



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43207 (13) U  
(51) МПК (2009)  
B25J 9/12  
H01H 31/00  
H02K 41/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) ЛІНІЙНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД

1

2

(21) u200901670

(22) 26.02.2009

(24) 10.08.2009

(46) 10.08.2009, Бюл.№ 15, 2009 р.

(72) БАРАБАШ ВЯЧЕСЛАВ АНДРІЙОВИЧ, БОГА-  
ЄНКО МИКОЛА ВОЛОДИМИРОВИЧ, ПОПКОВ  
ВОЛОДИМИР СЕРГІЙОВИЧ, СМІРНОВ ЮРІЙ ЙО-  
СИПОВИЧ, ЧЕРНИШОВ СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ

(73) СМІРНОВ ЮРІЙ ЙОСИПОВИЧ

(57) Лінійний електропривод, що має нерухому частину, яка складається зі струмового шару, обхопленого зовнішнім магнітопроводом, встановлених в корпусі, і рухому, змонтовану всередині нерухомої частини з можливістю зворотно-поступального руху, з вузлами фіксації крайніх положень, нерухомі елементи яких змонтовані на

торцях корпусу, а рухомі - на рухомій частині, який відрізняється тим, що між зовнішнім магнітопроводом і корпусом встановлено постійний магніт з радіальним намагнічуванням, нерухомі елементи виконані в вигляді фігурної поверхні по формі зрізаного конуса і направлені зрізами конусів від центра корпусу, рухомі елементи розміщені в просторах між торцями зовнішнього магнітопроводу і нерухомими елементами, виконані у вигляді фігурних шайб по формі зрізаного конуса, направлені основами конусів в бік торцевих частин зовнішнього магнітопроводу, при цьому кути конусів нерухомих і рухомих елементів рівні між собою, а відстань між фігурними шайбами більша від довжини зовнішнього магнітопроводу по торцях на величину ходу.

Корисна модель відноситься до електротехніки і може бути використана в механізмах, де крім руху необхідна жорстка фіксація крайніх положень рухомої частини, наприклад, у електропроводах комутаційних апаратів.

Відомий лінійний електропривод, що має нерухому частину, яка складається зі струмового шару, обхопленого зовнішнім магнітопроводом, встановлених в корпусі, і рухому, змонтовану в середині нерухомої частини з можливістю зворотно-поступального руху, з вузлами фіксації крайніх положень, нерухомі елементи яких змонтовані на торцях корпусу, а рухомі - на рухомій частині [1]. В даному електроприводі фіксація рухомої частини приводу здійснюється як робочим механізмом (нерухомим контактом комутаційного апарату, що має підпружинені губки, і рухомим контактом, виконаним у вигляді стрижня), так і за рахунок кулькового фіксатора. Кульковий фіксатор, що має ряд кулькових стопорів (кульки і пружини), встановлений на рухомій частині електроприводу і взаємодіє з кільцевою канавкою, виконаною на рухомій частині.

Недоліком аналога є те, що даний електропривод не забезпечує жорсткої фіксації рухомої частини, так як для забезпечення надійної працездатності

фіксуючий елемент конструктивно має зону вільного ходу. Наявність вільного ходу вузла фіксації призводить до збільшення величини ходу електроприводу, до збільшення часу виконання операції «увімкнути-вимкнути». Вказане недопустиме для ряду комутаційних апаратів, так як це може призвести до аварійних ситуацій: підгоряння контактів, створення електричної дуги між контактами, неможливість розриву дуги і т.п., що знижує надійність електроприводу.

Найбільш близьким технічним рішенням до пропонованої корисної моделі за функціональним призначенням і технічною сутністю є лінійний електропривод, що має нерухому частину, яка складається зі струмового шару, обхопленого зовнішнім магнітопроводом, встановлених в корпусі, і рухому, змонтовану в середині нерухомої частини з можливістю зворотно-поступального руху, з вузлами фіксації крайніх положень, нерухомі елементи яких змонтовані на торцях корпусу, а рухомі - на рухомій частині [2]. В даному технічному рішенні жорстка фіксація крайнього положення забезпечується за рахунок взаємодії бортів заскочок з нерухомим елементом. При цьому рухомі елементи вузла фіксації (фігурні заскочки) зв'язані з рухомою

(19) UA (11) 43207 (13) U

частиною лінійного електроприводу через систему підпружинених елементів, змонтованих в обоймі складної конфігурації.

Недоліком прототипу є складність конструкції. Наявність проміжних деталей між рухомою частиною і елементами фіксації призводить до збільшення рухомої маси електроприводу і збільшення часу виконання операції «увімкнути-вимкнути», що зумовлює раніше вказані негативні фактори. Крім того, при роботі відбувається механічне спрацювання елементів вузлів фіксації (буртів заскочок, виступів, осей, поверхонь обойми), що спричиняє нечітку фіксацію з погіршенням умов комутації в апаратах, які приводяться в рух, що знижує надійність електроприводу.

В основу корисної моделі поставлена мета: спрощення конструкції та підвищення надійності лінійного електроприводу.

Поставлена мета досягається тим, що в лінійному електроприводі, що має нерухому частину, яка складається зі струмового шару, охопленого зовнішнім магнітопроводом, встановлених в корпусі, і рухому, змонтовану в середині нерухомої частини з можливістю зворотно-поступального руху, з вузлами фіксації крайніх положень, нерухомі елементи яких змонтовані на торцях корпусу, а рухомі - на рухомій частині, між зовнішнім магнітопроводом і корпусом встановлено постійний магніт з радіальним намагнічуванням, нерухомі елементи виконані в вигляді фігурної поверхні по формі зрізаного конуса і направлені зрізами конусів від центру корпусу, рухомі елементи розміщені в просторах між торцями зовнішнього магнітопроводу і нерухомими елементами, виконані в вигляді фігурних шайб по формі зрізаного конуса, направлені основами конусів в бік торцевих частин зовнішнього магнітопроводу, при цьому кути конусів нерухомих і рухомих елементів рівні між собою, а відстань між фігурними шайбами більша від довжини зовнішнього магнітопроводу по торцям на величину ходу.

В порівнянні з прототипом, запропонований лінійний електропривод відрізняється наявністю таких ознак:

- між зовнішнім магнітопроводом і корпусом встановлено постійний магніт з радіальним намагнічуванням;
- нерухомі елементи вузлів фіксації виконані у вигляді фігурної поверхні;
- форма фігурної поверхні - зрізаний конус;
- фігурні поверхні направлені зрізами конусів від центра корпусу;
- рухомі елементи вузлів фіксації розміщені в просторах між торцями зовнішнього магнітопроводу і нерухомими елементами;
- рухомі елементи виконані у вигляді фігурних шайб;
- форма фігурних шайб - зрізаний конус;
- фігурні шайби направлені основами конусів у бік торцевих частин зовнішнього магнітопроводу;
- кути конусів рухомих і нерухомих елементів рівні між собою;
- відстань між фігурними шайбами більша від довжини зовнішнього магнітопроводу по торцям на величину ходу.

Всі вищезгадані ознаки є суттєвими, кожна окремо і в сукупності забезпечують досягнення поставленої мети.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями. На Фіг.1 показано загальний вигляд з розрізом лінійного електроприводу з розташуванням рухомої частини в крайньому лівому положенні; на Фіг.2 - те ж - у крайньому правому крайньому положенні; на Фіг.3 - фрагмент по Фіг.1 з шляхами: замикання магнітного потоку; на Фіг.4 - фрагмент по Фіг.2 з розмірами деяких складових і шляхами замикання магнітного потоку; на Фіг.5 - тягова характеристика магніту  $F_M=f(\delta)$ ; на Фіг.6 - тягова характеристика лінійного електроприводу  $F_{ЛЕ}=f(\delta)$  і її складові.

Лінійний електропривод має нерухому частину 1, яка складається зі струмового шару 2, охопленого зовнішнім магнітопроводом 3, встановлених в корпусі 4. Всередині нерухомої частини 1 з можливістю зворотно-поступального руху змонтовано рухому частину 5. Лінійний електропривод обладнаний вузлами фіксації крайніх положень, нерухомі елементи 6 яких змонтовані на торцях 7 і 8 корпусу 4, а рухомі елементи 9 і 10 - на рухомій частині 5. Струмовий шар 2 виконаний в вигляді однієї, або декількох котушок, зосереджених на ізоляційному каркасі 11, який одночасно виконує роль підшипника ковзання для рухомої частини 5. Струмовий шар 2 охоплений зовнішнім магнітопроводом 3, торцеві частини 12 і 13 якого центруються відповідно на виступах 14 і 15 каркаса 11. Передача тягового зусилля від рухомої частини 5 до об'єкту переміщення, наприклад, рухомий контакт комутаційного апарату, може здійснюватись за допомогою циліндричного виступу 16 або конструктивного елементу другої форми.

Між зовнішнім магнітопроводом 3 і корпусом 4 встановлено постійний магніт 17, який має радіальне намагнічування. Постійний магніт 17 може мати форму циліндра, ряду сегментів чи паралелепіпедів. Форма і кількість, залежить від технічних вимог до лінійного електроприводу: швидкість руху, час спрацювання, зусилля фіксації, загальна вага і т. п. Зовнішній магнітопровід 3 з струмовим шаром 2 і постійним магнітом 17 центрується в корпусі 4 за допомогою немагнітних кілець 18 і 19 як в радіальному, так і з подовжньому напрямках.

Нерухомі елементи 6, які змонтовані на торцях 7 і 8 корпусу 4, виконані із вигляді фігурної поверхні 20 по формі зрізаного конуса і направлені зрізами конусів 21 від центра корпусу 4.

Рухомі елементи 9 і 10 розміщені в просторах 22 і 23 між торцями 12 і 13 зовнішнього магнітопроводу 3 і нерухомими елементами 6, розміщеними на торцях 7 і 8 корпусу 4. Рухомі елементи 9 і 10 виконані в вигляді фігурних шайб по формі зрізаного конуса і направлені основами конусів 24 і 25 вбік відповідно торцевим частинам 12 і 13 зовнішнього магнітопроводу 3.

Нерухомі елементи 6 і рухомі елементи 9 і 10 виконані таким чином, щоб кути: конусів нерухомого елемента 6  $\alpha_H$  і кути конусів рухомих елементів 9 і 10  $\alpha_P$  (Фіг.4) були рівні між собою. При цьому відстань між фігурними шайбами  $L_{ш}$  рухомих елементів 9 і 10 більша від довжини зовнішнього маг-

нітопроводу 3 по торцям 12 і 13  $L_M$  на величину ходу  $\delta_0$  лінійного електроприводу, що дорівнює ходу об'єкта переміщення.

В знеструмленому стані при пропонованому конструктивному виконанні магнітний потік постійного магніту 17 буде замикатися по конструктивним елементам лінійного електроприводу, забезпечуючи при цьому фіксацію крайніх положень.

При розташуванні рухомої частини в крайньому лівому положенні (Фіг.3) магнітний потік замикається таким шляхом: магніт 17 - зовнішній магнітопровід 3 - торцева частина 13 - основа конусу 25 рухомого елемента 10 - рухома частина 5 - конусна поверхня рухомого елемента 9 - фігурна поверхня 20 нерухомого елемента 6, змонтованого на торці 7 корпусу 4, - корпус 4 - магніт 17.

При розташуванні рухомої частини в крайньому правому положенні (Фіг.4) магнітний потік замикається таким шляхом: магніт 17 - зовнішній магнітопровід 3 - торцева частина 12 - основа конусу 24 рухомого елемента 9 - рухома частина 5 - конусна поверхня рухомого елемента 10 - фігурна поверхня 20 нерухомого елемента 6, змонтованого на торці 8 корпусу 4, - корпус 4 - магніт 17.

Спрощена тягова характеристика магніту 17, залежність тягового зусилля  $F_M$  при змінній величині ходу  $\delta$   $F_M=f(\delta)$  від лівого (Фіг.3) до правого (Фіг.4) крайнього положення зображено на Фіг.5. З характеристики видно, що магніт 17 створює тягове зусилля, що збільшується від середнього положення рухомого елемента 5. Максимальне значення припадає на крайні (ліве і праве) положення при мінімальній величині шляху магнітного потоку. Це і забезпечує фіксацію крайніх положень. Величина зусилля фіксації в крайньому лівому положенні -  $F_{Фл}$ , крайньому правому -  $F_{Фп}$ .

Величина зусилля фіксації  $F_{Ф}$  залежить від параметрів постійного магніту (матеріалу магніту, залишкової індукції, коерцитивної сили і т.п.), точності виготовлення нерухомих 6 і рухомих 9 і 10 елементів, рухомої частини 5, зовнішнього магні-

топроводу 3, при яких виконуються умови  $\alpha_H=\alpha_P$ ,  $L_{ш}=L_M+\delta_0$ .

При подачі живлення на струмовий шар 2 виникає магнітний потік від його струму. Цей потік, в залежності від полярності струму, може співпадати з магнітним потоком постійного магніту 17 або йому протидіяти. Тому, для приведення в рух рухомої частини 5 на струмовий шар подається струм з полярністю, при якій його магнітний потік не тільки протидіє магнітному потоку постійного магніту 17, а й більший за його величину.

Характеристику струмового шару 2  $F_{сш}=f(\delta)$  при русі від крайнього лівого положення до крайнього правого зображено на Фіг.6. Тут же показано характеристику магніту 17  $F_M=f(\delta)$ , а також їх результуючу  $F_{ЛЕ}=f(\delta)$ , тобто лінійного електроприводу. З результуючої характеристики  $F_{ЛЕ}=f(\delta)$  видно,

що при русі до  $\frac{\delta_0}{2}$  сила магніту протидіє силі струмового шару, а потім до ходу  $\delta_0$  - її підсилює. В крайньому правому положенні живлення з струмового шару знімається, а рухома частина 5 фіксується зусиллям  $F_{Фп}$  постійного магніту 17.

Для приведення в рух рухомої частини 5 в протилежну сторону (від крайнього правого положення до крайнього лівого) на струмовий шар 2 подається живлення протилежної полярності.

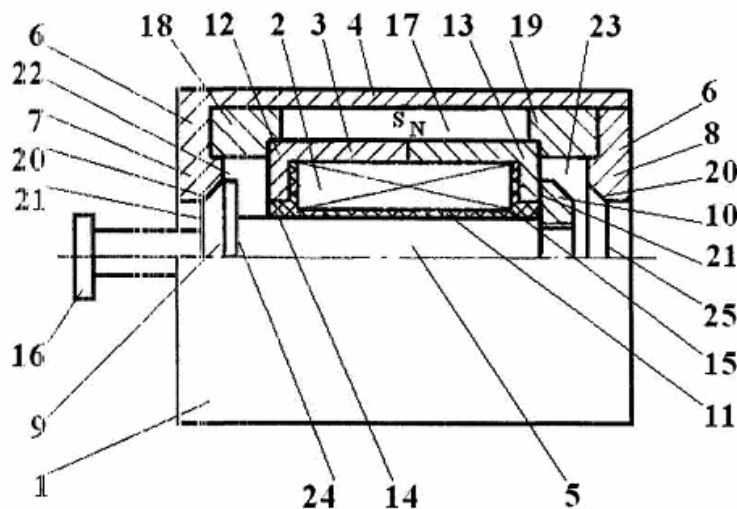
Таким чином, виконання складових елементів лінійного електроприводу в вищезазначеному вигляді значно спрощує його конструкцію, чим і підвищується його надійність.

Авторами виготовлено дослідний зразок лінійного електроприводу, який в даний час проходить стендові випробування в комплексі з комутаційним: апаратом нового покоління.

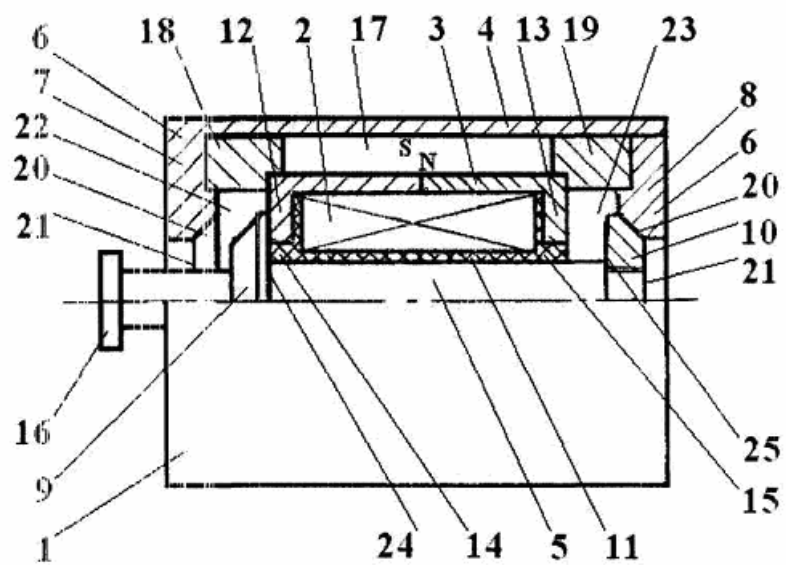
Бібліографічні дані джерел інформації

1. Авторське свідоцтво СРСР №1421168 кл. H03H 31/32, H02K 41/00, 1985.

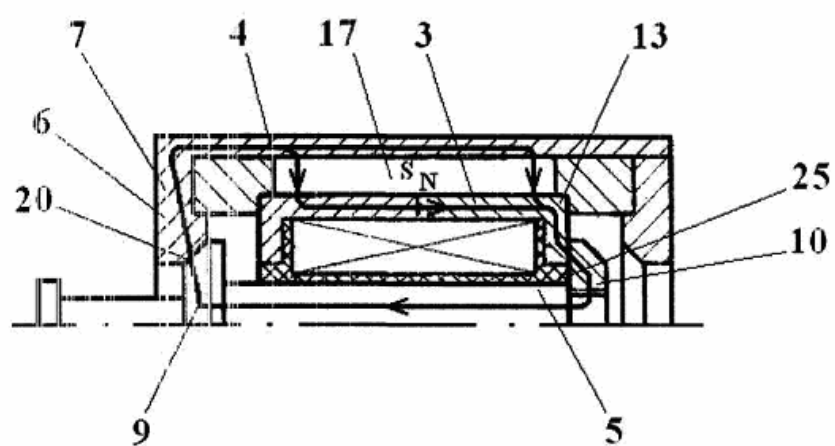
2. Авторське свідоцтво СРСР №1695410 кл. H03H 33/36, 1991.



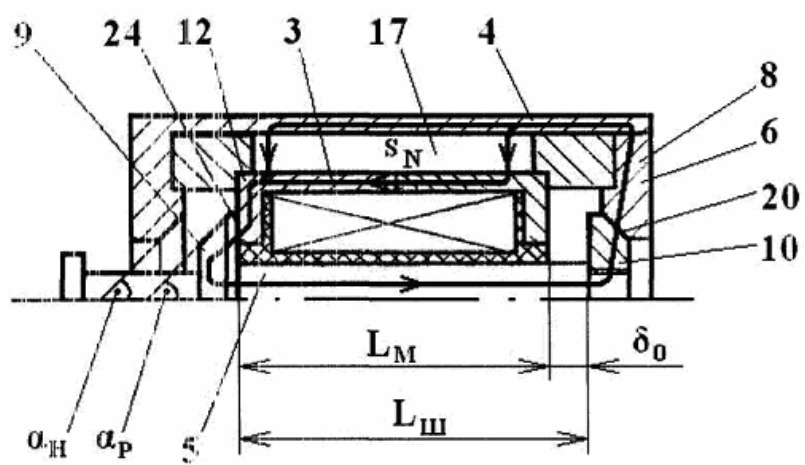
Фіг. 1



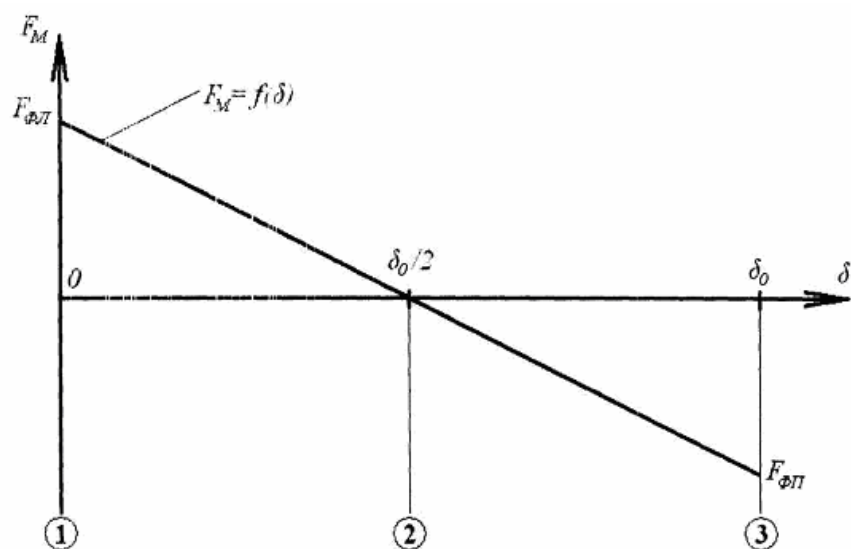
Фиг. 2



Фиг. 3

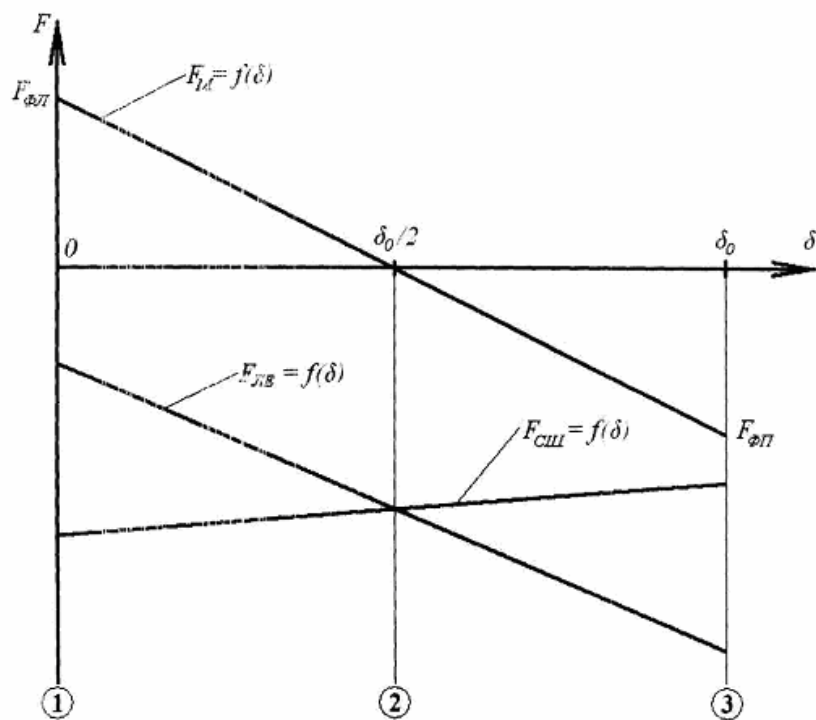


Фиг. 4



1 - крайнє ліве положення; 2 - середнє положення; 3 - крайнє праве положення

Фіг. 5



1 - крайнє ліве положення; 2 - середнє положення; 3 - крайнє праве положення

Фіг. 6