



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 113211

(13) C2

(51) МПК

H02K 35/06 (2006.01)

H02K 3/46 (2006.01)

H02K 3/48 (2006.01)

H02K 16/02 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД****(21)** Номер заявки: **а 2014 13484****(22)** Дата подання заявки: **15.12.2014****(24)** Дата, з якої є чинними
права на винахід: **26.12.2016****(41)** Публікація відомостей
про заявку: **25.11.2015, Бюл.№ 22****(46)** Публікація відомостей
про видачу патенту: **26.12.2016, Бюл.№ 24****(72)** Винахідник(и):**Панченко Віктор Іванович (UA),
Федоров Сергій Іванович (UA)****(73)** Власник(и):**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ
ЗАКЛАД "НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ
УНІВЕРСИТЕТ",****пр. К. Маркса, 19, м. Дніпропетровськ, 49000
(UA)****(56)** Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

LV 13822 B, 20.01.2009

LV 14023 B, 20.01.2010

SU 283379 A1, 11.12.1970

SU 924798 A1, 30.04.1982

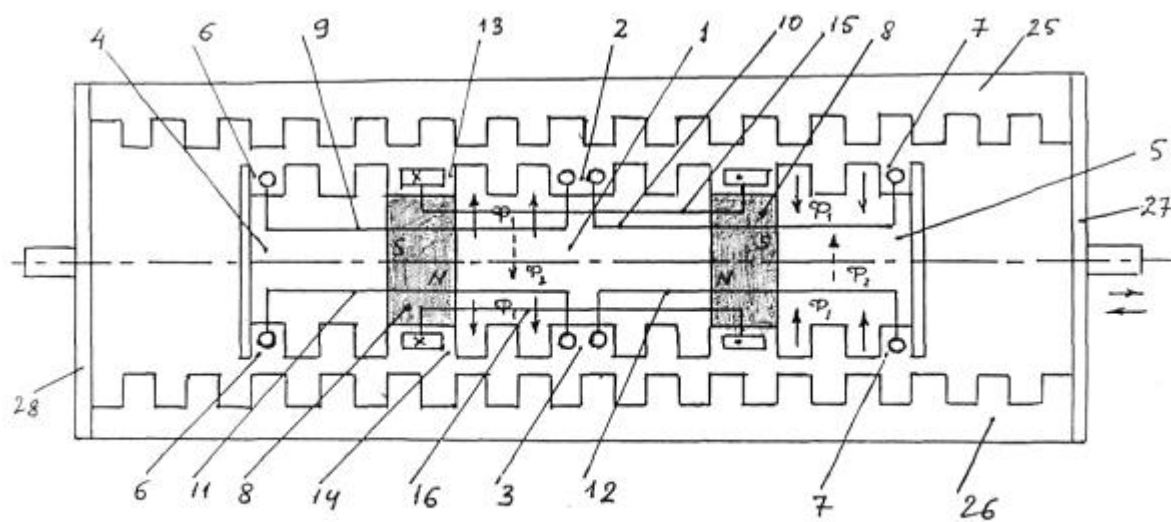
WO 2007101876 A1, 13.09.2007

GB 2475995 A, 08.06.2011

(54) ЛІНІЙНИЙ ІНДУКТОРНИЙ ГЕНЕРАТОР (ВАРІАНТИ)**(57)** Реферат:

Винахід належить до галузі електротехніки, а саме до лінійних електричних машин, і може бути використаний як генератор змінного струму при перетворенні енергії механічних коливань в електричну енергію. Лінійний індукторний електричний генератор має у своєму складі статор з окремих шихтованих поздовжніх пакетів-полюсів, розділених між собою постійними магнітами, намагніченими уздовж статора і взаємно зустрічно, кожний з пакетів з обох сторін статора по товщині розділено пазами на два півполюси, які, у свою чергу, виконані зубчастими, а у пази з обох сторін статора вкладено котушки обмоток змінного струму, причому рухомий елемент генератора виконано зубчастим в складі двох частин, які охоплюють статор з обох боків. Технічним результатом, що досягається даним винаходом, є збільшення частоти і амплітуди вихідної напруги з можливістю регулювання її розміру.

UA 113211 C2



Фиг. 1

Винахід належить до галузі електротехніки, а саме до лінійних електричних машин, і може бути використаний як генератор при перетворенні енергії механічних коливань в електричну енергію змінного струму.

Відома трифазна індукторна електрична машина [Штурман Г.И., Левин Н.Н. Многофазные индукторные машины в дуговых и плоских исполнениях / Бесконтактные электрические машины, вып. III. - Рига: Зинатне, 1963. - С. 183-197, рис. 1] в складі зубчастого безобмоткового ротора та статора із зубчастим шихтованим магнітопроводом, поділеним пазами на окремі півполюси, кожний по довжині з кількома зубцями. У пази по колу, по чергово вкладено котушки обмоток збудження та змінного струму, причому кожна з котушок (крім двох крайніх котушок обмотки збудження) охоплює два суміжні півполюси. Обмотку збудження приєднано до джерела постійного струму.

Недоліками вказаної електричної машини є складна конструкція статора та відносно низький коефіцієнт корисної дії із-за втрат потужності в обмотці збудження.

Найбільш близькою за технічною суттю до пропонованого винаходу є обертова електрична машина [UK Patent GB, № 2475995. An electrical machine, 01.02.2012] в складі зубчастого безобмоткового ротора та циліндричного статора з магнітопроводом з окремих сегментів, розділених пазами кожний на два півполюси, та обмоткою змінного струму у вказаних пазах. Між сусідніми сегментами розміщено постійні магніти, намагнічені у тангенціальному напрямку і взаємно зустрічно. Котушки обмотки змінного струму виконано такими, що кожна з них охоплює відповідний постійний магніт.

Недоліками зазначеної машини є неможливість регулювання вихідної напруги в режимі генератора та значні за розміром потоки розсіяння магнітів із зовнішньої сторони статора.

В основу винаходу поставлено задачу по удосконаленню відомої електричної машини, в якій шляхом введення нових елементів та зміною конструкції відомих забезпечується зменшення негативної дії потоків розсіювання постійних магнітів, а також можливість регулювання вихідної напруги, що дозволить підвищити ефективність роботи електричної машини як лінійного генератора змінного струму.

Поставлена задача за першим варіантом вирішується тим, що у відомій електричній машині в складі плоских зубчастого безобмоткового ротора (рухомого елемента) 25 та статора з магнітопроводом з шихтованих поздовжніх пакета-полюса 1, розділеного по довжині пазом 2 на два півполюси, і двох однакових півпакетів-півполюсів 4, 5 з пазами 7 на їх краях, з постійними магнітами 8 між сусідніми півполюсами, намагніченими уздовж статора і взаємно зустрічно, та з обмоткою змінного струму з двох котушок 9, 10, вкладених в пази 2, 7 таким чином, що кожна з них охоплює відповідний магніт, згідно з винаходом, магнітопровід статора виконано двостороннім по товщині і оснащено з протилежної сторони другою обмоткою змінного струму з двох котушок 11, 12, причому кожний з півпакетів по його довжині і з обох боків статора виконано зубчастим; введено намагнічувальну обмотку з двох котушок 15, 16, які вкладено у допоміжні пази 13, 14, виконані у статорі з обох торців постійних магнітів, а ротор оснащено другою половиною 26, розміщеною з протилежного боку статора.

За другим варіантом поставлена задача вирішується тим, що у відомій електричній машині в складі плоских зубчастого безобмоткового ротора (рухомого елемента) 25 та статора з магнітопроводом із шихтованих поздовжніх пакета-полюса 1, розділеного по довжині пазами 2 на два півполюси, і двох однакових півпакетів-півполюсів 4, 5 з пазами 7 на їх краях, з постійними магнітами 8, намагніченими уздовж статора взаємно зустрічно і розташованими між сусідніми півполюсами, та з обмоткою змінного струму з окремих котушок, вкладених в пази, згідно з винаходом, магнітопровід статора виконано двостороннім по товщині і оснащено з протилежної сторони другою обмоткою змінного струму, причому першу та другу обмотки виконано кожен із чотирьох однакових малих котушок 17-20 і 21-24 з можливістю охоплення ними відповідних півполюсів і з розміщенням половини сторін цих котушок у допоміжних пазах 13, 14, виконаних з обох торців постійних магнітів; малі котушки півполюсів з однаковою полярністю по збудженню окремо кожної із сторін статора сполучено між собою послідовно узгоджено в пари, які, в свою чергу, з'єднано за двома мостовими схемами, причому у діагонально протилежні плечі цих схем ввімкнено малі котушки, розташовані співвісно на протилежних сторонах статора; кожний з півпакетів по його довжині з обох боків статора виконано зубчастим, а ротор оснащено другою половиною 26, розміщеною з протилежного боку статора.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 зображено лінійний генератор за першим варіантом (вигляд збоку), на фіг. 2 - таке ж - за другим варіантом, на фіг. 3 наведені електричні схеми з'єднання малих котушок за другим варіантом.

Лінійний індукторний генератор в однофазному виконанні містить статор з магнітопроводом у вигляді сукупності поздовжнього пакета-полюса 1, розділеного пазами 2, 3 шириною b_n з обох

сторін статора по його товщині на два півполюси, та двох однакових півпакетів-півполюсів 4, 5 з пазами 6, 7 на їх краях, які складають разом (в електромагнітному відношенні) один пакет-поліус (фіг. 1, 2). Пакет 1 і півпакети 4, 5 виконані, як варіант, з ізолюваних пластин електротехнічної сталі, шихтованих у вертикальній площині, і на довжині кожного з півпакетів з обох сторін статора виконані зубчастими із зубцевою поділкою $t_z=b_n$, причому кількість зубців на кожному півпакеті прийнято не меншою двох. Між пакетом 1 та півпакетами 4, 5 розміщено постійні магніти 8, намагнічені в осьовому (по довжині статора) напрямку і взаємно зустрічно.

За першим варіантом у середні по довжині статора пази 2, 3 та у крайні - 6, 7 вкрито сторони котушок 9 і 10 першої обмотки та сторони котушок 11, 12 другої обмотки змінного струму, таким чином, що кожна з цих котушок охоплює відповідний магніт та півполіус, що примикають до нього. Між пакетом 1 та півпакетами 4, 5 з торців постійних магнітів 8 з обох боків статора по його товщині виконано допоміжні пази 13 і 14 шириною b_n , в яких розміщено сторони двох котушок 15 і 16 намагнічувальної обмотки. Вказані котушки з'єднані між собою і разом ввімкнені до джерела регульованого постійного струму (на фіг. не показано).

За другим варіантом першу і другу обмотки змінного струму виконано кожною із чотирьох однакових (малих) котушок 17, 18, 19, 20 і, відповідно, 21, 22, 23, 24, причому перші сторони цих котушок розміщено у середніх 2, 3 і у крайніх 6, 7 пазах магнітопроводу статора, другі сторони - у допоміжних пазах 13, 14 шириною b_n , виконаних у статорі з обох торців постійних магнітів (фіг. 2). Початки і кінці (перші та другі сторони) малих котушок на фіг. 2, 3 позначено: p_2-k_2 , p_3-k_3 , p_6-k_6 і p_7-k_7 для однієї полярності півполюсів по збудженню і: p_1-k_1 , p_4-k_4 , p_5-k_5 і p_8-k_8 - для протилежної. Малі котушки півполюсів з однакою полярністю по збудженню окремо кожної із сторін статора сполучено між собою послідовно узгоджено в пари (18, 19), (23, 22) (фіг. 3, а) і (17, 20), (24, 21) (фіг. 3, б). Останні з'єднано між собою за двома мостовими схемами (фіг. 3, а, б), причому у діагональні протилежні плечі цих схем ввімкнено малі котушки, розташовані співвісно на протилежних сторонах статора. Одну з діагоналей (а-б) мостових схем приєднано до джерела регульованого постійного струму, іншу - (с-д) - до зовнішніх виводів генератора (на фіг. не показано).

Ротор генератора, який має можливість рухатись у поздовжньому напрямку, за обома варіантами виконано зубчастим з двох однакових частин 25 і 26 з ізолюваних пластин електротехнічної сталі із співвісними зубцями та пазами на сторонах, обернених в бік статора і сполучених між собою з торців пластинами 27 і 28 (фіг. 1, 2). Зубцева поділка ротора відповідає зубцевій поділці статора. Обидві частини ротора розташовані зовні статора з відповідними повітряними проміжками.

Пропонований лінійний індукторний генератор працює таким чином. Постійні магніти 8 створюють магнітні потоки збудження Φ_1 , напрям яких показано на фіг. 1, 2 суцільними лініями зі стрілками для моменту часу, коли під правими відносно ближніх постійних магнітів півполюсами співпадають зубці статора і ротора і тому магнітні потоки у вказаних півполюсах будуть максимальними. Ці потоки пронизують котушки 9-12 (за першим варіантом), або малі котушки 18, 20, 22, 24 (за другим варіантом) обох обмоток змінного струму. Після зміщення ротора відносно статора на одну зубцеву поділку вже будуть співпадати зубці статора та пази ротора, що зробить магнітний потік цих півполюсів мінімальним. Одночасно будуть співпадати зубці статора і ротора на протязі лівих відносно ближніх постійних магнітів півполюсів, що зробить магнітні потоки в них максимальними, але зворотними за напрямом відносно попереднього випадку. Вказані потоки будуть пронизувати котушки 9-12 (за першим варіантом), або малі котушки 17, 19, 21, 23 (за другим варіантом). Зміна в часі вказаних магнітних потоків при коливанні ротора відносно статора викличе появу в котушках 9-12 або в малих котушках 17-24 змінної електроорушійної сили (ЕРС). Частота ЕРС буде прямо пропорційною кількості зубців ротора на проміжку відповідному довжині полюса статора.

При живленні котушок 15 і 16 намагнічувальної обмотки (перший варіант) постійним струмом (напрямок струму в котушках на фіг. 1 показано умовними значками) створюється магнітний потік Φ_2 , який для стану, показаного на фіг. 1 проходить через праві відносно ближніх магнітів півполіуси і відповідні зубці ротора (напрямок потоку Φ_2 на фіг. 1, 2 показано пунктирними лініями зі стрілками). При цьому, у верхніх частинах півполюсів сумарний магнітний потік збудження буде $\Phi_b=\Phi_1-\Phi_2$, у нижніх - $\Phi_n=\Phi_1+\Phi_2$. При відсутності магнітного насичення зубців статора і ротора маємо $\Phi_b+\Phi_n=2\Phi_1$ і ЕРС обмоток змінного струму залишиться незмінною. При збільшенні струму в котушках 15 і 16 відносно попереднього значення настає насичення зубців, що приведе одночасно зі зменшенням Φ_b до значно меншого зростання Φ_n і, як наслідок, до зменшення ЕРС обмоток. Після зміщення ротора відносно вказаного вище положення на половину зубцевої поділки така ж ситуація з магнітними потоками Φ_1 і Φ_2 буде спостерігатися у

лівих відносно ближніх постійних магнітів півполюсах, а в проміжних положеннях ротора - у всіх півполюсах.

При живленні мостових схем (другий варіант) постійним струмом, полярністю, вказаною на фіг. 3, малі котушки (напряму струму в котушках на фіг. 3 вказано пунктирними лініями зі стрілками) створюють магнітні потоки Φ_2 , які будуть взаємодіяти з потоками збудження Φ_1 (фіг. 2) аналогічно першому варіанту.

На фіг. 3 суцільними лініями зі стрілками умовно показано напрями змінного струму в малих котушках обмоток статора в режимі навантаження генератора.

Виконання магнітопроводу статора двостороннім по товщині та безобмоткового ротора з двох частин дозволить використати потоки розсіяння постійних магнітів для збільшення амплітуди ЕРС обмоток змінного струму.

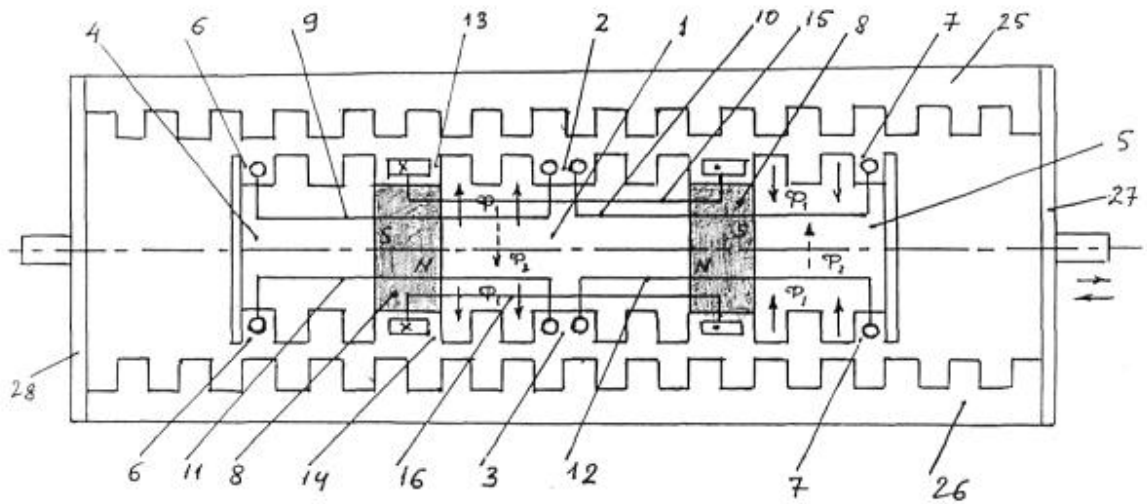
Впровадження зубців на кожному з півполюсів магнітопроводу статора приведе при заданій амплітуді коливань ротора відносно статора до збільшення частоти і амплітуди ЕРС обмоток змінного струму.

Введення та розміщення намагнічувальної обмотки у допоміжних пазах, виконаних у статорі з торців постійних магнітів, та живлення її від керованого джерела постійного струму забезпечить регулювання амплітуди ЕРС генератора. Такий же результат досягається виконанням кожної з обмоток змінного струму з чотирьох малих котушок, розміщених в пазах між півполюсами та у виконаних з торців постійних магнітів, сполученням цих котушок за мостовими схемами та приєднанням діагоналей цих схем до керованого джерела постійного струму.

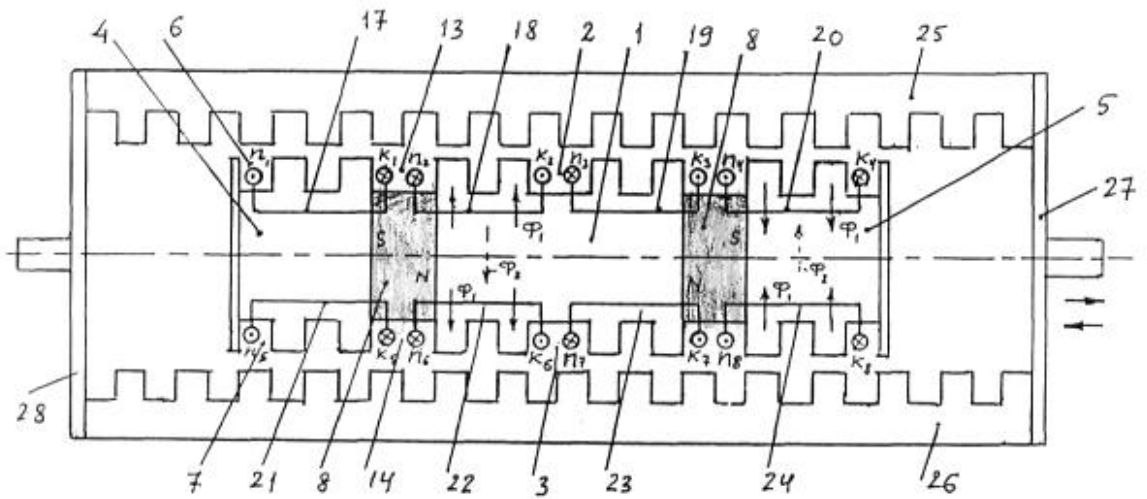
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Лінійний індукторний генератор, що включає плоский зубчастий безобмотковий ротор, статор з магнітопроводом із шихтованих повздовжніх пакета-полюса, розділеного пазом по довжині на два півполюси, і двох однакових півпакетів-півполюсів з пазами на їх краях, постійними магнітами між сусідніми півполюсами, намагніченими уздовж статора і взаємно зустрічно, та обмоткою змінного струму з двох котушок, вкладених в пази таким чином, що кожна з них охоплює відповідний магніт, який **відрізняється** тим, що ротор виконано з двох однакових частин, розташованих зовні статора, а магнітопровід статора виконано двостороннім по товщині і оснащено з протилежної сторони другою обмоткою змінного струму з двох котушок, причому кожний з півпакетів з обох сторін статора виконано зубчастим, додатково введено намагнічувальну обмотку з двох котушок, які вкладено у допоміжні пази, виконані з обох торців постійних магнітів.

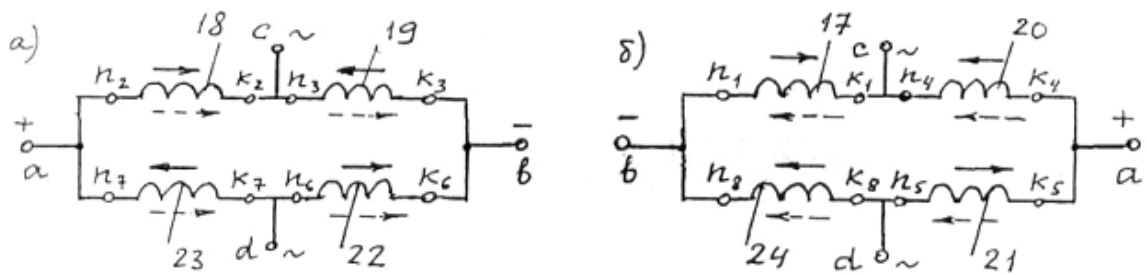
2. Лінійний індукторний генератор, що включає плоский зубчастий безобмотковий ротор, статор з магнітопроводом із повздовжніх шихтованих пакета-полюса, розділеного пазом по довжині на два півполюси, і двох однакових півпакетів-півполюсів з пазами на їх краях, постійними магнітами між сусідніми півполюсами, намагніченими уздовж статора і взаємно зустрічно, та обмоткою змінного струму з окремих котушок, вкладених в пази, який **відрізняється** тим, що ротор виконано з двох однакових частин, розташованих зовні статора, а магнітопровід статора виконано двостороннім по товщині і оснащено з протилежної сторони другою обмоткою змінного струму, причому першу та другу обмотки виконано кожну з чотирьох однакових малих котушок з можливістю охоплення ними відповідних півполюсів і з розміщенням половини сторін цих котушок у допоміжних пазах, виконаних з обох торців постійних магнітів, де малі котушки півполюсів з однаковою полярністю по збудженню окремо кожної із сторін статора сполучено між собою послідовно узгоджено в пари, які, у свою чергу, з'єднано за двома мостовими схемами, причому у діагонально протилежні плечі цих схем ввімкнено малі котушки, розташовані співвісно на протилежних по товщині сторонах статора, причому кожний з півпакетів з обох сторін статора виконано зубчастим.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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