



УКРАЇНА

(19) UA (11) 47422 (13) C2

(51) B H02K1/06, H02K1/10, H02K1/14,
H02K1/16, H02K1/26, H02K3/02,
H02K3/04, H02K3/42МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ЕЛЕКТРОМАШИНА

1

2

(21) 97073582

(22) 04 07 1997

(24) 15 07 2002

(46) 15 07 2002, Бюл. № 7, 2002 р

(72) Редченко Іван Андрійович

(73) Редченко Іван Андрійович

(56) Авт. свид. СССР № 743530, М. кл. H02K 1/16, H02K 3/46, 1994. Авт. свид. СССР № 1767617, М. кл. H02K 1/06, 1992. RU № 2050665, М. кл. H02K 1/06, 1995. RU № 2079949, М. кл. H02K 16/02, H02K 1/02, H02K 1/16, 1997.

(57) 1 Електромашина з першою обмоткою, в якій виробляється електрорушійна сила (ЕРС), з другою обмоткою, в якій виробляється магнітний потік, які виготовлені з мідного чи алюмінієвого дроту і укладені в пази осердь ротора (якоря) і статора або на осердя явновираженого полюса, закритою екраном чи розширеним осердям, або друга обмотка виготовлена із стрижнів, короткозамкнутих обома кінцями в осерді чи без нього, яка відрізняється тим, що обмотка, в якій виробляється ЕРС, виготовлена із дроту, покритого плівкою магнітном'якого феромагнітного матеріалу.

2 Електромашина за п. 1, яка відрізняється тим, що паз для укладання обмотки, в якій виробляється ЕРС, є відкритим, бокові стінки паза утворені ізолятором, закріпленим на осерді, а дно - осердям.

3 Електромашина за п. 1 або 2, яка відрізняється тим, що обмотка виготовлена із стрижнів, укладених на осердя і закріплених на боковинах - ободах, кінці стрижнів з одного боку коротко замкнені по ободу, а з другого боку замкнені на колектор.

4 Електромашина за п. 1, яка відрізняється тим, що обмотка, в якій виробляється магнітний потік, укладена в паз осердя та закрита екраном із магнітном'якого феромагнітного матеріалу.

5 Електромашина за п. 4, яка відрізняється тим, що між пазами з обмоткою в осердях ротора (якоря) і статора колекторної машини утворені додаткові відкриті пази на глибину, більшу ніж глибина паза з обмоткою.

6 Електромашина за п. 5, яка відрізняється тим, що додаткові відкриті пази заповнені ізолятором.

7 Електромашина за п. 5 або 6, яка відрізняється тим, що обмотка, котра укладена в осердя якоря, виготовлена із стрижнів, кінці яких з одного боку замкнені по ободу, а з другого боку - замкнені на колектор.

8 Електромашина за п. 5, яка відрізняється тим, що обмотка явновираженого полюса закрита екраном із стрічок листового магнітном'якого феромагнітного матеріалу, які на одній відстані охоплюють контур зовнішньої площини обмотки, із щільною між сусідніми стрічками, та орієнтовані подовж осердя, із щільною між торцем-кінцем стрічки і осердям на виході його магнітного потоку із обмотки, а з другого боку на вході осердя в обмотку - торці-кінці стрічки замкнені на осердя.

9 Електромашина за п. 4, яка відрізняється тим, що обмотка із стрижнів закрита в осерді кільцями листового магнітном'якого феромагнітного матеріалу з отворами для стрижнів, зовнішній діаметр яких рівний діаметру ротора, а внутрішній - менший від зовнішнього на два діаметри отворів для стрижнів і на чотири перетинки жорсткості між зовнішнім і внутрішнім діаметром кільця і отвором для стрижня.

10 Електромашина за п. 9, яка відрізняється тим, що осердя утворене із обручів - стрічок із листового магнітном'якого феромагнітного матеріалу, закріплених зовні ротора дотично стрижням і із щільною між сусідніми обручами.

Винахід відноситься до галузі електромашинобудування, а саме до генераторів електроенергії і електродвигунів різноманітних форм і призначень, а також до інших галузей електротехнічної промисловості.

Функцією електромашини є перетворення

енергії потоку електричного струму в енергію магнітного потоку і енергії магнітного потоку в енергію електричного струму. В генераторі до енергії магнітного потоку, утворюваної обмоткою збудження, додається механічна енергія приводу генератора і, таким чином в головній обмотці виробляється еле-

(19) UA (11) 47422 (13) C2

ктрорушійна сила (ЕРС) В електродвигуні від енергії магнітного потоку, утворюваного головною обмоткою, віднімається енергія магнітного потоку, утворювана обмоткою збудження, шляхом надання магнітному потоку обмотки збудження напрямку протилежного або під кутом напрямку магнітного потоку головної обмотки, в результаті чого виробляється механічна енергія для приводу робочих машин. Тобто, в генераторі до електроенергії, котру споживає обмотка збудження додається механічна енергія приводу генератора і таким чином виробляється ЕРС в головній обмотці, а в електродвигуні від електроенергії головної обмотки віднімається електроенергія обмотки збудження і в результаті утворюється механічна енергія для приводу робочих машин. В трансформаторі процес вироблення енергії магнітного потоку із енергії струму в первинній обмотці і потоку енергії струму із енергії магнітного потоку у вторинній обмотці відбувається шляхом перетинання полем електричного струму атомів матеріалу магнітопроводу, і полем магнітного потоку атомів провідника струму без їх (провідника струму і магнітопроводу) відносного механічного руху. Продуктивний потік енергії і у вигляді електричного струму і у вигляді магнітного потоку в замкнутому провідниковому контурі чи магнітопроводі дають більший ефект тоді, коли вони долають менший опір і у навколишній простір випромінюють менше енергії.

Розглянувши потоки енергії, які виробляють ЕРС в генераторі і крутильний момент ротора (механічну енергію) в електродвигуні з викладеної вище точки зору виявлено нові трактування відомих недоліків електромашини і шляхи їх усунення. Осердя ротора (якоря) і статора з укладеними в його пази обмотками утворюють значний опір продуктивному магнітному потоку між полюсами тим, що магнітна проникність матеріалу обмотки (мідь, алюміній) значно менша, ніж осердя (листової електротехнічної сталі – магнітно-м'якого феромагнітного матеріалу, а незаповнені порожнини пазів і щілини між зубцями (повтря) утворюють додатково значно більший опір, ніж обмотка. Поверхня осердя, як і зубці ротора чи статора генератора, утворюють полюси для магнітного потоку котрі направлені протилежно магнітному потоку полюса, обмотки збудження і утворюють силу зчеплення їх – додатковий не продуктивний опір приводу генератора, крім того, що недостатньо продуктивно замикаються через сердечник з пазами і обмотками в них, бо виробляють ЕРС лише в тій частині провідників обмотки, котра відкрита і безпосередньо переминається магнітним потоком, в решті – в тій частині провідників головної обмотки котрі безпосередньо не перетинаються в процесі відносного механічного руху магнітним потоком, ЕРС індукується магнітним потоком полюса обмотки збудження проходячи через зубці і далі через сердечник, як індукується ЕРС в трансформаторі – без відносного руху провідника і магнітного потоку, тобто, в закритих провідниках механічна енергія не перетворюється в електроенергію, нова електроенергія не виробляється.

Відкриті ж ланки обмоток в пазах, котрі взаємоперетинаються з магнітним потоком, виготовлені із міді, крім того, як діаманетик, ослаблюють

зовнішній магнітний потік, не випромінюють його, а поглинають.

Відкриті обмотки в електродвигуні т.ч. і укладені в пази осердя при пережиманні їх магнітним потоком теж виробляють струм, котрий поступає в мережу у вигляді реактивного навантаження, тобто не бажаної для мережі ЕРС. В електродвигунах постійного струму відкриті ланки обмоток виробляють додаткову проти-ЕРС, тобто додатковий опір – додаткові непродуктивні затрати електроенергії мережі.

Відкриті ланки обмоток, стрижні асинхронних двигунів при пуску, при надмірному навантаженні в результаті гальмування і взаємоперегинання з магнітним обертовим потоком, виробляють, як в генераторі, додатково ЕРС і надмірні струми, котрі виводять з ладу електродвигуни. Особливо наглядно це демонструє електродвигун з короткозамкнутим ротором типу "колесо для білки", тобто обмотка котрого повністю відкрита. Ротор такого двигуна надійний, але це не підвищує надійності електродвигуна в цілому із-за того, що при пуску, надмірному навантаженні із-за перетікання обертовим магнітним потоком головної обмотки, тобто із-за великого опору магнітному потоку осердя такої обмотки, в стрижнях виникають ЕРС і відповідно струми, котрі індукують в головній обмотці струми, котрі і виводять їх з ладу. В іншому короткозамкнутому роторі асинхронного електродвигуна стрижні сховані в осерді повністю. Але в результаті того, що магнітний потік обмотки ротора замикається через поверхню статора, пази і обмотки статора утворюють опір неродуктивний, в обмотках виробляється ЕРС, котра перевантажує і виводить з ладу головні обмотки і двигун. Обертовий магнітний потік головної обмотки замикається через поверхню ротора без опору, коротко. Але осердя такого ротора виготовляється суцільним аж до вала, тобто значна частина його не несе ніякого навантаження магнітних потоків і тому просто зайва. Доказ тому, короткозамкнутий ротор "колесо для білки" – без осердя, двигун масового застосування, двигун виробництва масових навантажень на мережу не лише при пуску, а і при нормальному повзанні.

В колекторних машинах магнітний потік замикається між стрічками через товщу осердя. Але обмотки, укладені в пази, і осердя утворюють опір магнітному потоку між стрічками і, в той же час, достатню магнітопровідність для протікання магнітного потоку між полюсами по поверхні ротора чи статора.

Протікання ж магнітного потоку між полюсами по поверхні ротора чи статора є одною з головних причин реакції якоря.

Для зменшення реакції якоря в електромашині з одною парою полюсів утворюють додаткові полюси з додатковою обмоткою, котра виробляє зустрічний магнітний потік. Це зайві трати і матеріалу обмотки і енергії, бо додатковий полюс потрібен лише для утворення замкнутого магнітопровідного контуру магнітного потоку обмотки, укладеної в пази, котрий перпендикулярний площині утвореної контуром, тобто перпендикулярний осі між головними полюсами. Неродуктивний опір утворює і компенсаційна обмотка установлена в роз-

ширеному кінцевіку-полюсі. В момент пуску електродвигуна постійного струму, тобто в момент відсутності в обмотці якоря проти-ЕРС, обмотка якоря фактично без опору, короткозамкнута і по цій причині двигун постійного струму не надійний, виходить з ладу із-за пошкоджень обмотки якоря. Для пуску цього електродвигуна користуються допоміжними пристроями - реостатами, тобто пуск їх, крім того що ризикований, ускладнюється. Головні полюси електромашини будуються з розширеними, порівняно з осерддям, кінцевиками. Це лише знижує якість магнітного потоку і спричиняє втрати його енергії, оскільки магнітний потік запинається через осердя обмоток, а таке різке на невеликому відрізку розширення магнітопроводу (кінцевика) сприяє утворенню вихрових магнітних потоків у розширеній частині кінцевика, знижує потужність магнітного потоку і є одною із причин реакції якоря.

Реакція якоря синхронної машини зменшується за рахунок збільшення щільності між ротором і статором. Це додатковий опір протіканню магнітного потоку і відповідно зменшення продуктивності електромашини.

Екрани, які встановлюють на обмотки явно виражених полюсів, захищають обмотки від вихрових магнітних потоків і відповідно вихрових струмів. Причина ж утворення вихрових магнітних потоків не усувається.

Примічені недоліки є наслідком уявлення, що електромашини це генератор енергії і електродвигун зворотної дії, в той же час коли електромашини це єдність генератора і електродвигуна в котрій електродвигун є продовженням генератора.

В основу винаходу поставлено задачу шляхом упорядкування і утворення замкнутих магнітопроводних і електропровідних контурів з меншим опором і без побічних реакцій, в т ч і поза машиною в мережі, підвищити продуктивність, ефективність і надійність роботи електромашини.

Конкретно поставлена в основу винаходу задача вирішується спідуючим чином.

Головні обмотки генераторів в котрих виробляється ЕРС і енергія в мережу і інші обмотки в котрих магнітний потік індукуює ЕРС, в т ч короткозамкнуті обмотки двигунів, та вторинні обмотки трансформаторів виготовляють із мідного дроту, покритого плівкою із магнітно-м'якого ферромагнітного матеріалу, наприклад, із заліза.

Виготовлена із такого дроту головна обмотка генератора буде чинити менший опір магнітному потоку обмотки збудження, тобто буде утворювати магнітопровід сама обмотка і в той же час провідники її будуть перетинатися магнітним потоком і виробляти ЕРС без участі осердя як магнітопровода.

З цієї метою обмотка із такого дроту укладається на осердя якоря чи статора і утворюється відкритий паз ізоляторами, закріпленими в пазах осердя між обмотками. Тобто зубці між обмотками, котрі утворювали пази, виготовляють із ізолятора. Магнітний потік, утворюваний полюсами обмотки збудження, таким чином замикається через головну обмотку і далі через осердя на котрим вона укладена і розмикається між обмотками, тобто енергія магнітного потоку обмотки збудження використовується лише продуктивно, а це економія

електроенергії, котрою живиться обмотка збудження. Це одночасно зменшує крутильний момент ротора, бо зубці пазів не будуть утворювати полюсів, котрі із генератора роблять електродвигун при пропусканні струму через головну обмотку і котрі вони утворюють при протіканні в головній обмотці генерованого обмоткою збудження струму і таким же чином зчіплюються з полюсами обмотки збудження як і при роботі електродвигуна. Тобто зворотність дії генератора і електродвигуна означає і те, що генератор працює одночасно як двигун, а двигун одночасно працює як генератор, привод долає опір генератора, котрий робить його електродвигуном, а двигун виробляє в мережу струм. Крім цього плівка, нанесена на мідний дріт, нейтралізує послаблюючу дію міді як діаманетика на зовнішнє поле - на поле магнітного потоку обмотки збудження, головної обмотки генератора і інших обмоток в котрих індукуюється ЕРС (короткозамкнутих обмоток електродвигунів, вторинних обмоток трансформаторів і т п). Маса плівки із магнітно-м'якого ферромагнітного матеріалу і відповідно її товщину визначають виходячи з того, що вона (маса плівки) відноситься до маси дроту із міді як відноситься магнітопровідність міді до магнітопровідності магнітно-м'якого ферромагнітного матеріалу. Головні обмотки генераторів середньої і великої потужності виготовляють із стрижнів.

Питання зменшення опору магнітному потоку обмотки укладеної в пази, і осердя тих обмоток, котрі виробляють не ЕРС в мережу, а магнітний потік (це обмотка збудження генератора, головні і обмотки збудження електродвигунів, в т ч і ті обмотки в котрих ЕРС індукуються, але для вироблення ними магнітного потоку), вирішують тим, що їх закривають в пазах осердя, тобто пази закривають так, щоб вони утворювали магнітопровід такий як магнітопровід цільного осердя без зниження його (осердя) магнітопровідності. Це магнітно-м'який ферромагнітний матеріал.

Це означає, що магнітний потік, продукція таких обмоток буде утворюватись осерддям, котре охоплює обмотку зовні, і в той же час є магнітопроводом в т ч і полюсом. Закриті в пазах осердя таким чином обмотки не будуть виробляти ЕРС так, як вона виробляється в генераторі, а будуть індукувати ЕРС так, як вона індукуюється в трансформаторі, тобто всі електродвигуни будуть працювати в таких умовах, які створені в синхронних електродвигунах. Тобто магнітний потік полюса обмотки збудження буде індукувати ЕРС в головній обмотці, а магнітний потік головної обмотки буде індукувати ЕРС в обмотці збудження протилежного напрямку осердя і полюси-кінцевики обмотки збудження і головної обмотки утворюють єдиний магнітопровід двох зустрічних потоків тепер уже незалежно від форми виконання полюса - чи він утворений осерддям, в пази котрого укладена обмотка чи він явновиражений. Закриті таким чином і укладені в пази обмотки збудження електродвигунів відкривають можливість для утворення в них енергії, пропорційної енергії обмотки збудження генератора, котра необхідна для вироблення в генераторі тої кількості енергії, котру споживає головна обмотка двигуна.

Тобто відкривається можливість із магнітного

потіку головної обмотки двигуна відняти магнітний потік обмотки збудження. Це здійснюють шляхом розрахунків і підбору поперечного перерізу дроту чи стрижня і кількості витків. Таким чином двигуни не будуть виробляти в мережу енергії, котра не лише перенавантажує мережу, але і погіршує якість енергії мережі.

Реакція якоря в результаті протікання по поверхні ротора (якоря) чи статора магнітного потоку головної обмотки чи обмотки збудження вирішується тим, що між обмотками укладеними в пази, точніше між пазами осердя, утворюють додатково паз на глибину, більшу глибини паза, в котрім укладена обмотка, з тим, щоб спрямувати магнітний потік через товщу осердя під обмотками, утворивши на поверхні ротора додатковий опір магнітному потоку. Якщо габарит двигуна малий, то замість паза утворюють паз-щілину, її заповнюють ізолятором.

Кінцевики явновиражених полюсів виготовляють без розширень, як продовження осердь обмоток, поперечним перерізом розміром, рівним розміру поперечного перерізу осердя. Крім зменшення реакції якоря це збільшить потужність магнітного потоку утворюваного обмоткою, зменшить втрати енергії магнітного потоку в результаті того, що магнітний потік не буде мати завихрень у розширеннях полюсів.

На додаткові полюси електромашини з одною парою полюсів обмотки не встановлюють. Не встановлюють і компенсаційні обмотки. В електромашині з одною парою полюсів, котра не має додаткових полюсів, утворюють додаткові полюси теж без обмоток в площині перпендикулярній осі явновиражених полюсів.

З метою підвищення надійності роботи електродвигуна постійного струму та спрощення конструкції якоря, його (якоря) обмотку виготовляють із стрижнів, котрі з одного боку по ободу замикають між собою, а з другого боку замикають на колектор. Це підвищить їх надійність в роботі, особливо в момент пуску, коли відсутня проти-ЕРС і обмотка фактично без опору (короткозамкнута) за рахунок того, що стрижні будуть здатні пропускати значно більший струм.

Оптимальна конструкція осердя короткозамкнутого ротора асинхронного двигуна з обмоткою із стрижнів вирішується тим, що осердя ротора виготовляють із кілець листової електротехнічної сталі, ізолюваних по площині і з отворами для стрижнів. Зовнішній діаметр кільця осердя рівний зовнішньому діаметру ротора, а внутрішній-менший від зовнішнього на два діаметри отворів для стрижнів і чотири перетинки жорсткості між зовнішнім і внутрішнім діаметром кільця і отвором для стрижня. Тобто, цю конструкцію осердя ротора обумовлює те, що магнітні потоки утворювані обмоткою ротора (стрижнями) і обмоткою статора (обертовий магнітний потік) замикаються через поверхню ротора і статора. Осердя такого ротора можна виготовити із обручів листової електротехнічної сталі, але не ізолюваних, встановлених на ротор дотично стрижням із щілинами між сусідніми обручами.

З метою збереження енергії і не випромінювання її в простір, запобіганню вихрових струмів тобто з метою повного перетворення енергії електричного поля в енергію магнітного потоку, як це передбачено в закритих в пази осердь обмоток, зовнішня поверхня обмоток явновиражених полюсів закривається екраном-магнітопроводом. Екран виготовляють із стрічок листового магнітного м'якого феромагнітного матеріалу. Кожна стрічка на відстані охоплює зовнішній контур обмотки із щілиною між осердям і торцем стрічки з одного боку і замикається стрічка на осердя з другого боку з тим, щоб магнітний потік, утворений електричним полем зовнішньої поверхні обмотки вливався в осердя - в головний потік обмоток, замикався далі по магнітопроводу машини і не повертався знову в стрічку екрана. З цією метою щілину між торцем стрічки і осердям роблять значно більшу ніж щілина між статором і ротором. Стрічки установлюють на обмотку з щілинами між сусідніми стрічками.

На фігурі показано екран обмотки явновираженого полюса. Цифрою 1 означено осердя (кінцевик явновираженого полюса), 2 – стрічка, котра утворює екран, 3 – обмотка явновираженого полюса, 4 – напрямки силових ліній.

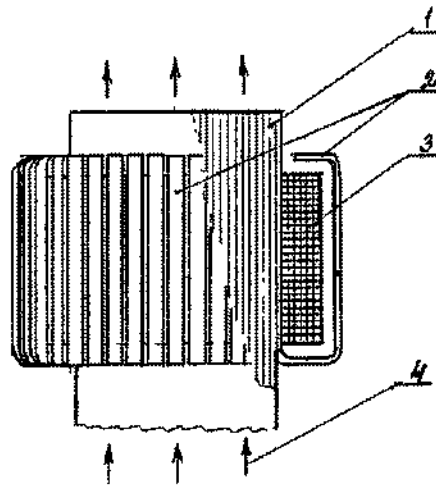


Fig.

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
(044) 216 – 32 – 71