



УКРАЇНА

(19) UA (11) 33138 (13) U
(51) МПК (2006)
H02K 17/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту(54) ЕЛЕКТРОДВИГУН З БАГАТОФАЗНИМ СТАТОРОМ І ЧИСЛОМ ПОЛЮСІВ $2p \geq 4$

1

2

(21) u200801723

(22) 11.02.2008

(46) 10.06.2008, Бюл. № 11, 2008 р.

(72) СТАВИНСЬКИЙ АНДРІЙ АНДРІЙОВИЧ, UA,
ЗАБОРА ІГОР ГЕОРГІЙОВИЧ, UA, ЗЕЛЕНИЙ МИ-
КОЛА ІВАНОВИЧ, UA, МИРОНОВ ДЕНИС ВОЛО-
ДИМИРОВИЧ, UA, ЗІНЧЕНКО МИКИТА ЄВГЕНІ-
ЙОВИЧ, UA(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕ-
БУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА, UA(57) Електродвигун з багатофазним статором і
числом полюсів $2p \geq 4$, що містить статор з багато-

фазною стрижневою обмоткою і ротор, трансфор-
матор перетворення числа фаз з обертовим магніт-
ним полем, який містить первинну багатовиткову
обмотку і вторинну стрижневу багатофазну обмот-
ку, що з'єднана з фазовими виводами стрижнів
обмотки статора, який **відрізняється** тим, що пе-
рвинна обмотка трансформатора виконана двопо-
люсною, а вторинна обмотка трансформатора
виконана шестифазною і кожен її фазний стри-
жень з'єднаний з р-фазовими виводами стрижнів
обмотки статора, які зсунуті у тангенціальному
напрямку на подвійне полюсне ділення.

Корисна модель відноситься до галузі елект-
ромашинобудування і може бути використана при
виробництві спеціальних асинхронних двигунів
підвищеної надійності, двигунів для герметичного
електроприводу та потужних двигунів з індукцій-
ним обмеженням пускового струму, які мають кіль-
кість полюсів $2p \geq 4$. Вирішується задача поліпшен-
ня масогабаритних і енергетичних характеристик
вказаних електродвигунів.

Відомо про конструкцію електромеханічної си-
стеми, що складається з потужного асинхронного
короткозамкненого двигуна та автотрансформато-
ра з фазами, які з'єднані послідовно з фазами ста-
тора на час пуску для обмеження пускового стру-
му. Система містить елементи з активною
частиною, яка складається з магнітопроводів і об-
моток [Яцун М.А. Електричні машини. Навч. посіб-
ник. - Львів, видавн. Держ. університету «Львівська
політехніка», 1999. - с.264-265]. Однак, вказаний
трансформатор не приймає участь у режимі нава-
нтаження двигуна, а система ускладнена декіль-
кома силовими апаратами комутації фаз двигуна і
трансформатора, а також схемою автоматизації
пуску. Це збільшує вартісні показники та знижує
надійність системи.

Також відомо про конструкцію електромехані-
чної системи у складі асинхронного двигуна зі
стрижневою багатофазною обмоткою статора і
трансформатора перетворення числа фаз [патент
Російської федерації №2173926, кл. H02K16/04,
17/34, 1/06]. Подібна обмотка статора у сполученні

з трансформаторним перетворювачем забезпечує
підвищену надійність і обмеження пускового стру-
му двигуна. Трансформатор перетворення числа
фаз обертовим магнітним полем містить первинну
багатовиткову і вторинну стрижневу багатофазну
обмотки. Особливістю конструкції системи є те, що
кожен стрижень обмотки статора двигуна з'єдна-
ний електрично з відповідним стрижнем вторинної
обмотки трансформатора. Тому кількість пазів
магнітопроводів та число полюсів двигуна і транс-
форматора з обертовим магнітним полем однако-
ві. Це обумовлює значні габаритні розміри і масу
трансформатора з $2p > 2$ - полюсним обертовим
полем, що призначений для живлення статора
двигуна з числом полюсів $2p \geq 4$. Також суттєвим
недоліком є велика трудомісткість виготовлення
магнітопровода трансформатора зі значною кількі-
стю пазів для укладання секцій розподіленої пер-
винної і стрижнів багатофазної вторинної обмоток.
Ознаками вказаної конструкції, що співпадають з
конструкцією згідно з корисною моделлю, є наяв-
ність статора з багатофазною стрижневою обмот-
кою і ротора та трансформатора перетворення
числа фаз з обертовим магнітним полем, що міс-
тить первинну багатовиткову і вторинну стрижневу
багатофазну обмотки.

Крім того, відомо про конструкцію асинхронно-
го двигуна [декларційний патент України №45874
А, кл. H02P13/00], яку прийнято за прототип. Дви-
гун являє собою систему, що складається зі ста-
тора з багатофазною стрижневою обмоткою і ро-

(19) UA (11) 33138 (13) U

тора та трансформатора перетворення числа фаз з обертовим магнітним полем. Трансформатор містить первинну багатovitкову і вторинну стрижневу багатофазну обмотку. З метою зниження трудомісткості виготовлення трансформатора без погіршення характеристик двигуна шляхом зменшення числа фаз вторинної обмотки і відповідно кількості пазів магнітопровода, кожен стрижень трансформатора з'єднаний електрично з фазовим виводом статора двигуна, а кожен фазовий вивід на вході в магнітопровід статора розділено на стрижні, які розташовані в окремих пазах. При герметичному виконанні системи таке рішення також зменшує кількість гермовводів між герметизованою частиною корпусу, що містить трансформатор, і фазовими виводами статора двигуна. Однак недоліком конструкції є те, що електромагнітна система трансформатора передбачає число полюсів створення обертового магнітного поля, що відповідає числу полюсів і частоті обертання ротора двигуна. Це значно збільшує масогабаритні показники і вартість та обумовлює зниження ККД і $\cos\phi$ системи з $2p \geq 4$. Ознаками прототипу, що співпадають з конструкцією згідно з корисною моделлю, є наявність статора з багатофазною стрижневою обмоткою і ротора та трансформатора перетворення числа фаз з обертовим магнітним полем, який містить первинну багатovitкову обмотку і вторинну стрижневу багатофазну обмотку, що з'єднана з фазовими виводами стрижнів обмотки статора.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення електродвигуна з багатофазним статором і числом полюсів $2p \geq 4$, у якому зміна полюсності і фазності трансформатора перетворення числа фаз та зміна схеми з'єднання обмоток забезпечує живлення $2p \geq 4$ - полюсної обмотки статора двигуна від вторинної обмотки двополюсного трансформатора. Як результат, знижуються маса і габаритні розміри та підвищуються ККД і $\cos\phi$ електромеханічної системи двигуна і трансформатора.

Поставлена задача вирішується тим, що в електродвигуні з багатофазним статором і числом полюсів $2p \geq 4$, що містить статор з багатофазною стрижневою обмоткою і ротор та трансформатор перетворення числа фаз з обертовим магнітним полем, який містить первинну багатovitкову обмотку і вторинну стрижневу багатофазну обмотку, що з'єднана з фазовими виводами стрижнів обмотки статора, згідно з корисною моделлю, первинна обмотка трансформатора виконана двополюсною, вторинна обмотка трансформатора виконана шестифазною і кожен її фазний стрижень з'єднаний з p -фазовими виводами стрижнів обмотки статора, які зсунуті у тангенціальному напрямку на подвійне полюсне ділення.

Сукупність вказаних ознак, тобто виконання первинної і вторинної обмоток трансформатора відповідно двополюсною і шестифазною та з'єднання кожного фазного стрижня вторинної обмотки з p -фазовими виводами стрижнів обмотки статора, які зсунуті у тангенціальному напрямку на подвійне полюсне ділення, дозволяє здійснювати електричне живлення електромагнітної системи $2p \geq 4$ - полюсного електродвигуна від двополюсної

електромагнітної системи трансформатора, що відрізняється мінімальними матеріаломісткістю, масою і габаритними розмірами. Як результат, знижуються, у порівнянні з прототипом, на 20...40% масогабаритні показники та зменшуються утрати потужності.

Корисна модель ілюструється кресленнями, що характеризують сутність конструкції.

На Фіг.1 показана принципова схема асинхронного чотириполюсного ($2p=4$) двигуна потужністю 200...400кВт підвищеної надійності з трансформаторним живленням статора і обмеженням пускового струму - поперечний розріз. На Фіг.2 і Фіг.3 показані векторні діаграми пазових магніторушійних і електрорушійних сил первинної і вторинної обмоток трансформатора. На Фіг.4 і Фіг.5 зображені діаграми лінійних розгортки електромагнітних систем, електричного з'єднання, а також розподілу у просторі (тангенціальна координата x) магніторушійних сил обмоток трансформатора і статора двигуна при максимальному значенні струму однієї з фаз (фази А) первинної обмотки трансформатора.

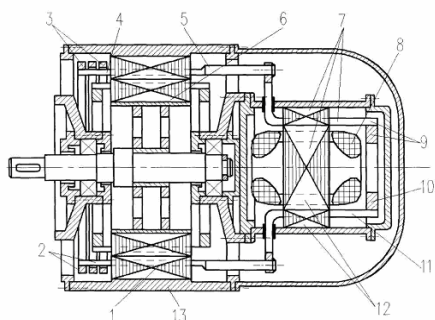
Двигун (Фіг.1) містить статор 1 з обмоткою 2, яка складається з кілець 3 і стрижнів 4, що об'єднані у фазові виводи 5 статора 1, а також ротор 6. Крім того, двигун містить трансформатор 7 перетворення числа фаз у співвідношенні $m_1/m_2=3/6$ з первинною багатovitковою обмоткою 8 і вторинною обмоткою 9 з кільця 10 і стрижнів 11, що розташовані в магнітопроводі 12. Статор 1, ротор 6 і трансформатор 7 встановлені в корпусі 13 двигуна. Первинна трифазна обмотка 8 і вторинна стрижнева обмотка 9 розподілені в магнітопроводі 12 у відповідності до діаграм векторів (Фіг.2, Фіг.3). Первинна обмотка 8 виконана двополюсною і містить секції 14 (Фіг.4) кількості яких, з метою спрощення конструкції і технології виготовлення, обрана мінімальною, тобто відповідає числу пазів на полюс і фазу $q=1$ і мінімальної кількості $Z_m=2p m_1 q=6$ пазів 15 магнітопровода 12. Вторинна обмотка 9 виконана шестифазною (Фіг.5) і кожен з шести її фазних стрижнів 11 з'єднаний з $p=2$ - фазовими виводами 5 стрижнів 4 обмотки 2 статора 1, які зсунуті у тангенціальному напрямку на подвійне полюсне ділення 2τ . Кожний фазовий вивід 5 на вході в статор 1 поділений на три стрижня 1 і загальна кількість стрижнів 4 статора становить $Z_c=3m_2 p=36$. Заміна трифазної багатovitкової мідної обмотки на стрижневу багатофазну обмотку 2 з суцільних кілець 3 і стрижнів 4 зменшує площину пазів, зовнішній діаметр та матеріаломісткість статора 1 і, крім того, дозволяє використовувати замість міді алюміній.

При роботі електромеханічної системи двигуна секції 14 первинної обмотки 8 трансформатора 7 відповідно до діаграми (Фіг.2) створюють двополюсний розподіл магніторушійної сили $F_{wm}(x)$ (Фіг.4) та обертове магнітне поле магнітопровода 12, що наводить у обмотці 9 електрорушійні сили (Фіг.3) та струми кілець 10 і стрижнів 11. Струми вторинних фаз $C_1...C_6$, тобто стрижнів 11, (Фіг.5) за допомогою пар фазових виводів 5, які зсунуті у тангенціальному напрямку на 2τ , розгалужуються на струми шести фаз чотириполюсної стрижневої обмотки 2 статора 1. Струм кожного фазового ви-

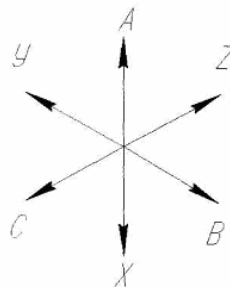
вода 5 розгалужений на струми суміжних стрижнів 4. Таким чином забезпечується багатоступенева структура магніторушійної сили F_{wc} статора 1, що наближає розподіл чотириполюсного обертового магнітного поля двигуна до синусоїдального.

Відносно прототипу, габаритні розміри і маса трансформатора 7, на основі відомої залежності активного об'єму електромагнітної системи від

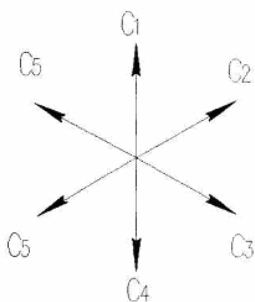
числа полюсів обертового магнітного поля знижується приблизно в P разів при підвищенні ККД і $\cos\phi$. Це надає можливість зниження маси і габаритних розмірів системи двигуна у цілому орієнтовно на 20% при $2p=4$, на 30% при $2p=6$ і 40% при $2p=8$.



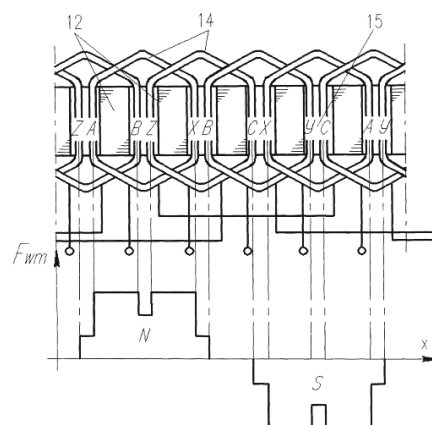
Фиг. 1



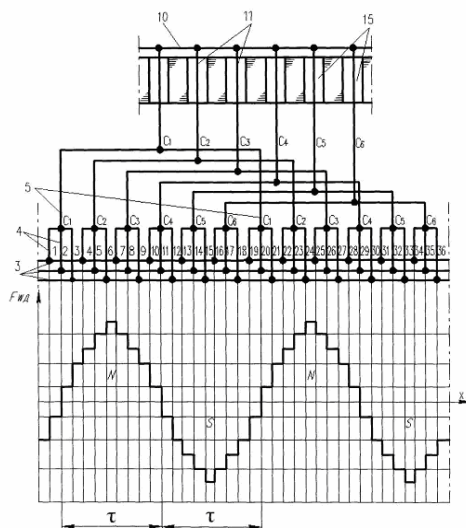
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

