



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **108499** (13) **U**  
(51) МПК (2016.01)  
**H02K 16/00**  
**H02K 1/06** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

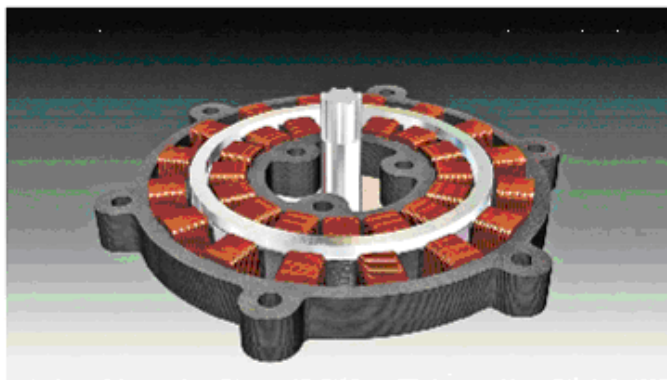
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	<b>u 2015 11971</b>	(72) Винахідник(и):	<b>Лемещук Павло Євгенійович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>03.12.2015</b>	(73) Власник(и):	<b>Лемещук Павло Євгенійович,</b> вул. Базарна, 78, кв. 5, м. Одеса, 65011 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	<b>25.07.2016</b>	(74) Представник:	<b>Лемещук Олексій Вадимович, реєстр.</b> <b>№340</b>
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	<b>25.07.2016, Бюл.№ 14</b>		

## (54) БЕЗКОЛЕКТОРНИЙ ЕЛЕКТРОДВИГУН

### (57) Реферат:

Безколекторний електродвигун складається з ротора та статорів, що його оточують. Ротор має циліндричну форму та може бути виконаний із немагнітного металу, в який врізано парну кількість магнітів відповідно до кількості котушок статора.



Фіг. 1

UA 108499 U



Корисна модель належить до електротехніки, зокрема до електродвигунів.

Відомий вентильний електричний двигун, який містить статор з полюсами і обмоткою, ротор, розташований всередині статора на валу, і постійні магніти, вбудовані всередині ротора. Статор виконаний у вигляді явнополюсної структури з прямими полюсами і з відкритими пазами, в які укладена котушкова обмотка. Працює вентильний електричний двигун наступним чином. За допомогою датчика положення ротора визначається положення ротора з постійними магнітами щодо фаз обмотки, розташованої на прямих полюсах статора. Відповідно положенню ротора електронний комутатор за певним законом підключає до джерела живлення постійного струму фази обмотки статора. При цьому створюється електромагнітний момент, що діє на ротор. Спрощення вентильного електричного двигуна відбувається за рахунок спрощення виготовлення статора, а збільшення ККД вентильного двигуна відбувається за рахунок зменшення довжини витка котушок обмотки статора і відповідного зниження електричних втрат (втрат в міді) котушкової обмотки, яка не має великих лобових частин (патент України на корисну модель № 77359, публ. 11.02.2013, бюл. № 3).

Проте, не зважаючи на переваги зазначеного електричного двигуна, потужність залишається незмінною і можливість його використання в системах, що накладатимуть високе навантаження на двигун, зводиться до мінімуму.

Відомий безконтактний вентильний двигун постійного струму з електромагнітним збудженням, який складається з корпусу, який виконаний з магнітом'якого матеріалу, шихтованих пакетів статора з пазами в них для укладання фазних обмоток, ротора, що складається з вала і втулки, торцевих кришок, що мають з внутрішнього боку округлі заглиблення для розміщення підшипників, обмотки збудження ротора, який відрізняється тим, що двигун має один шихтований пакет статора з парною або непарною зубчатістю, ротор виконаний безобмотковим з двома гачкоутвореними елементами з магнітом'якої сталі з не менш ніж двома гачками для створення двох і більше однойменних полюсів на кожному з елементів, причому полюси двох гачкоутворених елементів різнойменні, втулка на валу ротора виконана з матеріалу з максимальним магнітним опором, обмотка збудження розділена на дві секції, які розташовані в пазах внутрішньої поверхні індукторів, причому кожна секція розділена на дві частини, вентиляційний канал утворений отворами в індукторах, отворами в торцевих кришках, розділеною на дві секції обмоткою збудження і зазором між фазними обмотками і спинкою статора, робочий простір навколо безобмоткового ротора герметизується ущільнювальними елементами, на валу двигуна встановлено вентилятор. Фазна обмотка на пакеті статора може бути будь-якого типу: розподілена, коли котушка обмотки охоплює два і більш зубці пакета статора; зосереджена, коли котушка обмотки охоплює один зубець пакета статора. Модель включає в себе нові технології намотування, включення фазових намоток, включення обмоток збудження, (патент України на корисну модель № 22479, публ. 25.04.2007, бюл. № 5).

Хоча така модель і передбачає в собі нові ідеї конструкції, та розрахована на використання в загальному порядку, в машинах, що не потребують збільшених швидкостей та обтяжень.

Відомий вентильний електродвигун, який містить ротор, статор, N секцій якого сполучені з джерелом живлення через електронний комутатор, керувальні входи якого через пристрій затримки сполучені з давачем положення ротора, задавач і давач прискорення вихідного вала, котрі сполучені виходами з відповідними входами порівнювального пристрою, який відрізняється тим, що додатково має N давачів-обмежувачів струмів секцій, N суматорів і функціональний перетворювач сигналів, який сполучений входом з виходом давача положення ротора, а N виходами - з першими входами відповідних N суматорів, сполучених другими входами з виходом порівнювального пристрою, а виходами – з керувальними входами відповідних N давачів-обмежувачів струмів секцій, сполучених виходами з відповідними керувальними входами пристрою затримки, при цьому в функціональному перетворювачі для кожного суматора реалізована однозначна періодична функція  $F(\alpha)$  кутового положення ротора, кутовий період T якої визначається співвідношенням:  $T, \text{град} = 360 / (N \times Z_p)$ , де  $Z_p$  - кількість зубців (полюсів) ротора. Таке технічне рішення дозволяє суттєво підвищити точність і якість перехідних процесів при позиціонуванні пасивного зубцевого ротора вентильного електродвигуна, при цьому не потрібна доробка електронного комутатора і зберігаються всі позитивні властивості аналога: забезпечення потрібної швидкодії та обмеження механічних і теплових навантажень на елементи електродвигуна, за рахунок чого збільшується ресурс його роботи (патент України на винахід № 81970, публ. 25.02.2008, бюл. № 4).

Проте навіть при збільшенні ресурсу роботи, модель не може працювати в режимі високих потужностей і, відповідно, збільшення коефіцієнта корисної дії.

Найбільш близьким аналогом за ідеєю створення механізму є вентильний двигун, що містить здвоєну магнітну систему з постійними магнітами, що утворюють робочий зазор з

різноїменною намагніченістю, магнітну систему з аксіально намагніченими постійними магнітами, при цьому активні поверхні постійних магнітів магнітних систем повернені одна до одної, і електронний комутатор, керуючі ланцюги якого зв'язані з виходом датчика положення магнітних систем, а вихід підключений до обмоток керування. У здвоєній магнітній системі постійні магніти забезпечені полюсними наконечниками з магнітом'якого матеріалу і встановлені на вал зі збігом однойменної намагніченості полюсів по осі. Кожен торець магнітної системи з аксіально намагніченими постійними магнітами забезпечений полюсними наконечниками з магнітом'якого матеріалу. Полюсні наконечники магнітних систем виконані трохи довгими за постійні магніти у радіальному напрямку. У магнітній системі з аксіально намагніченими постійними магнітами по внутрішньому діаметру концентрично зовнішній поверхні циліндра з немагнітного матеріалу встановлені статор з обмотками в пазах, безобмотувальний ротор і тримачі з немагнітного матеріалу, по зовнішньому діаметру яких встановлені магнітом'які шунти, що обертаються разом з ротором уздовж розточки полюсних наконечників. Визначена модель забезпечує сталість обертаючого моменту з високим коефіцієнтом використання постійних магнітів і реверсування магнітної системи, що має можливість обертання, без перемагнічування постійних магнітів. (патент України на корисну модель № 14532, публ. 15.05.2006, бюл. № 5).

Хоча модель і включає в себе здвоєну магнітну систему, для взаємодії між статором та ротором використано лише одну сторону магнітів, а тому швидкість роботи не збільшується, отже потенціалу на використання механізму при високих потужностях немає.

В основу корисної моделі поставлена задача віднайти новий механізм безколекторного електродвигуна, вартість виробництва якого суттєво не відрізнятиметься від вже існуючих та який допоможе збільшити його потужність та підвищити коефіцієнт корисної дії.

Поставлена задача вирішується тим, що заявлено безколекторний електродвигун, який містить статор з полюсами і обмоткою, ротор і магніти, вбудовані всередині ротора, який відрізняється тим, що електродвигун містить зовнішній та внутрішній статори, де радіальні зубці зовнішнього статора розташовані посередині проміжків зубців внутрішнього статора, а ротор виконано у вигляді трубчатого циліндра із немагнітного металу, що обертається між зовнішнім та внутрішнім статорами, при цьому магніти ротора мають постійну полярність, а кожен полюс магнітів взаємодіє одразу з трьома обмотками як внутрішнього, так зовнішнього статорів.

Заявлена корисна модель розрахована на двотактний період роботи, що має збіжності з принципом роботи двигунів внутрішнього згоряння. В момент притягнення та максимального зближення постійного магніту ротора з протилежною за знаком полярності котушкою статора (або внутрішнього, або зовнішнього), відбувається зміна полярності котушки (такий процес аналогічний займанню паливної суміші у двигунах внутрішнього згоряння в положенні поршня у верхній нерухомій точці в його рухомому стані) і магніт опиняється у зоні максимальної сили його виштовхування двома котушками з двох сторін ротора (внутрішній та зовнішній) і одночасно притягається до наступної по ряду котушки статора, переміщуючись в її сторону.

За сукупною кількістю зазначених впливів механізм дає можливість отримати ефект максимально можливої потужності взаємодій. Такий процес визначається також за кількістю магнітів ротора, оскільки відбувається одночасно з усіма магнітами ротора.

На фіг. 1 вигляд механізму у зібраному стані.

На фіг. 2 два статора – внутрішній та зовнішній, та ротор.

На фіг. 3 внутрішній статор з оточуючим його ротором.

На фіг. 4 основні цикли роботи механізму.

На фіг. 1 доданих креслень зображено механізм високопотужного безколекторного двигуна, який являє собою циліндричний ротор, виконаний із немагнітного металу, що знаходиться між двома статорами, які його оточують. Ротор має вигляд особливого "віконного" пристрою для залучення в роботу одразу двох сторін полярності постійних магнітів ротора (N та S). В поверхню ротора врізані постійні плоскі магніти. Перший статор поміщено всередину ротора та має шістнадцять радіальних зубців, звернених назовні. Другий статор має шістнадцять радіальних зубців, звернених всередину, які розташовані посередині проміжків зубців внутрішнього статора. Другий статор оточує ротор. Відповідно, в ході роботи ротор обертається між двома статорами. Кожний статор містить однакову парну кількість котушок (16), що дорівнює парній кількості постійних магнітів ротора. Котушки кожного статора з'єднані паралельно, чергуючи полярність (N-S-N-S....).

На фіг. 2 відображено обидва статори та ротор у відокремленому вигляді. Окремо відтворено "віконну" конструкцію ротора. Зокрема, в корпусі здійснено наскрізні прорізи, що спеціально призначені для розміщення в них постійних магнітів. Такий механізм установки магнітів ротора застосований для здійснення взаємодії з електромагнітами внутрішнього та зовнішнього статорів одночасно.

На фіг. 3 відображено частину цілісного механізму. На зображенні відтворено внутрішній статор з оточуючим його ротором.

На фіг. 4 схематично зображено основні цикли роботи безколекторного електродвигуна. Жовтими стрілками позначено притягнення постійного магніту, зеленими його відштовхування.

Магніти обох статорів та ротора перебувають у постійній взаємодії. Механізм передбачає використання не однієї сторони полярності постійних магнітів ротора, а одразу двох.

Відбувається притягнення та максимальне зближення постійного магніту ротора з протилежною за знаком полярності котушкою статора чи зовнішнього, чи внутрішнього, в цей момент як реакція на таке змінюється полярність котушки і магніт опиняється у зоні максимальної сили його виштовхування котушкою внутрішнього статора і одночасного виштовхування котушкою зовнішнього. В цей самий момент постійний магніт ротора притягується до наступної котушки по ряду як внутрішнього, так і зовнішнього статорів, переміщуючись в її сторону.

Для визначення положення ротора використовуються традиційні методи: датчик Холла або напруга магнітного поля вимірюються в обмотці статора.

Тобто, при кожній фазі подачі напруги на внутрішній і зовнішній статор постійні магніти ротора взаємодіють з ними відразу обома своїми полюсами і кожен окремий магніт піддається з боку статорів впливу одночасно трьох електромагнітів, два з яких виштовхують, а один притягує.

Таким чином, використовуючи невелику кількість рідкоземельних магнітів, за рахунок того, що ротор має вигляд "віконного" пристрою для залучення до роботи одразу двох сторін полярності постійних магнітів ротора, безколекторний двигун, що заявляється, при приведенні його у дію, дозволяє отримати значно більшу потужність та збільшити коефіцієнт корисної дії електродвигуна.

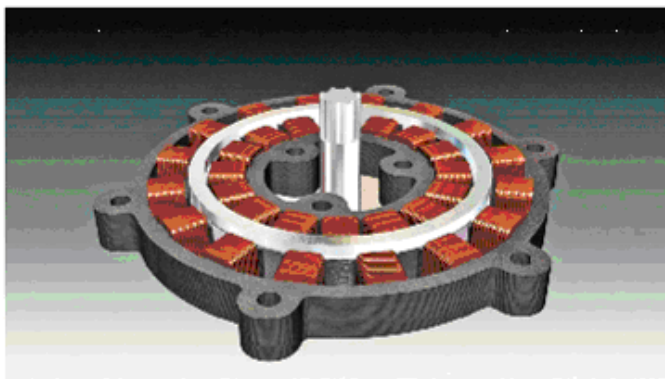
#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Безколекторний електродвигун, який містить статор з полюсами і обмоткою, ротор і магніти, вбудовані всередині ротора, який **відрізняється** тим, що електродвигун містить зовнішній та внутрішній статори, де радіальні зубці зовнішнього статора розташовані посередині проміжків зубців внутрішнього статора, а ротор виконано у вигляді циліндра, що обертається між зовнішнім та внутрішнім статорами, при цьому магніти ротора мають постійну полярність, а кожен полюс магнітів взаємодіє одразу з трьома обмотками як внутрішнього, так зовнішнього статорів.

2. Безколекторний електродвигун за п. 1, який **відрізняється** тим, що ротор виконано з трубчатого циліндра із немагнітного металу, в який врізано парну кількість магнітів відповідно до кількості котушок статора.

3. Безколекторний електродвигун за п. 1, який **відрізняється** тим, що в ротор врізано парну кількість магнітів відповідно до кількості котушок статора.

4. Безколекторний електродвигун за п. 1, який **відрізняється** тим, що ротор виконано у вигляді "віконного" пристрою для залучення до роботи одразу двох сторін полярності постійних магнітів ротора.



Фіг. 1

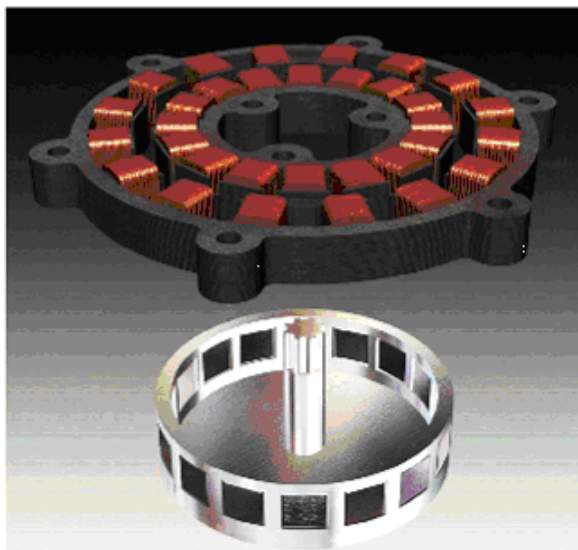


Fig. 2

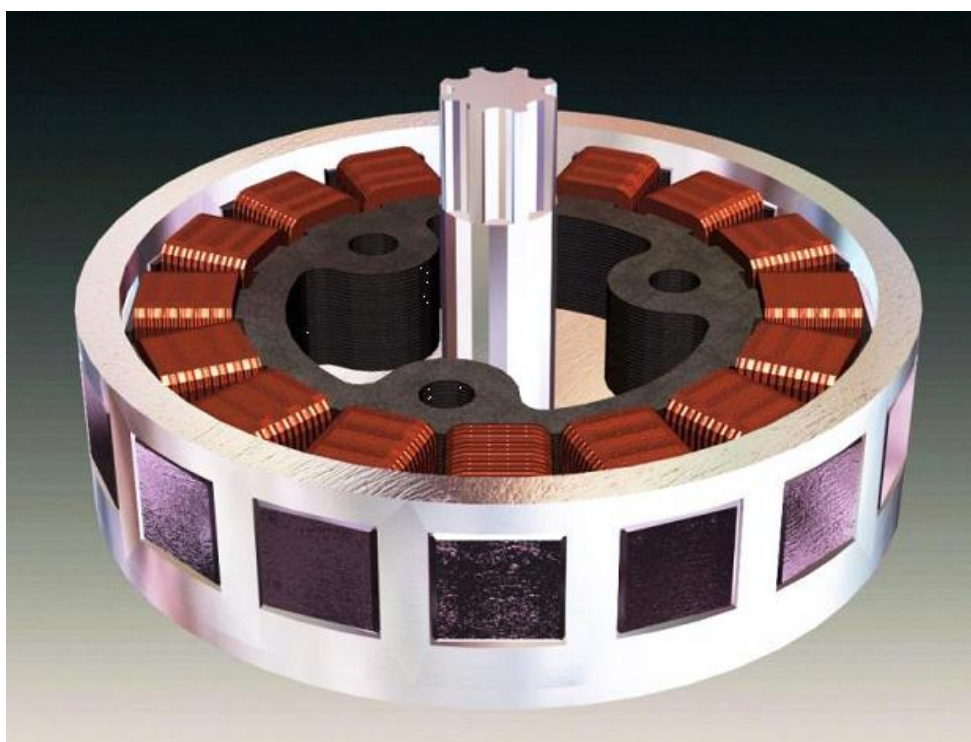
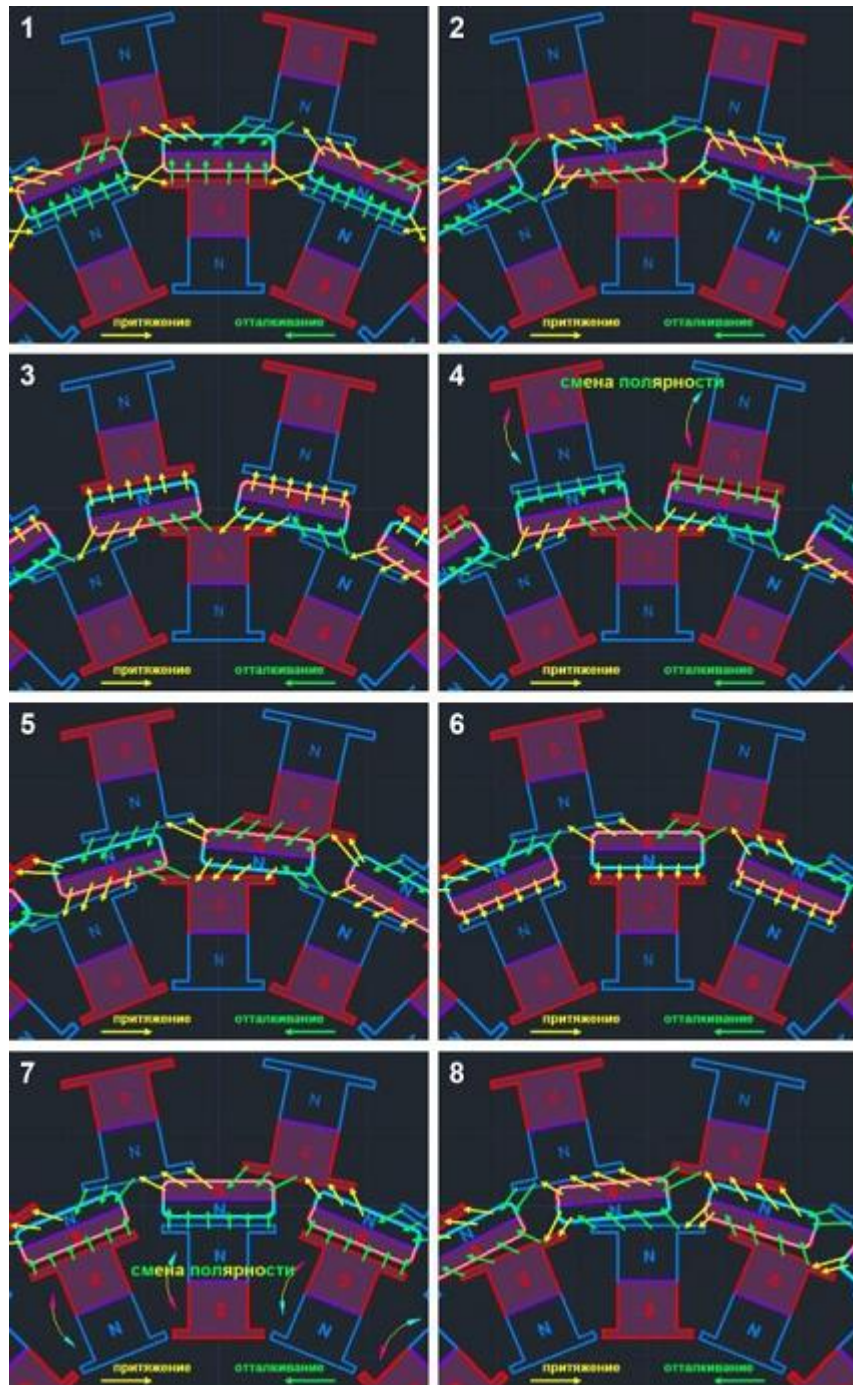


Fig. 3





Фиг. 4

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601