



УКРАЇНА

(19) UA (11) 79946 (13) C2

(51) МПК (2006)

H02K 1/00

H02K 1/14

H02K 1/16

H02K 23/02

H02K 23/26

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

(54) ЕЛЕКТРИЧНА МАШИНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

1

2

(21) 20040604525

(22) 10.06.2004

(24) 10.08.2007

(46) 10.08.2007, Бюл. № 12, 2007 р.

(72) Лисенко Леонід Іванович, Кобець Сергій Георгійович, Козловська Раїса Дмитрівна

(73) ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ "КВАНТ"

(56) SU 1032553, 30.07.1983

SU 1809503, 15.04.1993

SU 1504735, 30.08.1989

SU 1786595, 07.01.1993

(57) 1. Електрична машина постійного струму, яка має якір з пазами, у яких розміщено основну якірну обмотку, наприклад, петльову, і статор (індуктор) з головними полюсами, виконаними, наприклад з наконечниками, або головними і додатковими полюсами, у пазах яких відповідно розміщені статорні обмотки - основна обмотка збудження (основна полюсна обмотка) або система обмоток, що складається з основної обмотки збудження і додаткових обмоток, наприклад обмотки компенсації реакції якоря, при цьому зубцевий крок пазів головних полюсів, наприклад, виконаних у їх наконечниках, різниться у порівнянні з зубцевим кроком пазів якоря більше, ніж на 10 відсотків, яка **відрізняється** тим, що додатково введені коригуюча якірна обмотка і коригуюча обмотка збудження, кількість витків яких відповідно визначається в залежності від співвідношення максимальної магнітної індукції застосованих магнітних матеріалів В і магнітної індукції конкретного зразка або партії виготовлених складових частин магнітної системи електричної машини, наприклад, для якоря і полюса - за формулами:

$$n_{\text{кя}} = K_{\text{я}} \frac{n_{\text{я}}(B_{\text{я max}} - B)}{B},$$

$$n_{\text{кст}} = K_{\text{ст}} \frac{n_{\text{ст}}(B_{\text{ст max}} - B)}{B},$$

де :

$n_{\text{кя}}$, $n_{\text{кст}}$ - кількість витків відповідно у коригуючій якірній обмотці і у коригуючій обмотці збудження;

$n_{\text{я}}$, $n_{\text{ст}}$ - кількість витків відповідно основної якірної обмотки і основної обмотки збудження;

$B_{\text{я max}}$ - максимальна магнітна індукція застосованих магнітних матеріалів;

B - магнітна індукція для даного зразка або партії якорів і/або полюсів;

$K_{\text{я}}$ і $K_{\text{ст}}$ - коефіцієнти, що характеризують конструктивні особливості і розмірні характеристики електричної машини, які визначаються, наприклад, експериментально.

2. Електрична машина постійного струму за п.1, яка **відрізняється** тим, що коригуюча якірна обмотка і/або коригуюча обмотка збудження підключені послідовно з відповідними основними обмотками.

3. Електрична машина постійного струму за пп.1 і 2, яка **відрізняється** тим, що коригуючу якірну обмотку і/або коригуючу обмотку збудження укладено у спільних пазах з відповідними основними обмотками.

4. Електрична машина постійного струму за пп.1, 2 і 3, яка **відрізняється** тим, що коригуючу якірну обмотку і коригуючу обмотку збудження і/або частини зазначених обмоток укладено відповідно у додаткових пазах якоря і додаткових пазах полюсів, при цьому зазначені пази виконані з однаковим або з різним зубцевим шагом по відношенню до відповідних основних.

5. Електрична машина постійного струму за п.4, яка **відрізняється** тим, що у спільних з основними обмотками пазах коригуюча обмотка якоря і коригуюча обмотка збудження цілком або частково розміщені у зовнішніх шарах, які утворюють кільця, концентричні по відношенню до кільцевих шарів відповідних основних обмоток.

6. Електрична машина постійного струму за п.4, яка **відрізняється** тим, що по перерізу спільних з основними обмотками пазів коригуюча обмотка якоря і коригуюча обмотка збудження цілком або частково розміщені у зовнішньому шарі, який коаксально охоплює відповідні основні обмотки по усьому або по частині периметра їх поперечного перерізу.

(13) C2

(11) 79946

(19) UA

Винахід належить до електротехніки, а саме до електричних машин постійного струму різних потужностей. Винахід може застосовуватись в електричних машинах постійного струму, до яких висуваються жорсткі вимоги стосовно забезпечення максимального значення і/або мінімальної величини розбіжностей значень їх вихідної потужності, наприклад, в межах виготовленої партії електродвигунів одного типу.

Відома машина постійного струму – [див. А.С. СРСР №1504735А1, Н02К1/14, заявка №4263371/24-07, дата подання 16.06.87р., опубл. 30.08.89р., Бюл. №32], у якій можливе регулювання магнітного потоку за умов фіксованих струмів навантаження. Зазначена машина включає до свого складу станину (корпус), осердя полюсів з обмотками збудження, введені додаткові елементи для регулювання магнітного потоку в робочому зазорі (відповідно і струмозчеплення).

Крім того, відома електрична машина має отвори, виконані у станині, де розміщені вали, з'єднані одним кінцем через передавальний механізм із гвинтами у їх середній частині, а другим - з приводним механізмом, немагнітну касету, у якій встановлені елементи регулювання магнітного потоку, що являють собою регульовальні магнітні прокладки, які складаються з двох частин із стиком вздовж осової лінії полюса, а магнітні прокладки встановлено на гвинтах з можливістю переміщення їх вздовж осей гвинтів, які мають з одного кінця лівоходовий, а з другого - правоходовий наріз.

До найбільш вагомих недоліків розглянутої першої відомої електричної машини належать: неможливість застосування для конструкцій електричних машин у широкому спектрі типорозмірів, у малогабаритних електричних машинах та електричних машинах підвищеної потужності, досить складна конструкція як машини в цілому, так і механізму регулювання магнітного потоку, необхідність застосування зовнішнього черв'ячного передавального механізму для керування гвинтом, розміщеним в касеті, значна витрата магнітних матеріалів, тощо.

У другій відомій електричній машині постійного струму [див. А.С. СРСР №1786595, заявка №4728939/07 від 07.08.89, Н02К1/14, 23/22, пул. 07.01. 93р., Бюл.№1] частково усунено зазначені недоліки. Вона може застосовуватись для значного спектру електричних машин і має більш просту конструкцію. Друга відома машина включає якір з пазами для розміщення якірної обмотки, головні полюси з наконечниками, у яких виконані пази для розміщення обмотки, додаткову статорну (індукторну) обмотку - обмотку компенсації реакції якоря, при цьому шаг пазів по полюсному наконечнику різниться від зубцевого шагу по якору більш, ніж на 10 відсотків.

Крім того, у другій відомій електричній машині пази у полюсному наконечнику виконані групами з різним зубцевим кроком, в одній з яких зубцевий крок перевищує зубцевий крок по якору більш, ніж на 10 відсотків, а у другій - менший за нього більш, ніж на 10 відсотків, а у зазначених пазах полюсних

наконечників укладено лише згадану вище додаткову компенсаційну обмотку.

За сукупністю спільних ознак другу відому електричну машину обрано як прототип.

Одним з суттєвих недоліків електричної машини-прототипу є неможливість одержання максимальної вихідної потужності із стабільними магнітними характеристиками для різних партій виготовлених машин. Це зумовлено тим, що для виготовлення якоря, головних полюсів та інших частин магнітопроводу електричної машини застосовують матеріал, наприклад, листову сталь, характеристики якої в залежності від одержаної партії можуть відрізнятись. За рівнем магнітної індукції (В) така різниця може сягати 15-20%. До того ж в одній електричній машині різні елементи магнітного кола, наприклад, пластини ротора і пластини головних полюсів, можуть виготовлятись із різних партій матеріалу, в залежності від розмірів (ширини, товщини) стрічки, наприклад, електротехнічної сталі, які для виготовлення якоря значно менші, ніж для виготовлення головних полюсів. Отже магнітне струмозчеплення буде різним, і вихідна потужність електричної машини змінюватиметься в залежності від партії використаного матеріалу.

В основу винаходу поставлено завдання створення електричної машини постійного струму, яка б забезпечувала максимальну стабілізацію її вихідної потужності, наприклад, в межах виготовленої партії електродвигунів одного типу, при стабілізації її магнітного струмозчеплення. Розв'язання задачі здійснюється за допомогою електричної машини постійного струму, яка має якір з пазами, у яких розміщено основну якірну обмотку, наприклад, петльову, і статор (індуктор) з головними полюсами, виконаними, наприклад, з наконечниками, або головними і додатковими полюсами, у пазах яких відповідно розміщені статорні обмотки - основна обмотка збудження (основна полюсна обмотка) або система обмоток, що складається з основної обмотки збудження і додаткових обмоток, наприклад, обмотки компенсації реакції якоря, при цьому зубцевий крок пазів головних полюсів, наприклад, виконаних у їх наконечниках, різниться у порівнянні з зубцевим кроком пазів якоря більш, ніж на 10 відсотків, і введені в неї коригуючу якірну обмотку і коригуючу обмотку збудження, кількість витків яких відповідно визначається в залежності від співвідношення максимальної магнітної індукції застосованих матеріалів В і магнітної індукції конкретного зразка або партії виготовлених складових частин магнітної системи електричної машини, наприклад, для якоря і полюса - за формулами:

$$n_{\text{кя}} = K_{\text{я}} \frac{n_{\text{я}}(B_{\text{я max}} - B)}{B} \quad (1)$$

$$n_{\text{кст}} = K_{\text{ст}} \frac{n_{\text{ст}}(B_{\text{ст max}} - B)}{B} \quad (2)$$

де:

$n_{\text{кя}}$, $n_{\text{кст}}$ - кількість витків відповідно у коригуючій якірній обмотці і у коригуючій обмотці збудження;

$p_a, p_{ст}$ - кількість витків відповідно основної якірної обмотки і основної обмотки збудження;

$B_{я\max}$ - максимальна магнітна індукція застосованих магнітних матеріалів;

B - магнітна індукція для даного зразка або партії якорів і/або полюсів;

K_a і $K_{ст}$ - коефіцієнти, що характеризують конструктивні особливості і розмірні характеристики електричної машини і, наприклад, визначаються експериментально.

Коригуючу якірну обмотку і/або коригуючу обмотку збудження підключено послідовно до відповідних основних обмоток.

Коригуючу якірну обмотку і/або коригуючу обмотку збудження укладено у спільних пазах з відповідними основними обмотками.

Коригуючу якірну обмотку і коригуючу обмотку збудження і/або частини зазначених обмоток укладено відповідно у додаткових пазах якоря і додаткових пазах полюсів, при цьому зазначені пази виконані з однаковим або з різним зубцевим кроком по відношенню до відповідних основних.

Коригуючу якірну обмотку і/або коригуючу обмотку збудження, які укладено у спільних пазах з відповідними основними обмотками, цілком або частково розміщено у зовнішніх шарах, які утворюють кільця, концентричні по відношенню до кільцевих шарів відповідних основних обмоток.

По перерізу спільних з основними обмотками пазів коригуюча обмотка якоря і коригуюча обмотка збудження цілком або частково розміщені у зовнішньому шарі, який коаксіально охоплює відповідні основні обмотки по усьому або по частині периметру їх поперечного перерізу.

Введення в електричну машину постійного струму коригуючих обмоток якоря і збудження із змінною кількістю витків дозволяє в залежності від конкретного значення магнітної індукції (B) для окремих конкретних партій матеріалу, що застосовується для виготовлення полюсів, якорів та інших деталей магнітопроводу визначити із співвідношень (1) і (2) і укласти при виготовленні електричних машин саме таку кількість коригуючих витків обмоток якоря і статора (індуктора), яка забезпечить максимальне стабільне значення струмозчеплення і, відповідно, максимальну вихідну потужність для різних партій електричних машин даного типу.

За умов послідовного підключення коригуючої якірної обмотки до відповідної основної (тобто з'єднання кінця основної якірної обмотки з початком коригуючої якірної обмотки і підключення початку основної і кінця коригуючої обмоток до колектора) і послідовного підключення коригуючої обмотки збудження до відповідної основної (тобто підключення кінця основної обмотки збудження до початку коригуючої обмотки збудження, а початку основної обмотки збудження і кінця коригуючої обмотки збудження до джерела живлення) величини струмів в основних і коригуючих обмотках якоря і збудження мають однакові величини відповідно, що забезпечує можливість простого керування струмом в обмотках. Завдяки можливості такого керування забезпечується одержання максимального значення струмозчеплення і, відповід-

но, максимальної вихідної потужності для різних партій електричних машин даного типу.

Розміщення коригуючої обмотки якоря і/або коригуючої обмотки збудження у спільних пазах з відповідними основними обмотками забезпечує можливість досягнення максимального струмозчеплення і вихідної потужності електричної машини при найпростішій конструкції якоря і статора (індуктора) щодо виконання пазів для укладання обмоток.

Розміщення коригуючої обмотки якоря і/або коригуючої обмотки збудження або частин зазначених обмоток у додаткових пазах відповідно якоря і полюсів є фактором, що дозволяє забезпечити більшу рівномірність (однорідність) збуджуючого магнітного потоку в робочому зазорі, що покращує стабілізацію струмозчеплення і сприяє забезпеченню максимальної вихідної потужності для різних партій електричних машин даного типу, а виконання додаткових пазів з різним зубцевим кроком підсилює зазначений фактор.

Розміщення коригуючої обмотки якоря і коригуючої обмотки збудження цілком або частково (при укладанні їх у відповідні спільні пази з основними обмотками) у зовнішніх шарах, які утворюють кільця, концентричні по відношенню до кільцевих шарів відповідних основних обмоток також дозволяє забезпечити більшу рівномірність (однорідність) збуджуючого магнітного потоку в робочому зазорі, що покращує стабілізацію струмозчеплення і сприяє забезпеченню максимальної вихідної потужності для різних партій електричних машин даного типу.

Розміщення коригуючої обмотки якоря і коригуючої обмотки збудження по перерізу спільних з основними обмотками пазів коригуюча обмотка якоря і коригуюча обмотка збудження цілком або частково у зовнішньому шарі, який коаксіально охоплює відповідні основні обмотки по усьому або по частині периметру їх поперечного перерізу також сприяє забезпеченню більшої рівномірності (однорідності) збуджуючого магнітного потоку в робочому зазорі, що веде до подальшого покращення стабілізації струмозчеплення і сприяє забезпеченню максимальної вихідної потужності для різних партій електричних машин даного типу.

Як видно із наведеного вище, розв'язання завдання, поставленого винаходом, досягається саме завдяки запропонованій сукупності ознак, наведених у пп.1-6 формули винаходу, кожна з яких направлена на розв'язання завдання згідно з метою винаходу і являється істотною (в тому числі і кожна введена нова і зазначена у відрізняльній частині формули ознака) у зазначеній сукупності, а запропонована сукупність ознак в цілому є необхідною і достатньою для розв'язання поставленого завдання.

Такі ознаки, як введені в електричну машину постійного струму коригуюча якірна обмотка і коригуюча обмотка збудження, наприклад, підключені послідовно до відповідних основних обмоток, за умов, що зазначені коригуючі обмотки мають змінну кількість витків, яка визначається відповідно формулами (1) і (2), як розміщення зазначених коригуючих обмоток у спільних пазах з відповідни-

ми основними обмотками, розміщення зазначених обмоток цілком або частково у зовнішніх шарах, які утворюють кільця, концентричні по відношенню до кільцевих шарів відповідних основних обмоток, а також по перерізу спільних з основними обмотками пазів цілком або частково у зовнішньому шарі, який коаксіально охоплює відповідні основні обмотки по усьому або по частині периметру їх поперечного перерізу, окремо взяті є відомими, але у своїй сукупності, вступаючи у причинно-наслідковий зв'язок, вони забезпечують створення в об'єкті нової властивості, що відповідає поставленому завданню (меті винаходу).

На момент подання заявки авторам і заявнику не відоме використання запропонованої сукупності ознак для розв'язання завдання, поставленого винаходом, а також використання її в електричних машинах взагалі. Отже запропонований винахід цілком відповідає критерію "новизна" і "технічний рівень".

Суть винаходу пояснюється ілюстраціями, наведеними на Фіг.1 і Фіг.2:

Фіг.1 - Розміщення основних і коригуючих обмоток якоря і збудження у зовнішніх шарах відповідних пазів якоря і індуктора;

Фіг.2 - Розміщення основних і коригуючих обмоток якоря і збудження у зовнішньому шарі, який коаксіально охоплює відповідні основні обмотки.

На Фіг.1 наведений один з можливих варіантів виконання електричної машини за винаходом, яка включає: ярк 1 з пазами 2, де розміщено основну яркню обмотку 3 і коригуючу яркню обмотку 4, яку укладено у спільний з основною яркною обмоткою паз так, що вона розміщена у зовнішньому шарі над основною яркною обмоткою, головний полюс статора (індуктора) 5, у пазах 6 якого розміщено основну обмотку збудження 7 і коригуючу обмотку збудження 8, яку укладено так, що вона розміщена у зовнішньому шарі над основною обмоткою збудження.

На Фіг.2 наведений другий з можливих варіантів виконання електричної машини за винаходом, яка включає ярк 1 з пазами 2 де розміщено основну яркню обмотку 3 і коригуючу яркню обмотку 4, яку укладено у спільний з основною яркною обмоткою паз так, що вона коаксіально охоплює основну яркню обмотку 3, головний полюс статора (індуктора) 5, у пазах 6 якого розміщено основну обмотку збудження 7 і коригуючу обмотку збудження 8, яку укладено так, що вона коаксіально охоплює основну обмотку збудження 7.

Роботу електричної машини розглянемо на прикладі електродвигуна. При протіканні струму збудження через послідовно з'єднані основну обмотку збудження 7 і коригуючу обмотку збудження 8 у робочому зазорі електродвигуна виникає магнітний потік збудження, що складається з двох частин - основного і коригуючого, напрямки яких співпадають, оскільки співпадають напрямки струмів, що протікають у зазначених обмотках. Цей магнітний потік замикається через магнітопровід двигуна, основні складові якого - головні полюси, наприклад, з наконечниками і магнітопровід якоря. Величина зазначеного магнітного потоку визначається величиною струму збудження, загальною

кількістю витків обмотки збудження, що включає основну і коригуючу, конструктивними особливостями електродвигуна (розмірами полюсів, величиною зазору тощо) і магнітною індукцією використаного матеріалу для виготовлення зазначених елементів магнітопроводу. За умов певної конструкції електродвигуна і сталої величини збуджуючого струму величина магнітного потоку залежить від загальної кількості витків обмотки збудження і магнітної індукції матеріалу полюсів, якоря тощо. При надходженні через колектор електродвигуна керуючого струму в обмотку якоря, загальна кількість витків якої складається з кількості витків основної і коригуючої обмоток (оскільки у випадку, що розглядається, вони з'єднані послідовно і струм, що протікає в них має однаковий напрям, однакову величину), виникає відповідна рушійна сила, яка призводить до обертання якоря. Величина зазначеної рушійної сили залежить від створеного струмозчеплення і забезпечує певну потужність на вихідному валу електродвигуна. При застосуванні для виготовлення, наприклад, пластин головних полюсів індуктора, матеріалу, який має відхилення магнітних властивостей в бік зменшення магнітної індукції, вихідна потужність електродвигуна зменшується. Для компенсації зменшення магнітного потоку збудження, як показано вище, необхідне збільшення загальної кількості витків обмотки збудження, яке здійснюється за рахунок введеної коригуючої обмотки, яку конструктивно розміщено, наприклад, у верхньому шарі над основною (див. Фіг.1). Необхідна кількість витків коригуючої обмотки збудження визначається формулою (2). Для стабілізації створюваного струмозчеплення відповідно необхідно зменшити загальну кількість витків обмотки якоря за рахунок коригуючої яркної обмотки. Необхідна кількість витків коригуючої обмотки якоря визначається формулою (1). За умов стабілізації струмозчеплення досягається і стабілізація вихідної потужності електродвигунів незалежно від коливань магнітних властивостей (магнітної індукції) застосовуваних матеріалів для різних партій електричних машин даного типу. Винахід забезпечує:

- значну економію дорогих і дефіцитних магнітних матеріалів, дозволяючи використовувати практично без відбракування, наприклад, партію якорів, полюсів інших частин магнітної системи електричної машини, які за своїми характеристиками (наприклад, величиною магнітної індукції) мають значні відхилення;

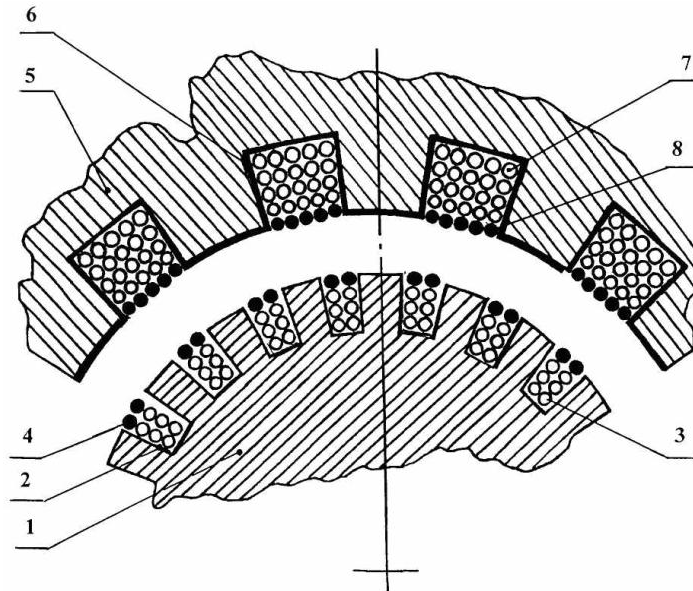
- певну можливість заміни матеріалів за умов їх дефіциту, дозволяючи застосовувати інші матеріали з відповідно близькими магнітними характеристиками, у тому числі;

- використовувати при виготовленні електричної машини одночасно і більш дешеві матеріали, магнітні характеристики яких досить близькі і дозволяють здійснити компенсацію зменшення магнітної індукції за рахунок коригуючих обмоток якоря і збудження в рамках існуючої конструкції електричної машини.

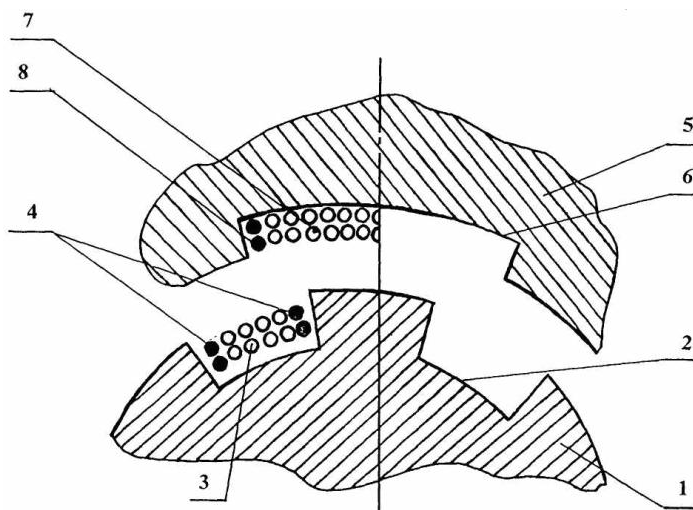
При виготовленні запропонованого пристрою використовують матеріали, технологічні прийоми, оснастку і апаратуру, звичайно застосовувані при

виготовленні електричних машин. Після вимірювання магнітної індукції виготовлених, наприклад, полюсів і якорів, здійснюють їх групування відповідно до величини виміряної магнітної індукції. Для кожної з зазначених груп визначають необхідну кількість витків коригуючих обмоток якоря і обмоток збудження (полюсних обмоток). Виготовляють

окремо для кожної групи коригуючі обмотки якоря і полюсні обмотки, які під час зборки відповідно встановлюють у зазначені конструктиви. Промислову придатність запропонованої електричної машини постійного струму підтверджено її впровадженням в НДІ "Квант".



Фіг. 1



Фіг. 2