



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 85855

(13) C2

(51) МПК (2009)

H02K 31/00

H02K 57/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) УНІПОЛЯРНА ЕЛЕКТРОМАШИНА

1

2

(21) а200606116

(22) 02.06.2006

(24) 10.03.2009

(46) 10.03.2009, Бюл.№ 5, 2009 р.

(72) ХАРЧЕНКО ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, UA

(73) ХАРЧЕНКО ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, UA,

ХАРЧЕНКО ОЛЕГ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, ХАР-

ЧЕНКО ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA

(56) US 4137473, 30.01.1979

JP 58107059, 25.06.1983

DE 29500878, 30.11.1995

RU 94028926, 10.06.1996

RU 2158462, 27.10.2000

RU 2168835, 10.06.2001

FR 2828027, 31.01.2003

UA 59559, 15.09.2003

(57) 1. Уніполярна електромашина, яка містить станину з підшипниковими щитами, двопаке́тний статор з обмоткою, роторний індуктор з джерелом збудження у вигляді постійних магнітів, які розташовані на співвісних циліндричних тілах, та вал, яка **відрізняється** тим, що пакети статора виконані щонайменше з двома симетрично розташованими радіальними виступами на своїй зовнішній поверхні, при цьому пакети статора нерухомо зафіксовані в магнітопровідній станині співвісно відносно один одного, джерело збудження виконане щонайменше з двох однакових складових частин, виконаних по формі у вигляді опуклих магнітних пластин, переважно з двох або більше окремих постійних магнітів у вигляді опуклих по формі, котрі розташовані по колу однополярними сторонами одна біля одної в аксіальному напрямку на зовнішній поверхні циліндричних тіл роторного індукто-

ра і нерухомо на них зафіксовані, здебільше на периферійних своїх кінцях, переважно металевими кільцями або іншим способом, при цьому зовнішня поверхня опуклих магнітних пластин виконана рівною або зубчатою, причому зубці на їх поверхні розташовані в аксіальному напрямку і виконані по формі у вигляді багатозахідної гвинтової нарізки, при цьому циліндричні тіла роторного індуктора виготовлені з немагнітного сплаву або іншого немагнітного матеріалу і обладнані на зовнішніх торцевих сторонах по зовнішньому діаметру віялоподібними виступами у вигляді ребер, які виконують роль лопаток внутрішнього вентилятора для охолодження.

2. Електромашина за п. 1, яка **відрізняється** тим, що пакети статора обладнані щонайменше двома обмотками на різну за величиною напругу живлення.

3. Електромашина за п. 1, яка **відрізняється** тим, що обладнана одним зовнішнім вентилятором для охолодження, який закріплений на зовнішньому виступаючому кінці вала і оснащений захисним кожухом.

4. Електромашина за пп. 1-3, яка **відрізняється** тим, що зовнішня поверхня станини виконана рівною.

5. Електромашина за п. 4, яка **відрізняється** тим, що зовнішня поверхня станини має виступи та западини.

6. Електромашина за будь-яким з пп. 1-5, яка **відрізняється** тим, що регулювання величини її обертового моменту або частоти обертання роторного індуктора в режимі двигуна здійснене шляхом зміни величини напруги живлення обмотки статора.

Винахід належить до електротехніки та до теорії електромашин і може бути застосований в якості безконтактного джерела постійного струму або в якості регульованого двигуна в електроприводах в всіх галузях промисловості та в побутових механізмах.

Відома уніполярна електромашина [RU 2 158 462, Н 02 К 31/00, 2000р.], яка містить дисковий

ротор із засобом комутації, статор з обмоткою та джерело збудження, причому статор встановлений з повітряною щілиною відносно ротора і разом з ним створює спільний магнітопровід, при цьому джерело збудження виконане у вигляді обмотки збудження.

Основним недоліком відомої уніполярної електромашини є її мала ефективність індуктування

(13) C2

(11) 85855

(19) UA

електрорушійної сили (Е.Р.С.) в обмотці статора із-за нераціональної її конструкції.

Відома також уніполярна електромашинка [RU 2 168 835, H02K23/38, 23/00, 57/00, 2001р.], яка містить статор з обмоткою та роторний індуктор, який встановлений в немагнітні підшипникові щити разом з валом, магнітно провідні полюси якого виконані у вигляді двох циліндричних склянок із магнітної м'якої сталі, котрі нерухомо зафіксовані на загальному валу і між днищами яких розташоване джерело збудження. Статор, який нерухомо закріплений в немагнітній станині, виконаний по формі у вигляді порожнистого циліндра із магнітної м'якої сталі з отворами по колу в його середній частині, має спіральну обмотку з парними перехресними витками, котрі проходять через зазначені отвори і укладені відповідно на внутрішню та зовнішню його поверхню.

Суттєвими недоліками цієї уніполярної електромашини є те, що вона має низьку ефективність індуктування Е.Р.С. та понижений відбір потужності від обмотки статора.

Низька ефективність індуктування Е.Р.С. у відомій електромашині обумовлені складною та нераціональною конструкцією її статора та роторного індуктора, а занижений відбір потужності від її обмотки статора обумовлений відсутністю будь-якої внутрішньої вентиляції для охолодження.

В якості прототипу до уніполярної електромашини, що заявляється, обрана уніполярна електромашинка Харченка [UA 59 559, H 02 K 31/00, 2005р.], яка містить станину з підшипниковими щитами, двопаке́тний статор з обмоткою, двопаке́тний роторний індуктор з джерелом збудження у вигляді двох циліндричних постійних магнітів, які нерухомо зафіксовані на зовнішній поверхні кожного його пакета, причому магнітопровідні пакети роторного індуктора магнітно та механічно поєднані між собою по валу магнітопровідною втулкою, а пакети статора відповідно поєднані магнітно між собою зі сторони станини магнітопровідними ярмами виконаними у вигляді прямокутних перемичок.

Головні недоліки прототипу - понижена ефективність індуктування Е.Р.С., понижений відбір потужності від обмотки статора та завищена вага роторного індуктора.

Зазначені недоліки у прототипі обумовлені тим, що магнітний потік збудження в його роторному індукторі проходить зайвий шлях від одного його пакета до іншого через його нераціональну конструктивну частину у вигляді масивної втулки на валу і, внаслідок цього, уже менша його абсолютна величина взаємодії з провідниками обмотки статора в процесі індуктування Е.Р.С. Понижений відбір електричної потужності від обмотки статора обумовлений відсутністю в його конструкції внутрішньої та зовнішньої вентиляції для охолодження, а два шихтовані пакети з електротехнічної сталі роторного індуктора разом з його магнітопровідною втулкою, яка виготовлена з магнітної м'якої сталі, значно збільшують його загальну вагу та вартість.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалити відому уніполярну електромашинку постій-

ного струму, в якій шляхом модифікації конструкції її роторного індуктора, забезпечується зменшення марних втрат магнітного потоку збудження та підвищується інтенсивність її охолодження. За рахунок цього збільшується ефективність індуктування Е.Р.С. в обмотці статора і відбір від неї потужності, підвищується К.К.Д. електромашини та одночасно зменшується вага і вартість її роторного індуктора.

Поставлена задача вирішується тим, що в уніполярній електромашині, яка містить станину з підшипниковими щитами, двопаке́тний статор з обмоткою, роторний індуктор з джерелом збудження у вигляді постійних магнітів, які розташовані на співвісних циліндричних тілах та вал, згідно винаходу, пакети статора виконані щонайменше з двома або більше симетрично розташованими радіальними виступами на своїй зовнішній поверхні, при цьому пакети статора нерухомо зафіксовані в магнітопровідній станині співвісно відносно одне одного, джерело збудження виконане щонайменше з двох або більше переважно однакових складових частин виконаних по формі у вигляді опуклих магнітних пластин, котрі розташовані по колу однополярними сторонами одна біля одної в аксіальному напрямку на зовнішній поверхні циліндричних тіл роторного індуктора і нерухомо на них зафіксовані здебільшого на периферійних своїх кінцях переважно металевими кільцями або іншим способом, причому зовнішня поверхня опуклих магнітних пластин виконана або рівною, або зубчатою, при цьому зубці на їх поверхні розташовані в аксіальному напрямку і виконані по формі у вигляді багатозахідної гвинтової нарізки, причому циліндричні тіла роторного індуктора виготовлені з немагнітного сплаву або з іншого немагнітного матеріалу і обладнані на своїх зовнішніх торцевих сторонах по зовнішньому діаметру віялоподібними виступами у вигляді ребер, які виконують роль лопаток внутрішнього вентилятора для охолодження.

Виконання джерела збудження роторного індуктора з однакових складових частин по формі у вигляді опуклих магнітних пластин та розташування їх на зовнішній поверхні циліндричних тіл, які виготовлені з немагнітного матеріалу, веде до очікуваного позитивного технічного результату за рахунок того, що значно скоротився шлях проходження магнітного потоку збудження через його конструкцію і, внаслідок цього, відповідно зменшилися його марні втрати і, за рахунок цього, збільшується ефективність індуктування Е.Р.С. в обмотці статора та відбір від неї електричної потужності в уніполярній електромашині при її роботі як в режимі генератора, так і в режимі двигуна і, внаслідок цього, збільшується і величина її К.К.Д.. Крім того, відбір електричної потужності від обмотки статора збільшується і внаслідок оснащення зовнішніх торцевих сторін циліндричних тіл роторного індуктора віялоподібними виступами у вигляді ребер, які виконують роль лопаток внутрішнього вентилятора для охолодження, а також і за рахунок більш інтенсивного її охолодження зубчатою поверхнею джерела збудження виконаною у вигляді багатозахідної гвинтової нарізки, яка примусово проганяє охолоджувальне середовище через вну-

трішній простір статора під час обертання роторного індуктора. Застосування в конструкції роторного індуктора циліндричних тіл, які уже тепер не виконують функцію його активної частини, дозволяє виготовити зазначені циліндричні тіла з немагнітного матеріалу з малою питомою вагою, як наприклад, з алюмінію або на його базі сплавів, або з інших подібних немагнітних матеріалів і, тим самим, цим значно знизити загальну вагу видозміненого роторного індуктора в середньому на 25-35%. Крім того, запропоноване магнітне поєднання двох пакетів статора між собою магнітнопровідною станиною дозволяє направити постійний магнітний потік збудження роторного індуктора через станину від одного пакета статора до іншого найкоротшим шляхом і з найменшими його марними втратами за допомогою їх радіальних виступів.

Крім того, згідно з винаходом, можливе виконання пакетів статора щонайменше з двома обмотками на різну по величині напругу живлення.

Можливе виконання електромашини, коли вона обладнана одним зовнішнім вентилятором для охолодження, який закріплений на зовнішньому виступаючому кінці вала і сам оснащений захисним кожухом.

Можливе виконання зовнішньої поверхні станини рівною.

Можливе виконання зовнішньої поверхні станини з виступами та западинами.

Можливе регулювання в електромашині величини її обертового моменту або частоти обертання в режимі двигуна шляхом зміни величини напруги живлення її обмотки статора.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де зображені.

- на Фіг.1 - заявлена уніполярна електромашина, частковий поздовжній розріз;

- на Фіг.2 - розріз по А-А Фіг.1;

- на Фіг.3 - опукла магнітна пластина з рівною поверхнею (одна із складових частин джерела збудження), загальний вигляд;

- на Фіг.4 - опукла магнітна пластина з зубчастою поверхнею (одна із складових частин джерела збудження), загальний вигляд. Пояснення на Фіг.1-4;

де ω - кутова швидкість вала;

Φ - магнітний потік збудження;

N - північна магнітна полярність постійного магніту (кінця опуклої магнітної пластини);

S - південна магнітна полярність постійного магніту (кінця опуклої магнітної пластини).

Розглянемо конструкцію заявленої уніполярної електромашини виконаної в циліндричному виконанні, зображеної на Фіг.1, в якій станина та опуклі магнітні пластини джерела збудження мають рівну зовнішню поверхню.

Уніполярна електромашина 1 (Фіг.1 та 2) містить станину 2 з підшипниковими щитами 3, двопакетний статор 4 з обмоткою 5, роторний індуктор 6 з джерелом збудження 7 у вигляді постійних магнітів, які розташовані на співвісних циліндричних тілах 8 та вал 9, причому пакети 10 статора 4 виконані з трьома радіальними виступами 11 на своїй зовнішній поверхні (див. Фіг.2), при цьому пакети 10 статора 4 своїми радіальними виступами 11

співвісно та нерухомо зафіксовані в магнітнопровідній станині 2, джерело збудження 7 виконане з шести однакових складових частин виконаних по формі у вигляді опуклих магнітних пластин 12, котрі розташовані по колу однополярними сторонами одна біля одної в аксіальному напрямку на зовнішній поверхні циліндричних тіл 8 роторного індуктора 6 і нерухомо на них зафіксовані на периферійних своїх кінцях металевими кільцями 13, причому циліндричні тіла 8 роторного індуктора 6 виготовлені з немагнітного матеріалу, при цьому роторний індуктор 6 разом з валом 9 встановлений в підшипникові щити 3 з можливістю там вільного обертання у внутрішньому просторі двопакетного статора 4, причому металеві кільця 13 можуть бути виготовленими як з магнітного, так і не з магнітного матеріалу. Крім цього, опуклі магнітні пластини 12 можуть нерухомо фіксуватися на циліндричних тілах 8 роторного індуктора 6 і іншим способом, наприклад, дротяним або іншим банджом.

Уніполярна електромашина 1 (Фіг.1 та 2) виконана у варіанті, коли активна частина 14 її обмотки 5 статора 4 розташована у внутрішніх пазах 15 пакетів 10, а неактивна її частина на їх зовнішній поверхні між радіальними виступами 11. Також можливе виконання пакетів 10 статора 4 з пазами 15 і на їх зовнішній поверхні.

Крім того, зовнішні торцеві сторони циліндричних тіл 8 роторного індуктора 6 обладнані по зовнішньому діаметру віялоподібними виступами у вигляді ребер 16, які виконують роль лопаток внутрішнього вентилятора для збільшення інтенсивності охолодження уніполярної електромашини 1. Віялоподібні виступи у вигляді ребер 16 виготовляються здебільшого одночасно з виготовленням циліндричних тіл 8 роторного індуктора 6, як правило, ливарним способом переважно із алюмінію або на його базі сплавів. Для більш інтенсивного зовнішнього охолодження уніполярної електромашини 1 вона може бути обладнана і зовнішнім вентилятором 17, який закріплений на зовнішньому виступаючому кінці вала 9, при цьому вентилятор 17 оснащений захисним кожухом 18. Також для підвищення ефективності зовнішнього охолодження електромашини 1 зовнішня поверхня її станини 2 може бути значно збільшена за рахунок виконання її з виступами та западинами.

На Фіг.2 зображений поперечний перетин по лінії А-А електромашини за Фіг.1. Необхідна кількість радіальних виступів 11 на зовнішній поверхні кожного пакету 10 статора 4 та їх геометричні розміри, а також оптимальна кількість опуклих магнітних пластин 12 джерела збудження 7 роторного індуктора 6 визначається на кожну конкретну уніполярну електромашину 1 на стадії її проектування.

На Фіг.3 зображена одна із складових частин джерела збудження 7 роторного індуктора 6 у вигляді опуклої магнітної пластини 12 виконаною з рівною зовнішньою поверхнею та з проточками 19 на периферійних своїх кінцях під посадку на них кілець 13 або іншого банджу.

На Фіг.4 зображений другий варіант виконання зовнішньої поверхні складових частин джерела

збудження 7 роторного індуктора 6 у вигляді зубчатих опуклих магнітних пластин 12, в яких їх зубці 20 розташовані на їх зовнішній поверхні в аксіальному напрямку у вигляді багатозахідної гвинтової різьби, яка служить для додаткового примусового переміщення в аксіальному напрямку охолоджувального середовища у внутрішньому просторі статора 4 уніполярної електромашини 1 під час обертання її роторного індуктора 6 з метою збільшення інтенсивності її внутрішнього охолодження і, за рахунок цього, збільшити відбір потужності від обмотки 5 статора 4. Цей варіант виконання опуклих магнітних пластин 12 доцільно застосувати при виготовленні електромашин загальнопромислового призначення для їх роботи в кліматичних умовах з підвищеною температурою зовнішнього середовища, наприклад, у тропічному виконанні.

Як відомо, в промисловості електромашини випускаються у великій кількості і на різну потужність єдиними серіями, а також і малою кількістю у вигляді спецмашин. Треба також взяти до уваги наступний факт, що конструкція електромашин малої потужності (мікромашин), як правило, неістотно відрізняється від конструкції електромашин загального промислового призначення. Отже, внаслідок цього, в електромашинах малої потужності (мікромашинах) зовнішню поверхню станини здебільшого можна виконувати рівною, при цьому опуклі магнітні пластини джерела збудження бажано виконувати також з рівною поверхнею, а їх нерухомо фіксувати до зовнішньої поверхні циліндричних тіл роторного індуктора, наприклад, шляхом приклеювання. Можливі випадки, коли електромашину 1 по технологічним вимогам необхідно обладнати щонайменше двома обмотками статора на різну за величиною напругою живлення.

Принцип дії заявленої оберненої уніполярної електромашини 1 базується на законі електромагнітної індукції по виразу М.Фарадея і, за рахунок цього, вона здатна ефективно працювати як в режимі генератора, так і в режимі двигуна і це наглядно видно із її конструкції зображеної на Фіг.1 та Фіг.2. Шлях магнітного потоку Φ збудження, який створили опуклі магнітні пластини 12, по її активним частинам показаний на Фіг.1 стрілками.

Уніполярна електромашина 1 в режимі генератора працює наступним чином.

При обертанні роторного індуктора 6 побічними силами його магнітний потік Φ збудження, який створений опуклими магнітними пластинами 12 джерела збудження 7, одночасно перетинає всі провідники обмотки 5 двох пакетів 10 статора 4 і, тим самим, індукує в обмотці 5 обертову Е.Р.С. постійного струму за рахунок того, що всі активні частини 14 провідників обмотки 5 статора 4 постійно в часі взаємодіють тільки з полюсами однієї магнітної полярності, тобто з постійним по величині магнітним потоком Φ збудження. Величина індукованої обертової електрорушійної сили E в нерухомій обмотці 5 статора 4 згідно виразу М.Фарадея буде такою:

$$E = B \cdot \sum \ell \cdot v.$$

де

B - магнітна індукція джерела збудження;

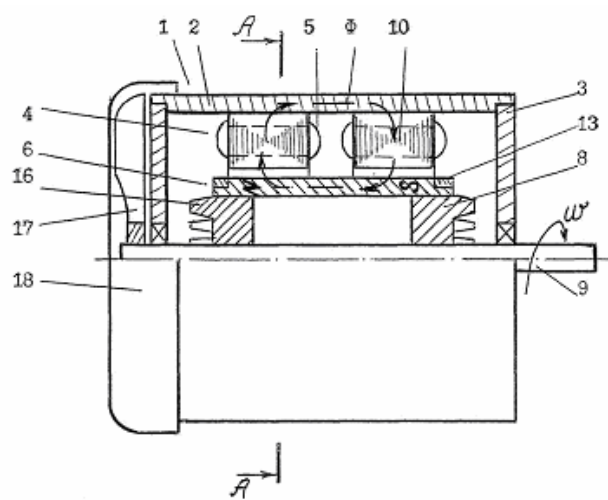
$\sum \ell$ - сумарна довжина всіх активних частин провідників обмотки статора;

N -швидкість, з якою магнітний потік Φ збудження, з індукцією B , перетинає нерухомі провідники обмотки статора.

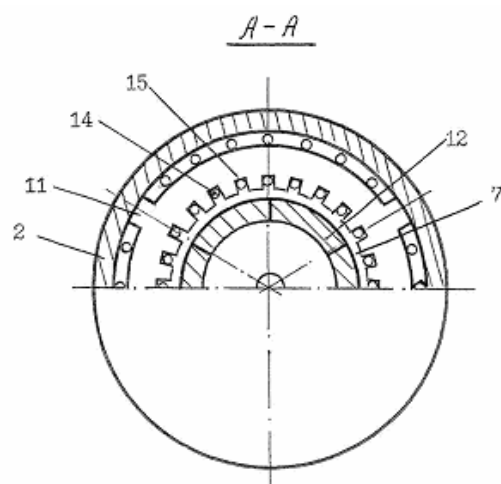
Заявлена уніполярна електромашина є оберненою, тому вона здатна в режимі двигуна ефективно перетворювати електричну енергію і в механічну за рахунок того, що на провідник із струмом, який розташований в магнітному полі роторного індуктора, діє електромагнітна сила. Напрямок дії цієї сили, тобто напрям обертання роторного індуктора в уніполярній електромашині, можна визначити по відомому «правилу лівої руки». Регулювання величини її обертового моменту або частоти обертання в режимі двигуна виконують шляхом зміни величини напруги живлення обмотки статора.

Використання заявленої уніполярної електромашини в якості генератора дає можливість отримати просте, надійне та довговічне джерело постійного струму. Застосування її в електроприводах дозволяє замінити громіздку та кошову колекторну електромашину постійного струму на простий, безконтактний та надійний двигун, який легко піддається регулюванню.

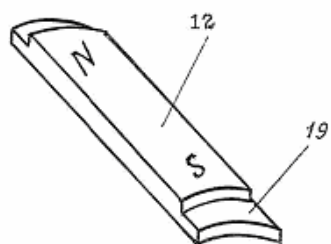
Таким чином, в заявленій уніполярній електромашині значно зросли її споживчі технічні та економічні характеристики і, за рахунок цього, зростає область її широкого використання в усіх галузях промисловості та в побуті населення.



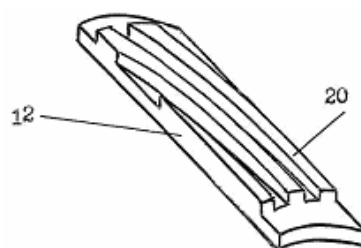
Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4