



УКРАЇНА

U A (11)5453 аз)  
U

(51) 7 H02K1/00, 23/22, 23/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І  
НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ЕЛЕКТРИЧНА МАШИНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

1

(21)20040604523

(22) 10.06.2004

(24)15.03.2005

(46) 15.03.2005, Бюл. № 3, 2005 р.

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

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

(57) 1. Електрична машина постійного струму, яка має якор з пазами, у яких розміщено основну якорну 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, причому зубцевий крок пазів головних полюсів, наприклад, виконаних у їх наконечниках, різниться у порівнянні з зубцевим кроком пазів якоря більш ніж на 10 відсотків, яка **відрізняється** тим, що в неї введені коригуюча якорна обмотка і коригуюча обмотка збудження, кількість витків яких відповідно визначається в залежності від співвідношення максимальної магнітної індукції застосованих магнітних матеріалів і магнітної індукції конкретного зразка або партії виготовлених складових частин магнітної системи електричної машини, наприклад для якоря і полюса, - за формулами:

$$\frac{n_{\text{я}}(B_{\text{ст}} - B_{\text{к}})}{n_{\text{ст}}(B_{\text{ст}} - B_{\text{к}})} = K_{\text{к}}$$

де:

К<sub>к</sub>, К<sub>ст</sub> - кількість витків відповідно у коригуючій якорній обмотці і у коригуючій обмотці збудження;  
г<sub>д</sub>, П<sub>ст</sub> - кількість витків відповідно основної якорної обмотки і основної обмотки збудження;

В<sub>я</sub> - максимальна магнітна індукція застосованих магнітних матеріалів;

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

К<sub>я</sub> і К<sub>ст</sub> - 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 якорна 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 якорну 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 якорну 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 однакоvim або з різним зубцевим кроком 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 коаксіально охоплює відповідні основні обмотки по усьому або по частині периметру їх поперечного перерізу.

СОЮ

Корисна модель належить до електротехніки, а саме до електричних машин постійного струму різних потужностей Корисна модель 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 №1504735 А1, Н02К1/14, заявка №4263371/24-07, дата подання 16 06 87р. пул ЗО 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 осьової 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 Ас 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 якорю більш, ніж на 10 відсотків

Крім того, у другій відомій електричній машині пази у полюсному наконечнику виконані групами з різним зубцевим шагом, в одній з яких зубцевий шаг перевищує зубцевий шаг по якорю 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 магніто про воду 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 корисної моделі поставлено завдання створення електричної машини постійного струму, яка б забезпечувала максимальну стабілізацію й 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 шаг пазів головних полюсів, наприклад, виконаних у їх наконечниках, різниться у порівнянні з зубцевим шагом 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 магнітних матеріалів В і магнітної індукції конкретного зразка або партії виготовлених складових частин магнітної системи електричної машини, наприклад, для якоря і полюса - за формулами

$$=k_e \frac{\tau_{\text{я}}(B_{\text{я}} \text{ та } x \sim B)}{B} \quad (1)$$

$$\tau_{\text{кст}} - \text{Ко-} \quad \tau_{\text{я}}(B_{\text{с}} - B) \quad (2) B$$

$\tau_{\text{я}}$  ,  $\tau_{\text{кст}}$  - кількість витків відповідно у коригуючій якірній обмотці і у коригуючій обмотці збудження,

$\tau_{\text{я}}$ ,  $\tau_{\text{ст}}$  - 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;

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

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

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

Коригуючу якорну 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.

Коригуючу якорну 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 коаксіальне 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, максимально вихідну потужність для різних партій електричних машин даного типу.

За умов послідовного підключення коригуючої якорної обмотки до відповідної основної (тобто з'єднання кінця основної якорної обмотки з початком коригуючої якорної 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, відповідно, максимально 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 шагом 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 коаксіальне 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 корисною моделлю, досягається саме завдяки запропонованій сукупності ознак, наведених у пп. 1-6 формули корисної моделі, кожна з яких направлена на розв'язання завдання згідно з метою корисної моделі 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 якорна 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 відповідними 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 коаксіальне охоплює відповідні основні обмотки по усьому або по частині периметру їх поперечного перерізу, окремо взяті є відомими є, але у своїй сукупності, вступаючи у причинно-наслідковий зв'язок, вони забезпечують створення в об'єкті нової властивості, що відповідає поставленому завданню (меті корисної моделі)

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

Суть корисної моделі 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 коаксіальне охоплює відповідні основні обмотки

На Фіг 1 наведений один з можливих варіантів виконання електричної машини відповідно до корисної моделі, яка включає якір 1 з пазами 2, де розміщено основну якірну обмотку 3 і коригуючу якірну обмотку 4, яку укладено у спільний з основною якірною обмоткою паз так, що вона розміщена у зовнішньому шарі над основною якірною 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 відповідно до корисної моделі, яка включає якір 1 з пазами 2 де розміщено основну якірну обмотку 3 і коригуючу якірну обмотку 4, яку укладено у спільний з основною якірною обмоткою паз так, що вона коаксіальне охоплює основну якірну 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 коаксіальне 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, величи-

ною 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 і 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, наприклад, формулою (2). Для стабілізації створеного струмозчеплення відповідно необхідно зменшити загальну кількість витків обмотки якоря за рахунок коригуючої якірної обмотки. Необхідна кількість витків коригуючої обмотки якоря визначається, наприклад, 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. Корисна модель 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,

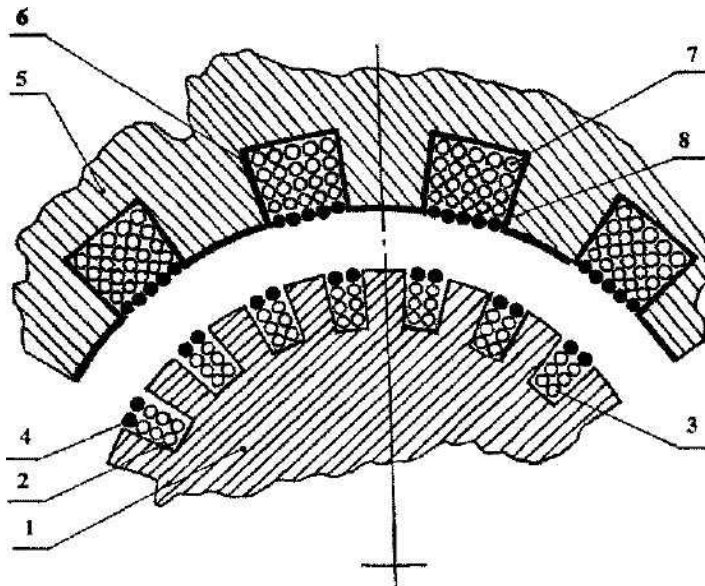
- певну можливість заміни матеріалів за умов їх дефіциту, дозволяючи застосовувати інші матеріали з відповідно близькими магнітними характеристиками, у тому числі,

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

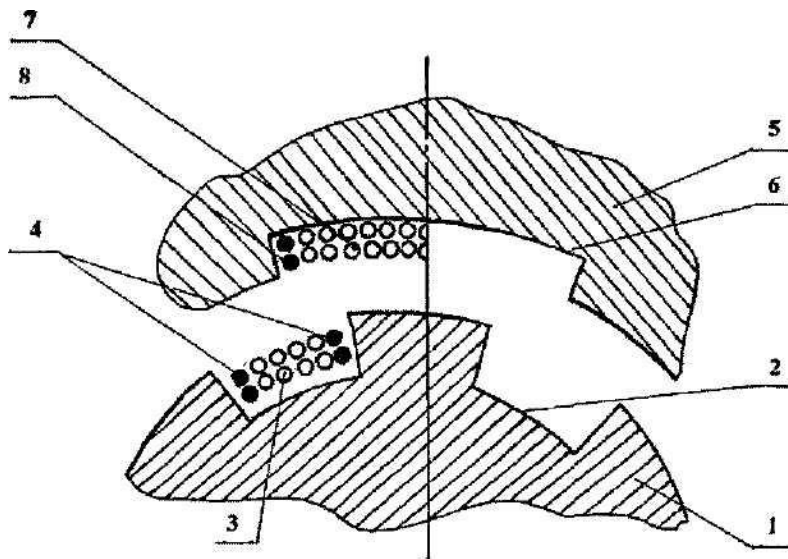
При виготовленні запропонованого пристрою використовують матеріали, технологічні прийоми, оснастку і апаратуру, звичайно застосовувані при виготовленні електричних машин. Після вимірювання магнітної індукції виготовлених, наприклад, полюсів і якорів, здійснюють їх групування відпові-

дно до величини вимірюваної 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

