



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84304 (13) C2
(51) МПК (2006)
H02K 31/00
H02K 57/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ЕЛЕКТРОМАШИНА (ВАРІАНТИ)

1

(21) а200606117

(22) 02.06.2006

(24) 10.10.2008

(46) 10.10.2008, Бюл.№ 19, 2008 р.

(72) ХАРЧЕНКО ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, UA,
ХАРЧЕНКО ОЛЕГ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, ХАР-
ЧЕНКО ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA(73) ХАРЧЕНКО ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, UA,
ХАРЧЕНКО ОЛЕГ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, ХАР-
ЧЕНКО ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA

(56) SU 106940, 09.03.1955

SU 103942, 28.09.1955

SU 104134, 06.10.1955

SU 481966, 31.10.1975

UA 72797, 15.04.2004

SU 463198, 08.07.1975

(57) 1. Електромашина, яка має розташований в корпусі зубчатий статор з обмоткою, джерело магнітного потоку збудження у вигляді котушки, розташоване між пакетами статора коаксіально валу, та зафіксований на валу зубчатий ротор, яка **відрізняється** тим, що пакети статора виконані щонайменше з двома радіальними виступами, симетрично розташованими на їх зовнішній поверхні, причому пакети статора оснащені щонайменше однією кільцевою обмоткою, яка охоплює осердя кожного пакета і яка складається із активної та пасивної частин, при цьому активна частина обмотки розташована у внутрішніх пазах пакетів статора і має можливість взаємодіяти з магнітним потоком джерела збудження, а пасивна її частина розташована на зовнішній поверхні пакетів у проміжках між радіальними виступами, причому зубчатий ротор виконаний однопакетним, а його зубці рівномірно розташовані по колу на його зовнішній поверхні в аксіальному напрямку.

2. Електромашина за п.1, яка **відрізняється** тим, що ротор має зовнішню та внутрішню частини, які виготовлені переважно із різного за магнітними властивостями матеріалу.

3. Електромашина за п.2, яка **відрізняється** тим, що зовнішня зубчата частина ротора виконана суцільною у вигляді окремого зубчатого циліндра або розбірною, яка має окремі опуклі зубчаті пластини, причому зовнішня зубчата частина ротора виготовлена з магнітного матеріалу, наприклад, із ряду феритів.

2

4. Електромашина за п.3, яка **відрізняється** тим, що зовнішня зубчата частина ротора, тобто зубчатий циліндр та опуклі зубчаті пластини, нерухомо зафіксовані до його внутрішньої частини переважно на периферійних своїх краях здебільшого за допомогою кілець або шляхом приклеювання.

5. Електромашина, яка має розташований в корпусі зубчатий статор з обмоткою, джерело магнітного потоку збудження у вигляді котушки, розташоване коаксіально валу, та зафіксований на валу зубчатий ротор, яка **відрізняється** тим, що обладнана щонайменше одним зубчатим пакетом статора, причому пакет статора виконаний щонайменше з двома радіальними виступами, симетрично розташованими на його зовнішній поверхні, при цьому пакет статора оснащений щонайменше однією кільцевою обмоткою, яка охоплює його осердя і яка складається із активної та пасивної частин, при цьому активна частина обмотки розташована у внутрішніх пазах пакета статора і має можливість взаємодіяти з магнітним потоком джерела збудження, а пасивна її частина розташована на зовнішній поверхні пакета у проміжках між радіальними виступами, причому джерело магнітного потоку збудження додатково оснащено щонайменше двома явновираженими феромагнітними полюсами, на яких розташовані його котушки, при цьому явновиражені полюси розташовані коаксіально валу та співвісно щонайменше до одного пакета статора, принаймні з однієї його сторони, і рівномірно прикріплені по колу до внутрішньої поверхні корпусу переважно болтами, причому зубчатий ротор виконаний однопакетним, а його зубці рівномірно розташовані по колу на його зовнішній поверхні в аксіальному напрямку.

6. Електромашина за п.5, яка **відрізняється** тим, що явновиражені полюси джерела магнітного потоку збудження додатково оснащені феромагнітним ярмом.

7. Електромашина за п.5, яка **відрізняється** тим, що зовнішня зубчата частина ротора виконана із рівномірно розташованих і нерухомо зафіксованих по колу на його зовнішній частині аксіальних стрижнів або шихтованих пакетів, які виготовлені з магнітного матеріалу, причому внутрішня частина ротора виготовлена переважно з немагнітного матеріалу і нерухомо зафіксована на валу.

(13) C2

(11) 84304

(19) UA

8. Електромашина за п.7, яка **відрізняється** тим, що аксіальні стрижні або шихтовані пакети розташовані на зовнішній частині ротора один від одного на віддалі щонайменше подвійної товщини немагнітної щілини між їх зовнішньою поверхнею та внутрішньою поверхнею пакета статора.

9. Електромашина за пп.1 або 5, яка **відрізняється** тим, що джерело її магнітного потоку збудження виконано щонайменше з двох обмоток.

10. Електромашина за пп.1 або 5, яка **відрізняється** тим, що як джерело магнітного потоку збудження використано щонайменше один постійний магніт.

11. Електромашина за пп.1 або 5, яка **відрізняється** тим, що статор оснащений щонайменше двома обмотками на різну за величиною напругу.

12. Електромашина за будь-яким з пп.1-11, яка **відрізняється** тим, що зубці ротора виконані скошеними відносно осі вала.

13. Електромашина за будь-яким з пп.1-12, яка **відрізняється** тим, що станина корпусу виконана з магнітного матеріалу.

14. Електромашина за будь-яким з пп.1-13, яка **відрізняється** тим, що зовнішня поверхня пакетів статора оснащена пазами під обмотку.

Винахід відноситься до області електротехніки, зокрема до електричних машин постійного та змінного струму, і може бути широко застосованим в якості прецизійних тахогенераторів та в якості джерела енергопостачання для транспортних та авіаційних засобів, а також в якості загальнопромислового безконтактного регульованої електромашиною постійного та змінного струму в металургійній, хімічній та інших галузях промисловості і, в тому числі, в побутових електроприладах.

Відома електромашина, яка має статор, виконаний у вигляді зовнішнього магнітопровідного циліндра з розташованими на ньому першою та другою зубчастими системами пакетів, зубці котрих містять багатофазні зубцеві обмотки у вигляді котушок, нерухоме джерело магнітного потоку збудження у вигляді котушки, зубцевий ротор, виконаний у вигляді двох полюсних систем з окремими пакетами, розвернутими по колу один відносно другого і розташованими на внутрішньому магнітопровідному циліндрі, який нерухомо зафіксований на валу [LV №10823, 6H02K19/20, 1995р.].

Недоліком відомої електромашини є те, що вона не здатна розвинути обертовий момент в режимі двигуна, а в режимі генератора відповідно не здатна індукувати постійну електрорушійну силу (Е.Р.С.) в зубцевих котушках обмотки статора і, за рахунок цього, має обмежену область використання.

В якості прототипу до електромашини, що заявляється, обрана відома електромашина [SU №463198, 2H02K19/20, 1995р.], яка має розташований в корпусі зубчастий стрижневий двопакетний статор, джерело магнітного потоку збудження у вигляді котушки, яке розташоване між пакетами статора коаксіально валу, котушки обмотки статора, які розташовані на зубцях пакетів статора та зафіксований на валу двопакетний зубчастий феромагнітний ротор, один з пакетів якого має зсув відносно другого пакету на половину зубцевої поділки ротора.

Головний недолік прототипу полягає в тому, що він також не здатний розвинути обертовий момент в режимі двигуна, а в режимі генератора відповідно не здатний індукувати постійну Е.Р.С. в зубцевих котушках своєї обмотки статора і, за рахунок цього, має обмежену область використання.

Отже, розглянемо ті основні причини, які перешкоджають роботі відомого прототипу в режимі

двигуна розвивати необхідний обертовий момент при живленні його від мереж різного струму. По-перше, при живленні його зубцевих обмоток статора змінним струмом, в режимі синхронного двигуна, він не здатний самостійно розвинути початковий обертовий момент внаслідок того, що синхронна швидкість обертання магнітного поля обмотки статора дорівнює $n=3000 \text{ об./хв. або } 50 \text{ об./сек.}$ З такою високою швидкістю обертове магнітне поле обмотки статора буде обертатися навколо нерухомого ротора. Сили взаємодії між полюсами обертвого поля обмотки статора та полюсами ротора будуть направлені по чергові то в одну, то в другу сторону і через це, ротор, який має визначену масу, а відповідно, і інерцію, не може зрушити з місця і розвинути необхідний момент та швидкість. По-друге, при живленні його постійним струмом він може перебувати в двох незвичних режимах, а саме: невизначеному та постійного магніту. Невизначений режим полягає в тому, що при цьому режимі ротор не має чітко визначеного напрямку обертання у тому випадку, коли створені два постійні магнітні потоки, від джерела магнітного потоку збудження та від зубцевих котушок обмотки статора, направлені назустріч один одному по його активним частинам. Режим постійного магніту виникає у прототипі у тому випадку, коли створені два вище зазначені постійні магнітні потоки направлені узгоджено в одну сторону по його активним частинам. Отже, внаслідок того, що зубчастий двопакетний ротор своїми зубцями періодично в часі змінює по амплітуді постійний магнітний потік збудження в зубцевих котушках обмотки статора то, відповідно, у них неможливо індукувати постійну Е.Р.С. і, отже, цей відомий прототип використовують в промисловості переважно тільки в режимі генератора для індуквання високочастотної змінної Е.Р.С.

Таким чином, відомий прототип, при даній своїй електромагнітній схемі, не здатний ефективно працювати як в режимі двигуна, так і в режимі генератора для індуквання, в першу чергу, постійної Е.Р.С. і, внаслідок цього, має обмежену область використання в промисловості.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення відомої електромашини шляхом модифікації конструкції її статора та ротора, що дозволить забезпечити видозмінений електромашиною розвинути самостійно обертовий момент в режимі

двигуна, а в режимі генератора індукувати постійну Е.Р.С. в обмотці статора і, за рахунок цього, значно розширити область її використання в промисловості.

Поставлена задача вирішується тим, що в електромашині, яка має розташований в корпусі зубчатий статор з обмоткою, джерело магнітного потоку збудження у вигляді котушки, розташоване між пакетами статора коаксіально валу, та зафіксований на валу зубчатий ротор, згідно з винаходом, пакети статора виконані щонайменше з двома радіальними виступами, симетрично розташованими на їх зовнішній поверхні, причому пакети статора оснащені щонайменше однією кільцевою обмоткою, яка охоплює осердя кожного пакета і яка складається із активної та пасивної частин, при цьому активна частина обмотки розташована у внутрішніх пазах пакетів статора і ця частина обмотки має можливість взаємодіяти з магнітним потоком джерела збудження, а пасивна її частина розташована на зовнішній поверхні пакетів у проміжках між радіальними виступами, причому зубчатий ротор виконаний однопакетним, а його зубці рівномірно розташовані по колу на його зовнішній поверхні в аксіальному напрямку.

Завдяки оснащення пакетів статора кільцевою обмоткою та виконання зубчатого ротора однопакетним з зубцями направленими на його зовнішній поверхні в аксіальному напрямку запропоноване технічне рішення веде до очікуваного технічного результату за рахунок того, що внаслідок запропонованих конструктивних змін змінилася електромагнітна схема електромашини і, внаслідок цього, одночасно змінився в ній і характер електромагнітної взаємодії магнітного потоку збудження з провідниками кільцевої обмотки статора, внаслідок чого характер електромагнітної взаємодії став тепер уніполярним і він підпадає під формулювання закону електромагнітної індукції, запропонованому М.Фарадеєм, а саме:

$$E = B \cdot l \cdot v \quad (1)$$

де Е - індукована Е.Р.С. в провідниках обмотки статора;

В - магнітна індукція джерела магнітного потоку збудження;

l - сумарна активна довжина всіх провідників обмотки статора;

v - швидкість переміщення магнітного потоку збудження зубцями ротора відносно нерухомих провідників обмотки статора.

Таким чином, в запропонованій електромашині створені всі фізичні і технічні умови для індукування в її нерухомій обмотці статора постійної Е.Р.С. в режимі роботи її генератором завдяки тому, що уніполярний характер електромагнітної взаємодії передбачає безперервну в часі взаємодію кожного провідника обмотки статора з постійним однополярним магнітним потоком збудження. Крім того, запропоновані технічні рішення в запропонованій електромашині, під час її роботи в режимі двигуна, уже тепер не дозволяють виникнути у ній двох незвичних режимів, які мали місце в прототипу, а саме: невизначеного та постійного магніту через те, що магнітний потік джерела збудження тепер взаємодіє із несучими струм провідниками обмот-

ки статора і, внаслідок цієї взаємодії, виникає електромагнітна сила F, яка має чітко визначений напрям дії в просторі і визначається за виразом, $F = B \cdot l \cdot i$ (2)

де В - магнітна індукція джерела магнітного потоку збудження;

l - сумарна активна довжина всіх провідників обмотки статора;

i - величина струму в провідниках обмотки статора

і, внаслідок якої, ротор має тепер чітко визначений напрямок обертання в ту або іншу сторону, який визначається відомим із електротехніки правилом «лівої руки». Головне призначення зубців на однопакетному роторі полягає в тому, щоб створити мінімальний магнітний опір для проходження по ним магнітного потоку збудження разом з своїми силовими лініями в аксіальному напрямку від одного пакету статора до іншого, а також примусити цей магнітний потік рухатися разом з ними в ту або іншу сторону у внутрішньому просторі пакетів статора за рахунок природної неперервності в просторі зазначених силових ліній магнітного потоку збудження.

Отже, внаслідок конструктивної модифікації в запропонованій електромашині створений уніполярний характер електромагнітної взаємодії між магнітним потоком збудження і нерухомими провідниками її обмотки статора, який дозволяє їй ефективно працювати як в режимі двигуна так і в режимі генератора, в першу чергу, постійного струму і, за рахунок цього, значно розширити область її використання в різних галузях промисловості.

Інший варіант виконання електромашини характеризується ознаками п.5 формули винаходу. Згідно з яким електромашини має щонайменше один пакет статора з кільцевою обмоткою, а співвісне йому джерело магнітного по і оку збудження додатково оснащене феромагнітними полюсами, причому зубчатий ротор виконаний однопакетним.

Інші уточнюючі форми виконання відповідних винаходів рішень наведені у додаткових пунктах формули винаходу.

Крім того, згідно з першим варіантом виконання електромашини, ротор може бути виготовленим з зовнішньої та внутрішньої частини, які виготовлені щонайменше із різного матеріалу.

Можливе виконання зовнішньої зубчастої частини ротора суцільною у вигляді окремого зубчатого циліндра або розбірною, яка має окремі опуклі зубчаті пластини, причому зовнішня зубчата частина ротора виготовлена з магнітного матеріалу, наприклад, із ряду феритів.

Можливе виконання зовнішньої зубчастої частини ротора, при якому зубчатий циліндр та опуклі зубчаті пластини нерухомо зафіксовані до його внутрішньої частини переважно на периферійних своїх кінцях здебільшого за допомогою кілець або шляхом приклеювання.

Крім того, згідно з другим варіантом виконання електромашини, можливе додаткове оснащення явновиражених полюсів джерела магнітного потоку збудження феромагнітним ярмом.

Можливе виконання зовнішньої зубчастої частини ротора із рівномірно розташованих і нерухо-

мо зафіксованих по колу на його зовнішній частині аксіальних стрижнів або шихтованих пакетів, які виготовлені з магнітного матеріалу, причому внутрішня частина ротора виготовлена переважно з немагнітного матеріалу і нерухомо зафіксована на валу.

Можливе виконання ротора, при якому аксіальні стрижні або шихтовані пакети розташовані на його зовнішній частині один від одного на віддалі щонайменше подвійної товщини немагнітної щільності між їх зовнішньою поверхнею та внутрішньою поверхнею пакета статора.

Крім того, згідно з винаходом, можливі і інші технічні рішення по удосконаленню заявлених електромашин.

Можливе виконання електромашин, у яких джерело магнітного потоку збудження виконане щонайменше з двох обмоток.

Можливе виконання електромашин, у яких як джерело магнітного потоку збудження використано щонайменше один постійний магніт.

Можливе виконання статора електромашин щонайменше з двома обмотками на різну за величиною напругу.

Можливе виконання ротора електромашин із скошеними зубцями відносно осі вала.

Можливе виконання станини корпусу електромашин з магнітного матеріалу

Можливе виконання пакетів статора електромашин, коли зовнішня їх поверхня оснащена пазами під обмотку.

Нижче суть заявлених винаходів докладніше пояснюється з використанням прикладів виконання, представлених на ілюстраціях 1-8 на яких схематично зображено:

на Фіг.1 зображена запропонована електромашина по першому варіанту виконання (загальний вигляд, поздовжній розріз);

на Фіг.2 - частковий поперечний переріз по площині А-А електромашини зображеної на Фіг.1;

на Фіг.3 - загальний вигляд зубчатого ротора електромашини зображеної на Фіг.1 (частковий поздовжній розріз);

на Фіг.4 - поперечний переріз ротора на Фіг.3 по площині А-А, у якого зовнішня його частина виконана по формі у вигляді суцільного зубчатого циліндра;

на Фіг.5 - поперечний переріз ротора по площині Б-Б, у якого зовнішня його частина виконана розбірною і набрана, наприклад, з трьох окремих однакових опуклих зубчастих пластин;

на Фіг.6 - другий варіант виконання електромашини по Фіг.1 (загальний вигляд, поздовжній розріз);

на Фіг.7 - поперечний переріз електромашини на Фіг.6 по площині А-А (частковий поперечний переріз з поглядом на джерело збудження);

на Фіг.8 - вид збоку на ротор електромашини виконаної по Фіг.6, у якого зубці виконані у вигляді аксіальних стрижнів;

на Фіг.9 - вид збоку на ротор електромашини виконаної по Фіг.6, у якого зубці виконані у вигляді аксіальних шихтованих пакетів;

на Фіг.10 - фрагмент кільця із листової електротехнічної сталі, з яких набираються пакети ста-

тора електромашин зображених на Фіг.1, Фіг.2 та Фіг.6;

на Фіг.11 - принципіальна електрична схема однофазної електромашини виконаної по Фіг.1 та Фіг.6 з незалежним електромагнітним збудженням;

на Фіг.12 - принципіальна електрична схема однофазної електромашини виконаної по Фіг.1 та Фіг.6 з незалежним та послідовним електромагнітним збудженням;

на Фіг.13 - принципіальна електрична схема однофазної електромашини виконаної по Фіг.1 та Фіг.6 з незалежним магнітним збудженням;

на Фіг.14 - принципіальна електрична схема однофазної електромашини виконаної по Фіг.1 та Фіг.6 з двома статорними обмотками та з незалежним і послідовним електромагнітним збудженням.

Пояснення до Фіг.1-14;

де ω - кутова швидкість вала;

Φ - магнітний потік;

N - північна магнітна полярність явновираженого полюса;

S - південна магнітна полярність явновираженого полюса;

d - товщина немагнітної (повітряної) щільності;

l - немагнітний проміжок між суміжними аксіальними стрижнями або аксіальними шихтованими пакетами ротора.

Розглянемо два основних варіанта, із багатьох можливих, практичного конструктивного виконання запропонованої електромашини, зображеної на Фіг.1, наприклад, в циліндричному по формі виконанні, як найбільш уживаного, у якій в якості джерела магнітного потоку збудження застосована зосереджена електромагнітна обмотка.

Розглянемо перший варіант виконання електромагнітної схеми електромашини (Фіг.1), яку найкраще використовувати переважно в якості джерела постійного струму або у якості регульованого двигуна постійного та щінного струму. Таким чином, заявлена електромашина на Фіг.1 містить корпус 1, який містить станину 2, виконану у вигляді порожнистого циліндра, підшипникові щити 3, зубчатий статор 4, який складається із двох шихтованих пакетів 5, при цьому пакети 5 статора 4 шихтовані із штампованих пластин 6 електротехнічної листової сталі і виконані з радіальними виступами 7 на своїй зовнішній поверхні 8 (Фіг.2), причому пакети 5 статора 4 оснащені кільцевою обмоткою 9, яка охоплює кожне їх осердя, при цьому активна частина 10 кільцевої обмотки 9 статора 4 розташована у внутрішніх пазах 11 пакетів 5 статора 4, а друга її пасивна частина 12 розташована на зовнішній поверхні 8 пакетів 5 статора 4 в проміжку між їх радіальними виступами 7, джерело магнітного потоку збудження 13, яке виконане у вигляді кільцевої котушки 14, розташоване між співвісними пакетами 5 статора 4 коаксіально валу 15, однопакетний зубчатий ротор 16, який виконаний по формі у вигляді масивного ротора із суцільної поковки магнітно-м'якої сталі, яка забезпечує йому необхідні магнітні характеристики та механічну міцність при всіх режимах роботи електромашини, відділений від внутрішньої поверхні пакетів 5 статора 4 немагнітною (повітряною) щіль-

линою 17, причому на його зовнішній поверхні виконані зубці 18, які рівномірно розташовані по колу в аксіальному напрямку, при цьому зубчатий ротор 16 разом з валом 15 встановлений в підшипникові щити 3 з можливістю там вільного обертання навколо своєї осі у внутрішньому просторі двопаке- того статора 4.

У другому варіанті виконання зубчатого ротора 16 за Фіг.3 електромашини по Фіг.1 ротор виготовлений із двох складових частин, а саме: зовнішньої зубчастої 19 та внутрішньої циліндричної частини 20, причому зазначені частини 19 та 20 виготовлені переважно із різного по магнітним властивостям матеріалу, при цьому його зубці 18 рівномірно розташовані по колу на його зовнішній поверхні 19 в аксіальному напрямку. Зовнішня частина 19 зубчатого ротора 16 може бути виконана принаймні у двох варіантах, а саме: суцільною, у вигляді окремого зубчатого циліндра 21 (Фіг.4), або розбірною, яка набирається із окремих складових частин виконаних по формі у вигляді окремих опуклих зубчатих пластин 22 (Фіг.5), причому зовнішні частини 19 ротора 16, тобто зубчатий циліндр 21 та опуклі зубчаті пластини 22, можуть бути виготовлені у деяких конструктивних варіантах виконання електромашини, наприклад, шляхом пресування з порошкового магнітного матеріалу із ряду феритів, які потім нерухомо фіксуються до внутрішньої частини 20 ротора 16 на периферійних своїх краях здебільшого за допомогою фіксуючих елементів у вигляді кілець 23. Крім того, зубчатий циліндр 21 може також фіксуватися до внутрішньої частини 20 ротора 16, наприклад, шляхом приклеювання, а опуклі зубчаті пластини 22 - також шляхом приклеювання, але в одночасному застосуванні, для надійності, і бандажних стрічок.

Варіант виконання електромашини за Фіг.6 виконаний аналогічно виконання електромашини по Фіг.1.

Відмінність між ними полягає в тому, що в електромашині по другому варіанту виконання [Фіг.6] її зубчатий статор 4 виконаний, у наведеному прикладі, з одним шихтованим пакетом 5, а джерело її магнітного потоку збудження 13 додатково оснащено чотирма явновираженими феромагнітними полюсами 24 на яких відповідно розташовані його котушки 14, при цьому явновиражені феромагнітними полюси 24 розташовані коаксіально валу 15 та співвісно до пакета 5 статора 4 з однієї його сторони і які рівномірно прикріплені по колу до внутрішньої поверхні станини 2 корпусу 1 болтами 25.

Крім того, можливі і інші конструктивні варіанти виконання електромашини за Фіг.6, наприклад такий, коли пакет 5 статора 4 може бути розташованим у станині 2 корпусу 1 співвісно між двома джерелами магнітного потоку збудження 13 з його явновираженими феромагнітними полюсами 24.

Варіант виконання електромашини по Фіг.7 виконаний аналогічно варіанту виконання електромашини по Фіг.6 (частковий поперечний розріз її по площині А-А з поглядом на джерело збудження 13).

Відмінність між ними полягає в тому, що явновиражені феромагнітні полюси 24 (Фіг.7), джерела магнітного потоку збудження 13, об'єднані додатково між собою магнітно зі сторони станини феромагнітним ярмом 26.

У вище описаних варіантах виконання електромашини по Фіг.6 і а Фіг.7 зовнішня поверхня 27 зубчатого ротора 16 (Фіг.8) виконана із рівномірно розташованих і нерухомо зафіксованих по колу на його зовнішній поверхні 27 аксіальних стрижнів 28 або шихтованих пакетів 29 (Фіг.9), які виготовлені з магнітного матеріалу, але найкраще шихтовані пакети 29 виконувати із листів електротехнічної сталі тих марок, які мають в напрямку прокатки кращі магнітні характеристики, при цьому внутрішня циліндрична частина 20 ротора 16 виготовлена переважно з немагнітного матеріалу і яка нерухомо зафіксована на валу 15, причому аксіальні стрижні 28 або шихтовані пакети 29 розташовані на зовнішній циліндричній поверхні 27 зубчатого ротора 16 один від одного на віддалі 1 щонайменше подвійної товщини d немагнітної щільності 17 між зовнішньою поверхнею аксіальних стрижнів 28 та внутрішньою поверхнею пакета 5 статора 4.

На Фіг.10 зображений наступний варіант виконання по формі однієї із багатьох штампованих пластин 6, з яких набираються пакети 5 статора 4, яка виконана з пазами 33 на своїй зовнішній поверхні 8 під розміщення провідників кільцевої обмотки 9.

На Фіг.11 зображена принципіальна електрична схема однофазної електромашини (Фіг.1 та Фіг.6) виконаної з незалежним електромагнітним збудженням від незалежної обмотки 30.

Варіант виконання принципіальної електричної схеми електромашин по Фіг.12 виконаний аналогічно варіанту виконання принципіальної електричної схеми електромашини за Фіг.11.

Відмінність між ними полягає в тому, що джерело магнітного потоку збудження 13 оснащено двома електромагнітними обмотками збудження, а саме: незалежною 30 та послідовною обмоткою 31.

Відмінність варіанта виконання джерела магнітного потоку збудження по Фіг.13 від виконання варіантів за Фіг.11 та Фіг.12 полягає в тому, що в ньому, як джерело магнітного потоку збудження, використано постійний магніт 32.

Варіант виконання принципіальної електричної схеми електромашин по Фіг.14 виконаний аналогічно варіанту виконання принципіальної електричної схеми електромашини за Фіг.11 та Фіг.12

Відмінність між ними полягає в тому, що пакети 5 статора 4 оснащені двома кільцевими обмотками 9, при цьому вони виконані на різну за величиною напругою.

Крім того, можливі і інші варіанти виконання електромагнітних та електричних схем електромашин по Фіг.1 та Фіг.6. Так, наприклад, зубці 18 на роторі 16 можуть бути виконані скошеними відносно осі вала 15, а станина 2 корпусу 1 може бути виконана із будь-якого магнітного матеріалу, який практично безперешкодно пропускає через себе магнітні потоки джерела збудження 13.

Шихтовані пакети 29 ротора 16 бажано набирати з штампованих пластин із електротехнічної сталі переважно прямокутних по своїй формі, причому пластини між собою в пакеті повинні бути магнітно ізолювані одна від одної, наприклад, шаром тонкого діелектрика. Можливі також варіанти виготовлення ротора в електромашинах (Фіг.1 та Фіг.6) по формі, в якого зубці не виділяються над його зовнішньою поверхнею, тобто такий, в якого верхній магнітно провідний шар виконаний шляхом суцільної шихтовки пластин в аксіальному напрямку на зовнішній поверхні внутрішньої циліндричної частини ротора, причому шихтований шар нерухомо фіксується до внутрішньої циліндричної частини ротора, як правило, на протилежних кінцях свого набору за допомогою або кілець, або бандажними стрічками, або іншими відомими засобами та способами. Можливі варіанти, коли зубчатий ротор разом з валом виготовлені із однієї суцільної заготовки з магнітно-м'якої сталі. Заявлені електромашини можуть бути виконані також по формі, крім циліндричного і горизонтального, наприклад, або у вертикальному, або лінійному, або у іншому виконанні. Необхідна кількість радіальних виступів та пазів на кожному пакету статора і, відповідно, їх геометричні розміри визначаються на кожну конкретну електромашину на стадії її проектування в залежності від потужності, режиму роботи, кліматичних умов та інших обставин.

Принцип дії заявленої електромашини по Фіг.1 та її варіанта по Фіг.6 однаковий тому, що базується на законі електромагнітної індукції по виразу Фарадея і, за рахунок цього, вони здатні ефективно працювати як в режимі генератора, так і в режимі двигуна. Шлях магнітного потоку Φ збудження, разом з його силовими лініями, який створило джерело магнітного потоку збудження 13, по їх активним частинам зображений на Фіг.1 та Фіг.6 стрілками, які наочно відображають собою графічне зображення в просторі сукупності неперервних в просторі силових ліній цього магнітного потоку Φ .

Заявлена електромашини по першому варіанту виконання (Фіг.1) в режимі генератора, для індуктування постійної Е.Р.С., працює наступним чином.

Спочатку джерелом магнітного потоку збудження 13 створюють в заявленій електромашині постійний магнітний потік Φ збудження шляхом подачі постійного струму від зовнішнього джерела живлення на незалежну електромагнітну обмотку збудження 30 (Фіг.11), яка у вигляді циліндричної котушки 14 розташована між співвісними пакетами 5 статора 4. Як видно з Фіг.1, магнітний потік Φ збудження, разом з своїми силовими лініями, замикається в аксіальному напрямку по магнітно провідній станині 2 корпуса 1 та по зубцям 18 зубчатого ротора 16 від одного пакету 5 статора 4 до іншого пакету 5, а під пакетами 5 статора 4 - в радіальному напрямку пересікаючи при цьому двічі немагнітну (повітряну) щілину 17. Таким чином, при обертанні зубчатого ротора 16, від зовнішнього побічного двигуна, між магнітним потоком Φ збудження та нерухомими провідниками кільцевої

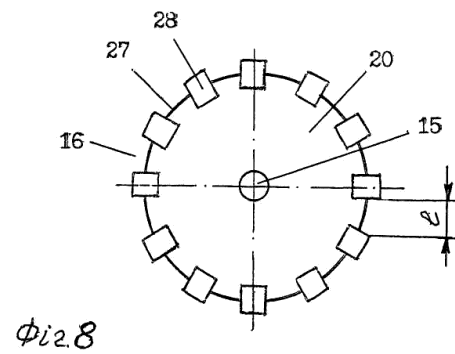
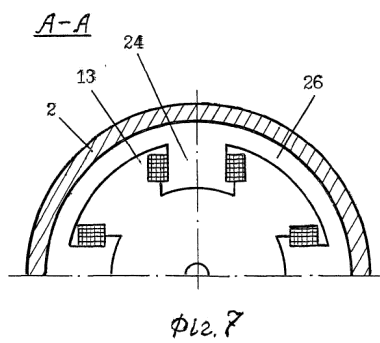
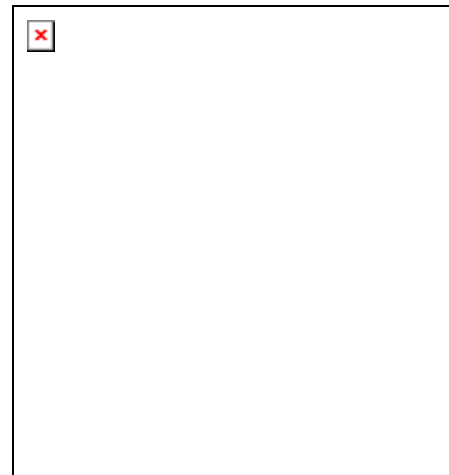
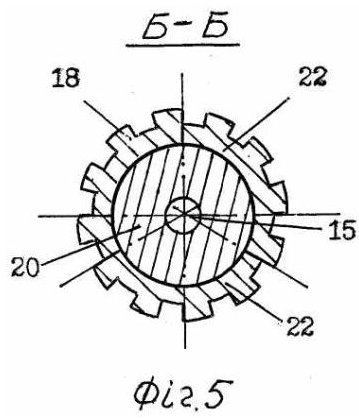
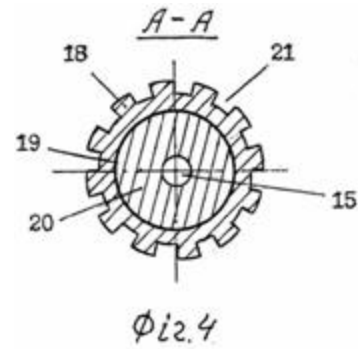
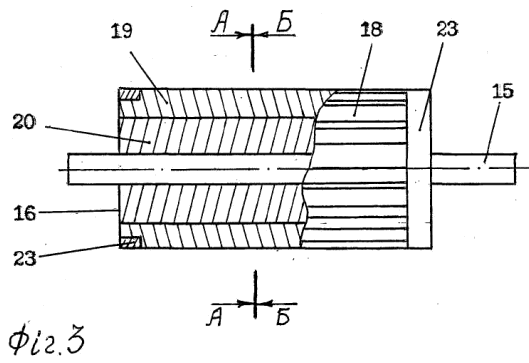
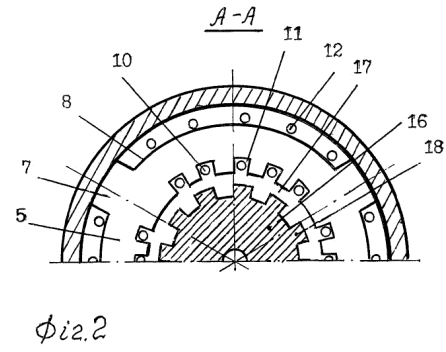
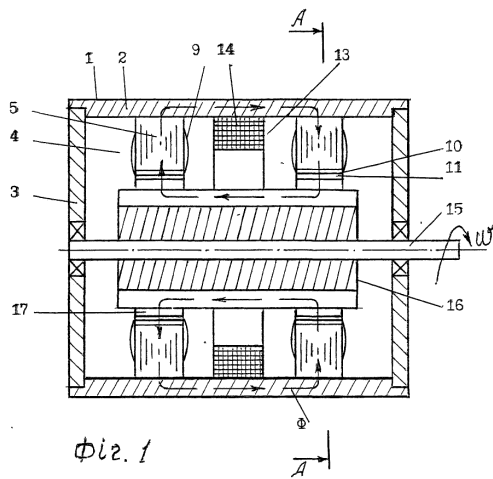
обмотки 9 статора 4 виникає уніполярна електромагнітна взаємодія за допомогою його зубців 18, при якій активна частина 10 кожного провідника кільцевої обмотки 9 безперервно в часі взаємодіє тільки з постійним однополярним магнітним потоком Φ збудження, тобто з магнітним потоком однієї магнітної полярності і, за рахунок цього, створюються необхідні умови в електромашині для індуктування постійної Е.Р.С. в активній частині 10 її кільцевої обмотки 9. Головне призначення зубців 18 ротора 16 в уніполярному процесі індуктування постійної Е.Р.С. полягає в наступному, а саме: поперше, по ним практично безперешкодно замикається магнітний потік Φ збудження від одного пакета 5 статора 4 до іншого, по-друге, внаслідок того, що силові лінії магнітного потоку Φ збудження неперервні в просторі, то за рахунок цієї їхньої природної ознаки, вони «вимушені» переміщуватися разом з зубцями 18 ротора 16 у внутрішньому просторі пакетів 5 статора 4 в сторону обертання ротора 16 через те, що в проміжку між сусідніми зубцями 18 немагнітна (повітряна) щілина 17 за своїми розмірами набагато більша за ту немагнітну щілину, яка є між зовнішньою поверхнею кожного зубця 18 ротора 16 та внутрішньою поверхнею пакетів 5 статора 4 в будь-якій заявленій електромашині і, відповідно, більша немагнітна щілина 17 чинить і більший магнітний опір для замикання в просторі самих на себе силових ліній магнітного потоку Φ збудження. Отже, при обертанні ротора 16 разом з його зубцями 18 в просторі пакетів 5 статора 4 електромашини обертається і постійний в часі магнітний потік Φ збудження разом з своїми силовими лініями, які під час свого руху описують повне коло навколо осі ротора і одночасно перетинають при цьому на своєму шляху активну частину 10 кільцевої обмотки 9, тобто всі активні частини її провідників і, за рахунок цього, індукують в обмотці 9 постійну обертову електрорушійну силу Е згідно виразу:

$$E = B \cdot N \cdot l_a \cdot v \quad (3)$$

де N - число витків кільцевої обмотки статора;
 l_a - активна довжина одного витка обмотки статора.

Заявлена електромашини є оберненою і, внаслідок цього, вона може ефективно працювати і в режимі двигуна в мережах постійного та змінного струму. Регулювання частоти обертання ротора та величини обертового моменту в заявленій електромашині виконують, як правило, шляхом зміни величини напруги живлення.

Таким чином, у заявленій електромашині, за рахунок можливості індуктувати постійну Е.Р.С. у її нерухомій обмотці статора, значно зросли її споживчі властивості та область її використання внаслідок того, що електромашину можна тепер широко і доцільно використовувати, в першу чергу, у мережах постійного струму як в якості безконтактного генератора, так і в якості регульованого двигуна в усіх галузях промисловості, а також і в побутові населення.



15

84304

16

