



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 91801

(13) U

(51) МПК

H02K 19/20 (2006.01)

H02K 21/38 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**(21) Номер заявки: **u 2014 02729**(22) Дата подання заявки: **18.03.2014**(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **10.07.2014**(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **10.07.2014, Бюл.№ 13**

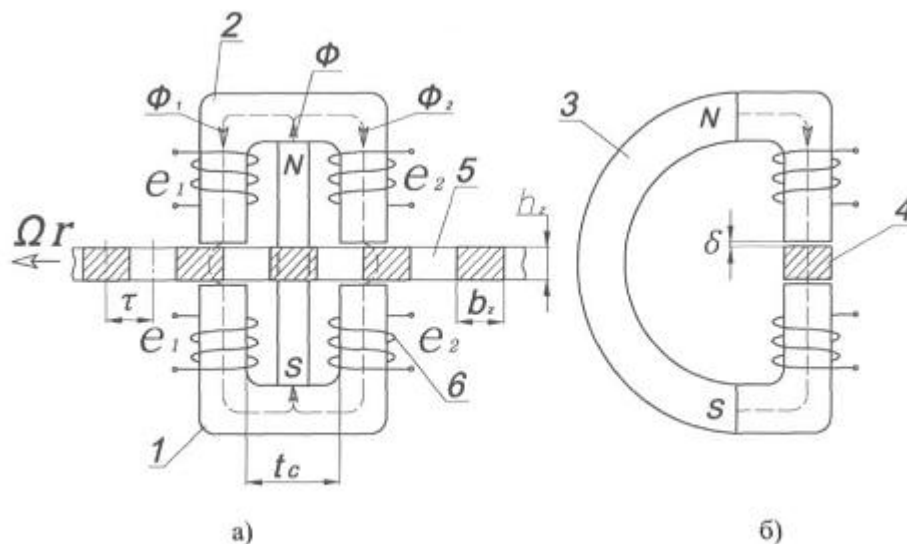
(72) Винахідник(и):

**Трегуб Микола Іларіонович (UA)**

(73) Власник(и):

**Трегуб Микола Іларіонович,**  
вул. Курсова, 37, кв. 60, м. Біла Церква,  
Київська обл., 09116 (UA)**(54) ІНДУКТОРНИЙ БІПАКЕТНИЙ ГЕНЕРАТОР****(57) Реферат:**

Індукторний біпакетний генератор складається із немагнітного корпусу ротора, на якому встановлені феромагнітні полюсні елементи, а магнітопроводи секцій статора виконані із стрічкової або листової електротехнічної сталі. Магнітопровід кожної секції статора виконаний у вигляді двох симетричних роздвоєних пакетів, між нерозгалуженими частинами яких різнойменними полюсами встановлений постійний магніт. Розгалужені частини попарно утворюють робочі міжполюсні проміжки, розташовані один від одного на відстані двох полюсних поділів ротора, щоб його феромагнітні елементи одночасно знаходились у протифазі.



Фіг.

UA 91801 U



Корисна модель належить до електротехніки, зокрема до безконтактних генераторів індукторного типу, які можуть використовуватися у автономних енергоустановках для перетворення механічної енергії в електричну, наприклад, на вітроелектричних установках та низьконапірних гідроелектростанціях.

Відомі різні типи високонадійних безконтактних електричних генераторів, наприклад, [Бут Д.А. Бесконтактные электрические машины /Д.А. Бут. - М.: Высш. шк., 1990. - 416 с.]. У свою чергу серед безконтактних електрогенераторів принципово найвищу надійність мають електрогенератори без рухомих обмоток та магнітів на роторі, що характерно для індукторних генераторів, описаних у відомій літературі, наприклад [Паластин Л.М. Электрические машины автономных источников питания / Л.М. Паластин. - М.: Энергия, 1972-211 с.]. Проте одночасно із найвищою надійністю індукторні генератори згідно з [Альпер Н.Я. Терзян А.А. Индукторные генераторы. - М.: Энергия, 1970, 192 с.] мають більшу масу і габарити магнітопроводу, ніж загальновідомі типові синхронні генератори. Тому для зменшення маси і габаритів активних частин ротора застосовують відомі різні конструкції індукторних генераторів, у яких ротор виготовлений не суцільним, а кільцеподібним, наприклад [Патент на кор. мод. № 25813, Україна. Тихохідний електрогенератор, заявка № u200703474; опубл. 27.08.2007, бюл. № 13, 2007 р.].

Однак у цьому тихохідному генераторі постійні магніти розташовані нераціонально різнойменними полюсами до одного центрального осердя статора, через яке безпосередньо замикається їх магнітний потік, зменшуючи потокозчеплення з робочою обмоткою. Крім того розташування обмотки і постійних магнітів між полюсними виступами і осердям вздовж дуги статора просторово обмежує можливість виконання максимальної кількості полюсів електрогенератора.

Відомий також безконтактний мікрогенератор змінного струму [АС СРСР № 743124 А; Н02К 21/20, 25.06.1980, № 23], який складається із П-подібного осердя, на одному кінці якого закріплений постійний магніт, а на протилежному кінці намотана якірна обмотка; ротор складається зі спіралеподібних пакетів феромагнітного матеріалу, встановлених на дископодібному корпусі ротора із немагнітного матеріалу.

Але конструкція такого мікрогенератора з постійним магнітом, встановленим у повітряному проміжку зовсім не передбачає принципової можливості біпакетного виконання магнітопроводу статора, а також ніяким чином не забезпечує зменшення непродуктивної постійної складової магнітного потоку збудження. Крім того феромагнітний елемент ротора у формі спіралі Архімеда має значну нормальну складову своєї проекції відносно напрямку руху в повітряному проміжку, що викликає поперечну нерівномірність його магнітної провідності.

Спільними ознаками запропонованого генератора і мікрогенератора аналога є виконання корпусу ротора із немагнітного матеріалу та розміщення на ньому феромагнітних пакетів, а також наявність постійного магніту і якірної обмотки на П-подібному магнітопроводі статора.

Іншим аналогом є індукторний генератор, описаний у патенті ФРН [DE19908557 A1, Н02К 19/24, 9.09.1999], де серед запропонованих варіантів передбачене встановлення постійних магнітів збудження між периферійними ділянками окремих секцій магнітопроводів статора, що підвищує надійність та ефективність конструкції. Однак тут пропонується чергування полярності магнітів на сусідніх секціях, що принципово збільшує міжсекційні потоки розсіювання. Крім того запропоноване співвідношення між кількістю полюсних елементів ротора і кількістю секцій статора не забезпечує повного зрівноважування магнітного моменту, а однопакетне виконання магнітопроводів секцій принципово не дозволяє досягти раціонального повноперіодного використання магнітів.

Спільними ознаками даного аналога і запропонованого генератора є встановлення постійних магнітів між двома симетричними частинами периферійних ділянок магнітопроводів секцій статора.

Відомий індукторний генератор із постійним магнітом [Балагуров В.А. Электрические генераторы с постоянными магнитами /В.А. Балагуров, Ф.Ф. Галтеев. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 280 с.], у якому кільцеподібний постійний магніт встановлений одним полюсом до магнітопроводу статора, а іншим до магнітопроводу зубцевого ротора, що забезпечує незмінну величину сумарного магнітного потоку. Однак за такої конструкції магнітні потоки реакції якоря проходять послідовно через постійний магніт, що має великий магнітний опір, тому виникають значні потоки розсіювання. Крім того циліндрична форма магніту із радіальним намагніченням є складною не лише у виготовленні, але і при монтуванні на корпусі генератора та принципово зовсім не дозволяє виконувати окремі секції статора.

Найближчим аналогом є індукторний генератор з аксіальним напрямом магнітного потоку [Патент № 101118 UA, МПК Н02К 19/20, Н02К 21/38; опубл. 25.02.2013, бюл. № 4], у якому

магнітопроводи секцій статора виконані тороїдоподібними із стрічкової електротехнічної сталі, розташованої площинами стрічок паралельно площинам пластин феромагнітних елементів кільцевого ротора при проходженні їх через робочий повітряний проміжок. Мінімальний загальний момент магнітного потоку збудження досягається тут за рахунок встановлення парної кількості окремих секцій статора на відстані, що забезпечує силову рівновагу притягувальної дії магнітних полів. Постійні магніти у такому генераторі встановлені різнойменними полюсами між симетричними половинами магнітопроводів кожної секції, тобто кожна секція має свій магніт, який не взаємодіє з іншими секціями. Конструкція такого індукторного аксіального генератора дозволяє використовувати різні форми і типорозміри постійних магнітів. Завдяки мінімальній кількості повітряних проміжків та оптимізованої форми і розмірів магнітопроводів такий генератор можна вважати високоефективним електромеханічним перетворювачем, а збірна конструкція із котушковими обмотками досить проста у виготовленні.

Однак описаний у найближчому аналогу аксіальний індукторний генератор не забезпечує мінімізації постійної складової магнітного потоку збудження, оскільки при виході феромагнітного елементу ротора із міжполюсного проміжку секції статора вся магнітна енергія витрачається на потоки розсіювання, а потоки реакції якоря окремих секцій не взаємодіють узгоджено між собою. Тобто в першу чергу не повністю використовується енергія магнітного матеріалу, оскільки максимальний магнітний потік збудження чергується із постійною складовою, яку тут принципово неможливо зменшити. Отже, половину періоду вся магнітна енергія витрачається лише на непродуктивні потоки розсіювання.

В основу корисної моделі поставлена задача, що полягає у підвищенні ефективності використання енергії магнітного матеріалу та зменшенні постійної складової магнітного потоку в магнітопроводі секції статора при виході з її міжполюсного проміжку феромагнітного елемента ротора і одночасно узгодити дію поздовжньої та поперечної складових магнітних потоків реакції якоря.

Поставлена задача вирішується тим, що, згідно з корисною моделлю, магнітопровід секції статора виконаний біпакетним, виготовленим двома симетричними роздвоєними пакетами із листової, чи, стрічкової електротехнічної сталі, а між цими двома роздвоєними пакетами різнойменними полюсами до кожного з них встановлений постійний магніт. На кожному із роздвоєних пакетів намотана якірна обмотка секції статора. Роздвоєні пакети магнітопроводів різної полярності попарно утворюють робочі міжполюсні проміжки секції статора, розташовані на відстані двох полюсних поділів ротора так, щоб феромагнітні елементи ротора одночасно проходили обидва міжполюсні проміжки секції статора у протифазі. Наприклад, якщо до одного міжполюсного проміжку феромагнітний елемент ротора повністю заходить, то з іншого такий же елемент одночасно повністю виходить.

Технічна суть запропонованого біпакетного індукторного генератора пояснюється кресленням, на якому показані два роздвоєних пакети відповідно 1 і 2 магнітопроводу статора між якими встановлений постійний магніт 3. Постійний магніт може бути підковоподібною форми, або призматичної, за умови виконання довгими суцільних частин кожного з двох пакетів магнітопроводів. Роздвоєні відгалуження кожного з пакетів попарно утворюють два міжполюсні робочі проміжки, розташовані один від одного по дузі на відстані двох полюсних поділів ротора ( $t_c=2\tau$ ). По міжполюсних робочих проміжках рухаються феромагнітні елементи ротора 4, встановлені на його немагнітному корпусі, який утворює по чергову з феромагнітними елементами немагнітні ділянки 5 однакового розміру. На розгалуженнях магнітопроводів намотані якірні обмотки 6. Загальний магнітний потік  $\Phi$  від постійного магніту розділяється на два потоки  $\Phi_1$  і  $\Phi_2$  відповідно через кожне із розгалужень. Згідно з відомим законом Кірхгофа магнітні потоки описуються рівністю:  $\Phi=\Phi_1+\Phi_2$ . Елементи ротора рухаються через міжполюсні робочі проміжки із коловою швидкістю  $\Omega r$ . Кожен феромагнітний елемент 4 і немагнітна ділянка 5 на роторі виконують функції різнойменних полюсів синхронного генератора. Відстань між осевими лініями феромагнітного елемента і немагнітної ділянки становить один полюсний поділ ( $\tau$ ). Відстань між полюсними виступами магнітопроводів статора і елементами ротора є робочим повітряним проміжком ( $\delta$ ).

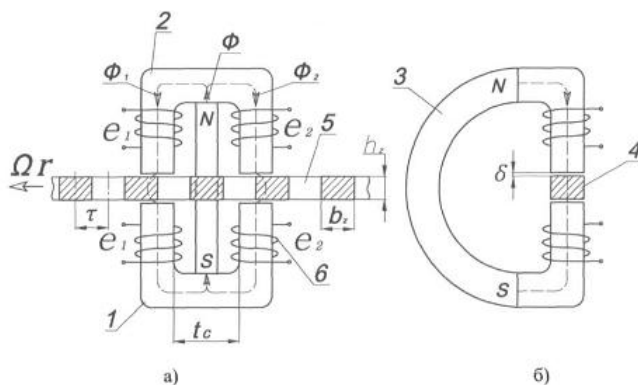
На кресленні зображено фронтальну проекцію розгортки функціональних частин генератора (а): 1 - нижній і 2 - верхній роздвоєні пакети магнітопроводу секції статора, 4 - феромагнітний елемент ротора, 5 - немагнітна ділянка ротора, 6 - якірні обмотки статора,  $\Phi$ ,  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$  - напрями поширення магнітних потоків. профільну проекцію розгортки функціональних частин генератора зображено (б): 3 - постійний магніт,  $\delta$  - робочий повітряний проміжок.

Принцип дії запропонованого генератора полягає в тому, що механічний рух феромагнітних елементів та немагнітних ділянок ротора через міжполюсні робочі проміжки статора викликає періодичну зміну магнітної провідності, а відтак і величини магнітного потоку та

потокозчеплення із якірною обмоткою, у якій індукується ЕРС змінного струму. При цьому сумарний магнітний потік від постійного магніту залишається незмінним, поширюючись по чергово через кожне із розгалужень магнітопроводів. Тобто енергія магнітного матеріалу використовується повністю на відміну від монопакетної конструкції, де це принципово неможливо. Зменшення постійної складової магнітного потоку через міжполюсний проміжок при розташуванні у ньому немагнітної ділянки ротора досягається за рахунок того, що одночасно в іншому міжполюсному проміжку повністю розташовується феромагнітний елемент, через який проходить весь магнітний потік, а потік розсіювання через немагнітну ділянку при цьому шунтується, набуваючи практично нульового значення. Оскільки у двох робочих міжполюсних проміжках відбуваються одночасно дзеркально протилежні рухи, то і напрями потоків реакції якоря узгоджуються за напрямом. Так при входженні одного феромагнітного елемента у перший міжполюсний проміжок магнітний потік через нього зростає і в його якірній обмотці індукується ЕРС та протікає струм який згідно з правилом Ленца має такий напрям, що протидіє цьому зростанню, ослабляючи магнітну силу втягування. Одночасно з іншого робочого міжполюсного проміжку інший феромагнітний елемент виходить, зменшуючи там магнітний потік та індукуючи при цьому в якірній обмотці ЕРС і струм навантаження такого напрямку, що протидіє зменшенню магнітного потоку, збільшуючи силу утримання феромагнітного елемента в робочому проміжку, тобто виникає гальмівний електромагнітний момент. Оскільки магнітний потік від постійного магніту незмінний за напрямом, то напрями потоків реакції якоря узгоджені та проходять через нерозгалужені ділянки магнітопроводу паралельно відносно постійного магніту. Отже можна стверджувати, що запропонована конструкція дозволяє теоретично удвічі підвищити ефективність використання енергії магнітного матеріалу та зменшити постійну складову магнітного потоку збудження за рахунок шунтування, а також узгодити напрями потоків реакції якоря.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Індукторний біпакетний генератор, що складається із немагнітного корпусу ротора, на якому встановлені феромагнітні полюсні елементи, а магнітопроводи секцій статора виконані із стрічкової або листової електротехнічної сталі, який **відрізняється** тим, що магнітопровід кожної секції статора виконаний у вигляді двох симетричних роздвоєних пакетів, між нерозгалуженими частинами яких різнойменними полюсами встановлений постійний магніт, а розгалужені частини попарно утворюють робочі міжполюсні проміжки, розташовані один від одного на відстані двох полюсних поділів ротора, щоб його феромагнітні елементи одночасно знаходились у протифазі.



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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