



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39634 (13) A

(51) 7 H02K33/00, H02K41/025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ІМПУЛЬСНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ІНДУКЦІЙНОГО ТИПУ

(21) 2000116521

(22) 20.11.2000

(24) 15.06.2001

(46) 15.06.2001, Бюл. № 5, 2001 р.

(72) Болюх Володимир Федорович, Болюх Євген
Володимирович(73) БОЛЮХ ВОЛОДИМИР ФЕДОРОВИЧ, БОЛЮХ
ЄВГЕН ВОЛОДИМИРОВИЧ

(57) 1. Електромеханічний імпульсний перетворювач індукційного типу, який містить статорну обмотку збудження, що підключається до джерела імпульсного струму, і рухомий якір, що коаксіально встановлений всередині обмотки і складається із витягнутого в осьовому напрямку порожнистого електропровідного циліндра, всередині якого розташований допоміжний елемент, який відрізняється тим, що в порожнистому електропровідному циліндрі від одного до другого торце-

вого боку виконані, принаймні дві, упорядковано розташовані і паралельні одна до одної прорізи, в яких розміщені нарухомі напрямні елементи, що з'єднані з масивним упором і мають зовнішні контактні електропровідні елементи на частині, що зсунута відносно обмотки у бік руху якоря таким чином, що зазначені контактні елементи розташовані у зоні максимального значення градієнта взаємної індуктивності між обмоткою збудження і частиною порожнистого електропровідного циліндра, в якій розташовані контактні електропровідні елементи, а допоміжний елемент виконаний із електроізоляційного матеріалу у вигляді труби, обхопленої електропровідним циліндром

2. Електромеханічний імпульсний перетворювач індукційного типу по п. 1, який відрізняється тим, що прорізи у порожнистому електропровідному циліндрі і нерухомі напрямні елементи розташовані під кутом 5–45° до центральної осі якоря

Вінахід відноситься до електротехніки і може бути використаний в ударних приводах механізмів і машин та в пристроях для прискорення рухомих мас.

Відомий лінійний електродвигун ударної дії, який містить циліндричні коаксіально розміщені взаємозв'язану з упором первинну секційну обмотку, яка підключається до джерела електроенергії і розміщена у феромагнітному осерді, і зафіксованих всередині феромагнітного корпусу електропровідних елементів, між якими розміщені феромагнітні кільця таким чином, що відносно центральної площини секції обмотки центральна площа суміжного електропровідного елемента зсунута в бік руху бойка, а центральна площа суміжного феромагнітного кільця зсунута в бік упора [1].

При підключенні до джерела електроенергії в кожній секції первинної обмотки виникає струм, який викликає відштовхування електропровідних елементів і притягнення феромагнітних кілець відносно секції обмотки в бік руху бойка. Складення електродинамічних сил відштовхування і електромагнітних сил притягнення обумовлює досить значні ударні навантаження

Однак величина даних навантажень обмежена із-за недоцільності збільшення струму обмотки, оскільки настає насичення феромагнітних елементів. Крім того, наявність феромагнітних осердь, корпусу і кільця значно збільшує індуктивність, що в свою чергу збільшує постійну часу, а значить знижує швидкісні характеристики електродвигуна.

Відомий також лінійний індукційний електродвигун ударної дії, який складається з ряду обмоток, встановлених вздовж осі з можливістю переміщення, і ряду індуктивно зв'язаних з обмотками вторинних короткозамкнених контурів, причому кожна обмотка охоплена суміжними до неї з торцевих боків двома контурами, крайній контур з одного боку двигуна притиснутий до упору, а крайній контур з протилежного боку притиснутий до рухомого бойка [2].

При підключенні двигуна до джерела електроенергії в обмотках протікає первинний струм, а в контурах індуктується вторинний струм. Між суміжними обмотками і короткозамкненими контурами виникає електродинамічна сила відштовхування, внаслідок чого відбувається їх взаємне переміщення і бойок відносно упора отримує сумарну швидкість.

(19) UA (11) 39634 (13) A

Однак наявність рухомих обмоток потребує спеціальних гнучких або контактних струмопровідних елементів, і в цілому знижує надійність даного електродвигуна.

Найбільш близьким до технічного рішення, що пропонується, є імпульсний електромеханічний перетворювач, який містить обмотку, яка підключається до джерела імпульсного струму, і рухомий якір, виконаний у вигляді порожнистого контейнера із електропровідного матеріалу і забезпечений розташованими всередині нього і коаксіально встановленими дисками, відокремленими гнучкими проставками один від одного і від торців якоря [3].

В даному перетворювачі при підключенні обмотки до джерела імпульсного струму електродинамічна сила, яка діє на якір, прискорює його незалежно від заповнюючих елементів в силу того, що диски можуть ковзати всередині якоря. По мірі розгону контейнера якоря стискається пружна проставка, яка відокремлює задній торець якоря від найближчого до нього диска в його полості. Диск втягується в рух і заальна маса рухомої частини зростає. По мірі того, як диски по черзі стають присидною масою по відношенню до контейнера, здійснюється багаторазовий процес зниження і подальшого набору швидкості при по чергому втягненні останніх дисків в рух. В підсумку процес розгону якоря характеризується сильні високим середнім рівнем швидкості у порівнянні з рухом монолітного якоря. За рахунок того, що маса рухомої частини зростає східчасто, може бути досягнута задана технологічними вимогами тривалість силової дії якоря на механічне навантаження.

Однак відомий електромеханічний перетворювач має недостатню ефективність, що пояснюється наступним чином. Сила електродинамічної взаємодії між первинною обмоткою і вторинним електропровідним якорем, який пересувається вздовж осі z , залежить як від величин їх струмів, так і від їх взаємного положення

$$i(t, z) = i_1(t) \cdot i_2(t) \frac{dM}{dz}(z), \quad (1)$$

де $i_1(t)$ – струм в статорній обмотці;

$i_2(t)$ – струм в якорі;

$M(z)$ – коефіцієнт взаємодуковності між обмоткою і якорем, який залежить, зокрема від відстані між ними.

Величина градієнта взаємної індуктивності

$\frac{dM}{dz}(z)$ вздовж осі z має нелінійний характер з з-

краєм вираженням піком при визначеному положенні якоря відносно обмотки. Таким чином, для забезпечення максимальної сили необхідно визначити положення якоря, що зсунуто відносно обмотки на відстань, при якому забезпечується максимальне значення градієнта взаємної індуктивності, оскільки в інших положеннях, навіть при наявності великих струмів в обмотці і якорі, електродинамічна сила буде невеликою. У відомому ж перетворювачі із-за переміщення під дією електродинамічної сили якір знаходиться в зоні максимальної ефективності взаємодії відносно обмотки, коли градієнт взаємної індуктивності між ними мак-

симальний, лише короткий час, що й обумовлює низьку ефективність перетворювача.

Крім того, пристрій-прототип має ще й наступні недоліки

– конструкція порожнистого якоря з внутрішніми рухомими дисками не має універсальності і може бути застосована лише до деяких видів навантаження, до такого якоря складно приєднати виконавчі ударні пристрої,

– якір має знижену надійність із-за постійних динамічних навантажень ударного типу, які викликаються масивними дисками, із-за співударення дисків якір створює значний шум при роботі;

– якір даного перетворювача із-за наявності дисків має значну масу, при цьому необхідні додаткові напрямні елементи для забезпечення пересування дисків всередині якоря без перекосів;

– маса виконавчого елемента, який розганяється, повинна бути значно менше маси дисків всередині якоря, інакше ефект від присиднання маси втрачає свою ефективність,

– в перетворювачі частинка енергії недоцільно витрачається на тертя дисків об стінки контейнера, стискання та розтискання пружних проставок,

– для якоря даної конструкції складно забезпечити механічні напрямні елементи, які забезпечують його коаксіальне пересування всередині циліндричної обмотки з малим зазором.

Задачею винаходу є підвищення ефективності електромеханічного імпульсного перетворювача за рахунок збільшення сили електродинамічної взаємодії між статорною обмоткою збудження і рухомих електропровідним якорем.

Задача, що поставлена, вирішується за рахунок того, що в електромеханічному імпульсному перетворювачі індукційного типу, який містить статорну обмотку збудження, що підключається до джерела імпульсного струму, і рухомий якір, що коаксіально встановлений всередині обмотки і складається із витягнутого в осьовому напрямку порожнистого електропровідного циліндра, всередині якого розташований допоміжний елемент, – в порожнистому електропровідному циліндрі від одного до другого торцевого боку виконані, по крайній мірі, дві узорядковано розташовані паралельні одна до одної прорізи, в яких розташовані нерухомі напрямні елементи, що з'єднані з масивним упором і які мають зовнішні контактні електропровідні елементи на частині, що зсунута відносно обмотки в сторону руху якоря таким чином, що вказані контактні елементи розташовані в зоні максимального значення градієнта взаємної індуктивності між обмоткою збудження і частиною порожнистого електропровідного циліндра, в якій розташовані контактні електропровідні елементи, а допоміжний елемент виконаний із електроізоляційного матеріалу у вигляді труби, охопленої електропровідним циліндром.

Крім того, прорізи в порожнистому електропровідному циліндрі і нерухомі напрямні елементи розташовані під кутом 5–45° до центральної осі якоря.

В електромеханічному імпульсному перетворювачі індукційного типу, що пропонується, радіально направлений індукційний струм протікає тільки по тій частині електропровідного циліндра, в

якій розташовані зовнішні контактні електропровідні елементи нерухомих напрямних елементів. В інших частинах циліндру якоря струм не протікає із-за наявності прорізів, що заповнені діелектриком: повітрям, ізоляційною охолоджувальною рідиною або непровідною частиною напрямного елемента

Оскільки вказані контактні провідні елементи зсунуті відносно обмотки в бік руху якоря і розташовані в місці максимального значення величини градієнта взаємної індуктивності $\frac{dM}{dz}(z)$, то елек-

тродинамічна сила (1) має найбільше значення. При пересуванні якоря з виконавчим елементом вздовж осі z під дією цієї сили зберігається область протікання індукованого струму в циліндрі якоря, оскільки нерухомими залишаються зовнішні контактні електропровідні елементи нерухомих напрямних елементів. Таким чином, і в наступному струмова область в якорі розташована в зоні найбільшої ефективності, що сприяє рішення поставленої задачі.

Окрім формування необхідної області протікання струму в якорі напрямні елементи утримують якор відносно обмотки, задаючи йому необхідний напрям руху. Для того, щоб утримувати якор відносно обмотки кількість напрямних елементів, а значить і відповідних прорізів, повинна дорівнювати, як мінімум двом, причому вони повинні бути розташовані упорядковано, наприклад на протилежних боках циліндру якоря, рівномірно по периметру і т.д.

Наявність внутрішнього допоміжного елемента, який виконаний із електроізоляційного матеріалу у вигляді труби, охопленої електропровідним циліндром, забезпечує збереження циліндричної форми і фіксацію елементів якоря, наприклад шляхом приклеювання розрізаних частин електропровідного циліндра до труби.

Розташування прорізів у порожнистому електропровідному циліндрі і нерухомих напрямних елементів під кутом $5-45^\circ$ до центральної осі якоря задає окрім лінійного ще й обертовий рух якоря з виконавчим елементом. Такий поступально-обертовий рух забезпечує більш високу ефективність взаємодії виконавчого елемента, що прискорюється, із середовищем взаємодії, наприклад гірською породою.

На фіг. 1 представлена конструктивна схема електромеханічного імпульсного перетворювача індукційного типу, у якого прорізи в порожнистому електропровідному циліндрі і нерухомі напрямні елементи розташовані паралельно центральній осі якоря:

на фіг. 2 – залежність градієнта взаємної індуктивності між обмоткою і струмовою частиною якоря у залежності від зсуву Δz центральної площини II струмової частини якоря відносно центральної площини обмотки збудження I (див. фіг. 3);

на фіг. 3 – схематичне розташування якоря відносно обмотки з вказівкою α – кут розташування прорізів у порожнистому електропровідному циліндрі якоря відносно центральної осі якоря; А, Б – задня і передня межі розташування струмової частини якоря, в якій розташовані зовнішні контактні електропровідні елементи нерухомих напрямних елементів I – центральна площина обмотки збуд-

ження; II – центральна площина струмової частини якоря;

на фіг. 4 – конструкція якоря електромеханічного імпульсного перетворювача, який зображений на фіг. 3.

Електромеханічний імпульсний перетворювач індукційного типу складається із статорної обмотки збудження I, яка підключається за допомогою ключа К, який являє собою, наприклад електронний тиристорний комутатор, до джерела імпульсного струму, в якості якого використовується ємнісний накопичувач енергії С, і рухомого якоря, коаксіально розташованого всередині обмотки. Якор складається із витягнутого в осьовому напрямку порожнистого електропровідного циліндру 2, всередині якого розташований допоміжний елемент 3, виконаний із електроізоляційного матеріалу у вигляді труби, охопленої електропровідним циліндром 2

В циліндрі 2 виконані, по крайній мірі, дві (на фіг. 4 – чотири) упорядковано розташовані, наприклад рівномірно в тангенціальному напрямку по периметру, паралельні прорізи 4 від одного торцевого боку 5 до другого торцевого боку 6 циліндра. В прорізах 4 розташовані нерухомі напрямні елементи 7, які з'єднані з масивним упором 8 і які містять зовнішні контактні електропровідні елементи 9 на частині, що зсунута відносно обмотки I у бік руху якоря. Це забезпечується тим, що центральна площина II струмової частини якоря зсунута відносно центральної площини I обмотки збудження у бік руху якоря на відстань Δz у зоні максимального значення градієнта взаємної індук-

тивності $\frac{dM}{dz}(z)$ між обмоткою I і струмовою частиною порожнистого циліндра 2, що розташована між лініями А і Б, в якій містяться контактні елементи 9

Контактні елементи 9 електрично замикають розташовані на протилежних боках прорізи 4 частини розрізаного циліндру 2. Передня Б і задня А межі цих контактних елементів 9 разом із циліндром 2 створюють струмову частину якоря, оскільки в цій частині якоря може протікати струм в тангенціальному напрямку.

Прорізи 4 в порожнистому електропровідному циліндрі 2 якоря і нерухомі напрямні елементи 7 можуть бути розташовані паралельно (фіг. 1) або під кутом $\alpha = 5-45^\circ$ до центральної осі якоря (фіг. 3 і 4).

Нерухомі напрямні елементи 7 для збільшення жорсткості з'єднані на кінці, що протилежний упору 8, ізоляційним кільцем 10. Виконавчий ударний елемент 11 з'єднаний з рухомих якорем, а також з упором 8 за допомогою зворотної пружини 12.

Електромеханічний імпульсний перетворювач індукційного типу працює наступним чином

При підключенні ємнісного накопичувача енергії С за допомогою ключа К до обмотки збудження I в ній протікає імпульсний струм, який по закону електромагнітної індукції наводить в якорі електрорушійну силу (ЕРС). Однак струм, який індукується під дією цієї ЕРС, протікає тільки в струмовій частині якоря, що розташована між межами А і Б, де знаходяться контактні елек-

тропровідні елементи 9 напрямних елементів 7. Це пов'язано з тим, що ці контактні елементи 9 електрично замикають частини розрізаного циліндру 2, що розташовані на протилежних боках прорізів 4.

Із-за електродинамічної взаємодії між струмом в обмотці збудження і індукованим струмом в частині якоря, що знаходяться між межами А і Б, виникає електродинамічна сила відштовхування, яка приводить якор сумісно з виконавчим елементом 11 в рух зі швидкістю V в напрямку осі пересування z . Із-за того, що центральна площина II струмової частини якоря зсунута відносно центральної площини I обмотки збудження 1 у бік руху якоря на відстань Δz , де максимальне значення градієнта взаємної індуктивності $\frac{dM}{dz}(z)$ (фіг. 2),

то електродинамічна сила (1) має найбільш високе значення.

При наступному пересуванні якоря по ходу руху струмова частина якоря залишається незмінною у просторі із-за нерухомості контактних елементів 9, хоча електропровідний циліндр якоря 2 пересується. За рахунок збереження оптимального розташування струмів обмотки і якоря по відношенню один до одного і в наступні моменти часу

забезпечується високе значення електродинамічної сили, а значить і висока ефективність електромеханічного імпульсного перетворювача індукційного типу.

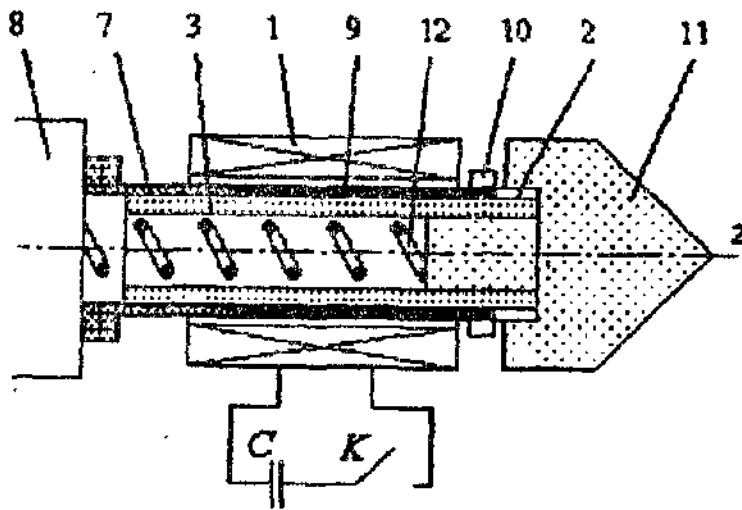
При розташуванні прорізів 4 у порожнистому електропровідному циліндрі 2 якоря і нерухомих напрямних елементів 7 під кутом $\alpha = 5-45^\circ$ до центральної осі якоря z , окрім лінійного руху якоря з виконавчим елементом 11, додатково забезпечується і обертальний. Поступально-обертальний рух сприяє зменшенню лобового опору виконавчого елемента і зростанню ефективності взаємодії цього елемента з об'єктом дії, наприклад з гірською породою.

Джерела інформації

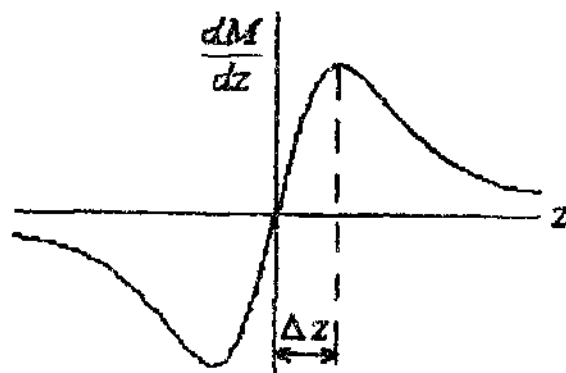
1. Пат. України № 23537, МПК H02K41/025. Лінійний електродвигатель ударного действия. - Заявка № 97062960 от 23.06.97 г. Опубл. 31.08.98 г., Бюл. № 4.

2. Пат. РФ № 2091971, МКИ H02K41/025. Линейный индукционный электродвигатель ударного действия. - Заявка № 95116191 от 19.09.94 г. Опубл. 27.09.97 г., Бюл. № 27.

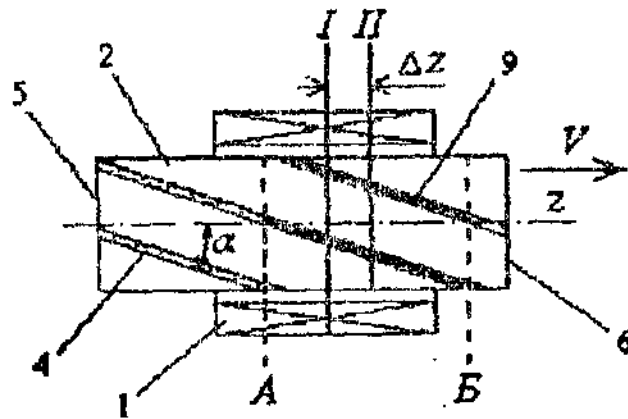
3. А.с. СССР № 1677808, МКИ H02K33/00, H01H3/28. Импульсный электромеханический преобразователь. - Заявка № 4730542 от 14.08.89 г. Опубл. 15.09.91 г., Бюл. № 34 (прототип).



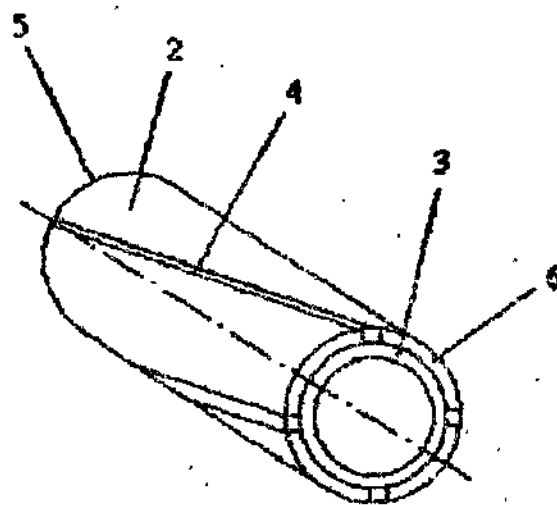
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Тираж 50 экз

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 - 72 - 89 (03122) 2 - 57 - 03

