

Винахід належить до галузі електромашинобудування, а саме до електричних машин з явно вирізненими полюсами, і може використовуватись в електродвигунах постійного струму з гладким ротором.

Перша відома електрична машина наведена у патенті Японії №48-33441, кл. 55 А 04, 1973 р. До її складу входять: статор з явно вирізненими полюсами і встановлений з робочим зазором ротор з обмоткою, яка має лобові частини, вставки з немагнітного матеріалу, розміщені між полюсами, вхідний і вихідний вентиляційні отвори для направлення охолоджуючого потоку, при цьому полюси статора мають бічні уклони, що утворюють поверхні, які з'єднують бічні поверхні зазначених полюсів з поверхнею розточки.

Крім того, вентиляційні отвори розміщені у робочій зоні обмотки ротора і направлені у напрямку поверхні ротора, а полюси виконані продовженими у напрямку осі ротора і охоплюють лобові частини обмотки і колектор.

Головні недоліки першої відомої електричної машини:

немагнітні вставки охоплюють лише три чверті кола розточки і не забезпечують рівномірного розподілу охолоджуючого потоку вздовж поверхні ротора;

конструкція передбачає наявність завеликого робочого зазору для забезпечення протікання охолоджуючого потоку в зонах лобових частин обмотки ротора і в найбільш віддаленій від вентиляційних отворів зоні - зоні колектора, що призводить до значних втрат енергії магнітного поля, тобто до значних втрат потужності електричної машини;

конструкція має певні обмеження у застосуванні, наприклад, не ефективна в електричних машинах з ротором невеликого діаметра і значною довжиною обмотки (наприклад, завбільшки трьох і більше діаметрів ротора) тому, що охолоджуючий потік навіть за умов завеликого робочого зазору буде охоплювати лише невелику прилеглу до вентиляційних отворів частину поверхні ротора.

Друга відома електрична машина, наведена у А.С. СРСР №746823, кл.Н02К 9/04, заявка від 22.02.78 р. №2582639/24-07, частково поліпшує перший і другий із зазначених недоліків: створює більш рівномірний розподіл охолоджуючого потоку вздовж поверхні ротора, а її конструкція не передбачає наявності завеликого робочого зазору.

За сукупністю суттєвих ознак другу відому електричну машину обрано як прототип. Електрична машина - прототип має: статор з явно вирізненими полюсами, виконаними із скошеними поверхнями, які з'єднують бокові поверхні зазначених полюсів з поверхнею розточки, ротор, що має обмотку з лобовими частинами і встановлений

з робочим зазором Δ , камери підвищеного і зниженого тиску, кількість яких дорівнює кількості пар полюсів, вхідні і вихідні вентиляційні отвори, вставки першого і другого типу, виконані з немагнітного матеріалу, при цьому вставки першого типу розміщені перпендикулярно осі ротора, в зонах його торців, вставки другого типу, розміщені між полюсами так, що звернені до ротора поверхні цих вставок і відповідні поверхні полюсів утворюють зовнішню циліндричну поверхню вентиляційного каналу, який охоплює ротор.

Крім того, у зазначеній електричній машині кількість пар полюсів - не більше однієї і відповідно дві вентиляційні камери - одна підвищеного і одна зниженого тиску, які розміщені у просторі між бічними поверхнями полюсів і корпусом і мають форму циліндричних сегментів, вхідний і вихідний вентиляційні отвори виконані у вигляді щілин, які лежать у центральній площині симетрії ротора в зоні робочої частини його обмотки і направлені радіально, вставки першого типу виконані з одним центральним отвором, що охоплює поверхню ротора і зсунуті від центральної робочої частини ротора у боки торців не далі лобових ділянок його обмотки, тобто відстань між зазначеними вставками не більше розміру робочої частини обмотки ротора, при цьому вставка першого типу, яка знаходиться з боку колектора, практично відділяє простір зони вентиляції від колектора, а немагнітні вставки другого типу мають форму стрижнів відповідного перерізу, розміщені на скошених поверхнях полюсів і виконані за одне ціле із вставками першого типу.

До недоліків електричної машини-прототипу можна віднести:

неможливість забезпечення значного підвищення ефективності охолодження. Хоча конструкція і сприяє більш рівномірному розподілу охолоджуючого потоку вздовж поверхні ротора, але практично мало поліпшує умови охолодження зон лобових частин обмоток ротора, а колектор і щітки зовсім не охоплюються вентиляцією;

зменшення втрат енергії збудження завдяки зменшеному робочому зазору досягається за рахунок зниження ефективності вентиляції електричної машини;

обмеження у застосуванні: по-перше, принципово неможливо застосування в електричних машинах з кількістю пар полюсів більше однієї, по-друге, конструкція передбачає, як вже зазначалося, відносно невелику величину робочого зазору, що погіршує аеродинамічний опір, що є умовою створення стійкого, наприклад, близького до ламінарного охолоджуючого потоку (це стосується, в першу чергу, електричних машин із значною довжиною зовнішнього напівкола ротора).

В основу винаходу поставлено завдання створення електричної машини, у якій досягається значне збільшення ефективності вентиляції без істотного зменшення втрат енергії магнітного поля збудження за умов одночасного розширення обсягу застосування в електричних машинах будь-яких пропорцій і розмірів.

Розв'язання задачі здійснюється за допомогою електричної машини, яка має статор з явно вирізненими полюсами, виконаними з радіальними концентраторами, бічні уклони яких утворюють поверхні, що з'єднують бокові поверхні зазначених полюсів з поверхнею розточки, ротор, який має обмотку з лобовими частинами і який

встановлено з робочим зазором Δ , камери підвищеного і зниженого тиску, вхідні і вихідні вентиляційні отвори, вставки першого і другого типу, виконані з немагнітного матеріалу, при цьому вставки першого типу розміщені перпендикулярно осі ротора в зоні його торців, кількість пар полюсів дорівнює кількості вставок другого типу, які розміщені між ними так, що звернені до ротора поверхні цих вставок і відповідні поверхні полюсів утворюють зовнішню циліндричну поверхню вентиляційного каналу, який охоплює ротор, при цьому кількість пар полюсів машини не менше двох, ротор відділений від камер підвищеного і зниженого тиску вставками першого типу з відповідними вхідним та вихідними вентиляційними отворами, камери підвищеного і зниженого тиску розміщені в зонах протилежних торців ротора, а вставки першого типу, які відділяють їх від зони вентиляції, зміщені у напрямках відповідних торців ротора на рівні або на різні відстані відносно середини робочої частини його обмотки і відстань між ними - не менша за довжину робочої частини обмотки ротора, а центри вхідних і вихідних вентиляційних отворів лежать на однакових або на різних відстанях від осі ротора, при цьому кожен вхідний отвір має відносний кутовий зсув по відношенню до відповідного вихідного - в межах від 0 до 180 градусів, кількість вхідних отворів і/або їх переріз відрізняються від кількості вихідних отворів або дорівнюють їм, бічні поверхні

вставок другого типу або частини цих поверхонь співпадають з бічними поверхнями полюсів, робочий зазор розширений на додаткову величину $\Delta\Delta$, яка визначається для конкретного типу електричної машини експериментально або шляхом розрахунку, наприклад, в залежності від робочої температури ротора, кількості пар полюсів, і застосованих магнітних матеріалів, геометричних розмірів машини, а полюсам надано додаткової компенсуючої магнітні витрати маси в рамках габаритів електричної машини.

Крім того, додаткова компенсуюча магнітні витрати маса зосереджена у магнітних додатках, наприклад, виконаних за одне ціле з тілом полюса, які розміщені між внутрішньою циліндричною поверхнею корпусу і оберненим до нього плоским торцем полюса і мають переріз сегментної форми.

Крім того, кількість вентиляційних отворів, які виконані, наприклад, рівномірно розподіленими по колу на вставці першого типу, яку розміщено з боку колектору, менша, наприклад, удвічі, ніж кількість щіткотримачів і/або перерізи сусідніх вентиляційних отворів відрізняються, наприклад, у декілька разів.

Введення в конструкцію електричної машини розміщення камер підвищеного і зниженого тиску в зоні торців ротора і відокремлення їх немагнітними вставками першого типу від зони вентиляції і надання зазначеним вставкам відповідно вхідних і вихідних вентиляційних отворів за умов розміщення центрів останніх на однакових або на різних відстанях від осі ротора і наявності їх відносного кутового зсуву в межах від 0 до 180 градусів, а також за умов рознесення вставок першого типу на відстань, не меншу за довжину робочої частини обмотки ротора, у напрямках протилежних його торців і встановлення їх симетрично або асиметрично по відношенню до середини робочої частини обмотки ротора дозволило сформувати охолоджуючий потік, який протікає вздовж зовнішньої поверхні ротора, охоплюючи її і водночас гвинтоподібно завертаючись навколо неї, і забезпечує ефективне охолодження усієї зазначеної поверхні, у тому числі і зон лобових частин обмотки ротора, а також колектора і щіток. Введення розширення робочого зазору на додаткову величину $\Delta\Delta$, яка визначається для конкретного типу електричної машини експериментально або шляхом розрахунку, дозволяє забезпечити зниження опору охолоджуючому потоку в зоні вентиляції, що є необхідною умовою забезпечення його потужності (без чого неможливе ефективне охолодження). Надання полюсам додаткової маси у рамках габаритів електричної машини дозволяє компенсувати обов'язкові втрати енергії магнітного поля, пов'язані з таким розширенням робочого зазору.

При цьому водночас досягається розширення обсягу використання електричної машини завдяки тому, що усі перераховані істотні ознаки корисної моделі не обмежують можливої кількості пар полюсів електричної машини.

Зосередження додаткової компенсуючої магнітні витрати маси у магнітних додатках, наприклад, виконаних за одне ціле з тілом полюса, які розміщені між внутрішньою циліндричною поверхнею корпусу і оберненим до нього плоским торцем полюса і мають переріз сегментної форми, є конкретизованою ознакою, яка дозволяє здійснити компенсацію втрат енергії збуджувального магнітного поля електричної машини в рамках її габаритів.

Варіювання кількості вентиляційних отворів, які виконані рівномірно розподіленими по колу на вставці першого типу, яку розміщено з боку колектору, менша, наприклад, удвічі, ніж кількість щіткотримачів і/або перерізи сусідніх вентиляційних отворів відрізняються, наприклад, у декілька разів, дозволяє забезпечити поліпшення рівномірності або здійснювати додатковий перерозподіл потужності і направлення охолоджуючого потоку в зоні вентиляції, наприклад, у зоні колектора направити більшу частину цього потоку на щітки.

Як видно із наведеного вище, розв'язання завдання, поставленого винаходом, досягається саме завдяки запропонованій сукупності ознак, наведених у пп. 1-3 формули винаходу, які у своїй сукупності, вступаючи у причинно-наслідковий зв'язок, забезпечують створення в об'єкті нової властивості, що відповідає поставленому завданню (меті винаходу). При цьому кожна із зазначених ознак направлена на розв'язання завдання згідно з метою винаходу і являється істотною у зазначеній сукупності (в тому числі і кожна введена нова і зазначена у відрізняльній частині формули ознака), а запропонована сукупність ознак в цілому є необхідною і достатньою для розв'язання поставленого завдання.

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 як в Україні, так і у світовій практиці. Отже запропонований винахід відповідає критерію "місцева новизна" і "новизна" взагалі, а також критерію "технічний рівень".

Суть винаходу пояснюється ілюстраціями.

На Фіг.1 наведено поперечний переріз одного з можливих варіантів конструкції електричної машини.

На Фіг.2 наведено повздовжній переріз зазначеного варіанту конструкції електричної машини.

Запропонована електрична машина (див. Фіг.1 і 2) має статор 1 з явно вирізненими полюсами 2, виконаними з радіальними концентраторами 3, бічні уклони 4 яких утворюють поверхні, що з'єднують бокові поверхні зазначених полюсів 5 з поверхнею розточки 6, ротор 7, який має обмотку 8 з лобовими частинами і який встановлено з робочим зазором 9, камери підвищеного і зниженого тиску - відповідно 10 і 11, вхідні і вихідні вентиляційні отвори - відповідно 12 і 13, вставки першого і другого типу - відповідно 14 і 15, виконані з немагнітного матеріалу, при цьому вставки першого типу 14 розміщені перпендикулярно осі 16 ротора 7 в зоні його торців, кількість пар полюсів 2 дорівнює кількості вставок другого типу 15, які розміщені між ними так, що звернені до ротора поверхні цих вставок і відповідні поверхні полюсів 2 утворюють зовнішню циліндричну поверхню вентиляційного каналу 17, який охоплює ротор 7. У даному варіанті конструкції дві пари полюсів 2. Ротор 7 відділений від камер підвищеного і зниженого тиску - відповідно 10 і 11, розміщених в зонах його протилежних торців, вставками першого типу 14 з відповідними вхідними 12 та вихідними 13 вентиляційними отворами (на Фіг.1 зображено вихідні отвори 13, виконані на вставці першого типу 14, яку видно крізь робочий зазор 9). У даній конструкції зазначені вставки першого типу 14 рознесені на відстань, більшу за довжину робочої частини обмотки 8 ротора 7, у напрямках протилежних його торців і встановлені симетрично по відношенню до середини зазначеної обмотки. Центри вхідних 12 і вихідних 13 вентиляційних отворів віддалені від осі ротора на відстань $d/2$. При цьому кожен вхідний отвір 12 має відносний кутовий зсув по відношенню до відповідного вихідного отвору 13 на 90 градусів. Кількість вхідних отворів 12 дорівнює 2 і відповідає кількості вихідних отворів 13, а перерізи усіх зазначених отворів - відповідно у даній конструкції виконані однаковими. Бічні поверхні вставок другого типу 15 співпадають з бічними поверхнями полюсів 2. Робочий зазор 9 розширений на додаткову величину $\Delta\Delta$, яка визначається для конкретного типу машини експериментально або шляхом розрахунку,

наприклад, в залежності від робочої температури ротора, кількості пар полюсів, застосованих магнітних матеріалів тощо. Полюсам 2 надано додаткової компенсуючої магнітні витрати маси в рамках габаритів електричної машини, яка зосереджена у магнітних додатках 18, виконаних за одне ціле з тілом полюса 2 і розміщених між внутрішньою циліндричною поверхнею корпусу 19 і оберненим до нього плоским торцем полюса 2. За цих умов магнітні додатки 18 мають переріз сегментної форми. У даній конструкції вентиляційні отвори виконані діаметрально розподіленими по колу на вставках першого типу 14, при цьому на вставці, розміщеній з боку колектору, кількість вентиляційних отворів удвічі менша за кількість щіткотримачів (останні на Фіг.1 і 2 не наведені). Перерізи сусідніх вентиляційних отворів цієї вставки виконані однаковими.

Роботу запропонованої електричної машини розглянемо на прикладі електродвигуна. При обертанні ротора у камері підвищеного тиску 10 створюється відповідно високий тиск охолоджуючого повітря, наприклад, за допомогою крильчатки, яку змонтовано на осі ротора і яка всмоктує повітря із зовнішнього середовища (на Фіг. не наведено, оскільки це не являється предметом запропонованого пристрою). Через вентиляційні отвори 12 у вставці першого типу 14, що надходить до зони вентиляції, де під дією підвищеного тиску рухається вздовж зовнішньої поверхні ротора у напрямку протилежно розміщеної вставки першого типу 14 з вихідними вентиляційними отворами 13. Завдяки тому, що вихідні вентиляційні отвори 13 зсунуті по відношенню до відповідних вхідних 12 на кут 90 градусів, потік охолоджувача у робочому зазорі 9, який являється вентиляційним каналом, гвинтоподібно завертається, забезпечуючи ефективне охолодження у зоні вентиляції, і виходить з неї через вихідні вентиляційні отвори 13 в камеру зниженого тиску 11, яка, наприклад, може бути зв'язана із зовнішнім середовищем (на Фіг. не наведено). Забезпечення ефективного потоку охолоджувача, наприклад, близького до ламінарного, здійснюється застосуванням розширеного робочого зазору 9 на величину $\Delta\Delta$, яку обирають, виходячи умов оптимізації двох протилежних тенденцій: зменшення робочого зазору для запобігання істотних втрат магнітної енергії збудження електродвигуна і збільшення робочого зазору для забезпечення ефективного охолодження. Величина $\Delta\Delta$ визначається для конкретного типу електричної машини експериментально або шляхом розрахунку, наприклад, в залежності від робочої температури ротора і потужності охолоджуючого потоку, кількості пар полюсів, розмірів машини і зони вентиляції, яка в загальному випадку може охоплювати і колектор (в наведеній на Фіг.1 і 2 конструкції зона колектора безпосередньо не входить зони вентиляції) тощо.

Запропонований винахід забезпечує інтенсивне охолодження електричної машини і значне поліпшення надійності її роботи завдяки: можливості створення потужного стабільного потоку охолоджувача в зоні вентиляції електричної машини, у тому числі, в першу чергу, в зоні робочої частини обмотки ротора; можливості створення рівномірного охолоджуючого потоку, а також можливості регулювання пріоритетного напрямку потоку і його потужності (за рахунок варіювання кількості і кутового зсуву вхідних і вихідних вентиляційних отворів, віддалей цих отворів від осі ротора і площі їх перерізів, а також варіювання розмірів зони вентиляції і включення колектора і щіток до цієї зони).

При цьому конструкція запропонованої електричної машини не накладає будь-яких обмежень на кількість пар полюсів, на склад застосовуваного охолоджувача, на обраний тип вентиляції (закритий або відкритий), на принципи створення перепадів тисків хладагенту і їх апаратурну реалізацію, на потребує істотних змін маса габаритних характеристик електричної машини тощо.

При виготовленні запропонованого пристрою використовують матеріали, технологічні прийоми, оснастку і апаратуру, звичайно застосовувані при виготовленні електричних машин. Промислову придатність запропонованої електричної машини постійного струму підтверджено її серійним впровадженням в НДІ "Квант".

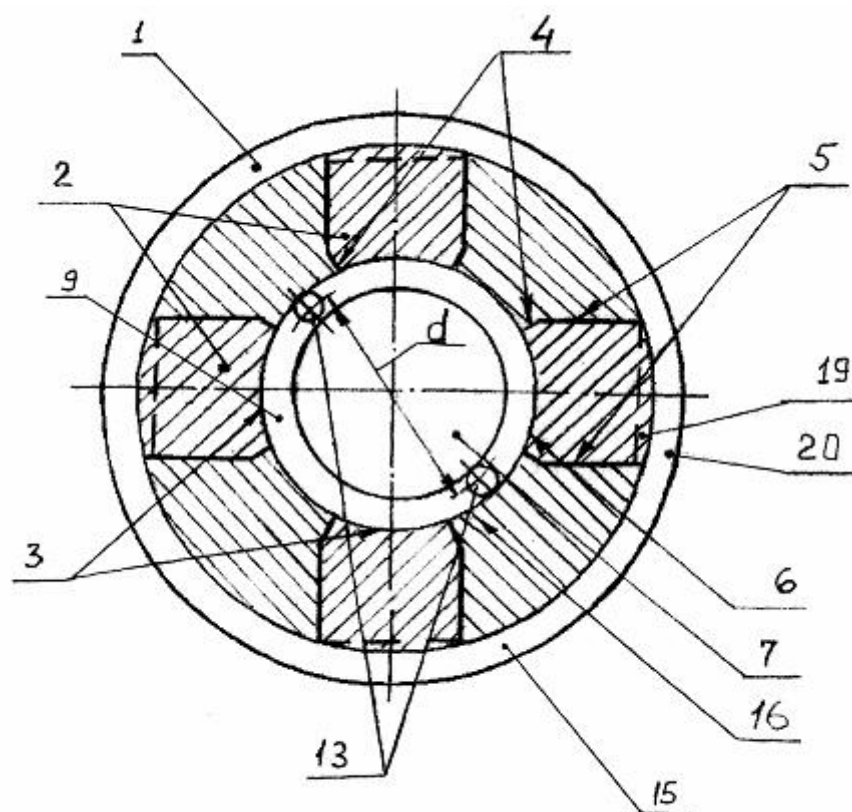


Fig. 1

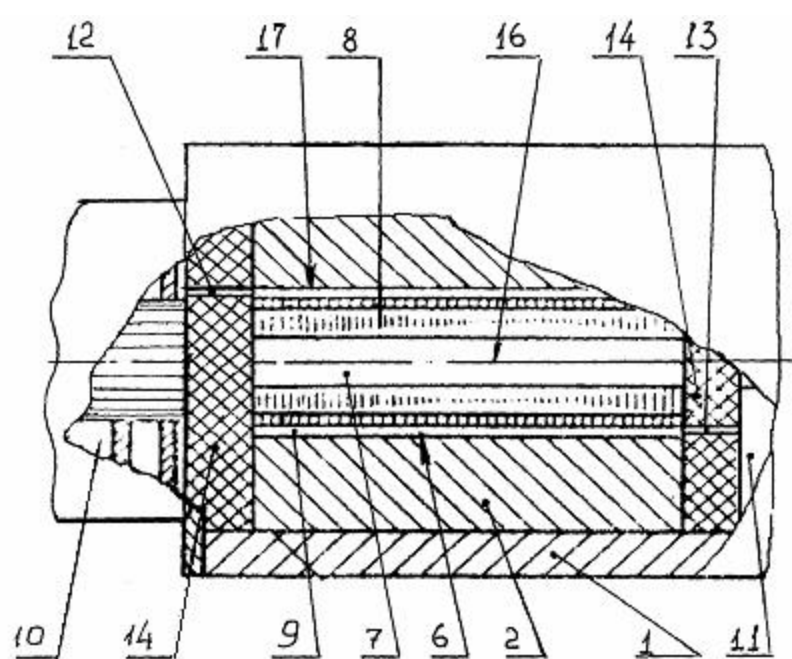


Fig. 2