



УКРАЇНА

(19) UA (11) 16713 (13) U  
(51) МПК (2006)  
H02K 29/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) СПОСІБ СТВОРЕННЯ ОБЕРТАЛЬНОГО МОМЕНТУ МАГНІТНИМИ СИСТЕМАМИ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ**

1

2

(21) u200602541

(22) 09.03.2006

(24) 15.08.2006

(46) 15.08.2006, Бюл. № 8, 2006 р.

(72) Кльова Олексій Васильович, Лютий Анатолій Васильович

(73) КАЗЕННЕ ПІДПРИЄМСТВО НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ КОМПЛЕКС "ІСКРА"

(57) Спосіб створення обертального моменту магнітними системами з постійними магнітами шляхом утворення магнітними системами різнойменної намагніченості у робочому зазорі, переміщення різнойменно намагнічених постійних магнітів уздовж робочого зазору в положення стійкого рівноважного стану взаємодією сил магнітного відштовхування або притягання, вихід з якого здійснюють впливом зовнішніх сил на останні, який **відрізняється** тим, що магнітні системи виконують з  $2 = 2 \cdot 2^n$  і  $2p = 3 \cdot 2^n$  пар

полюсів (де  $n$  - ціле число,  $n = 1, 2, 3, \dots, n$ ), утворюють рівне число стійких і нестійких магнітних ланцюгів у погоджених і непогоджених положеннях, визначають і шунтують стійкі рівноважні магнітні ланцюги в магнітних системах, утворюють погоджені положення магнітних систем з нестійкими магнітними ланцюгами, впливом сил яких переміщують рухома магнітну систему в погоджені положення магнітних систем зі стійкими рівноважними магнітними ланцюгами, шунтуванням останніх і безперервним повтором зазначених процесів здійснюють обертання рухомої магнітної системи в заданому напрямку, зміною напрямку переміщення шунтів шунтують нестійкі магнітні ланцюги, утворюють стійкий рівноважний стан магнітних систем і наступним шунтуванням останніх змінюють напрямок руху рухомої магнітної системи.

Корисна модель відноситься до області електротехніки, а саме до електричних машин з постійними магнітами й електронним комутатором і може знайти застосування у створенні екологічно чистого транспорту, зокрема, в автомобілебудуванні, тракторобудуванні, авіації, велосипедах, транспорті для інвалідів.

Відомий спосіб створення обертального моменту магнітними системами з постійними магнітами [патент РФ № 2145764, МПК H02K 21/04], виконаними у вигляді двох нерухомих магнітних блоків, розташованих концентрично щодо рухомого, з різнойменною намагніченістю полюсів, що чергується, шляхом силової взаємодії феромагнітних елементів з магнітами рухомого і нерухомого блоків, що викликає зворотно-поступальні рухи, впливами яких на зуб'я храповика механізму відбору потужності здійснюють обертання вала.

Недоліком відомого способу є неможливість реверсування вала відбору потужності і низький коефіцієнт використання постійних магнітів.

Найбільш близьким по технічній сутності і результату, що досягається, є спосіб створення обертального моменту магнітними системами з постійними магнітами [авторське свідоцтво СРСР №1332474, МПК H02K 29/00] шляхом створення магнітними системами різнойменної намагніченості у робочому зазорі, переміщення різнойменно намагнічених постійних магнітів уздовж робочого зазору в положення стійкого рівноважного стану взаємодією сил магнітного відштовхування або притягання, вихід з якого здійснюють впливом зовнішніх сил на останні.

Разом з тим, що вищезгаданий спосіб забезпечує створення обертального моменту магнітними системами з постійними магнітами, спосіб має недоліки. Недоліками відомого способу є нерівномірність обертального моменту, обумовленого зміною МДС уздовж робочого зазору магнітних систем, неможливість реверсування рухомої магнітної системи без перемагнічування постійних магнітів і низький коефіцієнт використання постійних магнітів.

(13) U

(11) 16713

(19) UA

В основу корисної моделі поставлено завдання забезпечення рівномірності обертального моменту, забезпечення можливості реверсування рухомої магнітної системи без перемагнічування постійних магнітів, підвищення коефіцієнта використання постійних магнітів.

Поставлене завдання здійснюється тим, що в способі створення обертального моменту магнітними системами з постійними магнітами шляхом створення магнітними системами різнойменної намагніченості у робочому зазорі, переміщення різнойменно намагнічених постійних магнітів уздовж робочого зазору в положення стійкого рівноважного стану взаємодією сил магнітного відштовхування або притягання, вихід з якого здійснюють впливом зовнішніх сил на останні, відповідно до корисної моделі, магнітні системи виконують з  $2p=2 \cdot 2n$  і  $2p=3 \cdot 2n$  пар полюсів (де  $n$  - ціле число,  $n=1, 2, 3, \dots n$ ), утворюють рівне число стійких і нестійких магнітних ланцюгів у погоджених і непогоджених положеннях, визначають і шунтують стійкі рівноважні магнітні ланцюги в магнітних системах, утворюють погоджені положення магнітних систем з нестійкими магнітними ланцюгами, впливом сил яких переміщують рухому магнітну систему в погоджені положення магнітних систем зі стійкими рівноважними магнітними ланцюгами, шунтуванням останніх і безперервним повтором зазначених процесів здійснюють обертання рухомої магнітної системи в заданому напрямку, зміною напрямку переміщення шунтів шунтують нестійкі магнітні ланцюги, утворюють стійкий рівноважний стан магнітних систем і наступним шунтуванням останніх змінюють напрямок руху рухомої магнітної системи.

Завдяки тому, що магнітні системи виконують з  $2p=2 \cdot 2n$  і  $2p=3 \cdot 2n$  пар полюсів (де  $n$  - ціле число,  $n=1, 2, 3, \dots n$ ), утворюють рівне число стійких і нестійких магнітних ланцюгів у погоджених і непогоджених положеннях, визначають і шунтують стійкі рівноважні магнітні ланцюги в магнітних системах, утворюють погоджені положення магнітних систем з нестійкими магнітними ланцюгами, впливом сил яких переміщують рухому магнітну систему в погоджені положення магнітних систем зі стійкими рівноважними магнітними ланцюгами, шунтуванням останніх і безперервним повтором зазначених процесів здійснюють обертання рухомої магнітної системи в заданому напрямку, зміною напрямку переміщення шунтів шунтують нестійкі магнітні ланцюги, утворюють стійкий рівноважний стан магнітних систем і наступним шунтуванням останніх змінюють напрямок руху рухомої магнітної системи, вирішується завдання забезпечення рівномірності обертального моменту, забезпечення можливості реверсування рухомої магнітної системи без перемагнічування постійних магнітів, підвищення коефіцієнта використання постійних магнітів.

Сутність корисної моделі пояснюється кресленнями.

- на Фіг.1 показана розгортка магнітної системи з  $2p=2 \cdot 2n=8$  і  $2p=3 \cdot 2n=12$  полюсів;

- на Фіг.2 показана розгортка магнітної системи з  $2p=2 \cdot 2n=4$  і  $2p=3 \cdot 2n=6$  полюсів;

- на Фіг.3 показаний загальний вид пристрою.

Створені в останні роки на основі  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ,  $\text{Nd}_{15}\text{Fe}_{11}\text{B}$ ,  $\text{SmCO}_5$  постійні магніти з великою коерцитивною силою і магнітною енергією знаходять широке застосування в різних галузях техніки. Успішне їх використання засноване, в першу чергу, на можливості одержання великих напруженостей магнітного поля на значних відстанях від магнітних систем і стабільності їх магнітних властивостей при взаємному впливі один на одного. Ці важливі властивості можуть виявитися вирішальними, зокрема, при створенні обертальних моментів магнітними системами, оскільки в зазначених системах генеруєма сила пропорційна квадрату напруженості магнітного поля. За законом повного струму

$$H_m L + H_0 \delta = 0$$

де  $H_m L$  - відповідно напруженість і довжина магніту уздовж лінії поля.

$H_0 \delta$  - відповідно напруженість у повітряному зазорі і  $\delta$  - повітряний зазор.

$$H_m = \left( \frac{\partial}{\partial L} \right) H_0 = 0, \text{ де } H_m < 0$$

Оскільки  $H_m < 0$ , у системі відбувається розмагнічування. Чим більше зазор, тим більше по модулю негативна напруженість  $H_m$  і тим нижче по петлі гістерезиса опускається робоча точка. Такий же ефект має місце при зміні довжини магніту. У запропонованій магнітній системі довжина магніту уздовж лінії поля постійна, а повітряний зазор вибирається з умови перебування робочої точки на кривих розмагнічування в області координат точки максимального енергетичного добутку. Чим ближче знаходиться робоча точка до точки максимального енергетичного добутку, тим вище коефіцієнт використання постійних магнітів і більше енергія, що віддається постійним магнітом у зовнішній ланцюг. У запропонованій магнітній системі повітряний зазор і довжина магнітів уздовж лінії поля в кожен момент залишаються постійними для кожного кроку рухомої магнітної системи, а, отже, і обертальний момент. Зміну напрямку обертання рухомої магнітної системи здійснюють зміною напрямку обертання шунтів.

На Фіг.3 показаний загальний вид пристрою, що реалізує запропонований спосіб. Пристрій містить три основні частини - статор, ротор і вентиляно-індукторний привід. Статор 1 містить циліндр із немагнітного матеріалу з пазами 2, у які встановлені по колу на відстані полюсної поділки постійні магніти 3 з полюсними наконечниками 4. Статор 1 встановлюють у немагнітний корпус 5 і постачають фланцевими кришками 6 з підшипниками 7. По внутрішньому діаметру статора 1 установлюють статор 8 із зосередженими обмотками 9, наприклад, вентиляно-індукторного двигуна і безобмотувальний ротор 10 з можливістю обертання на окремих підшипниках, і з обох торців ротор постачають тримачами 11 з немагнітного матеріалу у вигляді фланцевих кришок із секторними вирізами. По зовнішньому діаметру

секторних виступів установлюють шунти 12 з магнітом'якого матеріалу у вигляді дуг, що перекривають три полюсних наконечники 4 статора 1 і пари полюсів у здвоєних магнітних системах. Обмотки 9 статора 8 підключені на вихід електронного комутатора, вхід якого зв'язаний з виходом датчика положення магнітних систем. Ротор 13 містить фланцеві кришки з установленними кільцевими магнітопроводами 14, на яких на відстані полюсної поділки встановлені постійні магніти 15 з полюсними наконечниками 16, і являє собою здвоєну магнітну систему з  $2p=2 \cdot 2n$  пар полюсів, що охоплюють статор з торців. Ротор 13 жорстко закріплений на валу і має можливість обертання щодо осі статора 1, при цьому зазори між активними поверхнями магнітних систем ротора й активними поверхнями магнітних систем статора 1 вибирають з умови максимального використання постійних магнітів.

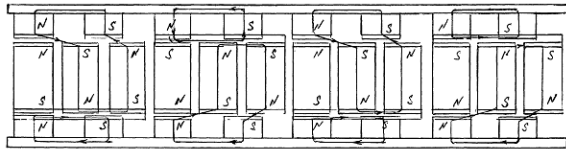
Число пазів статора 8 і ротора 10 вибирають з умови переміщення магнітом'яких шунтів 12 на полюсну поділку магнітної системи з  $2p=3 \cdot 2n$  пар полюсів. Датчик положення магнітних систем 16 може бути будь-якого типу, наприклад, трансформаторний, дросельний, індуктивний, Холу і т.п. Однак перевагу необхідно віддати фотоелектричним датчикам.

Пристрій працює в такий спосіб.

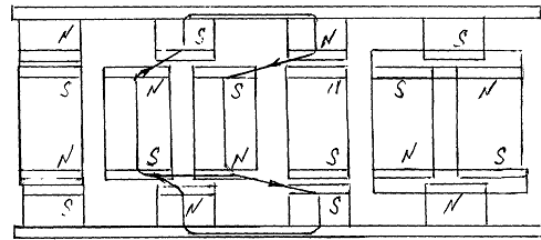
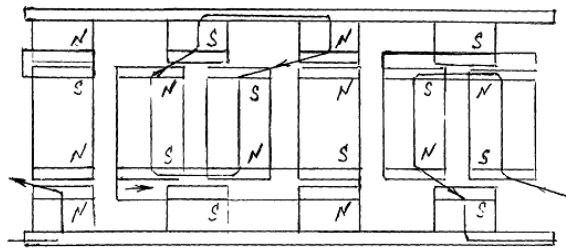
Спочатку розглянемо варіант магнітних систем з  $2p=2 \cdot 22=8$  полюсів, ротор (здвоєний), статор з  $2p=3 \cdot 22=12$  полюсів і вентиляно-індукторний двигун із шістьма пазами на статорі і чотирма пазами на безобмотувальному роторі, при цьому протилежні магніти в магнітних системах ротора встановлені зі збігом однойменної намагніченості по осі полюсів. Оскільки магнітні системи з  $2p=2 \cdot 2n$  і  $2p=3 \cdot 2n$  пар полюсів при зборці займають довільне положення одна щодо іншої, доцільно розглянути погоджені положення магнітних систем. У погоджених положеннях магнітних систем зі збігом різнойменної намагніченості діють сили взаємного притягання співпадаючих полюсів і на полюси ротора, що знаходяться в міжполюсних проміжках ліворуч чи праворуч від співпадаючих, діють сили взаємного притягання/відштовхування двох полюсів, що примикають до співпадаючого по різнойменній намагніченості статора. У той же час, у погоджених положеннях магнітних систем зі збігом однойменної намагніченості діють сили взаємного відштовхування співпадаючих полюсів і

на полюси ротора, що знаходяться в міжполюсних проміжках ліворуч чи праворуч від співпадаючих, діють сили взаємного відштовхування/притягання двох полюсів, що примикають до співпадаючого по однойменній намагніченості. Таким чином, створюють нестійку рівноважну систему. Оскільки в магнітних системах з  $2p=8$  полюсам і  $2p=12$  полюсам статора на кожному торці кількість співпадаючих по однойменній і різнойменній намагніченості дорівнює чотирьом, тобто два полюси по різнойменній і два полюси по однойменній намагніченості, що зміщені між собою на  $180^\circ$  і на  $90^\circ$  щодо протилежного торця, утворюються симетричні взаємодіючі магнітні ланцюги. Шунтуванням погоджених положень зі збігом однойменної намагніченості праворуч і ліворуч від співпадаючих задають напрямок обертання рухомої магнітної системи і створюють по два магнітні ланцюги з кожного торця з перевагою сил магнітного відштовхування/притягання.

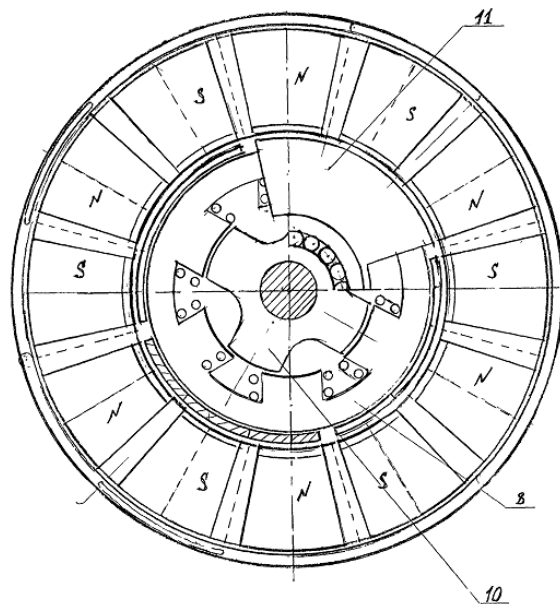
Ротор при цьому переміщується в погоджене положення з створенням магнітних систем стійкого рівноважного стану зі збігом різнойменної намагніченості. Переміщенням шунтів на полюсну поділку магнітної системи, кратної трьом, у напрямку, протилежному заданому, у рухливій магнітній системі створюють магнітні ланцюги з активними нестійкими магнітними ланцюгами, що переміщують ротор у заданому напрямку. Безперервним повтором зазначених процесів здійснюють обертання рухомої магнітної системи, а зміною напрямку переміщення шунтів змінюють напрямок її руху. Переміщення магнітних шунтів роблять по приходу сигналу датчика положення магнітних систем на вхід електронного комутатора, вихідний імпульс якого включає відповідну обмотку 9 вентиляно-індукторного двигуна і переміщує безобмотувальний ротор 10 на половину полюсної поділки, оскільки статор має 6 пазів, а ротор - 4 пази, то тримачі з магнітом'якими шунтами переміщують магнітну систему на  $30^\circ$ , що відповідає полюсній поділці статора 1. Таким чином, переміщуючи магнітом'які шунти на полюсну поділку статора 1 і шунтуючи постійні магніти за допомогою полюсних наконечників, здійснюють безперервний повтор зазначених процесів, диктуємих електронним комутатором по сигналам датчика положення магнітних систем.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3