунтуючим магнітопроводом 8 створено торцевий регульований зазор  $\delta_1$ . На зовнішній циліндричній поверхні кільцевого бурту 5 виконано гвинтову різь, яка відповідає гвинтовій різі, що наявна на внутрішній бічній поверхні кільцевого шунтуючого магнітопровода 8. При збігу величини зовнішнього діаметра кільцевого бурту 5 з величиною зовнішнього діаметра полюсного наконечника 4 (див. фіг. 2) торцевий регульований зазор  $\delta_1$  формується між полюсним наконечником 1-2 та кільцевим шунтуючим магнітопроводом 8.

Пристрій працює так.

Магнітний потік, який створюється постійним магнітом 3, замикається через полюсні наконечники 2, 4 і вал 10, утримуючи магнітну рідину 9 у робочому зазорі  $\delta_0$  і забезпечуючи герметизацію вала 10 як у динамічному, так і у зупиночному режимах роботи. Регулювання магнітної індукції в робочому зазорі  $\delta_0$  здійснюється шляхом осьового зрушення магнітокеруючого модуля 8 щодо магнітного модуля, який складається з кільцевого постійного магніту 3, полюсних наконечників 1-2 і 4, внутрішнього 6 і зовнішнього 7 немагнітних

кільця, при нагвинчуванні (вигвинчуванні) кільцевого шунтуючого магнітопровода 8 на кільцевий бурт 5. Нульовому значенню величини торцевого регульованого зазору  $\delta_1$  відповідає мінімальне значення основного магнітного потоку, при збільшенні  $\delta_1$  відбувається збільшення основного магнітного потоку, і, відповідно, магнітної індукції і градієнта напруженості магнітного поля в робочому зазорі  $\delta_0$ .

Використання винаходу в порівнянні з прототипом та іншими відомими пристроями дозволяє:

- знизити масо-габаритні характеристики герметизатора за рахунок зниження в 5-10 разів осьової довжини кільцевого шунтуючого магнітопровода та його напрямної, а також за рахунок осьового компонування магнітного і магнітокеруючого модулів,

- знизити величину механічного зусилля, необхідного для зрушення рухомого модуля, і величину механічного моменту, необхідного для обертання рухомого модуля, за рахунок зниження в 5-10 разів площі контакту магнітного і магнітокеруючого модулів,

- звужити діапазон зміни величини механічного зусилля, необхідного для зрушення рухомого модуля, і величину механічного моменту, необхідного для обертання рухомого модуля, за рахунок стабілізації величини площі контакту магнітного і магнітокеруючого модулів.

