



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **79084** (13) **U**  
(51) МПК

*H02K 21/12* (2006.01)

*H02K 21/24* (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: **u 2012 11863**

(22) Дата подання заявки: **15.10.2012**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **10.04.2013**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **10.04.2013, Бюл.№ 7**

(72) Винахідник(и):

**Трегуб Микола Іларіонович (UA),  
Козирський Володимир Вікторович (UA),  
Гребеніков Віктор Володимирович (UA),  
Приймак Максим Васильович (UA)**

(73) Власник(и):

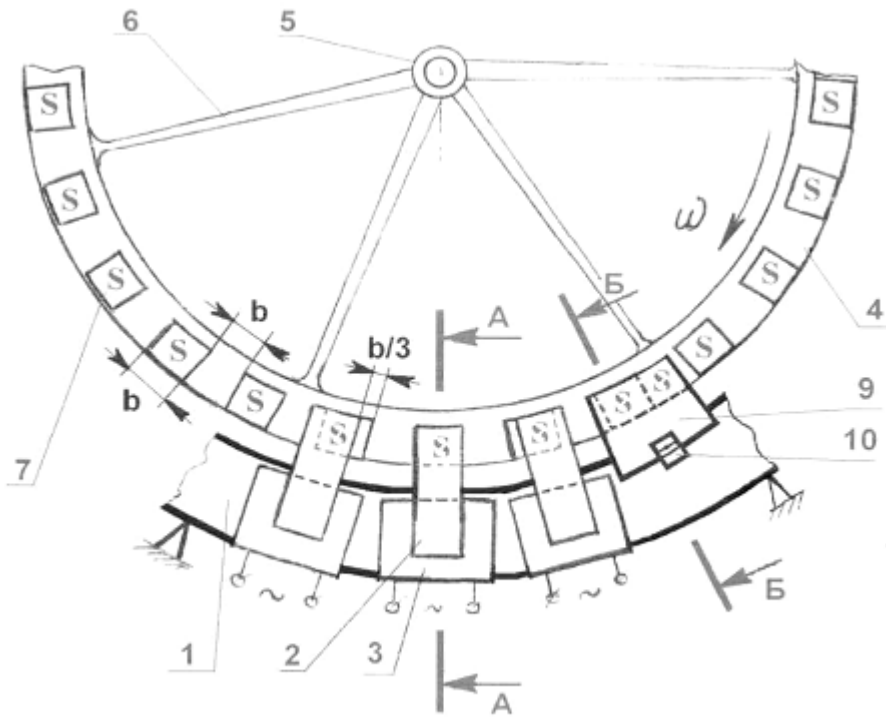
**Трегуб Микола Іларіонович,  
вул. Курсова, 37, кв. 60, м. Біла Церква,  
Київська обл., 09116 (UA),  
Козирський Володимир Вікторович,  
вул. А. Бубнова, 40, кв. 38, м. Київ-40, 03040  
(UA),  
Гребеніков Віктор Володимирович,  
вул. Генерала Наумова, 19, кв. 89, м. Київ-  
164, 03164 (UA),  
Приймак Максим Васильович,  
вул. Бережанська, 20, кв. 55, м. Київ-201,  
04201 (UA)**

**(54) АКСІАЛЬНИЙ МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНИЙ ГЕНЕРАТОР**

(57) Реферат:

Аксіальний магнітоелектричний генератор, що складається з нерухомого статора, магнітопровід якого тороїдної форми, виконаний із стрічкової електротехнічної сталі та з обмоткою на ньому і рухомого ротора з аксіально орієнтованими постійними магнітами, встановленими на його периферійній діелектричній дископодібній частині, причому всі магніти ротора орієнтовані однойменними полюсами на один бік та протилежними полюсами на інший бік, а на статорі перед магнітопроводом жорстко закріплено один або кілька постійних магнітів, аксіально встановлених полюсами до однойменних полюсів магнітів ротора.

UA 79084 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до електротехніки, зокрема до генераторів синхронного типу з постійними магнітами, встановленими на кільцеподібному роторі полюсами в аксіальному напрямі. Такі генератори можуть використовуватися у різних галузях народного господарства для перетворення механічної енергії в електричну, наприклад, у безредукторних вітроелектричних установках та низьконапірних гідроелектростанціях.

Відомі різні типи та конструкції генераторів для перетворення механічної енергії в електричну, серед яких найбільш простими і надійними вважаються електрогенератори з постійними магнітами [Балагуров В.А. Электрические генераторы с постоянными магнитами/ В.А. Балагуров, Ф.Ф. Галатеев. - М: Энергоатомиздат, 1988. - 280 с]. Такі електрогенератори традиційно застосовуються на автотракторній техніці та вітроенергетичних установках. При цьому відомі типи синхронних генераторів з постійними магнітами принципово можуть бути з нерухомими магнітами і рухомими обмотками, або навпаки, з рухомими магнітами і нерухомими обмотками. Більш надійними вважаються безконтактні генератори з нерухомими обмотками, наприклад, [Бут Д.А. Бесконтактные электрические машины / Д.А. Бут. - М.: Высш. шк., 1990. - 416 с].

Відомий електрогенератор з постійними магнітами на роторі для вітроустановок [Патент на кор. мод. №38530, Україна. Вітрогенератор із зубцевим статором, заявка №u200809958, 31.07.2008; опубл. 12.01.2009, бюл. №1, 2009 р.], в якому статор виконаний із пазами та обмоткою в них, а на роторі встановлені постійні магніти з полюсними башмаками, зміщеними відносно осі для зменшення моменту зрушення і пульсацій. В такому генераторі відсутні рухомі електричні контакти та до певної міри зрівноважена силова дія магнітів. Однак основним принциповим недоліком цього, як і багатьох інших відомих подібних електрогенераторів радіальної конфігурації з постійними магнітами на роторі є несиметричність розміщення магнітного матеріалу і просторова обмеженість виконання максимальної кількості полюсів.

Спільною ознакою описаного вище відомого та пропонованого електрогенератора є встановлення постійних магнітів на обертовому роторі та відсутність рухомих електричних контактів при нерухомій обмотці статора.

Одним із аналогів передбачуваної корисної моделі слід вважати відомий електричний генератор торцевого виконання [Патент на кор. мод. №26359, Україна. Электрический генератор торцевого виконання, заявка №u200706958, 20.06.2007; опубл. 10.09.2007, бюл. №14, 2007р.], в якому статор виконаний у вигляді тороїдного осердя з обмотками, а на торцевому роторі встановлені постійні магніти, полярність яких чергується; відрізняється тим, що на торцях осердя виконані пази, у які вкладені одношарові або двошарові обмотки, що дозволяє підвищити енергетичні показники. В такому генераторі аксіальний напрям магнітного потоку не співпадає з напрямом відцентрових сил ротора у зазорі, а довжина магнітопроводу є мінімальною.

Однак конструкція цього генератора передбачає встановлення постійних магнітів на обертовій частині ротора лише одним полюсом до осердя статора, що не дозволяє раціонально використовувати весь його магнітний матеріал. Крім того виконання статора всередині зовнішнього встановленого ротора суттєво обмежує габарити статора і ускладнює виведення контактів якірної обмотки через вісь.

Спільною ознакою запропонованого генератора і цього аналога є встановлення на роторі постійних магнітів полюсами в аксіальному напрямі.

Іншим аналогом запропонованого електрогенератора є відома електрична машина з постійними магнітами [Декл. пат. №60003 H02K21/26, 16/00 Электрична машина, заявка №2003010254 від 10.01.2003, опубл. 15.09.2003, бюл. №9], в якій постійні магніти та осердя з обмоткою встановлені на рухомих торцевих корпусах, що обертаються у різних напрямках, а осердя виконані сталеву стрічкою, що огортає спіралеподібну обмотку. В генераторному режимі така електрична машина дійсно дозволяє більш ефективно перетворювати механічну енергію в електричну.

Спільною ознакою цього аналога і запропонованого генератора є виконання магнітопроводу із стрічкоподібної електротехнічної сталі. Однак суттєвими недоліками тут є однобічне використання магнітного потоку лише одного полюса постійних магнітів, а також наявність рухомих силових контактів колектора.

Ще одним аналогом до запропонованого магнітоелектричного генератора є відома електрична машина [Декл. патент України на кор. мод. №11336, H02K29/00, 53/00, 57/00, Електромагнітний двигун. Заявка №200506294 від 25.06.2005, опубл. 15.12.2005, бюл. №12, 2005 р.], в якому постійні магніти встановлені на периферійній частині дископодібного обертового ротора із аксіально розміщеними різнойменними полюсами між аксіально встановленими полюсними виступами магнітопроводів статора та нерухомими обмотками і

поляризованими магнітами на магнітопроводах, а обмотки статора з'єднані по чотирифазній схемі й підключені до комутатора. Тут дійсно всі постійні магніти встановлені обома полюсами до полюсних виступів замкнених магнітопроводів, тому в режимі електродвигуна така електрична машина має високий ККД. Спільними ознаками запропонованого генератора і цього аналога є розміщення аксіально орієнтованих постійних магнітів на периферійній частині обертового ротора, встановлених між аксіально розташованими полюсними виступами магнітопроводу статора, на якому намотані нерухомі обмотки.

Проте суттєвими принциповими недоліками цього аналогу є розміщення постійних магнітів на металевому диску, що викликає втрати від вихрових струмів, а також встановлення площини пластин електротехнічної сталі на полюсних виступах магнітопроводів статора перпендикулярно до напрямку руху магнітів ротора і за такої конструкції принципова неможливість виконання цих магнітопроводів із стрічкової електротехнічної сталі. Крім того така електрична машина в режимі генератора буде малоефективна через розгалужене магнітне коло статора і встановлення додатково поляризованих постійних магнітів на ньому.

Найбільш близьким аналогом за технічною суттю і конструкцією (прототипом) до корисної моделі є магнітоелектричний аксіальний генератор [Декл. патент України на кор. мод. №71835, H02K21/12, Магнітоелектричний аксіальний генератор, заявка № u201201144 від 06.02.2012, опубл. 25.07.2012, бюл. №14, 2012р.], в якому аксіально орієнтовані постійні магніти встановлені на периферійній дископодібній частині ротора, виготовленій з діелектричного немагнітного матеріалу, що дозволяє зменшити втрати від вихрових струмів. Магнітопровід статора, з обмоткою на ньому, виконаний тороїдної форми із стрічкової електротехнічної сталі, де площини стрічок у повітряному аксіальному зазорі встановлені перпендикулярно до площин полюсів магнітів на торцевій периферійній частині ротора та паралельно вектору колової швидкості їхнього руху, що забезпечує просту технологію виготовлення, суцільність та мінімальну довжину магнітопроводу і зменшення магнітних вібрацій. За такої конструкції можливо виконувати електрогенератор як з повноколовим, так і з дугоподібним сегментним статором. Описані ознаки конструкції прототипу є спільними ознаками для передбачуваної корисної моделі.

Однак за умови встановлення на роторі постійних магнітів із чергуванням на одному боці різних полюсів виникають втрати енергії через поперечні магнітні потоки розсіювання, що поширюються між різнойменними полюсами двох сусідніх магнітів через полюсні виступи магнітопроводів у поперечному напрямі без створення електрорушійної сили в обмотці статора. Крім того однією із найскладніших технічних проблем у таких генераторах є забезпечення мінімальних аксіальних повітряних зазорів між полюсами магнітів ротора і полюсними виступами магнітопроводу статора. За умови чергування різнойменних полюсів постійних магнітів на одному боці ротора принципово неможливо встановити безконтактний магнітний демпфер для підтримання мінімального повітряного зазору, що діє за принципом відштовхування однойменних полюсів постійних магнітів.

В основу корисної моделі поставлена задача зменшити магнітні потоки розсіювання і пов'язані з ними енергетичні втрати магнітоелектричного генератора та забезпечити мінімальні повітряні зазори між полюсами магнітів ротора і полюсними виступами магнітопроводу статора.

Поставлена задача досягається за рахунок того, що всі аксіально орієнтовані постійні магніти ротора встановлені однойменними полюсами на один бік та жорстко закріплені на його периферійній дископодібній частині, що не викликає поперечних магнітних потоків розсіювання через полюсні виступи магнітопроводів статора. Для підтримання незмінного повітряного зазору між полюсами магнітів ротора і полюсними виступами магнітопроводів статора на статорі нерухомо встановлений постійний магніт, орієнтований в аксіальному напрямі до полюсів магнітів ротора однойменними полюсами.

Перелік фігур і креслень.

На Фіг. 1 схематично зображено загальний вигляд та розташування функціональних частин ротора і статора генератора. На Фіг. 2 зображено вигляд радіального перегину секції магнітопроводу статора з обмоткою та положення полюсів магніту ротора в зазорі. На Фіг. 3 зображено вигляд радіального перетину через місце встановлення на статорі постійного магніту з гвинтовим регулятором аксіального зазору.

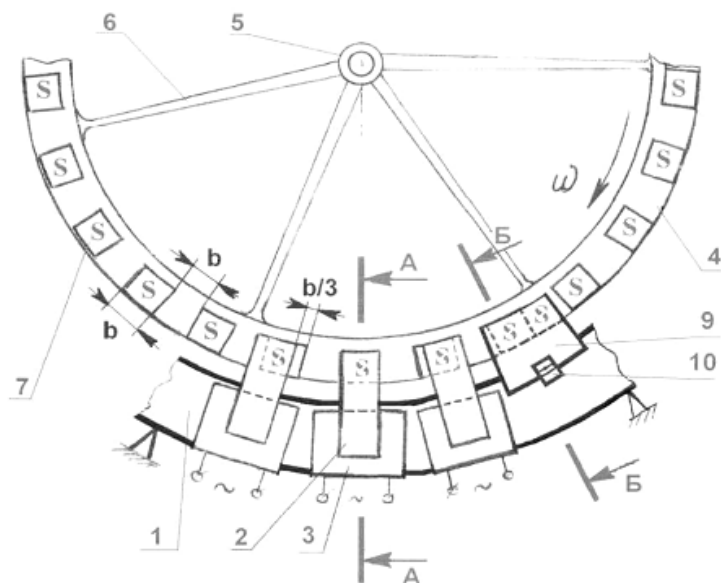
Технічна суть запропонованого генератора пояснюється за допомогою його графічного зображення (фіг. 1, фіг. 2, фіг. 3). Нерухомий статор генератора складається із корпусного каркаса 1 та окремих взаємно зміщених статорних секцій магнітопроводів 2, згорнутих із стрічкової електротехнічної сталі у тороїдоподібний пакет, на якому намотана обмотка 3. Ротор генератора складається із кільцеподібного каркаса 4, встановленого на валу 5 на жорстких стрижнях 6. Периферійна частина кільцеподібного каркаса А виготовлена із діамантного

діелектричного матеріалу, на якій закріплені постійні магніти 7, орієнтовані всі на один бік однаковими полюсами в аксіальному напрямі. На корпусі статора перед секціями статора встановлено нерухомий магніт 8, закріплений у діелектричному корпусі 9 з регульовальними гвинтами 10 для регулювання аксіального зазору. Торцеві площини полюсів магнітів мають переважно прямокутну форму і ширину, однакову з відстанню між сусідніми магнітами, позначену розміром  $b$ . Торцеві частини магнітопроводів статорних секцій встановлені одна відносно іншої на відстані  $4/3 b$  по дузі кола обертання. Це забезпечує утворення симетричної трифазової системи ЕРС окремих секцій і зрівноважує силову дію магнітного поля.

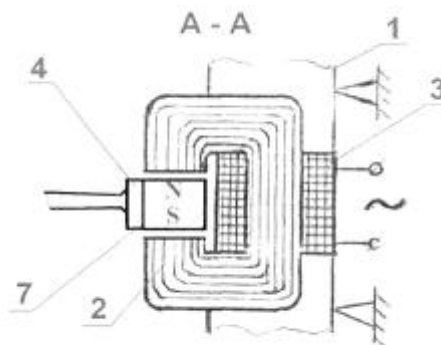
Принцип роботи запропонованого аксіального магнітоелектричного генератора полягає в тому, що при обертанні механічним приводом з частотою  $\omega$  кільцеподібного ротора 4 із встановленими на ньому постійними магнітами 7, відбувається періодична зміна величини магнітного потоку в магнітопроводі 2 статора. Поперечний магнітний потік розсіювання між сусідніми полюсами магнітів через полюсний виступ магнітопроводу не виникає, бо сусідні полюси у запропонованій конструкції на одному боці однойменні на відміну від прототипу. На магнітопроводі статора намотана обмотка 3, в якій за рахунок зміни потокозчеплення виникає ЕРС змінної періодичної форми, а при підключенні навантаження протікає струм. Оскільки торцеві зазори окремих секцій магнітопроводів статора встановлені одна відносно іншої на відстані  $4/3b$  по дузі кола обертання полюсів магнітів ротора, то в них виникають ЕРС, взаємно зміщені в часі по фазі на третину періоду, що забезпечує симетричну трифазову систему. Для підтримання незмінного повітряного зазору між полюсами магнітів ротора і полюсними виступами магнітопроводів статора перед секціями магнітопроводів на корпусі статора нерухомо встановлений постійний магніт 8, орієнтований в аксіальному напрямі до полюсів магнітів ротора однойменними полюсами. Проходячи між полюсами закріпленого на статорі магніту 8, магніт ротора 7 відштовхується від обох однойменних полюсів у середнє положення, компенсуючи через корпус можливе нерівномірне притягування магніта ротора 7 до полюсного виступу магнітопроводу 2 статора. Притягування магніта до одного полюсного виступу компенсується відштовхуванням між однойменними полюсами, сила якого зростає при зближенні однойменних полюсів. Такі магнітні демпфери величини повітряного зазору можна встановлювати або лише з боку входження магнітів ротора у простір між полюсними виступами магнітопроводу першої секції статора, або ще і на виході з останньої секції.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

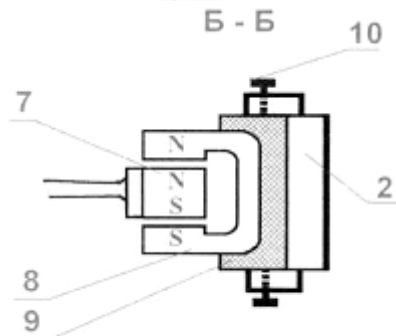
Аксіальний магнітоелектричний генератор, що складається з нерухомого статора, магнітопровід якого тороїдної форми, виконаний із стрічкової електротехнічної сталі та з обмоткою на ньому і рухомого ротора з аксіально орієнтованими постійними магнітами, встановленими на його периферійній діелектричній дископодібній частині, який **відрізняється** тим, що всі магніти ротора орієнтовані однойменними полюсами на один бік та протилежними полюсами на інший бік, а на статорі перед магнітопроводом жорстко закріплено один або кілька постійних магнітів, аксіально встановлених полюсами до однойменних полюсів магнітів ротора.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Комп'ютерна верстка В. Мацело

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

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