



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 59187

(13) A

(51) 7 B60L13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ЕЛЕКТРОДВИГУН ПОСТІЙНОГО ТОКУ

1

2

(21) 2003065732

(22) 20 06 2003

(24) 15 08 2003

(46) 15 08 2003, Бюл. № 8, 2003 р.

(72) Макуха Віктор Олександрович, Архипов Олег Леонідович, Архипов Володимир Олегович

(73) Макуха Віктор Олександрович, Архипов Олег Леонідович

(57) 1 Електродвигун постійного струму, що включає статор, зубцевий якорі з обмоткою, комутуючий пристрій, систему збудження і систему живлення, який відрізняється тим, що містить принаймні один якорі, виконаний з обмоткою у вигляді розміщених на зубцях якоря секцій котушок, що шунтовані конденсаторами, при цьому електро-

рушійні сили секцій котушок попарно-симетрично включені назустріч одна одній в протилежних пілках обмотки якоря, а полюси системи збудження виконані з градієнтом різного знака напруженості магнітного поля по куту повороту якоря в робочому зазорі двигуна так, щоб магнітний потік електродвигуна замикався вздовж подовжньої осі двигуна

2 Електродвигун за п. 1, який відрізняється тим, що містить два якорі, розташовані на одній осі

3 Електродвигун за пп. 1-2, який відрізняється тим, що система живлення виконана у вигляді електронної системи імпульсного живлення з широтно-імпульсною модуляцією напруження

Винахід відноситься до області електромашинобудування і може бути використаний в тягових електроприводах транспортних засобів (електромобілі, електромобілі, тролейбуси і т.п.), а також в електроприводах станків і побутових електроприладів

Як відомо, застосування електродвигунів постійного току як приводу широко поширене в зв'язку з тим, що в таких двигунах можливо регулювання швидкості об'єкта, що приводиться, шляхом зміни швидкості обертання електродвигуна

У основному використовуються електродвигуни постійного току колекторного типу. Колектор, встановлений на якорі двигуна, в рушійному режимі виконує роль перетворювача частоти, а в генераторному режимі - роль випрямляча. Колектор з щітками є комутуючим пристроєм, що забезпечує процес комутації току, тобто процес зміни току в секціях обмотки якоря при переході їх з однієї паралельної гілки в іншу. При забезпеченні хорошої якості комутації забезпечується надійна робота електродвигуна, оскільки відсутнє іскріння на елементах колектора. Якісна комутація дозволяє також знизити експлуатаційні витрати. На комутацію двигуна істотний вплив надає його ерс. Іскріння відбувається внаслідок виникнення реактивної ерс, яка протидіє зміні току.

Відомий електродвигун постійного току, що

включає статор, якорі із зубцями і обмоткою, колектор, щітковий вузол і систему збудження, котушка обмотки якої розташована на корпусі статора [1]. Дана конструкція двигуна дозволяє регулювати частоту обертання двигуна, але володіє невисокою якістю комутації внаслідок чого відбувається іскріння колектора і підгоряння щіток колектора. Двигун має низьку надійність внаслідок великої індуктивності секції обмотки і обмежену функціональні можливості.

Відомий електродвигун, що містить статор, на зубцях якого розміщена якорна обмотка двигуна і вихідна обмотка комбінованого датчика положення і швидкості, обмотка збудження якого розміщена в аксіальних отворах, виконаних по осі зубців комбінованого датчика в спинці статора, а ротор виконаний у вигляді індуктора з полюсами, причому кількість зубців якоря ротора співпадає з кількістю радіально розташованих магнітів, а котушки обмотки попарно розташовані в зубцях якоря [2]. Дана конструкція двигуна дозволяє розширити функціональні можливості за рахунок розділення ланцюгів збудження і вихідних ланцюгів датчика і спростити конструкцію за рахунок розміщення обмоток двигуна і датчика на одному загальному магнітоприводі і тим самим підвищити надійність роботи двигуна. Однак недоліком двигуна залишається виникнення іскріння внаслідок поганої комутації і вели-

(13) A

(11) 59187

(19) UA

кого проти - е р с обертання, а також низька економічність внаслідок того, що при збільшенні потужності двигуна зростають його габарити і матеріаловкладення

Найбільш близьким до електродвигуна, що заляється є електродвигун постійного току, який містить статор, зубцевий якор з обмоткою, комутуючий пристрій у вигляді колектора, систему збудження, систему живлення, причому зубцевий шар якоря виконаний з робочими та вільними пазами, що чергуються, розмір яких менше розміру робочих пазів, а секції обмотки якоря укладені в робочі пази через вільні пази [3]. Таке конструктивне виконання дозволяє підвищити економічність двигуна за рахунок ефективного використання електроенергії, а також підвищити його надійність за рахунок значного зменшення іскріння колектора

Однак повністю уникнути процесу іскріння не вдається. Залишається також проблема збільшення габаритів двигуна при зростанні його потужності, що веде до додаткових витрат. Крім того, двигун не дозволяє в широкому діапазоні змінювати швидкість обертання внаслідок виникнення великої проти - е р с

У основу винаходу поставлена задача створення такого електродвигуна постійного току, в якому шляхом шунтування секцій обмотки якоря конденсаторами забезпечується усунення іскріння двигуна, шляхом включення - е р с секцій котушок попарно - симетрично назустріч один одному в протилежних плках обмотки якоря, а також внаслідок того, що полюси системи збудження виконані з градієнтом різного знаку напруженості магнітного поля по куту повороту якоря в робочому зазорі двигуна забезпечується надійна робота електродвигуна з широким діапазоном швидкості обертання з компенсацією проти - е р с, а шляхом замикання магнітного потоку електродвигуна вздовж подовжньої осі двигуна через принаймні один якор забезпечується підвищення потужності двигуна без збільшення його габаритів, що підвищує його економічність

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому електродвигуні постійного току, що включає статор, зубцевий якор з обмоткою, комутуючий пристрій, систему збудження і систему живлення, згідно з винаходом міститься принаймні один якор, виконаний з обмоткою у вигляді розташованих на зубцях якоря секцій котушок, що шунтовані конденсаторами, причому е р с секцій котушок попарно - симетрично включені назустріч один одному в протилежних плках обмотки якоря, а полюси системи збудження виконані з градієнтом різного знаку напруженості магнітного поля по куту повороту якоря в робочому зазорі двигуна так, що магнітний потік електродвигуна замикається вздовж подовжньої осі двигуна

Переважно використати два якоря, розташованих на одній осі

Переважно систему живлення виконувати у вигляді електронної системи імпульсного живлення з широтно-імпульсною модуляцією напруження

Причинно-слідчий зв'язок між сукупністю ознак винаходу і результатом, що досягається складається в наступному

Шунтування секцій якоря конденсаторами за-

безпечує якісну комутацію і усуває іскріння внаслідок того, що наявність конденсаторів дозволяє отримати в зоні комутації миттєву швидкість зміни току, що дорівнюється до середньої швидкості зміни повного току. Внаслідок цього відбувається вихід збігаючої колекторної пластини з-під щітки без розриву току, при цьому в момент закінчення комутації тік набігаючої колекторної пластини рівний 0, а щільність току під щіткою в місцях її зіткнення з пластинами залишається весь час - постійною. У результаті досягається рівність між комутуючим е р с і реактивний е р с. Як відомо, досягнення такої рівності забезпечує усунення іскріння

Електрична машина може працювати в режимі генератора, який характеризується проти - е р с, напрям якої протилежний напрямку обертання магнітного поля. Тобто машина працює в режимі гальмування. У режимі двигуна напрям магнітного поля співпадає з напрямом е р с. Принцип оборотності електричних машин, тобто можливість роботи однієї і тієї ж машини як в режимі генератора, так і в режимі двигуна, є основним фундаментальним положенням теорії електричних машин

Експериментальне було встановлено, що при компенсації проти - е р с відбувається зниження впливу е р с генератора на е р с двигуна, тим самим створюються умови, що дозволяють підвищити швидкість обертання при зменшенні напруження живлення машини

Включення е р с попарно - симетрично назустріч один одному в протилежних плках обмотки якоря дозволяє компенсувати проти - е р с і за рахунок цього отримати можливість регулювати швидкість обертання в широкому діапазоні. У свою чергу, на діапазон обертання швидкостей великий вплив надає те, що полюси системи збудження виконані з градієнтом різного знаку напруженості магнітного поля по куту повороту якоря в робочому зазорі двигуна. Таким чином, створюються умови безперебійної роботи електродвигуна, що істотно підвищує його надійність при експлуатації

При замиканні магнітного потоку вздовж подовжньої осі двигуна магнітний потік проходить через якор по обмоткам розташованих на його зубцях секцій котушок. При цьому виникає замикання магнітного потоку на якорі двигуна, що спричиняє за собою збільшення потужності без збільшення габаритів машини. Це підвищує економічність двигуна

Суть винаходу пояснюється на кресленнях, де на фіг. 1 представлено схематично зображений електродвигун постійного току, на фіг. 2 представлено з'єднання секцій обмоток якоря, на фіг. 3 представлено схему роботи двигуна з електронною системою імпульсного живлення з широтно-імпульсною модуляцією

Електродвигун постійного току містить систему збудження 1 з полюсами збудження N і S, розташовану в статорі 2, якор 3, розташований між полюсами і з'єднаний з клемми U системи живлення 4, щітки 5 колектора (не показаний). На зубцях 6 якоря 3 розташовані конденсатори 7, що шунтують секції обмотки 8 якоря 2 (фіг. 1)

На фіг. 2 умовно зображено з'єднання секцій обмоток 8 якоря 3. Кожда секція обмотки 8

з'єднана послідовно кінцями обмоток на ламелях колектора

На фіг 3 представлено схему роботи двигуна з електронною системою імпульсного живлення з широтно-імпульсною модуляцією

Електродвигун постійного току працює таким чином

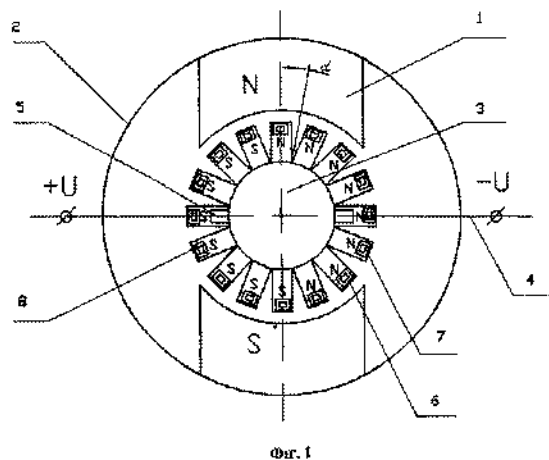
При подачі напруги на клемми $+U$ і $-U$ системи живлення двигуна подається живлення в систему збудження 1, яка створює магнітне поле з полюсами N і S і тік протікає по якорю 3, намагнічуючи зубці якоря ліворуч від лінії симетрії розташування щіток колектора з полярністю поля S , а праворуч від лінії симетрії - з полярністю поля N . В результаті ліва частина зубців якоря притягується до полюса N системи збудження, а права частина зубців якоря відштовхується від нього. У полюса S системи збудження процеси тяжіння і відштовхування відбуваються аналогічно. Ці сили створюють обертаючий момент і приводять у обертання якоря за годинниковою стрілкою для даних напрямків полів.

При зміні кута повороту α якоря відносно лінії симетрії щіток відбувається зміна магнітного поля в робочому зазорі двигуна і виникає зона максимальної напруженості магнітного поля полюсів. Коли черговий зубець якоря підходить до точки з максимальним значенням напруженості магнітного поля, колектор перемикає напрям току в цій секції і силу тяжіння міняється на силу відштовхування.

У секціях котушки обмотки включені назустріч один одному в протилежних пліках обмотки попарно - симетрично, компенсуючи проти - е.р.с., що дозволяє регулювати швидкість обертання в широкому діапазоні.

Магнітний потік замикається вздовж подовжньої осі двигуна, проходячи через один і другий якорі, що істотно підвищує потужність двигуна без збільшення його габаритів.

При роботі електродвигуна може використовуватися електронна система імпульсного живлення з широтно-імпульсною модуляцією напруги, яка одночасно виконує функції регулювальника току якоря.



При цьому відбувається наступне. Електронна схема ЕС, як показано на фіг. 3, включає ключ K_1 і комутує струм якоря I_a з частотою f_k комутації. У паузи комутації ключ відключає ланцюг якоря від джерела живлення і тік якоря замикається через діод D_2 і первинну обмотку імпульсного трансформатора T_1 . При цьому імпульси напруги на повторній обмотці P заряджають конденсатор C_1 і діодний міст D_1 закривається напругою U_c на конденсаторі.

Після нового замикання ключа, напруги на конденсаторі і напруги джерела живлення підсумовуються і спільно живлять двигун. У результаті магнітна енергія двигуна нагромаджується в конденсаторі, який послідовно з'єднаний з джерелом живлення. При цьому імпульсна напруга задається більше номінального напруги двигуна.

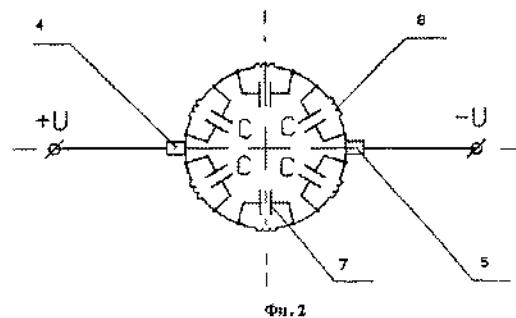
Таким чином, в даному електродвигуні постійного току забезпечується усунення іскріння завдяки конденсаторам, що шунтують секції обмотки якоря, а також забезпечується надійна робота в широкому діапазоні швидкості обертання з компенсацією проти - е.р.с. завдяки попарно - симетричному включенню е.р.с. секцій котушок назустріч один одному в протилежних пліках обмотки якоря, а також внаслідок того, що полюси системи збудження виконані з градієнтом різного знаку напруженості магнітного поля по куту повороту якоря в робочому зазорі двигуна. Завдяки замиканню магнітного потоку електродвигуна вздовж подовжньої осі двигуна через принаймні один якорі забезпечується підвищення потужності двигуна без збільшення габаритів, що підвищує його економічність.

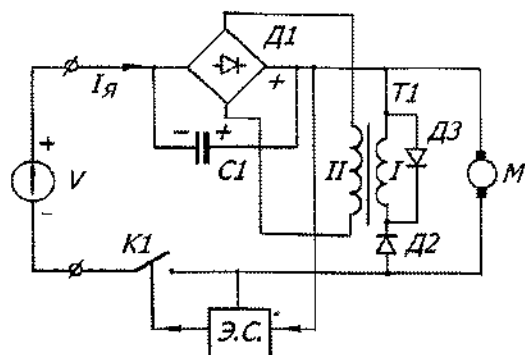
Джерела інформації

1 В.С. Хвостов. Електричні машини. Машини постійного току, Підруч. для студ. спец. Вузів, М., «Вища школа» 1988р.

2 Патент Російської Федерації №2112309, МПК⁷ H02K29/06, H02K29/14, H02K23/66, опубл. 27.05.1998

3 Патент Російської Федерації №2050035, МПК⁷ H02K23/42





Фіг. 3