



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 75780

(13) C2

(51) МПК (2006)
H01F 7/08МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПРОПОРЦІЙНИЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТ

1

(21) 20040705646

(22) 12.07.2004

(24) 15.05.2006

(46) 15.05.2006, Бюл. № 5, 2006 р.

(72) Скворчевський Олександр Євгенович

(73) Скворчевський Олександр Євгенович

(56) Харазов К.И. Электромагнитные устройства
авиационной электроавтоматики. - М., "Машино-
строение", 1984. - с. 22

SU 1207318, 07.03.1987

SU 1818637, 30.05.1993

RU 2121726, 10.11.1998

US 4539542, 03.09.1985

(57) 1. Пропорційний електромагніт, що має зовнішній магнітопровід, котушку збудження, гільзу, що складається з двох магнітопровідних частин та однієї немагнітопровідної частини, внутрішній магнітопровід, що включає в себе нерухомий полюс з феромагнітним кільцевим шунтом, циліндричний якір та кільцеву канавку, виконану на торці якоря, поверненого до нерухомого полюса, так що феромагнітний кільцевий шунт виконаний на якорі як два елементи, один з котрих має змінний переріз, що збільшується з віддаленням від торця яко-

2

ря та утворений частиною якоря між периферійною боковою поверхнею кільцевої канавки та зовнішньою циліндричною поверхнею якоря, а другий елемент шунта утворений іншою боковою поверхнею канавки та торцевою поверхнею якоря, який **відрізняється** тим, що кільцева канавка виконана трикутного перерізу, ширина H_k кільцевої канавки зв'язана з діаметром D_j циліндричного якоря залежністю $(D_j/H_k)=4,5-5,5$, кут між периферійною боковою поверхнею та внутрішньою боковою поверхнею кільцевої канавки в поздовжньому перерізі якоря становить $40-50^\circ$, периферійна бокова поверхня кільцевої канавки трикутного перерізу має конічну форму та перехрещується під кутом $25-35^\circ$ з зовнішньою циліндричною поверхнею якоря з утворенням гострої кромки.

2. Пропорційний електромагніт за п. 1, який **відрізняється** тим, що периферійна бокова конічна поверхня кільцевої канавки трикутного перерізу та зовнішня циліндрична поверхня якоря виконані з можливістю утворення на торці якоря, поверненого до нерухомого полюса пояса шириною $0,5-1,5$ мм.

Винахід відноситься до галузі електротехніки, а саме до електромагнітів пропорційної дії, та може бути використаний у складі гідравлічної апаратури з пропорційним електричним керуванням, яка є частиною електрогідроавтоматики та електрогідравлічних приводів.

Відомий електромагніт, що містить ярмо, яке є корпусом пристрою та зовнішнім магнітопроводом, обмотку, рухомий сердечник (якір), немагнітну втулку, стоп (нерухомий полюс), кришки, що є частиною магнітопроводу, та робочий зазор, в якому утворюється тягове зусилля [1].

Однак, електромагніт такої конструкції має форму тягової характеристики, яка унеможливорює його використання у складі гідравлічних апаратів з пропорційним електричним керуванням.

Відомий також пропорційний електромагніт, що містить зовнішній магнітопровід, котушку збудження, гільзу, внутрішній магнітопровід, що

включає в себе нерухомий полюс з феромагнітним кільцевим шунтом, циліндричний якір, відділений гільзою від котушки збудження та зовнішнього магнітопроводу, та кільцеву канавку трапецеїдального перетину, виконану на торці якоря, зверненому до нерухомого полюсу, так що феромагнітний кільцевий шунт, виконаний на якорі як два елементи, один з котрих має змінний перетин, що збільшується з віддаленням від торця якоря та утворений частиною якоря між периферійною боковою поверхнею вказаної кільцевої канавки та зовнішньою циліндричною поверхнею якоря, а другий елемент шунта утворений іншою боковою поверхнею канавки та торцевою поверхнею якоря [2].

Однак, при проектуванні конкретного типорозміру такого електромагніту геометричні параметри кільцевої канавки трапецеїдального перетину необхідно обирати експериментальне,

(13) C2

(11) 75780

(19) UA

що потребує виготовлення значної кількості дослідних зразків, а отже додаткових фінансових витрат. Невизначеність геометричних параметрів кромки (пояска) між периферійною боковою конічною поверхнею кільцевої канавки та зовнішньою циліндричною поверхнею якоря робить невизначеними тягові характеристики пропорційних електромагнітів.

Задачею винаходу є визначення оптимальних геометричних параметрів кільцевої канавки трикутного перетину та визначення впливу геометричних параметрів кромки (пояска) між периферійною боковою конічною поверхнею кільцевої канавки та зовнішньою циліндричною поверхнею якоря для отримання ефективних тягових характеристик пропорційних електромагнітів.

Поставлена задача вирішується тим, що експериментальним шляхом визначені оптимальні геометричні параметри кільцевої канавки трикутного перетину, їх зв'язок з величиною діаметра циліндричного якоря електромагніта та вплив геометричних параметрів кромки (пояска) між периферійною боковою конічною поверхнею кільцевої канавки та зовнішньою циліндричною поверхнею якоря на тягові характеристики пропорційних електромагнітів. Встановлено, що кільцева канавка, яка виконана трикутного перетину і ширина якої H_k зв'язана з діаметром D_a циліндричного якоря залежністю $(B_a/H_k) = 4,5 - 5,5$, при значенні кута $40 - 50^\circ$ між її периферійною боковою поверхнею та внутрішньою боковою поверхнею кільцевої канавки в поздовжньому перетині якоря, при умові, що периферійна бокова поверхня кільцевої канавки трикутного перетину та зовнішня циліндрична поверхня якоря перехрещуються під кутом $25 - 35^\circ$ та утворюють гостру кромку, забезпечує значну горизонтальну ділянку на тягових характеристиках електромагніта. Якщо кільцева канавка зміщена в радіальному напрямку до осі якоря так, що між периферійною боковою поверхнею вказаної кільцевої канавки та зовнішньою циліндричною поверхнею якоря на торці якоря, зверненому до нерухомого полюсу, утворений поясок шириною $0,5 - 1,5$ мм, то на тягових характеристиках електромагніту буде значна ділянка з підвищенням жорсткості характеристики.

Технічний результат даного винаходу полягає в тому, що визначеність геометричних характеристик феромагнітного шунта якоря дозволить створювати різні типорозміри пропорційних електромагнітів з необхідними тяговими характеристиками без виготовлення значної кількості дослідних зразків електромагнітів, а отже без додаткових фінансових затрат.

Таким чином, запропоновані конструкції пропорційних електромагнітів відповідають критерію винаходу „новина”.

Конструкція пропорційного електромагніта представлена на фіг.1, а на фіг.2 – тягові характеристики пропорційних електромагнітів.

Пропорційний електромагніт складається з зовнішнього магнітопроводу (1), котушки (2) збудження, внутрішнього магнітопроводу, розташованого всередині котушки збудження. Внутрішній магнітопровід містить герметичну гільзу (3), яка складається із двох магнітопроводячих частин (4),

(5) та третьої частини (6) з немагнітного матеріалу, рухомого полюсу у вигляді циліндричного якоря (7), встановленого в порожнині гільзи (3) з можливістю переміщення уздовж вісі до упору (8). Гільза (3) своєю частиною (5) напресовується на упор (8), таким чином, утворюючи нерухомий полюс. Виступаюча за межі упора (8) ділянка частини (5) гільзи є феромагнітним кільцевим шунтом нерухомого полюсу. На виступаючу із зовнішнього магнітопроводу частину гільзи (3) встановлений фланець (9) з ущільнюючим кільцем (10). На внутрішній поверхні гільзи (3) зі сторони фланця (9) виконана розточка, в котрій встановлена втулка (11). Упор (8) має розточку, в котрій встановлена втулка (12). Таким чином, якір (7) направляється штовхачем (13), жорстко встановленим в розточці якоря (7), та втулками (11), (12). Між упором (8) та якорем (7) встановлена дистанційна шайба (14) з немагнітного матеріалу.

На торці якоря (7), зверненому до упора (8), виконана кільцева канавка (15) трикутного перетину. Таким чином, феромагнітний кільцевий шунт виконаний на якорі (7) як два елемента, перший елемент (16) з котрих має змінний перетин, що збільшується з віддаленням від торця якоря (7) та утворений частиною якоря (7) між периферійною боковою поверхнею (17) кільцевої канавки (15) та зовнішньою циліндричною поверхнею (18) якоря, а другий елемент (19) шунта, утворений внутрішньою боковою конічною поверхнею (20) канавки та торцевою поверхнею (21) якоря.

Якщо периферійна бокова конічна поверхня (17) кільцевої канавки (15) та зовнішня циліндрична поверхня (18) якоря (7) утворюють гостру кромку, то на тяговій характеристиці електромагніта буде значна ділянка 5" з постійним тяговим зусиллям (фіг. 2. а). Це дає можливість використовувати електромагніт з такою тяговою характеристикою разом з дроселюючими золотниками та датчиками положення, наприклад, у складі пропорційних гідралічних розподільників прямої дії.

Якщо периферійна бокова конічна поверхня (17) кільцевої канавки та зовнішня циліндрична поверхня (18) якоря (7) утворюють на торці якоря (7), зверненому до упору (8) поясок шириною $0,5 - 1,5$ мм, то на тяговій характеристиці електромагніту буде значна ділянка 6 з підвищеною жорсткістю характеристики (фіг. 2. б). Це дає можливість використовувати такий електромагніт разом з елементами типу сопло-заслінка та сопло-ігла у складі керуючих ступенів клапанів пропорційного керування тиском, пропорційних редукційних клапанів, пропорційних регуляторів витрати, пропорційних гідророзподільників непрямої дії.

Пропорційний електромагніт працює наступним чином.

При проходженні струму I в котушці (2) збудження якір (7) притягується до упору (8), маючи тягову характеристику відповідну величині струму I . При наявності гострої кромки між периферійною боковою конічною поверхнею (17) кільцевої канавки (15) та зовнішньою циліндричною поверхнею (18) якоря (7), на тяговій характеристиці електромагніта буде значна ділянка з постійним

тяговим зусиллям (фіг. 2. а). Це обумовлено взаємодією феромагнітного кільцевого шунта нерухомого полюсу та феромагнітного шунта якоря (7). На початку робочого ходу якоря (7) зусилля, що розвиває електромагніт, в основному зумовлено взаємодією феромагнітного кільцевого шунта нерухомого полюсу з першим елементом (16) феромагнітного шунта якоря (7), яка утворена периферійною боковою конічною поверхнею (17) кільцевої канавки (15) та зовнішньою циліндричною поверхнею (18) якоря (7), при чому вплив другого елемента (19) феромагнітного шунта якоря (7) незначний. По мірі наближення якоря (7) до упора (8) здійснюється насичення першого елемента (16) феромагнітного шунта якоря (7) та феромагнітного кільцевого шунта нерухомого полюсу, але тягове зусилля електромагніта змінюється незначно, так як другий елемент (19) феромагнітного шунта якоря (7) вступає у взаємодію з упором (8). У межах ділянки δ тягової характеристики кожному значенню струму I_1, I_2, \dots, I_N відповідає своє значення тягового зусилля F_1, F_2, \dots, F_N . Це дає можливість регулювати тягове зусилля на робочій ділянці S електромагніта пропорційно струму живлення.

При наявності пояса шириною 0,5 - 1,5 мм, утвореного на торці якоря (7) периферійною боковою поверхнею (17) кільцевої канавки (15) та зовнішньою циліндричною поверхнею (18) якоря (7), перший елемент (16) феромагнітного шунта

якоря (7) насичується швидше ніж при наявності гострої кромки. Це обумовлює зростання тягового зусилля на початку ходу та зменшення його по мірі наближення якоря (7) до упора (8), коли взаємодія другого елемента (19) феромагнітного шунта якоря (7) з упором (8) ще незначна (фіг. 2. б). Подальше зростання тягового зусилля зумовлене взаємодією другого елемента (19) феромагнітного шунта якоря (7) з упором (8).

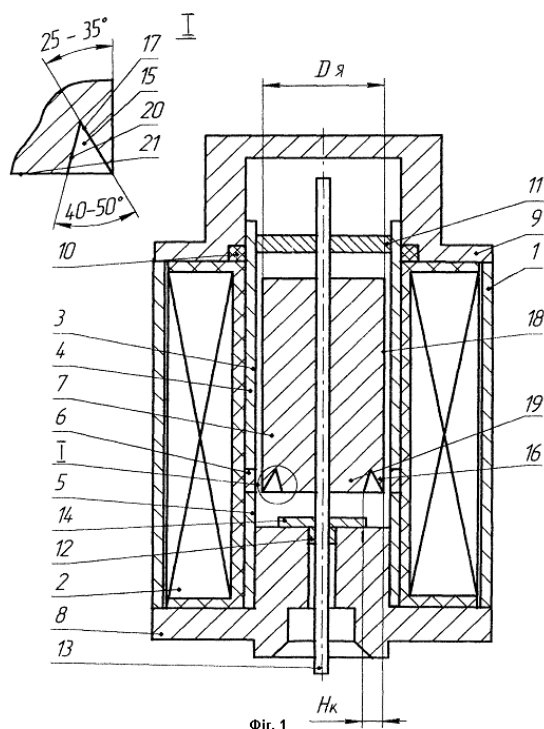
Таким чином, експериментальне визначення оптимальних геометричних параметрів феромагнітного шунта якоря та їх зв'язок з тяговими характеристиками електромагнітів дає можливість створити типорозмірний ряд пропорційних електромагнітів для гідроапаратури [3].

Джерела інформації

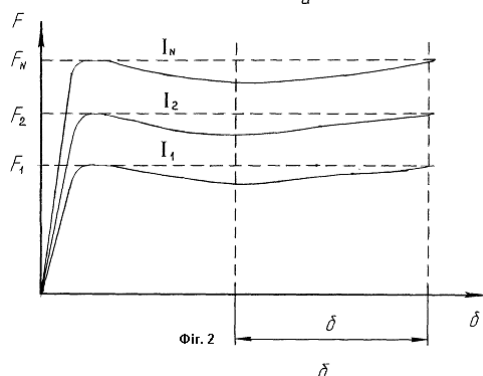
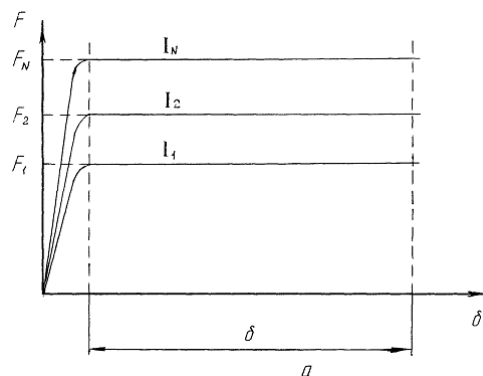
1. Харазов К. И., Электромагнитные устройства авиационной электроавтоматики. - М.: „Машиностроение“, 1984. - с. 22.

2. Патент Российской Федерации на изобретение № 1207318 МКл Н 0 1 F 7/08.

3. Скворчевский А.Е., Исследование характеристик маслонаполненных пропорциональных электромагнитов для гидроаппаратуры мобильных машин. // Механика та машинобудування. Науково - технічний журнал -Харків: НТУ „ХПГ, Відділення механіки та машинобудування АН ВШ України, I' 2002. - С. 159 - 166.



Фиг. 1



Фиг. 2